

VARIAÇÃO CROMÁTICA DAS ASAS EM DUAS ESPÉCIES DE CIGARRINHAS-DAS-PASTAGENS¹

A.L.P. PERONDINI, LYRIA MORI e J.S. MORGANTE²

RESUMO - A variação das alozimas de nove sistemas enzimáticos, codificados por doze locos, foi analisada em *Zulia entreriana* e *Deois flavopicta*. As duas espécies podem ser incluídas entre aquelas que apresentam um baixo polimorfismo para isozimas, uma vez que 18 e 27% dos locos examinados eram polimórficos, que o número médio de alelos por loco era de 1,18 e 1,36, e que exibiram uma heterozigidade de 6,1 e 4,6% respectivamente para *Z. entreriana* e *D. flavopicta*. O índice de similaridade genética foi de 0,705. A *Z. entreriana* apresenta, também, um extenso polimorfismo para as manchas das asas. Um único variante para o desenho das asas foi descrito em *D. flavopicta*. A variação genética de seis locos foi estudada em espécimens de *Z. entreriana* agrupados segundo o padrão das asas. A similaridade genética entre esses grupos variou de 0,962 a 0,999. Estes valores, transformados em distância genética, foram processados para produzir um dendrograma de similaridade bioquímica. Este indicou a existência de sub-populações caracterizadas por determinados padrões de asas e por frequências alélicas típicas.

Termos para indexação: *Zulia entreriana*, *Deois flavopicta*, polimorfismo genético, isozimas, polimorfismo alar.

STUDIES ON THE WING COLOUR PATTERNS AND ISOZYME VARIABILITY IN TWO SPECIES OF FROGHOPPERS

ABSTRACT - The enzymatic polymorphism coded by twelve loci was studied in a population of *Zulia entreriana* and *Deois flavopicta*. Both species bear a substantial degree of genetic variability presenting 18 and 27% of their loci polymorphic, 1.18 and 1.36 as the mean number of alleles per locus, and 6.1 and 4.6% of heterozygosity, respectively for *Z. entreriana* and *D. flavopicta*. Nei's genetic similarity index between them was of 0.705. *Z. entreriana* is highly polymorphic for the wing colour stripes, showing eight different patterns. A single variant morph was detected in *D. flavopicta*. The isozyme variability of six loci was studied in specimens of *Z. entreriana*, pooled according to the wing patterns. The genetic similarity among these groups varied from 0.962 to 0.999. These data, processed to produce a biochemical similarity dendrogram, indicate the existence of three sub-populations each showing a distinct colour pattern and specific gene frequencies.

Index terms: *Zulia entreriana*, *Deois flavopicta*, genetic polymorphism, isozymes, wing polymorphism.

INTRODUÇÃO

Espécimes de homópteros cercopídeos destacam-se, dentre os insetos daninhos, pelos danos causados em extensas áreas de pastagens brasileiras. Dentre estas espécies, a *Zulia entreriana* tem grande importância econômica pela sua extensa área de distribuição e por infestar diversas espécies de gramíneas (Guagliumi et al. 1972, Guagliumi 1975).

Estudos anteriormente realizados com *Zulia entreriana* sobre a distribuição geográfica, hospedeiros, inimigos naturais e métodos de combate estão sumarizados por Guagliumi et al. (1972). Posteriormente, estudos do ciclo de vida e curva populacional desta espécie apareceram na literatura (Domingues & Silva-Santos 1975, Ramos 1976).

No sudeste do Brasil, a *Zulia entreriana* coabita com *Deois flavopicta* (Guagliumi et al. 1972). Desta segunda espécie, muito pouco se sabe em relação ao ciclo de vida e dinâmica populacional, embora seja uma espécie de importância no sudeste brasileiro (Guagliumi et al. 1972).

Análises genéticas detalhadas com cercopídeos foram realizadas em *Philaenus spumarius*, espécie da América do Norte e Europa, que, além do polimorfismo para várias isozimas (Saura et al. 1973), apresenta ainda uma alta variabilidade na colocação dorsal do corpo (Halkka et al. 1973, 1974a, 1975a, 1976) e nas peças quitinosas frontais da cabeça (Savala & Halkka 1974).

O presente trabalho relata observações preliminares feitas sobre o polimorfismo cromático dos élitros e das isozimas de uma população de *Zulia entreriana* e *Deois flavopicta*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Adultos de *Zulia entreriana* (Berg) e *Deois fla-*

¹ Aceito para publicação em 7 de agosto de 1979.

² Biólogo, Ph.D., Departamento de Biologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11.461 - CEP 01000 - São Paulo, SP.

vopicta (Stal) (Homoptera: Cercopidae) foram coletadas na Fazenda Santa Terezinha, Município de Serra Negra, Estado de São Paulo, em fevereiro de 1976.

A coleta foi feita na encosta de um morro, onde havia cerca de um hectare de capim-napier plantado no topo, e capim-pangola, em maior extensão, ao longo de toda a encosta. Esparsas pela área, havia touceiras de outras gramíneas e outros vegetais não identificados. A *Zulia entreriana* (Berg) foi coletada quase que exclusivamente no capim-napier, enquanto que *Deois flavopicta* (Stal) ocorreu, com maior frequência, no capim-pangola e próximo às touceiras de outras gramíneas.

Os insetos foram coletados com redes entomológicas em tubos plásticos e imediatamente congelados para o transporte até o laboratório. Os animais foram contados, separados pelo sexo, e os espécimes de *Zulia entreriana*, isolados segundo o padrão do desenho das asas. A seguir, foram individualmente preparados para uma análise eletroforética.

A análise eletroforética foi feita através do sistema horizontal em gel de amido e "electrostarch" (1:1), usando-se três diferentes sistemas de tampões, dependendo do sistema enzimático a ser analisado.

Para a análise da oxidase aldeídica (AO), esterase (EST), desidrogenase do alfa-glicerofosfato (α -GPDH) e fosfoglucomutase (PGM), utilizou-se tampão borato com pH 8,1 nos eletrodos e tampão de Poulik com pH 8,6 no gel (Poulik 1957). Para os sistemas enzimáticos transaminase do glutamato-oxalacetato (GOT), fumarase (FUM) e fosfoglicoisomerase (PGI), empregou-se o tampão de hidróxido de lítio com pH 7,0 (Selander et al. 1969). Para as enzimas desidrogenase isocítrica (IDH) e enzima málica (ME), foi usado o tampão tris-citrato com pH 7,0 (Ayala et al. 1972).

As enzimas AO, EST, PGM, FUM, ME e IDH foram reveladas segundo as técnicas descritas por Shaw & Kohen (1968). A técnica de Brewer (1970) foi utilizada para revelar a α -GPDH, a técnica de Busch & Huettel (1972) para GOT, e a técnica de Carter & Parr (1967) para PGI.

Ao mais comum dos alelos de um loco particular foi dado o valor 100, enquanto que os outros

alelos foram designados numericamente de acordo com sua mobilidade relativa ao alelo 100.

A inclusão de uma ou mais isoenzimas num mesmo loco foi feita somente pelas observações dos géis. Estas interpretações ainda não foram corroboradas por testes genéticos.

Machos e fêmeas foram analisados separadamente, e, como não foram observadas diferenças entre os sexos para as enzimas estudadas, os resultados serão apresentados para os dois sexos em conjunto.

RESULTADOS

Polimorfismo cromático das asas

A *Zulia entreriana* apresenta um polimorfismo cromático das asas, em ambos os sexos, com várias listras verticais brancas ou amarelo-claras até alaranjadas e uma faixa invariável, da mesma cor, no terço inferior dos élitros (Mendonça Filho 1972).

A Fig. 1 mostra os padrões de asas descritas por Medonça Filho (1972), padrões que denominaremos de A, B, D, E, F e G, em ambos os sexos. A figura mostra também dois padrões novos, C (machos) e H (fêmeas), que observamos entre os espécimens estudados neste trabalho.

As frequências dos insetos exibindo os diferentes padrões, entre os 118 indivíduos coletados, estão mostradas na Tabela 1.

Nesta amostragem, o padrão mais freqüente entre as fêmeas foi o "A" (Fig. 1 e Tabela 1). É interessante salientar que em outra população, coletada por Ramos (1976), no sul da Bahia, e na mesma época (primeiros meses de 1976), o padrão mais comum entre as fêmeas foi aquele que apresenta duas manchas longitudinais-padrões, que denominaremos E, F ou G.

A proporção quanto ao sexo, entre os exemplares de nossa coleta, foi de 63 machos para 55 fêmeas, valores que não diferem significativamente de uma razão 1:1 ($X^2 = 0,54$; $0,30 < p < 0,50$). Resultados semelhantes foram obtidos por Ramos (1976) na população do sul da Bahia.

A *Deois flavopicta* ocorreu com frequência semelhante à de *Zulia entreriana*, em Serra Negra. Coletaram-se 129 exemplares daquela espécie, sendo 48 fêmeas e 81 machos. A proporção quanto ao sexo desviou-se de 1:1, dando cerca de 1,68 vezes

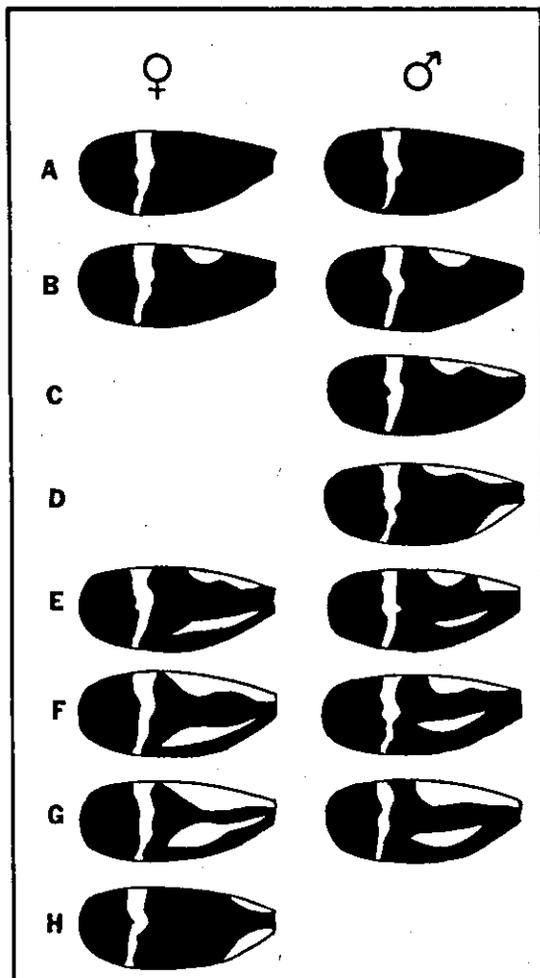


FIG. 1. Padrões cromáticos de élitros de *Z. entreriana*. Estão representados somente os élitros esquerdos. Os padrões A, B, D, E, F e G foram tirados de Mendonça Filho (1972). Os padrões C e H são formas novas descritas no presente trabalho.

mais machos do que fêmeas.

Esta espécie apresenta três listras em suas asas: uma longitudinal, correndo na borda interna superior, e duas transversais, uma no terço superior e

outra no terço inferior dos élitros (Guagliumi et al. 1972). Na literatura não existe menção à variação desse padrão das asas. Os autores deste trabalho encontraram, entretanto, um exemplar macho que apresentava um padrão de asas diferente do usual. Além das três manchas acima mencionadas, as transversais estavam unidas por manchas verticais incompletas e a faixa longitudinal era um pouco mais larga, como mostra a Fig. 2.

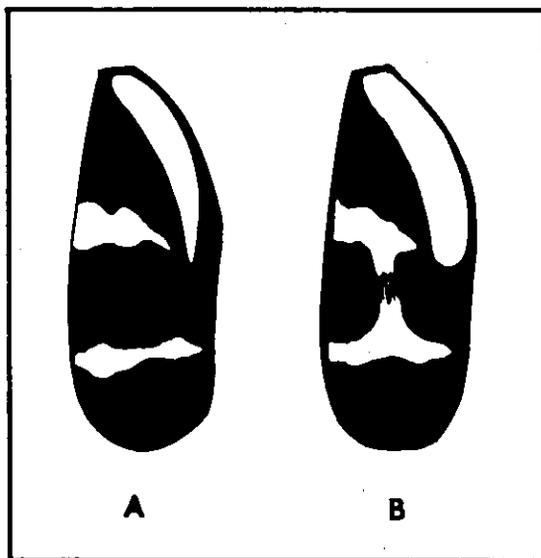


FIG. 2. Élitros esquerdos de *D. flavopicta*, mostrando o padrão comum da espécie (A) e o novo padrão descrito neste trabalho (B).

Varição das alozimas

A Tabela 2 sumariza os dados obtidos pela análise eletroforética de nove sistemas enzimáticos em *Deois flavopicta* e *Zulia entreriana*.

Embora a amostragem de *Zulia* para alguns locais tenha sido pequena, os resultados deste trabalho indicam:

- a. Que os mesmos locos monomórficos de AO, α - GPDH, FUM, PGI, ME e IDH-1 estão

TABELA 1. Frequência dos padrões cromáticos das asas de *Zulia entreriana*.

Padrões	A	B	C	D	E	F	G	H	Totais
Machos	49	6	7	1	0	0	0	0	63
Fêmeas	36	4	0	0	9	5	0	2	55
Total	85	10	7	1	9	5	0	2	118
%	73,0	8,5	5,9	0,9	7,6	4,2	0	1,7	

- fixados nas duas espécies;
- Que existem locos monomórficos diferentes fixados numa ou noutra espécie (PGM, GOT-1);
 - Que alguns genes estão presentes numa espécie e ausentes na outra. Assim, EST-5 está presente em *Z. entreriana* e IDH-2 está presente em *D. flavopicta*;
 - Que elas tem, em comum, alelos de locos polimórficos (EST-1 e EST-2);
 - Que *D. flavopicta* é polimórfica para PGM.

A população de *D. flavopicta* e a de *Z. entreriana* não estavam em equilíbrio de Hardy Weinberg

TABELA 2. Frequências gênicas de doze locos de *Deois flavopicta* e *Zulia entreriana*.

Loco	Alelo	<i>D. flavopicta</i>	<i>Z. entreriana</i>
PGM	G	176	178
	110	-	1,000
	105	0,085	-
	100	0,886	-
	90	0,028	-
AO	G	176	178
	100	1,000	1,000
EST-1	G	176	178
	150	0,302	0,301
	100	0,698	0,699
EST-2	G	176	176
	125	0,489	0,222
	100	0,511	0,778
EST-5	G	-	172
	100	-	1,000
GOT-1	G	46	4
	200	-	1,000
	100	1,000	-
FUM	G	46	4
	100	1,000	1,000
	G	46	4
PG1	100	1,000	1,000
	G	46	4
α -GPDH	G	176	178
	100	1,000	1,000
ME	G	46	4
	100	1,000	1,000
IDH-1	G	46	4
	100	1,000	1,000
IDH-2	G	46	-
	100	1,000	-

G = número de genomas analisados

para os locos EST-1 e EST-2, apresentando um excesso dos dois tipos de homozigotos, exceto pela EST-2 de *Zulia*, que apresentou um ligeiro excesso de heterozigotos. A população de *D. flavopicta* estava em equilíbrio para o loco da PGM.

A variabilidade genética de ambas as espécies foi estimada por três índices: pela frequência de locos polimórficos, pelo número médio de alelos por loco, e pela frequência de locos heterozigotos por indivíduo. Esses valores estão mostrados na Tabela 3.

Alozimas e padrões das asas em *Zulia entreriana*

Os resultados procedentes da análise da variação das alozimas em *Zulia entreriana* representam uma análise global de todos os indivíduos coletados, independentemente dos padrões de asas por eles apresentados.

Nas análises que se seguem, os dados eletroforéticos obtidos em indivíduos portadores dos diferentes padrões de asas serão analisados em separado. Nestas análises, consideraremos somente os seis primeiros locos da Tabela 2, para os quais a amostragem foi suficientemente grande.

A Tabela 4 mostra as frequências alélicas dos seis locos nos indivíduos portadores dos vários padrões de asas. Os vários padrões têm, em comum, os mesmos locos monomórficos para PGM α - GPDH, AO e EST-5 e os mesmos alelos para os locos polimórficos de EST-1 e EST-2. A frequência alélica desses locos, no entanto, é variável entre os padrões.

O padrão de asa "mais diferente" ao nível bioquímico foi o de H, distinto dos outros pela aparente fixação do alelo 100 da EST-1. Contudo, estes resultados precisam ser tomados com cautela, pois somente quatro genomas desse padrão foram analisados.

A seguir, foram feitas comparações pareadas da similaridade genética entre todos os tipos de asas (Tabela 5). Os valores de I variaram de 0,962 a 0,999. Estes valores de I foram convertidos em distância genética ($D = -\ln I$) (Tabela 5) e estes, processados pelo método de Sneath & Sokal (1973) para produzir o dendrograma de distância bioquímica da Fig. 3.

TABELA 3. Variabilidade genética e índice de similaridade de *Deois flavopicta* e *Zulia entreriana*.

Espécie	Frequência de locos polimórficos	Número médio de alelos por loco	Frequência de locos heterozigotos por indivíduo		Similaridade *
			observada	esperada	
<i>Deois flavopicta</i>	0,272	1,36	0,046	0,060	0,705
<i>Zulia entreriana</i>	0,189	1,18	0,061	0,069	

*Nei (1972). Distância genética ($D = 1nI = 0,349$)

TABELA 4. Frequência gênica para seis locos em *Zulia entreriana* portadoras de diferentes padrões de asas.

Locos	Alelo	Padrões das Asas					
		A	B	C	E	F	H
PGM	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AO	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
α -GPDH	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
EST-1	150	0,245	0,450	0,357	0,450	0,300	-
	100	0,755	0,550	0,643	0,550	0,700	1,000
EST-2	125	0,255	0,150	0,143	0,200	0,300	0,250
	100	0,745	0,850	0,857	0,800	0,700	0,750
EST-5	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Número de genomas		106	20	14	18	10	4

TABELA 5. Acima da diagonal: similaridade genética (I) para comparações pareadas dos padrões de asa de *Zulia entreriana*. Abaixo da diagonal: distância genética (D) entre todos os pares de padrões de asa.

	A	B	C	D	F	H
A	-	0,989	0,995	0,991	0,999	0,989
B	0,0102	-	0,998	0,999	0,991	0,961
C	0,0048	0,0016	-	0,997	0,994	0,975
E	0,0087	0,0005	0,0022	-	0,993	0,962
F	0,0009	0,0086	0,0053	0,0063	-	0,983
H	0,0105	0,0393	0,0253	0,0378	0,0164	-

Similaridade média = 0,9883

DISCUSSÃO

Vários grupos de insetos apresentam polimorfismo para o desenho ou cores das asas. Diferenças no tamanho de manchas específicas, seguidas ou não de fusão com manchas vizinhas, são conhecidas há muito tempo, principalmente em coleópteros coccinelídeos (Dobzhansky 1933). Foi mostrado que em *Harmonia axyridis*, todo um complicado sistema de desenho de asas é controlado por apenas um loco autossômico, altamente polimórfico, com doze alelos (Tan 1946).

A análise genética para a cor do dorso de *Philaenus spumarius*, cigarrinha da Europa e América do Norte, mostrou que os diversos padrões são determinados por uma série de sete alelos, entre os quais existe uma hierarquia de dominância e co-dominância, ocorrendo, ainda, genes modificadores, que alteram os efeitos de alguns desses alelos (Halkka et al. 1973, 1975a).

Não conhecemos, ainda, a determinação genética das manchas alares de *Zulia entreriana*. A observação preliminar de que as diferentes formas ocor-

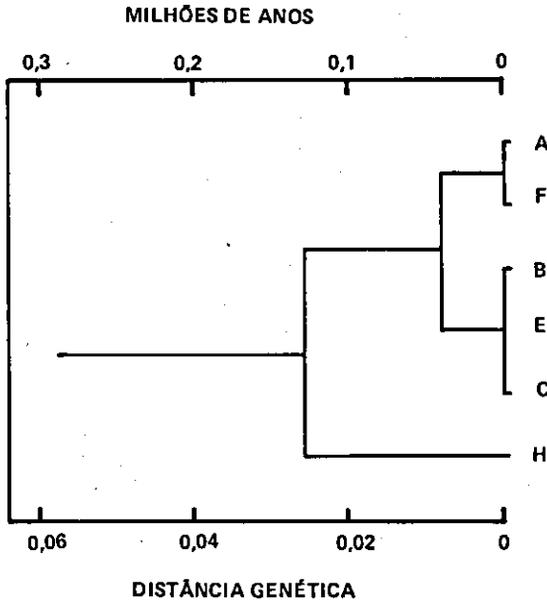


FIG. 3. Dendrograma de similaridade bioquímica, baseado na distância genética (polimorfismo enzimático) entre indivíduos portadores de diferentes padrões de asas (A, B, C, E, F e H), em uma única população de *Z. entretriana*.

rem com frequência diferente em regiões geográficas distintas, sugere a existência de mudanças gradativas nas frequências alélicas ("clines"), como aquelas observadas por Halkka et al. (1974b, 1975b) para o polimorfismo de *Philaenus spumarius*.

Outro fato a sugerir que o polimorfismo cromático de *Zulia* talvez tenha bases genéticas similares ao de *Philaenus* é a expressão fenotípica diferencial entre os sexos. Em *Zulia*, as manchas alares dos machos são menores, em *Philaenus*, a hierarquia de dominância e recessividade dos sete alelos do loco p (pigmentação) é diferente nos dois sexos (Halkka et al. 1973, 1975a).

As análises do polimorfismo enzimático deste trabalho mostraram que, mesmo sem se considerarem as diferenças nas frequências alélicas da EST-1 e EST-2, *Zulia entretriana* distingue-se de *Deois flavopicta* por quatro dentre os doze locos estudados: por apresentar a PGM monomórfica, pela presença da EST-5 e da GOT²⁰⁰ e pela ausência da IDH-2. Assim, 33,3% dos genes estudados são "locos diagnósticos", no sentido mais restrito, proposto por Ayala & Powell (1972) e amplamente discutido por Lewontin (1974).

Os resultados para as duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens situam-se entre os observados para outras espécies de insetos, como também de outros animais que apresentam de 20 a 86% de locos polimórficos, de 5,6 a 18,4% de locos heterozigotos por indivíduos e 1,98 como número médio de alelos por loco (Lewontin 1974, Laing et al. 1976). As cigarrinhas estariam, entretanto, colocadas entre as espécies que apresentam reduzidos valores de variabilidade (Tabela 3).

Se os resultados desta análise preliminar de uma única população, embora feita com um número significativo de genomas, especialmente para *Deois flavopicta*, forem corroborados por análises futuras, indicará que o polimorfismo enzimático desses homópteros sul-americanos é diferente do observado nas grandes e altamente polimórficas populações de *Philaenus* que habitam o sul da Finlândia, aproximando-se mais do grau de variabilidade existente nas pequenas populações desta espécie e que ocorrem nas ilhas costeiras dessa região finlandesa (Saura et al. 1973).

Esta é uma aparente contradição, pois as cigarrinhas, no Brasil, encontram-se disseminadas por vastas extensões territoriais. É possível que a população de Serra Negra (SP), que examinamos, não seja representativa daquilo que ocorre com as cigarrinhas. Na região em que realizamos a amostragem, as cigarrinhas não haviam causado danos de grande monta, sugerindo que a população local era pequena. A baixa variabilidade das isozimas poderia, então, ser explicada por uma preponderância de processos estocásticos, tais como: deriva genética ou efeito de fundador, ou por uma homogeneidade ambiental e fluxo gênico reduzido (Dobzhansky 1970). É possível que, em populações maiores, a variabilidade seja mais extensa.

Além desses processos seletivos, outros fatores poderiam estar atuando nessa população. As correlações observadas entre a variação nas frequências alélicas das isozimas de indivíduos portadores de diferentes padrões de asas e que foram evidenciadas pelo dendrograma de similaridade bioquímica, se corroboradas em análises futuras, indicariam que outros processos seletivos estão agindo nessa população de *Zulia entretriana*. Uma das possibilidades seria a existência de cruzamentos preferenciais entre indivíduos portadores de determinados

padrões das asas, o que levaria a uma divergência genética para outros locos gênicos. Fato indicativo neste sentido foi a observação de que a população de *Zulia* não estava em equilíbrio de Hardy-Weinberg para as duas esterases polimórficas, apresentando para a EST-1 um excesso de homozigotos.

O exame da similaridade genética de diferentes populações e uma análise mais extensa da população, objeto deste estudo preliminar, poderão indicar qual dos processos é o principal responsável pela baixa variabilidade aparentemente existente nestas duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens.

CONCLUSÕES

1. O polimorfismo cromático das asas é muito freqüente em *Z. entreriana* e raro em *D. flavopicta*.

2. A variabilidade alélica de locos que codificam isozimas não é muito elevada, o que coloca as duas espécies de cigarrinhas entre aquelas que apresentam um baixo grau de variabilidade genética.

3. As duas espécies são distintas, uma da outra, por 33,3% dos locos isoenzimáticos estudados.

4. As populações de ambas as espécies não estavam em equilíbrio de Hardy-Weinberg para a maioria dos locos polimórficos.

5. Existem evidências de uma correlação entre as freqüências alélicas dos locos polimórficos e determinados tipos de padrões das asas de *Z. entreriana*. Isto permitiu construir um dendrograma de similaridade bioquímica indicando possíveis diferenciações intra-específicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. C. Pavan e Dr. F.M. Sene, pela leitura crítica do manuscrito; a André Rogatko, pelo auxílio nos métodos de computação; à Sra. Thelma Picard Stünkel, pelo desenho das figuras; à FAPESP, pelo suporte financeiro (Biol. 76/0086), e à EMBRAPA, pela bolsa de Pós-Graduação concedida a um dos autores (Lyria Mori).

REFERÊNCIAS

- AYALA, F.J.; & POWELL, J.R. Allozymes as diagnostic characters of sibling species of *Drosophila*. Proc. Nat. Acad. Sci., 69:1094-6, 1972.
- TRACEY, M.L.; MOURÃO, C.A. & PÉREZ-SALAS, S. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group. IV. Genetics, 70:113-9, 1972.
- BREWER, G.J. An introduction to isozymes techniques. New York, Academic Press, 1970. 153p.
- BUSCH, G.L. & HUETTEL, R.N. Starch electrophoresis of tephritid proteins; a manual of techniques. Austin, USA, University of Texas at Austin, 1972. Mimeografado.
- CARTER, N.D. & PARR, C.W. Isozyme of phosphoglucose isomerase in mice. Nature, 216:511, 1967.
- DOBZHANSKY, T. Genética do processo evolutivo. São Paulo, Polígono, 1970. 453p.
- _____. Geographical variation in lady-beetles. Am. Nat., 67:97-126, 1933.
- DOMINGUES, J.M. & SILVA-SANTOS, E.M. Estudo de biologia de cigarrinhas-das-pastagens *Zulia entreriana* Berg. 1879, e sua curva populacional no norte do Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, EMCAPA, 1975. 42 p. (Boletim técnico, 2).
- GUAGLIUMI, P. Pragas da cana de açúcar: Nordeste do Brasil. s.l., Instituto do Açúcar e do Alcool, 1975. 622p. (Coleção Canavieira, 10).
- _____. TENÓRIO, E.C.; MENEZES, C. & BOAS, A.M.V. Plantas hospedeiras das cigarrinhas. Com. Combate à Cigarrinha no Estado de Pernambuco, 5:7-86, 1972.
- HALKKA, O.; HALKKA, L.; HOVINEN, R.; RAATIKAINEN, M. & VASARAINEN, A. Genetics of *Philaenus* colour polymorphism; the 28 genotypes. Hereditas, 79:308-10, 1975a.
- _____. RAATIKAINEN, M. & HOVINEN, R. The genetic basis of balanced polymorphism in *Philaenus* (Homoptera). Hereditas, 74:69-80, 1973.
- _____. RAATIKAINEN, M. & HALKKA, L. Conditions requisite for stability of polymorphic balance in *Philaenus spumarius* (1). (Homoptera). Genetica, 46:67-76, 1976.
- _____. The founder principle, founder selection, and evolutionary divergence and convergence in natural population of *Philaenus*. Hereditas, 78:73-84, 1974a.
- _____. Radial and peripheral clines in northern polymorphic populations of *Philaenus spumarius*. Hereditas, 78:85-96, 1974b.
- _____. & VILBASTE, J. Clines in the colour polymorphism of *Philaenus spumarius* in eastern Central Europe. Hereditas, 35:303-9, 1975b.
- LAING, C.; CARMODY, G.R. & PECK, S.B. Population genetics of the cave beetle *Ptomaphagus hirtus*. Evolution, 30:484-98, 1976.
- LEWONTIN, R.C. The genetic basis of evolutionary change. New York, Columbia University Press, 1974. 343p.
- MENDONÇA FILHO, A.F. Variações específicas no padrão de *Zulia entreriana* Berg e *Aeneolamia selecta* var. n. (Hom., Cercopidae). In: REUNIÃO DE ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA, L., Itabuna, BA, 1972.
- NEI, M. Genetic distance between populations. Amer. Nat., 106:283-92, 1972.
- POULIK, M.D. Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffers. Nature, 180:1477-9, 1957.
- RAMOS, I. Biologia da cigarrinha-de-pastagens *Zulia entreriana* (Berg 1879) (Homoptera: Cercopidae). Piracicaba, SP, ESALQ, 1976. Tese.

- SAURA, A.; HALKKA, O. & LOKKI, J. Enzyme gene heterozygosity in small island populations of *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera). *Genetica*, 44:459-73, 1973.
- SELANDER, R.K.; YANG, S.Y. & HUNT, W.G. Polymorphism in esterases and hemoglobin in wild populations of the house mouse (*Mus musculus*). *The Univ. Texas Publ.*, 6918:271-338, 1969.
- SHAW, C.R. & KOHEN, A.L. Starch gel electrophoresis of enzymes. In: SMITH, I., ed. *Chromatographic and electrophoretic techniques*. 2.ed. New York, Interscience Publ., 1968. p.325-64.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. *Numerical taxonomy*. San Francisco, Freeman & Company, 1973. 573p.
- SAVALA, E. & HALKKA, O. Geographical variability of frontoclypeal colour polymorphism in *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera). *Ann. Zool. Fennici*, 11: 283-7, 1974.
- TAN, C. Mosaic dominance in the inheritance of colour patterns in the lady-bird beetle, *Harmonia axydiris* Genetics, 31:195-210, 1946.