

ESTUDOS ANATÔMICOS E HISTOLÓGICOS
SÔBRE A SUBFAMÍLIA *TRIATOMINAE*
(*HETEROPTERA*, *REDUVIIDAE*). PARTE XXII. A
ESTRUTURA DA CÔRNEA DE *TRIATOMA*
INFESTANS *

RUDOLF BARTH

Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Guanabara

(Com 12 figuras no texto)

A cutícula da cabeça e do tórax dos Triatomíneos é consideravelmente espessa e resistente, como é o caso também na maioria dos Reduviídeos, fato êste que observamos em diferentes espécies brasileiras desta família, estudadas histologicamente em trabalhos anteriores: *Zelus leucogrammus*, *Arilus carinatus* e *Apiomerus nigricollis*. Os olhos compostos, bem salientes, de *Triatoma infestans* possuem facetas de tamanho muito grande, atingindo 60 a 70 μ . A área, óticamente em função, de cada olho é de quase 3,5 mm², variando em ligeiros limites conforme sexo e tamanho dos exemplares. Nesta área encontram-se porém somente 490 a 510 facetas. Êstes poucos pontos luminosos, produzidos pelas facetas, formam no sistema sensitivo do olho, isto é retínula, bulbo ótico e o centro de visão do protocérebro, uma imagem muito imperfeita dos objetos do campo de visão. O ângulo de visão do olho inteiro é muito aberto, atingindo no plano frontal 200° e no plano sagital-diagonal 210°. Esta abertura reduz ainda a nitidez da imagem. Todos êstes característicos, como facetas grandes em número reduzido, ângulo de visão muito amplo, bem como a lente corneal e a redução das células dos cones cristalinos, indicam que o *Triatoma infestans* e as espécies afins são animais típicos de vida noturna, cujos olhos não são capazes de perceber detalhes do seu ambiente e que servem apenas para a percepção de silhuetas ou vultos maiores e os respectivos movimentos.

Ainda não existe, na bibliografia disponível, uma apresentação especial da córnea dos Triatomíneos. Consideramos, porém, a descrição mais detalhada da estrutura fina das partes cuticulares do olho de interesse especial e também geral, pois (1) os componentes são relativa-

* Recebido para publicação a 30 de abril de 1964.

mente grandes, facilitando a análise, e (2) os cones vítreos são muito reduzidos e as lentes corneais muito aumentadas, comparando-as com aquelas dos olhos de outros insetos. Além disto, notamos ainda (3) que a substância das células dos cones vítreos não é solidificada e não lamelada, compondo-se de protoplasma semi-líquido e homogêneo.

A respeito da córnea dos Artrópodes não existe uma bibliografia especial, pròpriamente dito; as indicações respectivas encontram-se nos trabalhos sôbre o olho inteiro (veja as indicações bibliográficas em PORTILLO (1936) e PFAFF (1952)). Sendo esta bibliografia de interêsse menos importante para nosso problema, limitamo-nos às indicações feitas por alguns autores que se referem aos detalhes da estrutura da córnea. LEYDIG (1864) é o primeiro que reconhece a córnea como sendo uma continuação da cutícula do corpo e menciona também a composição desta de lamelas paralelas. Este fato já foi observado anteriormente por WILL (1840), porém êste autor não interpretou suas observações. BEDAU (1911) comunica a respeito dos Heterópteros aquáticos algumas observações que, em tradução livre, passamos a apresentar em seguida: "A córnea compõe-se de delicadas lamelas isoladas quitinizadas, deixando perceber nitidamente duas camadas, diferentes uma da outra a respeito da espessura e afinidade aos corantes. A interna é mais transparente. Correspondendo à coloração histológica, a camada externa é a mais resistente". Esta observação refere-se ao *Notonecta glauca*; sôbre *Ranatra linearis* êle descreveu fatos semelhantes. Como se observa nos desenhos do trabalho de BEDAU, as lentes corneais dos Heterópteros aquáticos, estudados por êle, possuem bases convexas, especialmente a de *Nepa cinerea*, que se aproxima mais à forma encontrada em *Triatoma infestans*, mas que não atinge o grau elevado de convexidade do animal estudado nesta comunicação. BEDAU não se dedica à estrutura mais fina da córnea.

Os omatídeos dos lepidópteros, estudados por JOHNAS (1911), mostram lentes corneais com base reta ou mesmo côncava. PORTILLO (1911), e ainda mais detalhadamente WIGGLESWORTH (1939), dedicam-se às descrições das propriedades óticas dos omatídeos; o último autor adota as explicações, publicadas por EXNER (1891), dizendo que a lente da córnea funciona como um "cilindro de lentes" que, em virtude da sua composição peculiar, representa uma lente condensora.

MATERIAL E MÉTODOS

Os Triatomíneos foram criados no nosso instituto. Para o fornecimento dos animais usados neste estudo, agradeço aos Drs. Júlio Muniz e Rostan Soares. As cabeças desidratadas de *Triatoma infestans* foram incluídas em parafina com latex. Foram observados cortes de 7 e 10 μ de espessura, corados por vermelho de Congo em luz transparente, e especialmente preparações sem coloração em luz polarizada, com e sem compensadores. Para a análise da estrutura lamelar da córnea e da cutícula, foram feitas fotografias em côres, de modo que, pela pro-

jeção, conseguimos uma ampliação até 5.000 vezes com nitidez ainda satisfatória. As fotografias coloridas foram feitas em filme "daylight", Ektachrome, no microscópio Ortholux da Fa. Leitz, com queimador de xenônio de alta pressão, imbutido. Em alguns casos usamos também projeções de cortes, em distância de 3 a 4 m colocando no tubo reto um espelho de desenho e um ocular fraco (5 vezes), aplicando também a luz de xenônio sem filtros de dispersão. A ampliação mais favorável na projeção com sistema sêco de alto aumento (objetiva 40/0,65; GF) é de aproximadamente 3.000 vezes.

Para a fotografia dos cones luminosos, formados pelas lentes das facetas, uma córnea limpa foi observada no microscópio em posição horizontal, cujo condensador recebeu um feixe de luz quase paralela. Correspondendo ao comprimento das ondas dos componentes da luz branca, os cones luminosos aparecem em azul, quando em focalização baixa (fig. 12), em focalização alta, porém, eles passam para vermelho. Bons resultados deram cópias em preto-branco das fotografias coloridas, sendo assim reduzido o perigo de granulações exageradas na ocasião de ampliações grandes; às vezes algumas cores acentuam ainda o contraste entre certas estruturas com valores de cinza mais ou menos iguais. Compare as figuras 9 e 10.

ESTRUTURA DA CUTÍCULA

Escolhemos, como exemplo, uma parte da cutícula do protergito, onde a estrutura não é modificada por inserções musculares. Na face externa encontra-se a epicutícula incolor, sem estrutura nítida, com uma espessura de 0,5 a 1,0 μ (fig. 1; A; não visível na fig. 6 em virtude da polarização da luz). Segue, depois, a exocutícula com 15 a 20 μ de espessura (fig. 1; B). Mostra uma estrutura lamelar homogênea; as

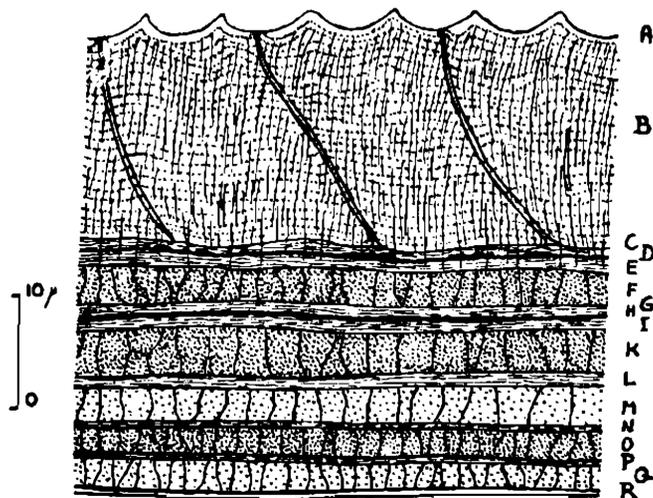


Fig. 1 — Corte transversal da cutícula do protergito. (Explicações no texto).

lamelas são muito finas, com 0,1 a 0,2 μ de espessura. Tôda esta zona é intensamente incrustada por pigmentos escuros e proteínicas; estas últimas podem ser digeridas parcialmente por pepsina, evidenciando-se depois dêste processo as lamelas com muito mais nitidez. Além desta

estrutura horizontal paralela, a exocutícula é atravessada, em sentido vertical, por numerosos canais de pseudo-póros que, na parte basal, penetram parcialmente nas camadas seguintes.

Dentro da exocutícula, os limites celulares da hipoderme, evidenciados durante a formação desta camada, aparecem como linhas verticais acentuadas que atravessam as lamelas horizontais (estas linhas, na fig. 1, são inclinadas devido à direção do corte).

A endocutícula é caracterizada por sua estrutura lamelar (fig. 1; C — R). Consta de um número variável de lamelas mais grossas ou mais finas, sendo estas separadas, uma da outra, por finas camadas intercaladas de proteínas (PFAFF, 1952) (por exemplo na fig. 1; D e H). Cada lamela consta, por sua vez, de tiras paralelas, com corte transversal irregular, adaptando-se uma à outra. Estas atingem uma espessura de 4 a 5 μ sendo separadas, uma da outra, por meio de finas membranas proteínicas que têm contato com as camadas proteínicas horizontais. Estas incrustações podem ser identificadas com os “mantos de proteínas”, descritos por PFAFF (1952), e as tiras com os “Chitinbalken” (tiras quitinosas) do mesmo autor.

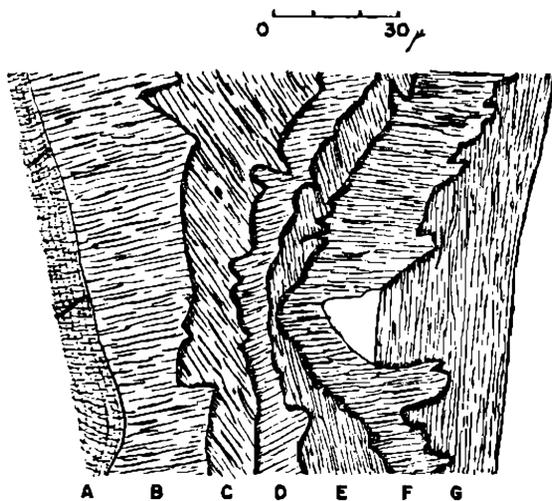


Fig. 2 — Corte transversal, pouco inclinado, da cutícula do protergito, mostrando a direção diferente das tiras quitinosas (Explicações no texto).

As tiras de camadas consecutivas são orientadas em diferentes direções. Na fig. 1, encontra-se, imediatamente embaixo da exocutícula, uma lamela dupla de tiras quitinosas, que se estende no plano do desenho (C e D). Na lamela seguida, as tiras correm quase perpendicularmente à lamela dupla anterior (F), e as tiras aparecem agora em corte transversal. Segue depois mais uma lamela dupla (G, H e I) cujos elementos de estrutura encontram-se, como os da primeira camada dupla, no plano do desenho. Até a última lamela, que forma a base da cutícula (R), existe uma seqüência de camadas alternadas, cujas tiras se orientam ou no plano do desenho, em geral as camadas mais finas, ou em orientação perpendicular à direção anterior. Na fig. 6, o número de lamelas é menor do que na figura 1, porém sua periodicidade é bem evidenciada.

A estrutura fibrilar das lamelas percebe-se especialmente em cortes tangenciais da cutícula, ligeiramente inclinados, como no esquema da

fig. 2, que corresponde à fotografia da fig. 7. Em A aparece a exocutícula; as lamelas B a G são os componentes da endocutícula em aspecto de cima. G corresponde, como lamela inferior, àquela marcada com R na fig. 1. Observa-se ainda melhor esta orientação diferente das tiras quitinosas de lamelas consecutivas, com uma diferença de 90° , em luz polarizada, quando se emprega o compensador de 1 lamna, produzindo-se assim a "teinte sensible" no limite entre as côres de interferência da primeira e segunda ordem, correspondendo à uma diferença de 545 nm.

ESTRUTURA DA CÓRNEA

Pode-se observar a construção da córnea com mais clareza em lugares, onde a cutícula passa para as facetas do anel externo do olho. Esta zona é apresentada, esquematicamente, na figura 3, e fotograficamente na figura 8. A linha A — B (fig. 3) indica aproximadamente

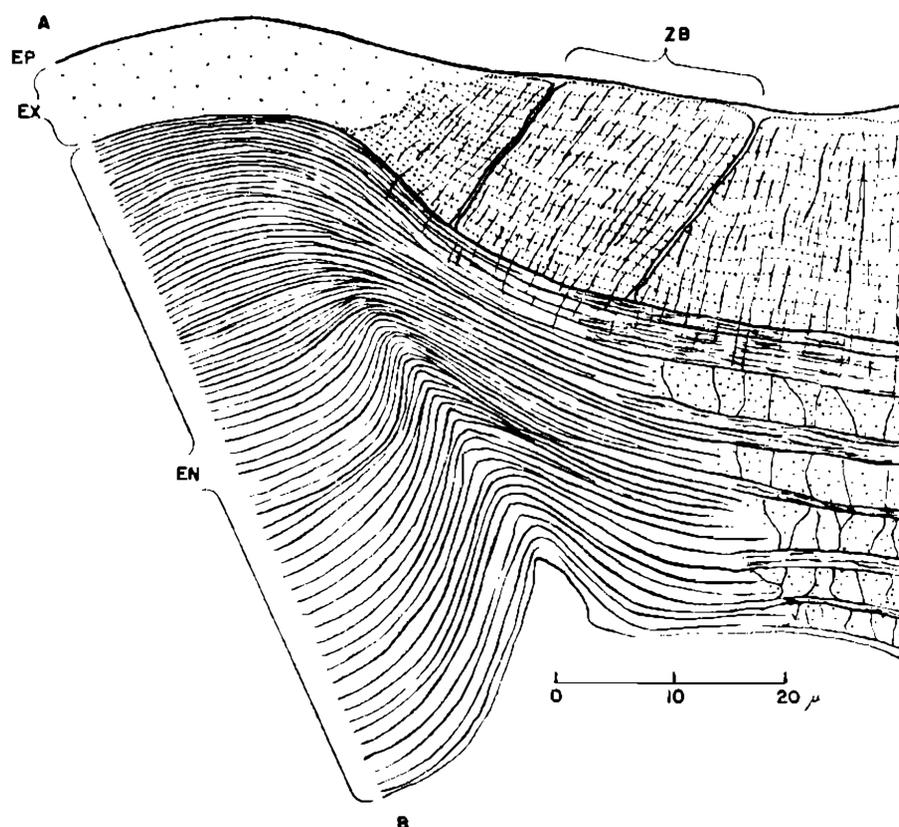


Fig. 3 — Corte transversal da zona periférica do olho mostrando a formação das lamelas da endocutícula. A — B eixo ótico da lente; EN — endocutícula; EP — epicutícula; EX — exocutícula; ZB — largura de uma célula quitinogênea.

a posição do eixo ótico principal da lente. O eixo atravessa a epicutícula (EP), que é uma película incolor, fina, com espessura de menos que $0,2\mu$, depois a exocutícula (EX); esta é uma camada, sem pigmentos e sem estrutura visível, com uma espessura de 6 a 7μ na borda da faceta e 15 a 20μ no seu centro. Depois segue a endocutícula com 70 a 80μ de espessura, composta de numerosas camadas paralelas. Acompanhando-se estas lamelas até a periferia (na fig. 3 para a direita), nota-se então (1) que a epicutícula se engrossa, chegando até 1μ de espessura; (2) que a exocutícula duplica ou triplica sua espessura, adquirindo, logo depois da passagem para a cutícula da cápsula craniana, a estrutura

descrita no item anterior; (3) que as numerosas lamelas da lente convergem e se juntam em grupos; (4) que a exo e a endocutícula, fora da lente transparente da córnea, são carregadas de pigmentos.

Enquanto que a exocutícula, além da redução da sua altura, sofre uma homogeneização da sua substância e ainda perda dos pigmentos, as camadas da endocutícula da cabeça modificam-se mais profundamente. Pouco antes da passagem para a lente, a cutícula compõe-se das camadas de tiras quitinosas, descritas acima. Em uma distância da largura de uma ou duas células da hipoderme (ZB na fig. 3), antes da lente, a estrutura de tiras desaparece e passa para as lamelas paralelas da lente. Nesta altura, formam-se de uma única camada de tiras algumas (3 a 5) lamelas (fig. 8; à esquerda da lente) que, orientadas paralelamente uma à outra, atingem a periferia da faceta. Em um caso, escolhido como exemplo, a endocutícula consta de 8 camadas de tiras quitinosas, cujo número antes da faceta se aumenta até 18.

No limite entre cutícula e faceta, as lamelas curvam-se para cima, seguindo ao percurso da exocutícula. Ao entrar na faceta, elas ramificam-se, ou melhor delaminam-se várias vezes, de modo que seu número, no caso citado, aumenta até 60. Estas formam em seguida a parte endocuticular da lente. O limite desta é caracterizado pela linha de modificação simultânea de orientação de tôdas as lamelas. A porção superior destas continua a acompanhar a convexidade da exocutícula, enquanto que as restantes descrevem uma curva aguda, dirigindo-se depois disto para baixo. As extremidades das curvas das lamelas encontram-se em uma linha vertical, que, em direção para a superfície converge com o eixo ótico principal. Assim, a lente é mais estreita no seu pólo apical (35 a 40 μ) do que na sua base (50 a 60 μ) (figs. 9 e 11).

A exocutícula forma, no centro da lente, um engrossamento regular de modo que, considerando-se também a convexidade apical, ela forma uma lente biconvexa (fig. 4). A face basal da lente exocuticu-

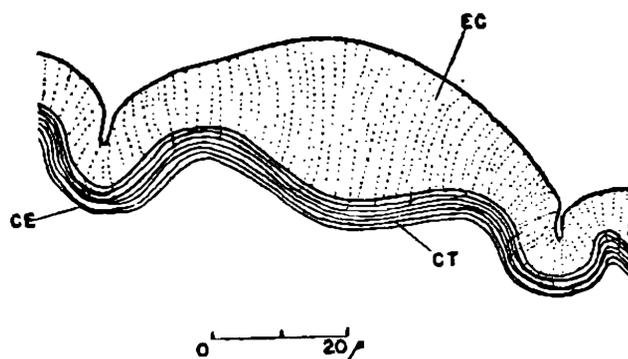


Fig. 4 — Corte da lente coletora exocuticular (EC) de uma faceta. CE — confluência de lamelas; CT — lamelas superiores da lente.

lar é acompanhada pelas numerosas lamelas da endocutícula das quais, dentro da lente, cada uma se apresenta em forma de manto de um cone. Os cones encaixam-se, um no outro, de maneira que as pontas dos cones se localizam em uma linha que corresponde ao eixo principal do maior cone, e com isto ao eixo ótico principal da lente inteira. As bases dos cones situam-se na linha, onde as lamelas, no limite da lente, mudam súbitamente sua direção. O limite lateral da lente não é uma estrutura

anatômica, porque as lamelas não sofrem nenhuma interrupção; a limitação deve ser considerada como sendo puramente fisiológica pelo fato que os raios luminosos, que atingem a faceta fora da linha circular das bases dos cones lamelares, não podem ser capturados pela lente, de modo que a linha C — D na figura 3 representa o limite ótico lateral. Esta forma, correspondendo à estrutura total da faceta, é uma linha circular (fig. 5; CI).

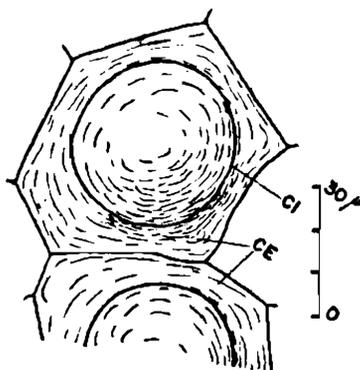


Fig. 5 — Faceta em aspecto de cima. CE — prisma hexagonal com lente central (CI).

Cada uma das lentes coloca-se no centro de um prisma hexagonal. Em corte longitudinal (fig. 9; aos dois lados da lente; fig. 10; à direita), aparece a estrutura lamelar do prisma. Como na zona entre cutícula da cabeça e a lente (fig. 3), observa-se também aqui uma fissura paralela das lamelas no lugar onde estas passam para a lente. Esta linha corresponde à limitação ótica lateral da lente, mencionada em cima. Em um caso estudado, o número das lamelas do prisma era de 23, enquanto que a lente correspondente possuiu 48 lamelas. A base dêste “manto de prisma”, com limitação externa hexagonal e interna cilíndrica, penetra em forma de cone no interior do omatídio (fig. 9, à direita), porém não tem relação direta com o aparelho dióptrico, sendo óticamente separada da lente porque as lamelas das duas partes se encontram em um ângulo muito agudo; além disto encontram-se, embaixo dêste “manto de prisma”, vários grupos de células de pigmento. Os prismas capturam também luz, concentrando-a no seu próprio eixo ótico, que neste caso é circular, aparecendo em corte longitudinal da figura 9 como linha escura. A luz finalmente é eliminada pelo pigmento. Este dispositivo separa os cones luminosos das lentes do olho de modo que no fundo do olho se formam impressões óticas isoladas.

As lentes da zona central da córnea são homocêntricas, isto é, que sua construção é simétrica e seu eixo ótico é reto (figs. 9 e 10). Nas regiões periféricas do olho, a estrutura lamelar das lentes torna-se mais assimétrica, isto é que os cones que compõem a lente são inclinados e o eixo ótico da lente inclina-se igualmente. Esta inclinação é menor nos cones de lamelas superiores e mais acentuada nos cones inferiores, de modo que o eixo ótico da lente é curvado; esta deformação se verifica sempre no sentido para o ponto central do olho onde se encontram os prolongamentos dos eixos de todos os omatídeos (fig. 11). Trata-se, nos elementos periféricos, de uma forma de omatídeos heterocêntricos com o eixo ótico curvado.

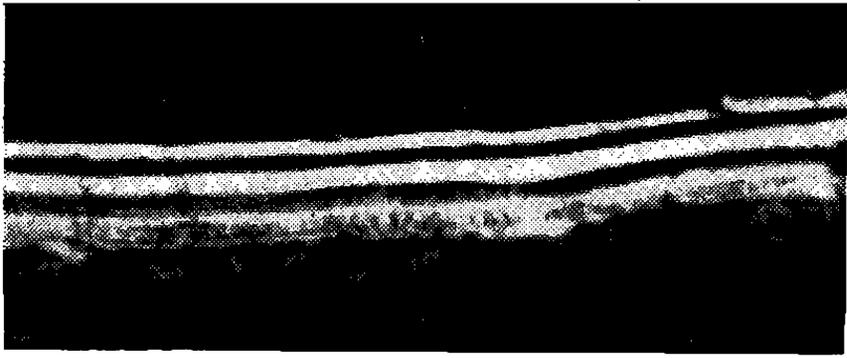


Fig 6



Fig 7



Fig 8

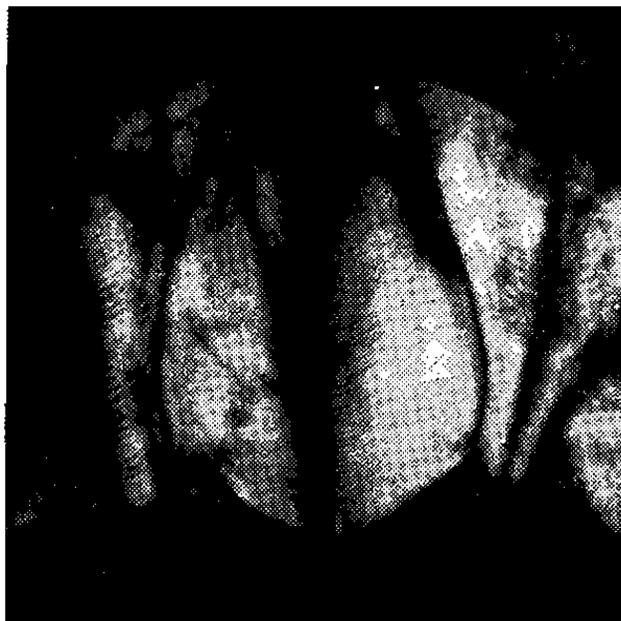


Fig 9



Fig 10



Fig 11

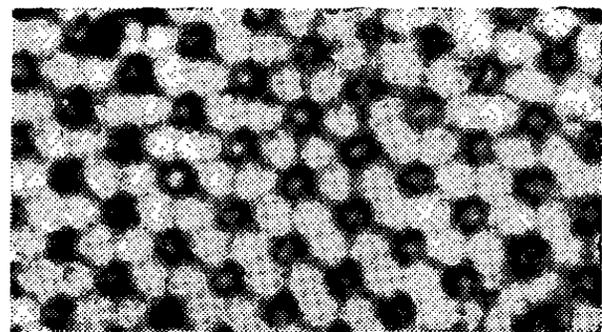


Fig 12

Fig. 6 — Corte da cutícula do protergito em luz polarizada; fig. 7: corte tangencial inclinado da cutícula do protergito em luz polarizada; fig. 8: corte da região periférica do olho, mostrando a formação de lamelas, em luz polarizada; fig. 9: corte de uma faceta homocêntrica, em luz polarizada; fig. 10: corte de uma lente homocêntrica, em luz polarizada; fig. 11: corte de uma faceta heterocêntrica, em luz polarizada, fig. 12; fotografia através da córnea. Os círculos mostram os eixos óticos das lentes, apresentados pelos cones luminosos azuis (focalização baixa).

RESUMO

Descreve-se a composição da córnea do olho de *Triatoma infestans*, chegando-se aos seguintes resultados:

1 — A faceta de um omatídeo consta de uma lente quitinosa central, incluída dentro de um prisma hexagonal cuticular que, em virtude da sua construção, contribui decisivamente para o isolamento ótico da lente.

2 — A lente é formada (1) pela epicutícula superficial, muito fina, (2) pela exocutícula quase homogênea e (3) pela endocutícula lamelada. A exocutícula apresenta-se em forma de uma lente coletora, sem qualquer pigmento. A endocutícula, também sem pigmentos, compõe-se de numerosas (50 a 80) lamelas cuticulares, em forma de cones encaixados, um no outro, de modo que as extremidades dos cones se encontram no eixo ótico da lente. A lente corresponde à um cristal monaxial.

3 — A córnea é a continuação da cutícula da cabeça; as camadas desta, compostas de tiras quitinosas, coladas por proteínas entre si, desintegram-se em numerosas lamelas.

4 — As propriedades óticas das lentes correspondem às de um cilindro de lentes no sentido de EXNER (1891).

5 — Os omatídeos centrais do olho são homocêntricos, os periféricos heterocêntricos com eixo ótico curvado.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird die Zusammensetzung der Cornea des Auges von *Triatoma infestans* beschrieben; es ergeben sich folgende Resultate:

1. Die Fazette eines Ommatidiums besteht aus einer zentralen Linse, die zentral in einem hexagonalen, cuticularen Prisma eingeschlossen ist, das wegen seines Aufbaus zur Isolierung der Linse entscheidend beiträgt.

2. Die Linse wird gebildet von (1) der oberflächlichen, sehr dünnen Epicuticula, (2) der fast strukturlosen Exocuticula und (3) der lamellierten Endocuticula. Die Exocuticula ist als biconvexer Kollektor ausgebildet und pigmentlos. Die Endocuticula, ebenfalls pigmentlos, besteht aus zahlreichen (50 bis 80) cuticularen, kegelförmigen Lamellen, die in einander geschachtelt sind, so dass die Kegelspitzen auf der optischen Achse der Linse liegen. Die Linse entspricht einem einachsigen Kristall.

3. Die Cornea geht aus der Kopfcuticula hervor, indem sich deren Balkenschichten in zahlreiche Lamellen zerlegen.

4. Die optischen Eigenschaften der Linse entsprechen denen eines Linsenzylinders im Sinne EXNERS (1891).

5. Die zentral gelegenen Ommatidien sind homozentrisch, die peripheren heterozentrisch mit gebogenen optischen Achsen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDAU, K., 1911, Das Fazettenauge der Wasserwanzen. *Zeitschr. wiss. Zool.*, 47: 417-456, 5 figs., 2 ests.
- EXNER, S., 1891, *Die Physiologie der facettierten Augen von Krebsen und Insekten*. Leipzig, 1891. (cit. WIGGLESWORTH, 1939).
- JOHNAS, W., 1911, Das Facettenauge der Lepidopteren. *Zeitschr. wiss. Zool.*, 47: 218-261, 3 figs., 3 ests.
- LEYDIG, F., 1855, Zum feineren Bau der Arthropoden. *Muellers Arch. Anat. Physiol.*, Jhg. 1855: 376-480.
- LEYDIG, F., 1864, *Das Auge der Gliedertiere*. Tuebingen, 1864. (cit. BEDAU, 1911).
- PFAFF, W., 1952, *Untersuchungen ueber den Aufbau der Insektencuticula etc.* Diss. Bonn, 1952, 47 pgs., 14 figs., 24 ests.
- PORTILLO, J. DEL, 1936, Beziehungen zwischen den Oeffnungswinkeln der Ommatidien, Krue mmung und Gestalt der Insektenaugen und ihrer funktionellen Aufgabe. *Zeitschr. vergl. Physiol.*, 23: 100-145, 89 figs. (bibliografia dos problemas afins).
- WIGGLESWORTH, V. B., 1939, *The principles of insect physiology*. London, 1939, VIII + 434, 316 fgs.
- WILL, 1840, *Beitraege zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit facettierter Hornhaut*. Leipzig, 1840. (cit. JOHNAS, 1911).