

**ESTUDO COMPARATIVO DAS TEORIAS SÔBRE O CONTRÔLE GENÉTICO DAS
INCOMPATIBILIDADES DO CACAUEIRO (THEOBROMA CACAO L)**

Tese de Grau de Magister Scientiae

Fausto Joaquim Coral



MEMORIAL
LIBRARY

2

IIAS

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRICOLAS DA OEA
Centro de Ensino e Pesquisa
Departamento de Fitotecnia e Solos
Turrialba, Costa Rica
Junho, 1970

ESTUDO COMPARATIVO DAS TEORIAS SÔBRE O CONTRÔLE GENÉTICO DAS
INCOMPATIBILIDADES DO CACAUEIRO (THEOBROMA CACAO L.)

Tese

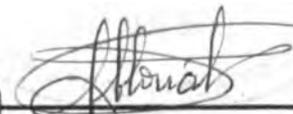
Apresentada ao Conselho da Escola para Graduados
como requisito parcial para obter o grau de

Magister Scientiae

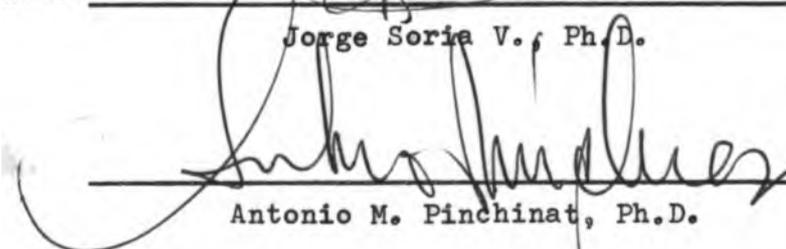
no

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA

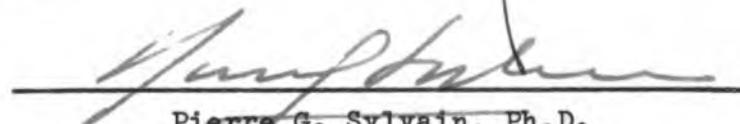
APROVADA:



Conselheiro



Comitê



Comitê



Comitê

Junho, 1970

à meus pais

à minha esposa

à meus filhos

AGRADECIMENTO

O autor expressa seu agradecimento às seguintes pessoas e instituições:

Ao Dr. Jorge Soria V., Conselheiro Principal, por sua acerta da orientação.

Aos Drs. A. M. Pinchinat, P. Sylvain e H. Barres, membros do Comitê, pelas oportunas sugestões.

Ao Dr. Glauce P. Viegas, pelos incentivos recebidos.

Ao Dr. C. C. Moh e ao agrônomo A. Paredes pelas facilidades colocadas a sua disposição.

Ao Instituto Agronômico de Campinas, por permitir seu afastamento temporário.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas pela outorga da bolsa de estudos.

A todos seus professores, colegas e amigos que de uma ou outra forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

O autor, de nacionalidade brasileira, nasceu em 21 de abril de 1934.

Realizou seus estudos universitários na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, graduando-se engenheiro agrônomo no ano de 1959.

Iniciou seus trabalhos profissionais em 1960 trabalhando como técnico em cultivos oleaginosos, na Divisão de Assistência Técnica Especializada, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, até fins de 1960, quando então se transferiu para o Instituto Agrônomo de Campinas, órgão de pesquisas da mesma Secretaria de Agricultura, para trabalhar ainda, com cultivos oleaginosos, permanecendo aí até fins de 1964.

A partir desta data, transferiu-se para a Seção de Plantas Tropicais do mesmo Instituto, onde vem trabalhando até o presente, com o cultivo do cacaueteiro.

Ingressou na Escola de Graduados do Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, em outubro de 1968, finalizando seus estudos em junho de 1970.

CONTEÚDO

	<u>Página</u>
Lista de Quadros	vii
Lista de Figuras	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. Fisiologia da incompatibilidade	3
2.2. Sistemas de incompatibilidades em plantas supe riores	4
2.2.1. Incompatibilidade heteromórfica	4
2.2.2. Incompatibilidade homomórfica	5
2.3. Incompatibilidades em <u>Theobroma cacao</u>	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Localização dos germoplasmas	13
3.2. Descrição dos germoplasmas estudados	13
3.3. Técnicas utilizadas no estudo das incompatibi- lidades	15
3.3.1. Método de Knight e Rogers	16
3.3.2. Método de Cope	16
4. RESULTADOS	19
4.1. Método de Knight e Rogers	19
4.2. Método de Cope	22
5. DISCUSSÃO	33
5.1. Método de Knight e Rogers	33
5.2. Método de Cope	37
6. CONCLUSÕES	43
7. RESUMO	44
7a. SUMMARY	46
8. LITERATURA CITADA	48
APÊNDICE	51

LISTA DE QUADROS

Quadro Nº		<u>Página</u>
1	Relação entre o número de polinizações (numerador) e pegamento (denominador) em cruzamentos de vários cultivares. Método de Knight e Rogers	20
2	Resultados gerais das autofecundações e cruzamentos interclonais, pelo método de Cope. Os algarismos fora do parentesis referem-se ao número de ovários estudados e os de dentro referem-se à relação entre o número de óvulos não fusionados (numerador) e o número de óvulos fusionados (denominador).	
3	Resultados gerais das autofecundações dos híbridos interclonais, pelo método de Cope. Os algarismos fora do parentesis referem-se ao número de ovários estudados e os de dentro referem-se à relação entre o número de óvulos não fusionados (numerador) e o número de óvulos fusionados (denominador).	

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		<u>Página</u>
1	Proteção o botão floral, contra a visita de insetos	34
2	Proteção das flores trabalhadas contra a visita dos insetos, no estudo das abscisões	34
3	Distribuição dos óvulos no interior do ovário. X 72	40
4	Saco embrionário de óvulo não fusionado. Degeneração da célula ovo devido sua não fusão com um dos núcleos polínicos. X 720	40
5	Saco embrionário de óvulo não fusionado. Degeneração do núcleo polar causada pela não fusão com um dos núcleos polínicos. X 720	41
6	Saco embrionário de óvulo fusionado. União do núcleo polar com um dos núcleos polínicos. X 720	41

1. INTRODUÇÃO

A orientação que se vem adotando na implantação das novas áreas cacauceiras, bem como na renovação das plantações decadentes de muitas áreas tradicionais de cultivo, baseia-se na substituição dos cultivares locais, pouco produtivos e geralmente susceptíveis a um grande número de moléstias, por outros, geralmente híbridos, com melhores características agronômicas.

Um grande número de híbridos produzidos nos diferentes centros de investigação, são conhecidos por muitos dos seus atributos, notadamente os de precocidade, produtividade, qualidade e resistência às enfermidades. A maioria dos híbridos têm um pai incompatível. No que se refere ao estudo das incompatibilidades, infelizmente pouco se sabe, se bem que o fenômeno propriamente dito seja conhecido desde há muitos anos.

Em parcelas experimentais onde são estudados estes híbridos com diferentes genótipos de incompatibilidade os efeitos do fenômeno devido as polinizações cruzadas será de difícil detecção, porém este efeito será notório em plantações comerciais com um ou mais genótipos aparentados.

Alguns cultivares aut incompatíveis ao se combinarem darão como resultado progênies com diferentes graus de incompatibilidade, podendo igualmente originar indivíduos que, embora pertencendo a uma mesma população, tenham diferentes genótipos de incompatibilidade. Pode ocorrer igualmente o caso da existência de incompatibilidade entre duas ou mais populações emparentadas.

Duas teorias principais foram propostas até o presente, com

a finalidade de explicar o mecanismo das incompatibilidades do ca
caneiro. Neste trabalho se procura a comprovação das mesmas, e
para tal empregaram-se os mesmos cultivares anteriormente utiliza-
dos por quem propuseram tais teorias, e alguns outros novos, de
interesse para os trabalhos de melhoramento.

São os seguintes os objetivos da presente investigação:

1. Provar as teorias genéticas existentes, sobre o mecanis-
mo das incompatibilidades, usando-se novos cultivares.
2. Determinar os genótipos de incompatibilidade dos novos
materiais estudados.
3. Estudar as incompatibilidades das combinações híbridas
mais promissoras nas quais intervenham os clones estuda-
dos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fisiologia da incompatibilidade

O termo incompatibilidade é empregado para designar a incapacidade do tubo polínico em penetrar no estigma, percorrer o estilo, alcançar o ovário e realizar a singamia.

Os estudos citológicos levados a efeito em diversas espécies vegetais mostram que as incompatibilidades podem ser expressas de uma das seguintes formas:

1. Não ocorre germinação do pólen no estigma da flor.
2. A germinação do pólen pode ser normal, porém o tubo polínico fica inibido no estilo.
3. O tubo polínico poderá ocorrer normalmente e alcançar os óvulos, porém as sementes não se desenvolverão.

Foi em Brassica oleracea (34) que se verificou pela primeira vez a não germinação do grão de pólen nos estigmas de plantas incompatíveis.

Em algumas espécies de Nicotiana (10) a germinação do pólen é normal porém o tubo polínico cresce muito lentamente ficando inibido no estilo. Esta inibição pode variar de uma espécie para outra e mesmo entre genótipos pertencentes a mesma espécie. Pode haver também interferência do meio ambiente no momento da polinização e com isto o processo sofrerá uma inibição. Williams, citando Lewis (20) menciona que o crescimento dos tubos polínicos compatíveis de Prunus avium e Primula sinensis podem ser superio-

res até três vezes quando se eleva a temperatura em 5,50C

Em Gasteria (34) a germinação do grão de pólen sobre o estig-
ma bem como o desenvolvimento do tubo polínico no interior do es-
tilo, é normal. A degeneração ocorre depois da fertilização quan-
do o endosperma se apresenta binucleado e o embrião uninucleado.

2.2. Sistemas de incompatibilidades em plantas superiores

Segundo Williams, citando East (11) a autoincompatibilidade
apresenta-se em mais de 3.000 espécies Fanerógamas. Os sistemas
de incompatibilidades têm como função principal impedir a autoga-
mia e facilitar a alogamia, o que nos leva concluir ser ela um me-
canismo que mantém as plantas num alto grau de heterozigocidade.

Lewis (22) classifica os sistemas de incompatibilidades em
dois grupos: heteromórfico e homomórfico. O grupo homomórfico
por sua vez está subdividido em dois sub-grupos: gametofítico e
esporofítico.

2.2.1. Incompatibilidade heteromórfica

A este grupo de incompatibilidade pertencem às espécies que
mostrem polimerfismo floral. Trata mais exatamente das plantas
que apresentam diferentes tamanhos de estames e de estilos.

Saba-se que Darwin reconheceu quase 40 gêneros possuindo es-
pécies heterostiladas, descrevendo detalhadamente a situação em
Primula sinensis. Foi no entanto Lewis (22) quem posteriormente
estabeleceu as bases genéticas desta planta. A incompatibilidade
em Primula sinensis está governada por um único locus, com os

alelos "S" e "s", os quais resultam os genótipos "Ss" ("thrum") e "ss" ("pin"). O alelo "S" mostra dominância completa sôbre o alelo "s". Estabeleceu também o mesmo autor (21) as bases genéticas das incompatibilidades de Linum grandiflorum, uma espécie diestílica.

Em Lythrum salicaria, uma espécie triestílica, Esser (14) citado por Williams encontrou que a mesma acha-se caracterizada por um estilo e duas séries de anteras situadas em alturas diferentes. O pólen vindo de qualquer das duas posições sômente é viável nos estilos situados na mesma posição. A constituição genética baseia-se em dois loci independentes M e N, cada um com dois alelos. Disso resulta três tipos de plantas: longistília (mm ss), mediastília (Mm ss ou MM ss) e brevistília (Mm Ss, mm Ss, MM Ss, MMSS ou mm SS). O alelo S é dominante e condiciona o tipo de estilo curto e é epistático com respeito a M; o alelo s recessivo e em condição homozigótica interatua com M ou m para dar formas mediastílicas ou brevistílicas.

2.2.2. Incompatibilidade homomórfica

a) Incompatibilidade gametofítica

Este sistema também é conhecido como sistema oposicional, foi estudado segundo Allard, em Nicotiana sanderae por East e Mangeldorf (12), em 1925.

O sistema se caracteriza pela ação independente, tanto no pólen como no estilo, dos alelos pertencentes ao locus de incompati-

tibilidade (S) presentes nos indivíduos diploides e representados por séries de alelos múltiplos, $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

O tecido estilar deste indivíduo diploide terá normalmente dois alelos da séries, porém um diferente do outro. Quando o grão de pólen tem o mesmo gen que o tecido estilar, o tubo polínico se verá impedido de crescer e alcançar o ovário, a fim de realizar a fecundação do óvulo. Não se formam genótipos homocigotos para os alelos "S", de incompatibilidade.

Na maioria das espécies vegetais estudadas a incompatibilidade de gametofítica é controlada por um só locus, existindo porém algumas exceções à regra. Assim, para explicar os resultados dos cruzamentos com Secale cereale, Festuca pratensis, Beta vulgaris e Physalis exocarpa, é necessário assumir a presença de dois loci de incompatibilidades.

Nos casos em que atuam dois loci independentes controlando a incompatibilidade, parece ser que os mesmos agem sobre uma base complementar, a qual se manifesta plenamente quando os alelos de ambos loci encontram-se duplicados no pólen e no estilo.

East e Yarnell (13) encontraram além dos alelos "S" outro alelo independente que era autocompatível e chamaram-no de "Sf". Uma planta com este alelo tanto no estado homocigoto como no estado heterocigoto será autofértil.

Anderson e Winton (1) descobriram mais tarde outro alelo "S" capaz de inibir tubos polínicos portadores do "Sf".

b) Incompatibilidade esporofítica

O sistema de incompatibilidade esporofítica foi descrito simultaneamente por Hugues e Babcock (17) em Crepis foetida e por Gerstel (15) em Parthenium argentatum em 1950. Tal tipo de incompatibilidade acha-se controlada pelo núcleo diploide do esporofito. Disto advém o fato de poder ocorrer interações interalélicas tanto no pólen como no estilo, e estes aloos podem se apresentar independentes bem como podem demonstrar uma completa dominância. Assim, se o alelo S_1 é dominante em relação a S_2 no pólen, todos os grãos de pólen de uma planta $S_{1,2}$ se comportarão como S_1 , podendo penetrar nos estilos S_2 , independentemente de que o tubo polínico seja S_1 ou S_2 .

Portanto, se S_1 domina os restantes alelos do estilo, todos os grãos de pólen da planta $S_{1,2}$ serão incompatíveis em tais estilos, tenham ou não as formas progenitoras femininas o alelo S_2 em comum com a forma masculina.

Lewis (22) em 1954 enumerou uma série de fatores que possibilitam distinguir o sistema esporofítico do sistema gametofítico por exemplo:

1. São frequentes as diferenças entre os cruzamentos recíprocos, devido a inversão de dominância no grão de pólen e no estilo.
2. Os tipos homocigotos fazem parte normal do sistema esporofítico.
3. Uma família pode ter três grupos de incompatibilidades;

sob contróle gametofítico estes grupos serão dois ou quatro.

4. Um grupo de incompatibilidade esporofítica pode conter 2 genótipos, por exemplo $S_{1.3}$ e $S_{1.4}$. Estes genótipos pertencerão ao mesmo grupo, se S_1 for dominante em relação a S_3 e S_4 .

2.3. Incompatibilidades em Theobroma Cacao

A primeira vez que se mencionou a existência de incompatibilidades em cacauzeiros foi em 1925, quando Harland (16) em Trinidad, observando cacauzeiros sãos e de mesmo desenvolvimento vegetativo, notou que havia uma acentuada diferença entre eles quanto ao número de frutos, e que alguns deles sequer produziam.

Em 1931, Pound (30) realizando pela primeira vez estudos sobre as incompatibilidades do cacauzeiro verificou que três das oito plantas estudadas eram incompatíveis. Coube também ao mesmo investigador (31) verificar em outro experimento que flores de árvores incompatíveis, não são tão somente autoincompatíveis, como também seu pólen não se apresenta viável em outras plantas autoincompatíveis.

Segundo Pound (33) o pólen proveniente de uma planta autocompatível é viável sobre qualquer estigma, porém quando provém de plantas autoincompatíveis sua viabilidade se restringe aos estigmas de cacauzeiros autocompatíveis.

Em 1937, Cheesman (4) confirmou a existência de incompatibilidades em plantações de Trinidad e classificou as plantas em: 1)

Plantas autocompatíveis, que frutificam ao serem polinizadas por pólen de outras plantas autocompatíveis; 2) Plantas autocompatíveis que podem frutificar quando polinizadas com pólen de plantas autoincompatíveis; 3) Plantas autoincompatíveis que frutificam ao serem polinizadas com pólen de outras árvores autoincompatíveis; 4) Plantas autoincompatíveis que não frutificam ao serem polinizadas por pólen de outras plantas autoincompatíveis.

Posnette (27) em 1938 publicou seus estudos com as incompatibilidades, paralelamente ao das polinizações, estabelecendo as seguintes hipóteses alternativas sobre a não formação de frutos:

1. Incapacidade do grão de pólen em germinar sobre o estigma da flor.
2. Crescimento demasiado lento do tubo polínico.
3. Incapacidade dos gametos em fecundar os óvulos.
4. Incapacidade dos núcleos, masculino o feminino, de se unirem no interior do citoplasma do óvulo.
5. Ação subsequente de fatores letais.

Em 1938 Cope (5) menciona o fato de que o êxito das polinizações artificiais é variável de uma planta para outra, por quanto algumas destas apresentam índices de compatibilidade mais altos que as outras.

Cheesman (3) estudando a fertilização e a embriogênese do caueiro encontrou que o tempo que transcorre entre a germinação do pólen no estigma da flor e a fecundação, é de seis horas.

Voelcker (35) em 1938, estudando a autocompatibilidade do caueiro encontrou que plantas autocompatíveis podiam ser fecunda-

das com pólen de flores autoincompatíveis sugerindo ainda que um intervalo de seis dias seria satisfatório para se avaliar a porcentagem de pegamento, nas polinizações.

Em 1939, Cope (6) em Trinidad encontrou que plantas autoincompatíveis apresentam uma maior quantidade de flores que plantas compatíveis, porém a porcentagem de frutos naquelas plantas é mais baixa. Encontrou também que as plantas autoincompatíveis apresentavam menor número de "cherele wilt".

Ainda em 1939, o mesmo autor (7) encontrou que o desenvolvimento dos tubos polínicos de plantas autocompatíveis e de plantas autoincompatíveis são normais durante todo o tempo que transcorre desde a germinação sobre o estigma da flor até o momento em que o mesmo sai do estilo e alcança o ovário quando então se vê inibido de realizar a singamia.

Estudando os trabalhos realizados por outros autores e respaldando-se em seus experimentos realizados na Colombia, Naudorf (23, 24, 25) sugere estar atuando fatores fisiológicos, auxinas, enzimas, efeito de pH, e diferenças morfológicas na superfície dos gametas para que assim se manifeste a autoincompatibilidade, no cacauero.

Posnette (28) em Trinidad, em 1940 encontrou que a autoincompatibilidade ocorre com maior frequência em cacaueros do tipo cundeamor que em amelonados, alcançando valores intermediários em cacaueros crioulos.

Em 1945, o mesmo autor (29) encontrou autoincompatibilidades em cacaueros amazônicos, porém ao realizar cruzamentos entre os

mesmos, obteve bons resultados.

Sancllemente Pineda (35) em 1935, procurou corrigir e explicar as incompatibilidades através de substâncias químicas, ensinando desta maneira que aumentasse o uso de fito-hormônios no estudo do fenômeno. Estes trabalhos no entanto, não atingiram os objetivos vizados.

Em 1955, Knight e Rogers (19) propuzeram uma hipótese genética para explicar as incompatibilidades do cacauero, baseados no fato de que a fertilização estaria sendo controlada por uma série de alelos múltiplos "S", de natureza esporofítica, em número de cinco e na seguinte ordem de dominância $S_1 > S_2 = S_3 > S_4 > S_5$. As investigações citológicas mostraram também que a incompatibilidade ocorre depois que o tubo polínico penetra no óvulo sendo a reação esporofítica e determinada pela constituição diploide dos progenitores.

Em 1960, Pandey (26) reportando-se aos trabalhos de Knight e Rogers (19) e de Cope (8) propõe que a interação competitiva entre os alelos "S", explicaria a autoincompatibilidade de certas populações, bem como a autoincompatibilidade dos híbridos entre membros de duas diferentes populações. Conclui, o citado autor, dizendo ser o sistema de incompatibilidades em T. cacao, funcionalmente esporofítico, permanecendo contudo entre tal sistema e o sistema gametofítico. Teoricamente, o sistema de incompatibilidades do cacauero estaria, segundo Pandey (26), mais relacionado com o sistema gametofítico, do qual provavelmente teria se origi-

nado através de hibridações inter-específicas.

Em 1962, Cope (9) demonstrou que as incompatibilidades em Theobroma cacao estaria controlada pelo sistema genético da fusão e não fusão dos óvulos, repousando nisto o sucesso ou o fracasso da singamia. Sugeriu ainda que a hipótese formulada por Knight e Rogers (19), na qual uma série de alelos "S", de ação esporofítica, estariam governando as incompatibilidades seria inadequada para explicar os resultados obtidos por êle. Cope postulou ainda a existência de um novo gen "S" na série de alelos múltiplos de incompatibilidades e de dois acessórios A/- e B/-, independentes porém complementares aos gens "S". Estes acessórios teriam por função produzir um substrato, que se ausente, impediria as incompatibilidades, de se manifestarem.

Tais complementários, se presentes na forma dominante, concorrem para que os alelos atuem em base esporofítica. Porém, se tais complementários estiverem na forma recessiva, todas as formas de "S" serão autocompatíveis.

Neste mesmo trabalho, Cope propôs formulas genotípicas de incompatibilidades, para alguns dos cultivares por êle estudados.

Ponderou ainda Cope (9) que os alelos "S" teriam a seguinte ordem de dominância: $S_a = S_b = S_c > S_d > S_f$.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização dos germoplasmas

Os germoplasmas estudados se encontram localizados no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, em Turrialba, a uma altitude de 600 metros e na Estação Experimental de Cacau La Lela, situada na "Zona Atlântica" de Costa Rica, a 60 metros de altitude.

3.2. Descrição dos germoplasmas estudados

Os clones estudados apresentam as seguintes características principais:

Clone SCA 6. Originário do Equador. Tipo genético, Feras-teiro Amazônico. Os frutos imaturos são verdes e as sementes são pequenas e de cor ^{rocha}rocha. Autoincompatível, de formula AABBS_{b,c}. (9). Este clone vem sendo utilizado nos programas de melhoramento, principalmente por apresentar grande resistência ao fungo Marasmius perniciosus, causador da enfermidade conhecida como Vassoura de Bruxa. Os híbridos resultantes dos cruzamentos em que intervém o clone SCA 6, mostram-se bastante produtivos e precoces.

Clone SCA 12. Originário do Equador. Tipo genético, Feras-teiro Amazônico. Os frutos são de cor verde quando imaturos. As suas sementes são de tamanho pequeno e de cor rocha. Autoincompatível, de formula AABBS_{b,d}. (9).

Este clone vem sendo utilizado nos programas de melhoramento com os mesmos objetivos descritos para o clone SCA 6.

Clone ICS 1. Originário de Trinidad. Tipo genético, Híbrido Trinitário, desconhecido. Quando imaturos, seus frutos são vermelhos intenso, passando a vermelho claro-amarelado quando alcançam seu estado de madurez. As sementes, de tamanho médio, são predominantemente ^{verdes} rúchas. Autocompatível, de formula AABBS_{f.f.} (9).

Este clone apresenta-se como de grande interesse aos trabalhos de melhoramento por ser um material de alta produção.

Clone IMC 67. Originário do Peru. Tipo genético, Forasteiro Amazônico. Frutos imaturos de cor verde, com sementes pequenas e em grande número. Compatibilidade ainda não estabelecida.

Este clone apresenta interesse aos trabalhos de melhoramento devido tratar-se de um material resistente ao fungo Ceratocystis fimbriata, causador da enfermidade conhecida como Ceratostomela ou "Mal de Machete".

Clone UF 613. Originário de Costa Rica. Tipo genético, Híbrido Trinitário, desconhecido. Os frutos, quando imaturos são vermelhos e ao alcançarem a madurez assumem cor vermelho-claro-amarelado. Compatibilidade ainda não estabelecida. Este material vem sendo utilizado nos programas de melhoramento, pelos altos rendimentos que oferece e principalmente, por apresentar sementes de grande tamanho.

Clone UF 667. Originário de Costa Rica. Tipo genético, Híbrido Trinitário, desconhecido. Os frutos são vermelho claro,

quando imaturos, passando mais tarde à cor de vermelho-claro-amarelado. Compatibilidade ainda não estabelecida. Vem sendo empregado nos programas de melhoramento por ser um clone de boa produção e por apresentar o característico de possuir sementes grandes.

Estudaram-se ainda, os seguintes cultivares híbridos:

- 1) SCA 6 x IMC 67 *19 p. 11*
- 2) SCA 6 x ICS 1
- 3) SCA 6 x UF 613
- 4) SCA 6 x UF 667
- 5) SCA 12 x ICS 1 ✓
- 6) IMC 67 x ICS 1
- 7) IMC 67 x UF 613
- 8) IMC 67 x UF 667 *19 p. 11*

Os acessórios que foram utilizados para as polinizações das flores são os recomendados por Carletto (2) e os utilizados nos trabalhos de laboratório são os constantes das recomendações de Johansen (18).

3.3. Técnicas utilizadas no estudo das incompatibilidades

Com algumas modificações, as polinizações controladas, constantes do método de Knight e Rogers (19) e Cope (9), foram executadas segundo a metodologia empregada por Pound (32) e Carletto (2).

3.3.1. Método de Knight e Rogers

Com um dia de antecedência a antesis, as flôres eram protegidas da visita de insetos, por pequenos tubos de vidro encimados por uma porção de gase presa a êles por ligas de borracha.

No dia seguinte, encontrando-se as flôres abertas, retiravam-se as proteções e auxiliados por pinças apropriadas, preparavam-se as flôres para logo a seguir serem polinizadas artificialmente.

Ao se estudar as incompatibilidades pelo método de Knight e Rogers, polinizaram-se artificialmente, 20 flôres por tratamento. As polinizações dos cultivares híbridos foram feitas escolhendo-se progênies ao acaso. Autofecundaram-se 4 plantas diferentes por tratamento. As verificações dos pegamentos foram feitas após 7 dias. Com os clones UF 613 e SCA 12 houve necessidade de se aguardar um total de 10 dias. Consideraram-se fertilizadas todas as flôres que permaneciam aderidas à planta, após êste período.

Os resultados das polinizações foram estudadas através do teste χ^2 , fazendo-se a hipótese alternativa da ocorrência ou não de abcisões.

3.3.2. Método de Cope

No estudo das incompatibilidades por êste método, tomaram-se as mesmas precauções no que respeita às polinizações controladas. Polinizaram-se 10 flôres por tratamento, as quais uma vez transcorridas 75 horas, eram colhidas, e seus ovários imersos em 10 ml de Fixador Craf. Aí permaneciam aproximadamente 20 horas.

Depois, estes ovários eram lavados em água destilada durante 4-6 horas, para seguidamente serem desidratados em soluções contendo álcool etílico a 5, 11, 18, 30 e 50%. Permaneciam em cada uma destas soluções pelo prazo de 2 horas. Para completar a desidratação usaram-se a seguir misturas de alcoois butírico e etílico terciário, recomendadas por Johansen (18).

Na infiltração do material utilizou-se parafina, e para moldar empregou-se "Paraplast", ambos materiais com ponto de fusão de 56-57°C.

O material assim preparado era montado em pequenos blocos de madeira para em seguida ser cortado. Os cortes, foram obtidos com auxílio de um micrótono de navalha, a uma espessura de 15 micras. Posteriormente tais cortes eram fixados às lâminas por adesivo Haupt, e colocados a secar em pranchas a temperatura constante de 43°C, antes porém tratando-os com 2-3 gotas de formalina 3%, em solução aquosa.

Na coloração dos cortes, utilizou-se o método de ferro hematoxilina (Haidenhain) a 0,5%. Para a diferenciação dos mesmos utilizou-se solução saturada de ácido pícrico, durante 4-6 minutos.

As preparações foram estudadas ao microscópio, com um aumento de 1250 vezes.

Os resultados assim obtidos foram estudados pelo teste χ^2 , sendo os das autofecundações testados em uma das proporções alternativas com 25, 50 ou 100% de não fusão dos óvulos. Quando se

estudaram genótipos já estabelecidos, a hipótese era testada em relação à segregação teórica conhecida (9). Porém, quando se estudaram combinações nas quais intervinham progenitores com genótipos de incompatibilidade desconhecidos, formulava-se a hipótese de que tais materiais poderiam estar segregando em uma ou mais das proporções teóricas, com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

4. RESULTADOS

4.1. Método de Knight e Rogers

Os resultados dos pegamentos e abcisões, advindos da metodologia de Knight e Rogers (19), são apresentados no Quadro 1.

A análise estatística através do teste χ^2 , revelou que todos os cultivares estudados situam-se em um dos dois grupos: autocompatível ou autoincompatível.

SCA 6 - Em autofecundações mostrou-se incompatível, resultando em 100% de abcisões.

Em polinizações cruzadas com o clones SCA 12, mostrou-se igualmente incompatível. Quando cruzado com os clones IMC 67, ICS 1 UF 613 e UF 667, mostrou ser compatível.

SCA 12 -Em autofecundações este clone mostrou ser incompatível, dando 100% de abcisões. Suas flôres, 7 dias após as polinizações permaneciam aderidas à planta, porém transcorridos mais 3 dias caíram completamente.

Em polinizações cruzadas mostrou-se compatível com os demais clones estudados, exetutando-se os cruzamentos com SCA 6.

IMC 67 -Quando autofecundado este clone mostrou ser incompatível, apresentando 100% de abcisão.

Em polinizações cruzadas com todos os demais cultivares mostrou ser compatível.

Quadro 1. Relação entre o número de polinizações (numerador) e pagamento (denominador) em cruzamentos de vários cultivares. Método de Knight e Rogers.

♀	♂																		
	SCA6	SCA12	IMC67	ICS1	UF613	UF667	SCA6	SCA6	SCA6	SCA6	SCA12	IMC67	IMC67	IMC67	ICS1	ICS1	UF613	UF667	
SCA 6	20/0	20/0	5/15	8/12	7/13	5/15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SCA12	20/0	20/0	6/14	7/13	6/14	4/16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IMC67	6/14	5/15	20/0	7/13	7/13	8/12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ICS1	9/11	8/12	5/15	6/14	7/13	8/12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UF613	5/15	4/16	7/13	9/11	20/0	4/16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UF667	8/12	3/17	6/14	6/14	3/17	10/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SCA 6																			
X IMC67																			
SCA 6																			
X ICS 1																			
SCA 6																			
X UF613																			
SCA 6																			
X UF667																			
SCA12																			
X ICS 1																			
IMC67																			
X ICS 1																			
IMC67																			
X UF613																			
IMC67																			
X UF667																			

ICS 1 - Em autofecundações ofereceu bons resultados de pegamento e segundo a forma de avaliação proposta por Knight e Rogers, ICS 1 seria um clone autocompatível. Em cruzamentos com os demais clones estudados, SCA 6, SCA 12, IMC 67, UF 613 e UF 667, mostrou ser igualmente compatível. As autopolinizações com ICS 1, deram 75% de pegamento e 25% de abcisões.

UF 613 - Em autofecundações, após haver transcorrido 7 dias, mostrava boas quantidades de pegamentos. Três dias depois, suas flôres haviam sofrido total abcisao. Trata-se portanto de material autoincompatível.

Em fecundações cruzadas mostrou ser compatível com os demais clones estudados.

UF 667 - Quando autofecundado este cultivar mostrou ser autocompatível, sendo igualmente compatível em fecundações cruzadas. As autopolinizações redundaram em 50% de pegamento e 50% de abcisões.

As autofecundações dos cultivares híbridos deram os seguintes resultados:

SCA 6 x IMC 67. 100% de abcisões. Autoincompatível.

SCA 6 x ICS 1. 50% de abcisões. Autocompatível.

SCA 6 x UF 613. 100% de abcisões. Autoincompatível.

SCA 6 x UF 667. 100% de abcisões. Autoincompatível.

- SCA 12 x ICS 1. 50% de abcisões. Autocompatível.
IMC 67 x ICS 1. 50% de abcisões. Autocompatível.
IMC 67 x UF 613. 50% de abcisões. Autocompatível.
IMC 67 x UF 667. 100% de abcisões. Autoincompatível.

4.2. Método de Cope

Os resultados contidos nos Quadros 2 e 3 foram obtidos com os estudos citológicos constantes da metodologia de Cope (9).

A análise estatística pelo teste χ^2 revelou os seguintes resultados:

- SCA 6 - As análises das autofecundações não mostraram diferenças significativas, evidenciando que este clone segregou dentro de proporção teórica esperada, com 50% dos óvulos, não fusionados.
- SCA 12 - As análises das autofecundações deste clone mostram que o mesmo não segregou dentro da proporção teórica esperada, segundo o método de Cope, com indivíduos mostrando 25% de óvulos não fusionados. Foram encontrados 2 grupos de progênies, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.
- IMC 67 - As análises das proporções alternativas com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados deram diferenças significativas, indicando que este clone não está segregando somente em uma das proporções esperadas, quando autofecundado. Dos dados obtidos resultaram 2 grupos de indivíduos, corres-

Quadro 2. Resultados gerais das autofecundações e cruzamentos interclonais, pelo método de Cope. Os algarismos fora do parentesis referem-se ao número de óvulos estudados e os de dentro referem-se à relação entre o número de óvulos não fusionados (numerador) e o número de óvulos fusionados (denominador).

♀	SCA 6	SCA 12	IMC 67	ICS 1	UF 613	UF 667
SCA 6	7(148/151)**	4(49/129)* 1(19/26)** 1(40/1)***	9(97/286)* 1(19/31)**	7(63/260)*	2(25/55)* 3(60/73)** 2(89/0)***	2(22/67)* 3(52/60)** 2(72/4)***
SCA 12	7(75/188)* 2(59/2)***	7(67/222)* 3(61/62)**	6(62/183)* 3(53/64)**	8(72/280)*	6(72/186)* 1(17/24)** 2(85/6)***	8(104/255)* 2(37/37)**
IMC 67	1(12/34)* 4(78/97)** 4(175/13)***	4(91/91)** 2(87/2)***	2(30/59)* 5(93/120)**	1(15/35)* 3(78/81)** 4(147/5)***	3(38/110)* 3(68/77)** 2(89/2)***	7(142/158)** 3(109/0)***
ICS 1	4(37/90)* 2(27/44)**	4(32/117)* 2(60/3)***	2(14/41)* 6(87/107)** 1(43/0)***	7(69/178)*	6(49/169)* 2(31/35)** 1(37/0)**	7(121/112)** 2(55/3)***
UF 613	1(8/21)* 3(56/59)** 5(179/3)***	3(51/52)** 3(110/0)***	2(20/53)* 6(92/101)** 2(63/3)***	3(31/67)* 6(102/92)** 1(36/2)***	4(53/83)* 3(35/45)**	4(32/89)* 4(60/76)** 1(39/1)***
UF 667	3(23/62)* 4(60/74)** 2(69/0)***	5(46/123)* 1(15/17)** 2(92/1)***	7(122/144)** 3(102/4)***	2(15/37)* 4(58/68)** 3(82/2)***	4(45/92)* 3(35/53)** 2(66/0)***	6(48/147)* 4(58/57)**

* grupo de indivíduos com 25% de óvulos não fusionados.
 ** grupo de indivíduos com 50% de óvulos não fusionados.
 *** grupo de indivíduos com 100% de óvulos não fusionados.

Quadro 3. Resultados gerais das autofecundações dos híbridos interclonais, pelo método de Cope. Os algarismos fora do parentesis referem-se ao número de ovários estudados e os de dentro referem-se à relação entre o número de óvulos não fusionados (numerador) e o número de óvulos fusionados (denominador).

Híbrido Interclonal	Relação de fusão dos óvulos	Híbrido Interclonal	Relação de fusão dos óvulos
SCA 6	1(11/20)*	SCA 12	6(132/113)**
x	4(72/101)**	x	1(39/0)***
IMC 67	2(94/0)**	ICS 1	
SCA 6	2(21/48)*	IMC 67	6(80/187)*
x	2(25/32)**	x	1(17/27)**
ICS 1	3(107/2)***	ICS 1	
SCA 6	4(87/106)**	IMC 67	5(126/115)**
x	2(92/3)**	x	5(236/1)***
UF 613		UF 613	
SCA 6	2(20/56)*	IMC 67	5(128/110)**
x	4(64/85)**	x	4(73/15)***
UF 667	4(137/1)***	UF 667	

* grupo de indivíduos com 25% de óvulos não fusionados.

** grupo de indivíduos com 50% de óvulos não fusionados.

*** grupo de indivíduos com 100% de óvulos não fusionados.

pendendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

IMC 67 - As análises das proporções alternativas com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados deram diferenças significativas, indicando que este clone não está segregando somente em uma das proporções esperadas, quando autofecundado. Dos dados obtidos resultaram 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

ICS 1 - As análises estatísticas das autofecundações revelam que todas as progênies são do tipo com 25% de óvulos não fusionados, não segregando de acordo com o esperado pela metodologia de Cope, com indivíduos apresentando 100% de óvulos fusionados.

UF 613 - As análises das proporções alternativas com tipos dando 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados, mostram diferenças significativas, evidenciando que este material em autofecundações não está segregando em apenas uma das proporções teóricas esperadas, segundo o método da fusão dos óvulos. Resultaram 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

UF 667 - As análises pelo teste χ^2 detectaram diferenças significativas, evidenciando que este material em autofecundações segregou em mais de uma das proporções teóricas esperadas. Resultaram 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x IMC 67 - Os resultados demonstram que das autofecundações resultaram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x ICS 1 - O teste χ^2 para as autofecundações deste material, detectou diferenças significativas, não resultando apenas indivíduos com 25% de óvulos não fusionados como seria o esperado. Encontraram-se 3 grupos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x UF 613 - Os resultados demonstram que as autofecundações destes material dão como resultado 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x UF 667 - Os resultados das autofecundações demonstram haver diferenças significativas em relação às 3 proporções alternativas teóricas. Os dados mostram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x ICS 1 - As análises das autofecundações revelam haver diferenças significativas, indicando que este material não segrega na proporção teórica esperada com indivíduos do tipo com 25% de óvulos não fusionados. Os resultados obtidos deram 2 grupos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x ICS 1 - Os resultados advindos das autofecundações indicam que há segregação em 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x UF 613 - Os resultados mostram que as progênies autofecundadas segregaram em 2 grupos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x UF 667 - O teste χ^2 com os resultados das autofecundações detectou diferenças significativas em relação aos 3 possíveis grupos teóricos, mostrando existir 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x SCA 12 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas para a proporção teórica esperada com 25% de óvulos não fusionados, dando 3 grupos de indivíduos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados, respectivamente.

SCA 6 x IMC 67 - Os resultados mostram estar havendo segregação para 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x ICS 1 - A análise pelo teste χ^2 , demonstrou que este cruzamento não segrega dentro da proporção teórica esperada, com 100% de óvulos fusionados. Os resultados obtidos deram somente tipos com 25% de óvulos não fusionados.

SCA 6 x UF 613 - Os resultados obtidos mostram a ocorrência de 3 grupos de indivíduos, aos tipos com 25, 50 e 100% de

óvulos não fusionados.

SCA 6 x UF 667 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas para as 2 possíveis proporções teóricas, resultando 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x SCA 6 - A análise dos resultados revelou existir diferenças significativas para a proporção esperada, com 50% de óvulos não fusionados, resultando 2 grupos de progênies, correspondentes aos tipos com 25 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x IMC 67 - Os resultados obtidos mostram a ocorrência de 2 grupo de indivíduos correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x ICS 1 - Os resultados obtidos através das análises estatísticas pelo teste χ^2 demonstram que este cruzamento não segrega na proporção teórica esperada com 100% de fusão dos óvulos. Os dados obtidos mostram que todas as progênies estudadas segregam unicamente tipos com 25% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x UF 613 - Os dados revelam que deste cruzamento resultam 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

SCA 12 x UF 667 - Os resultados mostram a ocorrência de segregação para 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos

tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x SCA 6 - As análises mostram diferenças significativas para as proporções teóricas esperadas, resultando em troca, 3 grupos de indivíduos, com 25, 50 e 100% de não fusão dos óvulos.

IMC 67 x SCA 12 - Os resultados obtidos mostram que há segregação em 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x ICS 1 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas em relação a proporção teórica com 100% de óvulos fusionados. Resultaram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x UF 613 - Os resultados revelam que deste cruzamento não resultam apenas 2 grupos de indivíduos conforme a expectativa teórica de Cope, porém 3 grupos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

IMC 67 x UF 667 - Os resultados deste cruzamento, mostram haver segregações para 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

ICS 1 x SCA 6 - A análise dos resultados demonstram que as segregações não estão acordes com a proporção teórica esperada pela metodologia de Cope, com 100% de fusão. Os resultados obtidos permitem a separação de 2 grupos de indivíduos correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos

não fusionados.

ICS 1 x SCA 12 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas para as progênies estudadas, mostrando que as mesmas não dão 100% de fusão. Os resultados possibilitam a reunião das progênies em 2 grupos, correspondendo aos tipos com 25 e 100% de óvulos não fusionados.

ICS 1 x IMC 67 - A análise estatística revelou diferenças significativas em relação aos 100% de óvulos fusionados, esperável segundo o método de Cope, resultando 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

ICS 1 x UF 613 - Os resultados mostram que deste cruzamento resultam 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados, diferindo portanto da segregação teórica esperada com 100% de fusão.

ICS 1 x UF 667. Os resultados mostram 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados, diferindo significativamente da proporção teórica de Cope, onde deveríamos encontrar 100% de fusão.

UF 613 x SCA 6 - Encontrou-se que deste cruzamento resultaram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados diferindo de uma das 2 possíveis proporções teóricas esperadas.

UF 613 x SCA 12 - Os dados revelam que deste cruzamento resultam

2 grupos de progênies, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 613 x IMC 67 - Os resultados mostram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados. Estes dados não concordam com as proporções teóricas, uma vez que 3 são os grupos resultantes e não como o previsível, com 1 ou 2 grupos de indivíduos.

UF 613 x ICS 1 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas em relação aos 100% de fusão teóricamente esperados, resultando 3 grupos, de indivíduos, correspondentes aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 613 x UF 667 - A análise dos resultados mostrou que as progênies segregam em 3 grupos e não somente em 1 ou 2, conforme o esperado. Estas progenies são dos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 667 x SCA 6 - A análise dos resultados demonstram que há diferenças significativas quanto a uma das 2 proporções teóricas, observando-se existirem 3 grupos de indivíduos, correspondentes aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 667 x SCA 12 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas com as proporções esperadas, resultando 3 grupos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 667 x IMC 67 - Os dados mostram que deste cruzamento resultam 2 grupos de progênies, dando tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 667 x ICS 1 - O teste χ^2 detectou diferenças significativas em relação a expectativa teórica de 100% de fusão, mostrando existir 3 grupos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

UF 667 x UF 613 - A análise dos dados pelo teste χ^2 , mostrou haver diferenças significativas em relação aos 2 possíveis grupos esperados. Os resultados deram 3 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de óvulos não fusionados.

5. DISCUSSÃO

5.1. Método de Knight e Rogers

Os resultados obtidos pelo método das abscisões de flôres (Fig. 1 e 2), após 7 dias de polinizadas concordam em geral com os resultados obtidos por Knight e Rogers (19), porém, nas condições de Turrialba, foram necessários 10 dias para reação definitiva com dois clones estudados, SCA 12 e UF 613. Este fato pode estar relacionado com fatores ambientais, os quais estariam influenciando no metabolismo do desenvolvimento dos frutos. Dados oferecidos pela unidade de melhoramento genético do cacauero, em Turrialba, demonstram existir uma diferença média de 30 dias entre Turrialba (600 metros de altitude e temperatura média de 22°C) e La Lola (60 metros de altitude e temperatura média de 25°C) no que respeita ao completo desenvolvimento dos frutos. Não seria difícil que os frutos com 10 dias de idade em Turrialba, estivessem no mesmo estado de desenvolvimento que os com 7 dias em La Lola ou em outras áreas climaticamente semelhantes e típicas à cultura do cacauero, como as de Trinidad, Ghana ou Brasil.

No presente estudo, muitos dos resultados com os materiais clonais encaixam-se dentro dos grupos teòricamente esperados pela teoria de Knight e Rogers. Assim, as autofecundações de SCA 6, SCA 12, IMC 67 e UF 613, resultaram em 100% de abscisões. Quando se autofecundaram flôres de ICS 1 e UF 667, observaram-se pegamentos e portanto tais clones forem considerados autocompatíveis.



Fig. 1. Proteção o botão floral, contra a visita de insetos.



Fig. 2. Proteção das flores trabalhadas contra a visita dos insetos, no estudo das abscisões.

A interpretação genética destes resultados, poderia ser feita com base na teoria do controle das incompatibilidades pelo sistema esporofítico, resultando então que os clones estudados teriam os seguintes genótipos: IMC 67 $S_{4.5}$; UF 613 $S_{1.f}$; UF 667 $S_{f.f}$.

A comprovação destes genótipos, poderá ser feita analisando-se os resultados das autofecundações dos cultivares híbridos, provenientes dos cruzamentos entre alguns dos clones aqui estudados, por exemplo: SCA 6 x IMC 67 - 100% de abcisões; SCA 6 x UF 613 - 100% de abcisões; SCA 6 x UF 667 - 100% de abcisões; IMC 67 x UF 667 - 100% de abcisões; SCA 6 x ICS 1 - 50% de abcisões; SCA 12 x ICS 1 - 50% de abcisões; IMC 67 x ICS 1 - 50% de abcisões; IMC 67 x UF 613 - 50% de abcisões.

Quando procuramos interpretar os resultados das autofecundações dos clones autocompatíveis, deparamos com alguns desvios, em relação aos valores esperados pela teoria de Knight e Rogers. Isto se deve ao fato de termos encontrados neste trabalho, valores que sugerem existir diferentes graus de compatibilidade, dentro do grupo de cacauzeiros autocompatíveis. Por exemplo, das autopolinizações com ICS 1 resultaram 75% de pegamentos e 25% de abcisões. Quando se autofecundaram as flores de UF 667, outro cultivar autocompatível, se obtiveram 50% de pegamentos. Parece razoável admitir-se a possibilidade de existirem clones 100% autocompatíveis.

Para explicar este fenômeno, uma vez confirmados nossos resultados, haveria necessidade de introduzir-se algumas modificações a teoria de Knight e Rogers, no tocante ao controle

das incompatibilidades por apenas um locus "S". Considerando que as autocompatibilidades tenham valores de 50, 75 e 100%, a adição de 2 pares de gens complementares, X e Z, segregando independentemente ajudariam a explicação de tais casos. Estes gens seriam similares aos propostos por Cope (9), porém atuariam como modificadores e não como produtores de um substrato para que os alelos "S" pudessem atuar. No estado recessivo puro xxzz, os gens modificadores deixariam de atuar, importando apenas os valores que pudessem assumir os alelos do locus "S". Quando o locus "S" de um determinado genotipo fosse inativo ($S_{f.f}$), o valor das autopolinizações seria dado tão somente pelos valores dos gens complementares X e Z. Porém, sendo o locus "S" ativo ($S_{0.1}$; $S_{1.2}$; $S_{2.3}$, etc.) as autopolinizações dariam sempre 100% de abscisões.

O valor de 75% de pegamentos nas autopolinizações seria conseguido quando tivéssemos um genotipo $XxzzS_{f.f}$ ou $xxZzS_{f.f}$. Da mesma forma, se conseguiria 50% de pegamento em autopolinizações quando tivéssemos genotipos dos tipos $XXzzS_{f.f}$ ou $xxZZS_{f.f}$.

Face a estes conceitos e tomando-se por base os resultados das autofecundações, teremos os seguintes genotipos para os cultivares estudados:

- SCA 6 - $XXZZS_{2.3}$
- SCA 12 - $XXZZS_{2.3}$
- IMC 67 - $XXZZS_{4.5}$
- UF 613 - $XXZZS_{1.f}$
- UF 667 - $XXzzS_{f.f}$ ou $xxZZS_{f.f}$
- ICS 1 - $XxzzS_{f.f}$ ou $xxZzS_{f.f}$

5.2. Método de Cope

Segundo Cope (9) os cultivares autoincompatíveis pertenceriam a um dos 3 grupos possíveis de não fusão dos núcleos de pólen com os óvulos. Teríamos portanto indivíduos dos tipos com 25, 50 ou 100% de óvulos não fusionados.

Neste trabalho somente houve coincidência com os resultados do clone SCA 6 o qual mostrou estar formado por indivíduos, do tipo com 50% de não fusão dos óvulos.

Cope encontrou que das autofecundações de SCA 12 resultavam somente indivíduos do tipo com 25% de óvulos não fusionados. Neste trabalho encontramos porém 2 grupos, com 25 e 50% de óvulos não fusionados, na proporção aproximada de 2:1.

As autofecundações dos clones IMC 67, UF 613 e UF 667 deram sempre 2 grupos de indivíduos com 25 e 50% de não fusão, nas proporções de: 1:2; 1:1 e 3:2, respectivamente.

Cope encontrou ainda que o cultivar ICS 1 em autofecundações mostrava estar constituído por indivíduos com 100% de óvulos fusionados. Neste trabalho encontramos que o mesmo cultivar, está formado por indivíduos do tipo com 25% de óvulos fusionados.

O mesmo autor encontrou que das autofecundações de progênies de ICS 1 x SCA 12, resultavam indivíduos do tipo com 25% de óvulos fusionados. Em nossas condições encontramos para este tratamento 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 50 e 100% de óvulos não fusionados. Com o cultivar híbrido ICS 1 x SCA 6, autofecundado, encontrou que estava formado por indivíduos

com 25% de óvulos fusionados. Neste trabalho encontramos 3 grupos, correspondendo aos tipos com 25, 50 e 100% de não fusão dos óvulos.

Segundo a teoria do controle genético da fusão e não fusão, em cruzamentos recíprocos deveríamos encontrar resultados similares. Neste trabalho, do cruzamento de SCA 6 x IMC 67 resultaram 2 grupos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de óvulos não fusionados, e do recíproco IMC 67 x SCA 6, resultaram 3 grupos dando tipos com 25, 50 e 100% de não fusão; igualmente outros cruzamentos recíprocos, como por exemplo de SCA 12 x IMC 67 deram 2 grupos de indivíduos, correspondendo aos tipos com 25 e 50% de não fusão e de IMC 67 x SCA 12 também resultaram 2 grupos correspondendo no entanto aos tipos com 50 e 100% de não fusão dos óvulos.

A relação de segregação dos grupos de fusão e não fusão foi diferente na maioria dos cruzamentos recíprocos, dificultando uma possível interpretação genética. Há porém uma tendência interessante que mereceria estudos mais profundos e com maior número de repetições, a qual seja a da aparição de grupos definidos nas porcentagens de fusão e não fusão dos óvulos, mesmo sem mostrar proporções constantes dos grupos. Estes resultados sugeriam também a presença de efeitos maternos, porém, com poucos dados seria muito difícil oferecer uma explicação satisfatória.

Em resumo, os resultados deste trabalho não oferecem possibilidades de serem interpretados mediante a teoria genética de

Cope ainda que à mesma se introduzissem algumas modificações. Seria recomendável um estudo detalhado das razões pelas quais a fusão e não fusão, nas condições em que se realizaram este trabalho e o de Cope, apresentaram valores tão divergentes.

Pandey (26) interpretando os resultados do método de fusão e não fusão dos óvulos, lembrou que os sistemas gametofítico e esporofítico poderiam estar atuando de maneira conjunta em T. cacao, defendendo mesmo a hipótese de que as formas de segregação advindas do método da fusão e não fusão seria gametofítico. Esta hipótese poderia explicar muitos dos resultados obtidos aqui, e também os de Cope, desde quando se admitisse a hipótese da existência de diferentes graus de compatibilidade nos diferentes cultivares.

Segundo Cope (9), seus resultados e os de Knight e Rogers (19) coincidiriam em quase todos os casos, porém a interpretação genética na base de um locus simples contendo os alelos "S" seria inadequada, para explicar os resultados obtidos por ele. Sugeriu a incorporação de 2 outros locus complementares A/- e B/-. Tais locus explicariam igualmente as incompatibilidades resultantes do cruzamento de ICS 1 x ICS 45, ambos autocompatíveis. Para Cope ICS 1 daria em autofecundações 100% de fusão. Em nossas condições encontramos, seguindo sua metodologia, tão somente indivíduos com 75% de fusão. Pela metodologia de Knight e Rogers encontramos também 75% de pegamentos.

A fusão ou não fusão dos óvulos com os núcleos polínicos (Figs. 3, 4, 5 e 6) por si só não pareceria ser o único e melhor critério

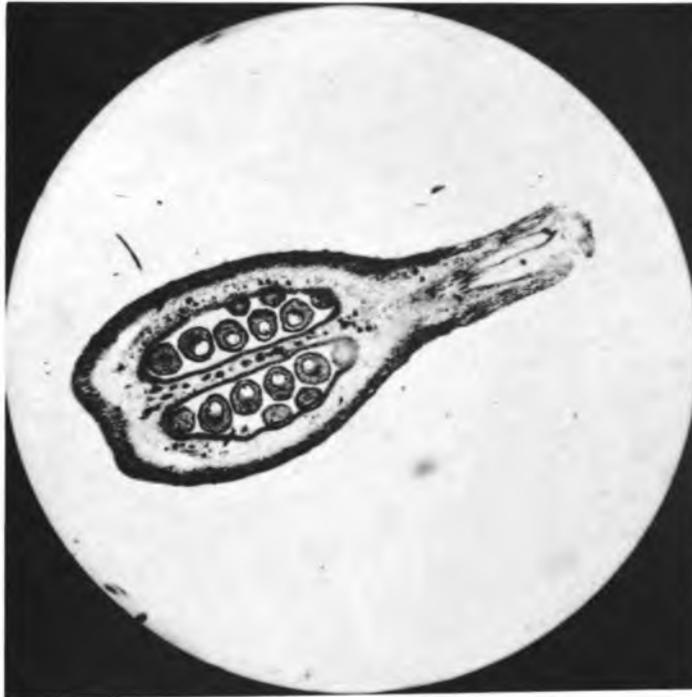


Fig. 3. Distribuição dos óvulos no interior do ovário. X 72.

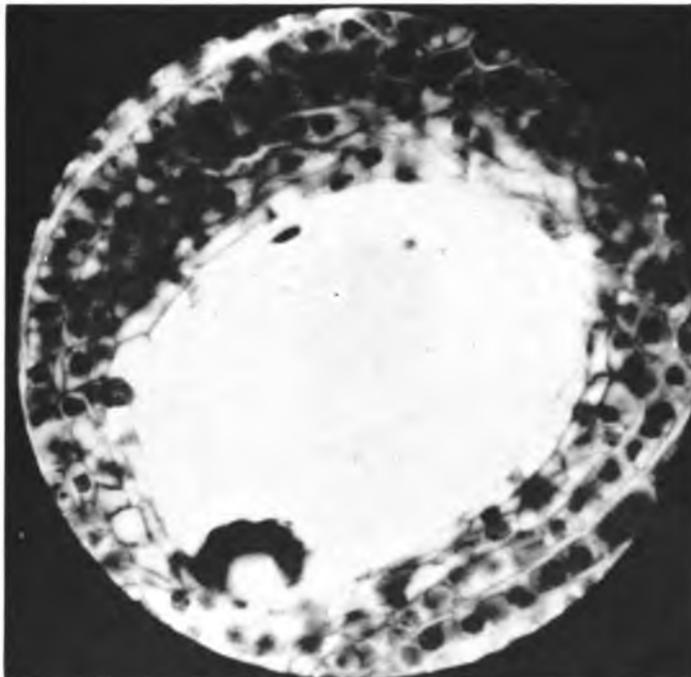


Fig. 4. Saco embrionário de óvulo não fusionado. Degeneração da célula óvo devido sua não fusão com um dos nucleos polínicos. X 720.

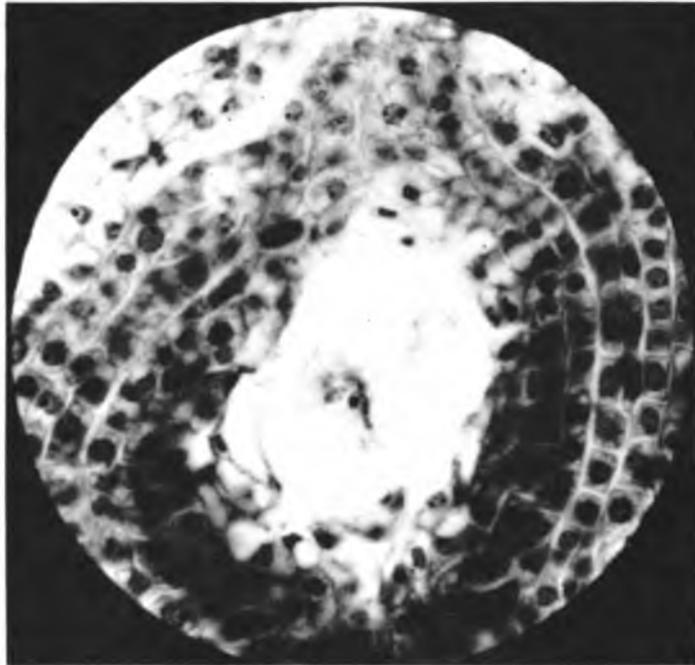


Fig. 5. Saco embrionário de óvulo não fusionado. Degeneração do núcleo polar causada pela não fusão com um dos núcleos polínicos. X 720.

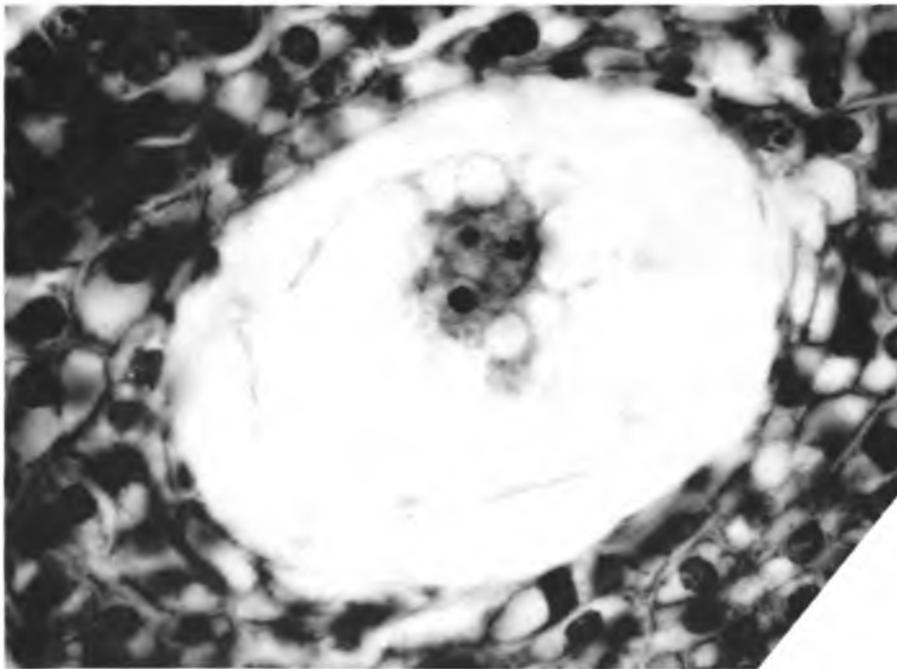


Fig. 6. Saco embrionário de óvulo fusionado. União do núcleo polar com um dos núcleos polínicos. X 720.

de medir as incompatibilidades. Se nossos dados estiverem corre
tos a aceitação definitiva deste critério de julgamento das incom
patibilidades teria que ser postergado.

Caberia ainda observar que os frutos da maioria dos cultiva-
res conhecidos mostram desuniformidade quanto ao número de semen-
tes.

Os dados obtidos pela metodologia da fusão e não fusão dos
óvulos explicaria as razões pelas quais o ovário contendo um cer-
to número de óvulos, depois de fecundados e desenvolvidos apresen-
tariam números de sementes menores que os esperados, sem que isto
obrigatòriamente induzisse a abcisão dos mesmos.

A falta de concordâncias dos nossos dados e os obtidos por
Cope se deveriam ainda a outras possíveis causas, tais como:

1. Ter ocorrido diferenças de critério na avaliação da fusão
e não fusão dos óvulos.

Em nosso caso nem sempre foi possível observar a fecunda-
ção da oosfera, e nestes casos considerava-se apenas a
fecundação do núcleo polar.

2. Estaram as condições ecológicas locais intervindo no
processo de fusão dos óvulos.
3. Não ser o tempo de 75 horas o mais indicado para a coleta
dos ovários nas condições do local onde se desenvolveram
estas pesquisas.

6. CONCLUSÕES

O estudo comparativo das teorias de Knight e Rogers e de Cepe permitiram tirar as seguintes conclusões:

1. O método de Knight e Rogers, baseado no controle esperético e estimado pelas abscisões das flôres, parece ser o mais indicado para interpretar em termos gerais os dados de nesse trabalho.
2. Dentro do grupo dos autocompatíveis foram observados graus de autocompatibilidades, dando em autofecundações 50 e 75% de pegamentos, podendo-se teoricamente admitir-se a possibilidade de serem encontrados clones 100% autocompatíveis. Este fenômeno poderia ser explicado introduzindo-se dois pares de gens independentes, X e Z, complementares e modificadores do locus "S" de incompatibilidade.
3. Os resultados deste trabalho mediante o método de Cepe divergiram significativamente dos valores teóricos esperados, não permitindo sua interpretação genética, nem com modificações, na base desta teoria.

7. RESUMO

Neste trabalho, utilizando clones de genótipos conhecidos e não conhecidos, e híbridos entre clones, compararam-se as teorias de Knight e Rogers e a de Cope, baseando-se a primeira no controle das incompatibilidades pelo sistema esporofítico e a segunda no controle através do sistema genético da fusão e não fusão dos óvulos com os núcleos polínicos.

Os dados analisados pelo teste χ^2 revelaram que os resultados das polinizações controladas não divergem muito dos teoricamente esperados pelo método Knight e Rogers, propiciando fossem propostos genótipos de incompatibilidades para os novos clones estudados.

Os cacauzeiros autocompatíveis apresentaram diferentes graus de autocompatibilidades, observando-se nas condições deste trabalho, grupos com 50 e 75% de pegamentos, porém sendo teoricamente possível encontrarem-se clones 100% autocompatíveis.

Comprovada a existência destes três grupos, propõe-se uma explicação genética para o fenômeno.

Os dados obtidos com a metodologia de Cope, e analisados através do teste χ^2 , mostraram divergir significativamente dos valores teóricos esperados, não possibilitando uma interpretação genética para os mesmos, ainda que se introduzissem modificações à teoria. Podem ter concorrido para isto, uma série de fatores tais como: ocorrência de diferenças no critério de avaliação das fusões; estarem as condições ecológicas locais intervindo

ne processo de fusão dos gametos masculino e feminino ou ainda não ser o tempo de 75 horas, utilizado para a coleta dos ovários, o mais aconselhável, nas condições em que se realizaram este trabalho.

7a. SUMMARY

Using cacao clones of known and unknown genotypes and hybrids between them a comparison was made of 2 theories of genetic control of incompatibilities, one of Knight and Rogers, based on sporophytic control by multiple alleles S and the other by Cope, using as criterion, the fusion and non fusion of ovules and male gametes, also controlled by multiple alleles and 2 additional pairs of genes.

The results obtained by Knight and Rogers method and analyzed by χ^2 test, did not show statistical differences with the expected theoretical values, indicating a lot of agreement with this hypothesis, allowing the classification of self compatible and self incompatible groups. On this basis genotypes were proposed for the new clones.

In the self compatible plants a new fact was observed, which is related with the appearance of individuals with degrees of self compatibility. Groups with 50 and 75% of settings were observed and presumably other clones are 100% self compatible. If this fact is proved a tentative genetic explanation is proposed.

The results obtained by Cope's methodology and analyzed by χ^2 test, gave in all cases, but one (SCA 6), highly statistical differences with the expected values. These were more different so with reciprocal crosses of clones and hybrids, difficulting any genetical interpretation, even with modifications of Cope's proposed genetic hypothesis. These discrepancies can be due to

several reasons, namely: differences in the criterion of judging fusion and non fusion of ovules; influence of differences of environmental factors on the physiology of the trees that could affect fusion and non fusion, and also the time of collecting the pollinated flowers could be different for the conditions of this study.

8. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, E. e WINTON, D. The genetic analysis of an unusual relationship between self-sterility and self fertility in *Nicotiana*. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 18:97-116. 1931.
2. CARLETTO, G. M. A polinização controlada na flor do cacau-eiro. Instituto de Cacau da Bahia (Brasil). *Boletim Tecnico* nº 6:5-30. 1946.
3. CHESSMAN, E. E. Fertilization and embryogeny in Theobroma cacao L. *Ann. of Bot.* 41(161):107-126. 1927.
4. _____. The botanical programme of 1937. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Ann. Rep. on Cacao Res.* 7:1-2. 1938.
5. COPE, F. W. A note on the range of compatibility in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Ann. Rep. on Cacao Res.* 8:16-17. 1939.
6. _____. Compatibility and fruit setting in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Ann. Rep. on Cacao Res.* 8:17-20. 1939.
7. _____. Studies in the mechanism of self-incompatibility in cacao. I. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Ann. Rep. on Cacao Res.* 8:20-21. 1939.
8. _____. Incompatibility in Theobroma cacao. *Nature* 181:279. 1958.
9. _____. The mechanism of pollen incompatibility in Theobroma cacao L. *Heredity* 17:157-182. 1962.
10. EAST, E. M. Genetic reaction in *Nicotiana*. I. Compatibility. *Genetics* 20:403-413. 1935.
11. _____. The distribution of self-sterility in flowering plants. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 82. 449 p. 1940. (Original não consultado, citado por Williams, W. *Principios de genetica y mejora de las plantas*. Zaragoza, Ed. Acribia, 1963. pp. 226-227)
12. _____ e MANGELDORF, P. A new interpretation of the heredity behaviour of self-sterile plants. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 11:116-183. 1925. (Original não consultado, citado por Allard, R. W. *Principles of plant breeding*. New York, Wiley, 1960. pp. 240-241)

13. EAST, E. M. e YARNELL, S. H. Studies on self-sterility VIII. Self sterility allelomorphs. *Genetics* 14:455-487. 1929.
14. ESSER, K. Genomverdopplung und Pollenschlauchwachstum bei Heterostylen. *Z.I.A.V.* 85:28. 1953. (Original não consultado, citado por Williams, W. *Principios de genetica y mejora de las plantas*. Zaragoza, Ed. Acribia, 1963. pp. 232-234)
15. GERSTEL, D. U. Self incompatibility studies in guayale II. Inheritance. *Genetics* 35:482-506. 1950.
16. HARLAND, S. C. Some botanical problems of cacao. *Tropical Agriculturist (Ceylon)* 64:289-291. 1925.
17. HUGHES, M. B. e BABCOCK, E. B. Self incompatibility in *Crepis foetida*. *Genetics* 35:570-584. 1950.
18. JOHANSEN, D. A. *Plant microtechnique*. London, Mc Graw-Hill, 1940. pp. 65-154.
19. KNIGHT, R. e ROGERS, H. H. Incompatibility in Theobroma cacao. *Heredity* 9:69-77. 1955.
20. LEWIS, D. The physiology of incompatibility I. The effect of temperature. *Proc. Roy. Soc. London, B.* 131. 13. 1942. (Original não consultado, citado por Williams, W. *Principios de genetica y mejora de las plantas*. Zaragoza, Ed. Acribia, 1963. pp. 243-247)
21. _____. The physiology of incompatibility in plants II. Linum grandiflorum. *Ann. Bot.* 7:115-122. 1943.
22. _____. Comparative incompatibility in angiosperms and fungi. *Advances in Genetics* 6:235-285. 1954.
23. NAUDORF, G. Problemas en la polinización, fecundación y fructificación con referencia especial a la autoincompatibilidad. *Revista Nacional de Agricultura (Colombia)* 47:47. 1953.
24. _____. Nuevas contribuciones al estudio de la autocompatibilidad en cacao. I. Cacao en Colombia 3:63-72. 1954.
25. _____. Nuevas contribuciones al estudio de la autocompatibilidad en cacao II. Cacao en Colombia 4:59-61. 1955.
26. PANDEY, K. K. Incompatibility system in Theobroma cacao. *The Amer. Nat.* 94:379-381. 1960.

27. POSNETTE, A. F. Incompatibility and pollination in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 7:19-20. 1938.
28. _____. Self-incompatibility in cocoa (Theobroma cacao). Tropical Agriculture (Trinidad) 17:67-71. 1940.
29. _____. Incompatibility in Amazon cacao. Tropical Agriculture (Trinidad) 22:184-187. 1945.
- (30.) POUND, F. J. Studies of fruitfulness in cacao. II. Evidence for partial sterility. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 1:26-28. 1932.
31. _____. Certain barren types of cacao. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 4:11-15. 1935.
32. _____. A note on a method of controlled pollination of cacao. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 4:15-16. 1935.
33. _____. Studies of fruitfulness in cacao. V. Conditional self compatibility and its implications. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 4:17-19. 1935.
34. SEARS, E. R. Cytological phenomena connected with self-sterility in the flowering plants. Genetics 2:130-181. 1937.
35. SANCLEMENTE PINEDA, M. Problemas de incompatibilidad en el cacao. Acta Agronómica (Colombia) 3:65-88. 1953.
36. VOELCKER, O. J. Self incompatibility in cacao. II. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. Ann. Rep. on Cacao Res. 7:2-5. 1938.

APÉNDICE



APÊNDICE

1. Método de Knight e Rogers.

1.1. Autofecundações de cultivares clonais.

Valores de χ^2 calculados com base no total de ovários (T) e nas quantidades de ovários que acusaram pegamentos (P) e abcisões (NP).

Tratamento	Ovários			χ^2	Tratamento	Ovários			χ^2
	T	P	NP			T	P	NP	
SCA 6	20	0	20	0.0000***	ICS 1	20	14	6	0.2000*
SCA 12	20	0	20	0.0000***	UF 613	20	0	20	0.0000***
IMC 67	20	0	20	0.0000***	UF 667	20	10	10	0.0000**

1.2. Autofecundações de cultivares híbridos.

Valores de χ^2 calculados com base no total de ovários (T) e nas quantidades de ovários que acusaram pegamentos (P) e abcisões (NP).

Tratamento	Ovários			χ^2	Tratamento	Ovários			χ^2
	T	P	NP			T	P	NP	
SCA6xIMC67	20	0	20	0.0000***	SCA12xICS1	20	7	13	0.9000**
SCA6xICS 1	20	7	13	0.9000**	IMC67xICS1	20	8	12	0.4000**
SCA6xUF613	20	0	20	0.0000***	IMC67xUF613	20	6	14	1.6000**
SCA6xUF667	20	1	19	0.0500***	IMC67xUF667	20	0	20	0.0000***

1.3. Cruzamentos inter-clonais.

Valores de χ^2 calculados com base no total de ovário (T) e nas quantidades de ovários que acusaram pegamentos (P) e abscisões (NP).

Tratamento	Ovários			χ^2	Tratamento	Ovários			χ^2
	T	P	NP			T	P	NP	
SCA6xSCA12	20	0	20	0.0000***	SCA12xSCA6	20	0	20	0.0000***
SCA6xIMC67	20	15	5	0.0000*	SCA12xIMC67	20	14	6	0.2000*
SCA6xICS 1	20	12	8	0.4000**	SCA12xICS 1	20	13	7	0.8000*
SCA6xUF613	20	13	7	0.8000*	SCA12xUF613	20	14	6	0.2000*
SCAxUF667	20	15	5	0.0000*	SCA12xUF667	20	16	4	0.2000*
IMC67xSCA6	20	14	6	0.2000*	UF613xSCA6	20	15	5	0.0000*
IMC67xSCA12	20	15	5	0.0000*	UF613xSCA12	20	16	4	0.2000*
IMC67xICS1	20	13	7	0.8000*	UF613xIMC67	20	13	7	0.8000*
IMC67xUF613	20	13	7	0.8000*	UF613xICS 1	20	11	9	0.1000**
IMC67xUF667	20	12	8	0.8000**	UF613xUF667	20	16	4	0.2000*
ICS1 x SCA6	20	11	9	0.1000**	UF667xSCA6	20	12	8	0.8000**
ICS1 x SCA12	20	12	8	0.4000**	UF667xSCA12	20	17	3	0.8000*
ICS1x IMC67	20	15	5	0.0000*	UF667xIMC67	20	16	4	0.2000*
ICS1 x UF613	20	13	7	0.8000*	UF667xICS1	20	14	6	0.2000*
ICS1 x UF667	20	12	8	0.4000**	UF667xUF613	20	17	3	0.8000*

* Valores de χ^2 para as segregações com 25% de falhas no pegamento.

** Valores de χ^2 para as segregações com 50% de falhas no pegamento.

*** Valores de χ^2 para as segregações com 100% de falhas no pegamento.

Limite χ^2 (1 gl) 0.05 = 3.84

2. Método de Cepe

2.1. Autofecundações de cultivares clonais.

Valores de χ^2 calculados com base no total de óvulos estudados (T) e as quantidades de óvulos fusionados (F) e não fusionados (NF).

Número de ovários	SCA 6			χ^2	Número de ovários	SCA 12			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	46	20	26	0.3913**	1	36	20	16	0.4444**
2	44	19	25	0.4090**	2	44	30	14	0.4090*
3	36	17	19	0.0555**	3	36	26	10	0.1111*
4	35	19	16	0.1285**	4	43	35	8	0.7034*
5	44	25	19	0.4090**	5	44	19	25	0.8181**
6	49	29	20	0.8265**	6	43	23	20	0.1046**
7	45	22	23	0.0111**	7	37	31	6	1.1418*
					8	37	28	9	0.0067*
					9	45	34	11	0.0055*
					10	47	38	9	0.6436*
Total	299	151	148		Total	412	284	128	

Número de ovários	IMC 67			χ^2	Número de ovários	ICS 1			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	37	19	18	0.0135**	1	37	26	11	0.0608*
2	45	28	17	1.3444**	2	35	25	10	0.1785*
3	35	16	19	0.1285**	3	34	23	11	0.7352*
4	47	31	16	1.5372*	4	38	28	10	0.0263*
5	51	30	21	0.4803**	5	39	28	11	0.0064*
6	42	28	14	1.1666*	6	33	25	8	0.0075*
7	45	27	18	0.9000**	7	31	23	8	0.0080*
Total	302	179	123		Total	247	178	69	

Cont.

Número de ovários	UF 613			χ^2	Número de ovários	UF 667			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	29	22	7	0.0086*	1	31	16	15	0.0166**
2	35	12	23	1.7285**	2	34	24	10	0.2647*
3	31	22	9	0.2016*	3	30	21	9	0.3000*
4	28	20	8	0.1428*	4	27	15	12	0.1666**
5	31	16	15	0.0161**	5	28	22	6	0.1428*
6	30	19	11	1.6333*	6	28	23	5	0.5714*
7	30	15	15	0.0000**	7	36	22	14	0.8888**
					8	31	14	17	0.1451**
					9	33	24	9	0.0681*
					10	33	23	9	0.1250*
Total	214	126	88		Total	310	204	106	

* Valores de χ^2 para as segregações com 25% de óvulos não fusionados.

** Valores de χ^2 para as segregações com 50% de óvulos não fusionados.

*** Valores de χ^2 para as segregações com 100% de óvulos não fusionados.

Límite χ^2 (1 gl) 0.05 = 3,84

2.2. Autofecundações de cultivares híbridos.

Valores de χ^2 calculados com base no total de óvulos estudados (T) e as quantidades de óvulos fusionados (F) e não fusionados (NF).

Número de ovários	SCA 6 x IMC 67			χ^2	Número de ovários	SCA 6 x ICS 1			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	39	24	15	1.0384**	1	34	23	11	0.7352*
2	45	24	21	0.1000**	2	35	25	10	0.1785*
3	52	0	52	0.0000***	3	29	17	12	0.4310**
4	42	25	17	0.7619**	4	28	15	13	0.0714**
5	47	28	19	0.8617**	5	27	1	26	0.0370***
6	42	0	42	0.0000***	6	46	0	46	0.0000***
7	31	20	11	1.3629*	7	36	1	35	0.0277***
Total	298	121	177		Total	235	82	153	

Número de ovários	SCA 6 x UF 613			χ^2	Número de ovários	SCA 6 x UF 667			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	41	22	19	0.1097**	1	30	0	30	0.0000***
2	41	2	39	0.0975***	2	33	17	16	0.0151**
3	44	1	43	0.0238***	3	40	0	40	0.0000***
4	37	23	14	1.0945**	4	36	21	15	0.0000**
5	42	19	23	0.1904**	5	40	1	39	0.0250***
6	42	22	20	0.0476**	6	35	26	9	0.0071*
7	41	20	21	0.0121**	7	40	23	17	0.4500**
					8	41	30	11	0.0548*
					9	28	0	28	0.0000***
					10	40	24	16	1.6000**
Total	288	109	179		Total	363	142	221	

Cont.

Número de ovários	SCA 12 x ICS 1			χ^2	Número de ovários	IMC 67 x ICS 1			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	40	18	22	0.2000**	1	46	33	13	0.1956*
2	43	21	22	0.0116**	2	43	31	12	0.1453*
3	41	18	23	0.3048**	3	42	31	11	0.0238*
4	45	19	26	0.5444**	4	47	33	14	0.4308*
5	34	16	18	0.0588**	5	48	32	16	1.3333*
6	42	21	21	0.0000**	6	44	27	17	1.1363**
7	39	0	39	0.0000***	7	41	27	14	1.3684*
Total	284	113	171		Total	311	214	97	

Número de ovários	IMC67 x UF613			χ^2	Número de ovários	IMC67 x UF667			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	39	19	20	0.0128**	1	45	9	36	1.8000***
2	53	25	28	0.0849**	2	43	6	37	0.8372***
3	51	0	51	0.0000***	3	34	19	15	0.2352**
4	51	1	50	0.0392***	4	39	15	24	1.0384**
5	50	0	50	0.0000***	5	43	19	24	0.2906**
6	56	27	29	0.0357**	6	40	19	21	0.0500**
7	47	22	25	0.0957**	7	42	20	22	0.0476**
8	46	22	24	0.0434**	8	40	18	22	0.2000**
9	41	0	41	0.0000***					
10	44	0	44	0.0000***					
Total	478	116	362		Total	326	125	201	

* Valores de χ^2 para as segregações com 25% de óvulos não fusionados.

** Valores de χ^2 para as segregações com 50% de óvulos não fusionados.

*** Valores de χ^2 para as segregações com 100% de óvulos não fusionados.

Limite χ^2 (1 gl) 0.05 = 3,84

2.3. Cruzamentos inter-clonais

Valores de χ^2 calculados com base no total de óvulos estudados (T) e as quantidades de óvulos fusionados (F) e não fusionados (NF).

Número de ovários	SCA 6 x SCA 12			χ^2	Número de ovários	SCA 6 x IMC 67			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	42	32	10	0.0238*	1	43	28	15	1.6802*
2	41	1	40	0.0243***	2	46	33	13	0.1956*
3	44	33	11	0.0000*	3	36	29	7	0.4444*
4	42	28	14	1.1666*	4	42	33	9	0.2142*
5	45	26	19	0.5444**	5	49	36	13	0.0459*
6	50	36	14	0.1800*	6	40	31	9	0.1000*
					7	50	31	19	1.4400**
					8	37	31	6	1.1418*
					9	42	33	9	0.2142*
					10	48	32	16	1.3333*
Total	262	156	108		Total	433	317	116	

Número de ovários	SCA 6 x ICS 1			χ^2	Número de ovários	SCA 6 x UF 613			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	41	32	9	0.1524*	1	44	27	17	1.1363**
2	47	39	8	1.1937*	2	47	33	14	0.4308*
3	49	36	13	0.0459*	3	45	0	45	0.0000***
4	47	40	7	1.9202*	4	33	22	11	0.9166*
5	41	34	7	1.0304*	5	44	0	44	0.0000***
6	49	40	9	0.8622*	6	46	22	24	0.0434**
7	49	39	10	0.4132*	7	43	24	19	0.2906**
Total	323	260	63		Total	302	128	174	

Cont.

Número de ovários	SCA 6 x UF 667			χ^2	Número de ovários	SCA 12 x SCA 6			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	31	18	13	0.4032**	1	41	26	15	2.2012*
2	33	18	15	0.1363**	2	38	29	9	0.0263*
3	45	34	11	0.0055*	3	33	24	9	0.0681*
4	29	1	28	0.0344***	4	42	31	11	0.0238*
5	44	33	11	0.0000*	5	29	1	28	0.0344***
6	47	3	44	0.1914***	6	41	32	9	0.1524*
7	48	24	24	0.0000**	7	37	28	9	0.0067*
					8	32	1	31	0.0312***
					9	41	28	13	0.7378*
Total	277	131	146		Total	334	200	134	

Número de ovários	SCA 12 x IMC67			χ^2	Número de ovários	SCA 12 x ICS 1			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	46	22	24	0.0434**	1	46	38	8	1.0652*
2	43	25	18	0.5697**	2	45	37	8	0.9388*
3	43	33	10	0.0523*	3	41	33	8	0.4939*
4	28	17	11	0.6428**	4	47	38	9	0.6436*
5	46	35	11	0.0217*	5	42	33	9	0.2142*
6	44	32	12	0.0909*	6	47	39	8	0.6436*
7	37	28	9	0.0067*	7	38	28	10	0.0263*
8	41	30	11	0.0548*	8	46	34	12	0.0217*
9	34	25	9	0.0294*					
Total	362	247	115		Total	352	280	72	

Cont.

Número de ovários	SCA12 x UF613			χ^2	Número de ovários	SCA12 x UF667			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	43	3	40	0.2093***	1	38	22	16	0.4736**
2	48	3	45	0.1875***	2	41	28	13	0.7378*
3	41	24	17	0.5975**	3	44	31	13	0.3636*
4	40	30	10	0.0000*	4	50	34	16	0.9800*
5	46	33	13	0.1956*	5	46	25	21	0.1739**
6	43	33	10	0.0523*	6	47	36	11	0.0478*
7	41	30	11	0.0548*	7	40	30	10	0.0000*
8	46	29	17	2.6304*	8	47	36	11	0.0478*
9	42	31	11	0.0238*	9	47	32	15	0.8989*
					10	43	28	15	1.6802*
Total	390	216	174		Total	443	302	141	

Número de ovários	IMC 67 x SCA 6			χ^2	Número de ovários	IMC 67 x SCA 12			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	48	4	44	0.3333***	1	40	0	40	0.0000***
2	38	17	21	0.2105**	2	48	23	25	0.0833**
3	45	4	41	0.3555***	3	46	23	23	0.0000**
4	52	32	20	1.3846**	4	49	2	47	0.1632***
5	52	2	50	0.0769***	5	42	22	20	0.0476**
6	42	22	20	0.0476**	6	46	23	23	0.0000**
7	46	34	12	0.0217*					
8	43	3	40	0.2093***					
9	43	26	17	0.9418**					
Total	409	144	265		Total	271	93	178	

Cent.

Número de ovários	IMC 67 x ICS 1			χ^2	Número de ovários	IMC67 x UF613			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	30	2	28	0.1333***	1	49	0	49	0.0000***
2	45	28	17	1.3444**	2	46	24	22	0.0434**
3	34	2	32	0.1176***	3	42	2	40	0.0952***
4	33	0	33	0.0000***	4	48	22	26	0.1666**
5	55	1	54	0.0181***	5	58	41	17	0.4310*
6	56	26	30	0.1428**	6	41	33	8	0.4939*
7	58	27	31	0.1379**	7	51	31	20	1.1862**
8	50	35	15	0.5000*	8	49	36	13	0.0459*
Total	361	121	240		Total	384	189	195	

Número de ovários	IMC67 x UF667			χ^2	Número de ovários	ICS 1 x SCA 6			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	45	0	45	0.0000***	1	15	10	5	0.4166*
2	42	0	42	0.0000***	2	39	24	15	1.0384**
3	42	23	19	0.1904**	3	38	29	9	0.0263*
4	36	22	14	0.8888**	4	35	22	13	0.0071*
5	39	20	19	0.0128**	5	39	29	10	0.0064*
6	24	0	24	0.0000***	6	32	20	12	1.0000**
7	39	20	19	0.0128**					
8	51	25	26	0.0098**					
9	47	25	22	0.0957**					
10	44	23	21	0.0454**					
Total	409	158	251		Total	198	134	64	

Cent.

Número de ovários	ICS 1 x SCA 12			χ^2	Número de ovários	ICS1 x IMC 67			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	38	32	6	1.2894*	1	31	15	16	0.0161**
2	37	28	9	0.0067*	2	35	17	18	0.0142**
3	36	2	34	0.1111***	3	26	19	7	0.0384*
4	27	1	26	0.0370***	4	43	0	43	0.0000***
5	35	28	7	0.3500*	5	32	19	13	0.5625**
6	39	29	10	0.0064*	6	31	19	12	0.7903**
					7	34	20	14	0.5294**
					8	29	22	7	0.0086*
					9	31	17	14	0.1451**
Total	212	120	92		Total	292	148	144	

Número de ovários	ICS 1 x UF 613			χ^2	Número de ovários	ICS 1 x UF 667			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	35	20	15	0.3571**	1	31	14	17	0.1451*
2	37	29	8	0.1689*	2	37	18	19	0.0135*
3	38	28	10	0.0263*	3	33	18	15	0.1363*
4	37	0	37	0.0000***	4	36	17	19	0.0555*
5	36	30	6	1.0000*	5	33	16	17	0.0151*
6	37	26	11	0.3310*	6	30	14	16	0.0666*
7	35	30	5	1.6030*	7	33	15	18	0.1363*
8	31	26	5	0.9758*	8	30	2	28	0.1333**
9	31	15	16	0.0161**	9	28	1	27	0.0357**
Total	317	204	117		Total	291	115	176	

Cont.

Número de ovários	UF 613 x SCA 6			χ^2	Número de ovários	UF613 x SCA12			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	34	19	15	0.2352**	1	32	16	16	0.0000**
2	37	0	37	0.0000***	2	38	0	38	0.0000***
3	38	2	36	0.1052***	3	36	0	36	0.0000***
4	36	0	36	0.0000***	4	36	0	36	0.0000***
5	41	21	20	0.0121**	5	35	19	16	0.1285**
6	29	21	8	0.0775*	6	36	17	19	0.0555**
7	38	0	38	0.0000***					
8	33	1	32	0.0250***					
9	40	19	21	0.0500**					
Total	326	83	243		Total	213	52	161	

Número de ovários	UF613 x IMC67			χ^2	Número de ovários	UF613 x ICS 1			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	32	19	13	0.5625**	1	29	19	10	1.0431*
2	34	14	20	0.5294**	2	28	13	15	0.0714**
3	27	16	11	0.4629**	3	34	18	16	0.0588**
4	36	21	15	0.5000**	4	28	13	15	0.0714**
5	30	2	28	0.1333***	5	38	17	21	0.2105**
6	39	30	9	0.0576*	6	38	18	20	0.0526**
7	36	1	35	0.0277***	7	38	2	36	0.1052***
8	34	16	18	0.0588**	8	32	23	9	0.1250*
9	34	23	11	0.7352*	9	28	13	15	0.0714**
10	30	15	15	0.0000**	10	37	25	12	0.8175*
Total	332	157	175		Total	330	161	169	

Cont.

Número de ovários	UF613 x UF667			χ^2	Número de ovários	UF667 x SCA 6			χ^2
	T	N	NF			T	N	NF	
1	32	22	10	0.5000*	1	30	17	13	0.2666**
2	40	1	39	0.0250***	2	24	15	9	1.5000*
3	35	18	17	0.0161**	3	38	0	38	0.0000***
4	32	18	14	0.2500**	4	27	15	12	0.1666**
5	32	20	12	1.0000**	5	39	24	15	1.0384**
6	30	26	4	1.6333*	6	31	0	31	0.0000***
7	37	20	17	0.1216**	7	32	26	6	0.5000*
8	27	21	8	0.2314*	8	29	21	8	0.0775*
9	30	20	10	0.8333*	9	38	18	20	0.0526**
Total	295	166	131		Total	288	136	152	

Número de ovários	UF667 x SCA12			χ^2	Número de ovários	UF667 x IMC67			χ^2
	T	N	NF			T	N	NF	
1	26	23	3	1.8846*	1	37	22	15	0.6621**
2	27	21	6	0.0833*	2	39	0	39	0.0000***
3	29	22	7	0.0086*	3	41	15	26	1.4756**
4	44	30	14	0.8181*	4	31	14	17	0.1451**
5	46	1	45	0.0250***	5	32	1	31	0.0312***
6	47	0	47	0.0000***	6	30	17	13	0.2666**
7	43	27	16	2.5639*	7	35	3	32	0.2571***
8	32	17	15	0.0625**	8	32	15	17	0.0625**
					9	35	18	17	0.0142**
					10	30	13	17	0.2666**
Total	294	141	153		Total	342	118	224	

Cont.

Número de ovários	UF667 x ICS1			χ^2	Número de ovários	UF667 x UF613			χ^2
	T	F	NF			T	F	NF	
1	24	18	6	0.0000*	1	35	0	35	0.0000***
2	28	19	9	0.5714*	2	32	22	10	0.5000*
3	31	19	12	0.7903**	3	32	20	12	1.0000**
4	27	1	26	0.0370***	4	38	26	12	0.6578*
5	25	1	24	0.0400***	5	25	14	11	0.1800**
6	30	15	15	0.0000**	6	31	0	31	0.0000***
7	33	0	33	0.0000***	7	31	19	12	0.4032**
8	32	15	17	0.0625**	8	33	21	12	1.7001*
9	33	19	14	0.3787**	9	34	23	11	0.7352*
Total	263	107	156		Total	291	145	146	

* Valores de χ^2 para as segregações com 25% de óvulos não fusionados.

** Valores de χ^2 para as segregações com 50% de óvulos não fusionados.

*** Valores de χ^2 para as segregações com 100% de óvulos não fusionados.

Limite χ^2 (1 gl) 0.05 = 3.84