

LA FACULTAD DE LAS MARIPOSAS PARA DISTINGUIR NUMEROS FIGURADOS

E. E. Leppik

Augustana College, Sioux Falls, South Dakota

* * * * *

Desde el descubrimiento de los "bailes" de las abejas por KARL v. FRISCH (FRISCH 1950; GRIFFIN 1953) y de las "luchas" de las abejas por el autor de este artículo (LEPPIK 1950, 1951 a; BOLLE 1952), diferentes observaciones más se han realizado acerca del comportamiento de los insectos. El trabajo intenso de muchos investigadores nos ha hecho capaces de descifrar finalmente los códigos de comunicación entre insectos y de interpretar así el "lenguaje de señales de las abejas". (FRISCH 1950; SCHNEIRLA 1951; LEPPIK 1953 a, b; GRIFFIN 1953; KALMUS 1953).

El próximo problema que surgió es el siguiente: pueden los insectos contar y distinguir números? Y si pueden, hasta qué grado? Los experimentos y las observaciones han demostrado que la abeja es capaz de distinguir números de 1 hasta 12, caso que estos números sean expresados por figuras simétricas y en diferentes colores (foto 1). Los resultados de esta investigación han sido publicados ya en diferentes artículos y no necesitan ser discutidos en este informe (LEPPIK 1953 b).

Según una nueva investigación realizada en el Instituto Tropical de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador he obtenido el siguiente resultado:

Las mariposas son capaces de distinguir ciertas combinaciones de números, caso que éstos les sean ofrecidos en símbolos bien definidos (foto 1).

Como símbolos he usado en esta investigación tipos de flores tri-, tetra-, penta- y polipétalas o sus imitaciones. El método correspondiente está descrito en las publicaciones arriba mencionadas (LEPPIK 1953 c, véase también foto 4).

Desde el punto de vista del entero biótico o del holon, he aplicado en esta

investigación una nueva teoría hologenética, la cual se ha probado bastante ventajosa en este trabajo y ha ayudado considerablemente para aclarar las últimas relaciones que existen entre el insecto polinizante y los tipos locales de flores.

El autor de este artículo agradece muchísimo al Dr. ARISTIDES PALACIOS, Director General del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas, su ayuda técnica y constante interés en esta labor.

Hologenia, un nuevo giro de la investigación biológica

La hologenia representa una nueva tendencia descriptiva de la investigación biológica que estudia la naturaleza desde el punto de vista del entero biótico, del holon. Se trata de investigar sintéticamente los problemas fundamentales de la biología, tales como evolución, origen de las especies, selección natural y dependencia mutua de los organismos entre sí.

La aplicación de métodos hologenéticos nos ha prestado un valioso servicio en el estudio de la polinización por insectos en conexión con los tipos de flores. El comportamiento y las facultades de los insectos polinizantes nos prestan ahora nuevos conocimientos acerca de sus relaciones con diversos tipos de flores. El valor de los métodos hologenéticos para la agricultura ya está demostrado y discutido en diversos artículos.

El Dr. ADOLF MEYER-ABICH, catedrático de la Filosofía e Historia de las Ciencias Naturales de la Universidad de Hamburgo (Alemania), tiene que ser mencionado aquí como uno de los representantes más activos del nuevo concepto de la hologenia.

De cómo una mariposa usa números

La mariposa usa números de una manera bastante diferente de los humanos. Una mariposa no sabe "contar", pero es fácilmente capaz de recordar los números, en caso que éstos estén expresados por distintas figuras simétricas; ella realmente no manobra con números en nuestro sentido, sino con ciertos símbolos que corresponden a combinaciones definidas de números. Un insecto p. ej. es capaz de distinguir 5 objetos de 4, en caso de que las 5 unidades estén arregladas en simetría radial y los 4 objetos en simetría crucial (foto 1).

El hombre trata analíticamente los números separándolos y contando la suma de las unidades expuestas. Al contrario, un insecto trata sintéticamente, combinando objetos singulares para una figura simétrica, la cual reconoce y recuerda como un entero. El hombre cuenta de 1 hasta 2, 3, 4, 5, etc., de números más pequeños, hasta números mayores. Los insectos desarrollan su sentido de número en dirección opuesta, de los números más grandes de objetos, hasta los más pequeños. Los insectos empiezan generalmente con "mucho" y desarrollan su "conocimiento" en dirección de "poco", 5, 3, 2 y 1. Evidentemente éste es también el desarrollo histórico del sentido de números en los insectos. Los insectos más primitivos disponen de un solo sentido para "mucho" y "poco", mientras los grupos más desarrollados son capaces de distinguir también 5, 4, 3, 2 y 1.

¿Por qué los insectos necesitan distinguir números?

La vida de los insectos que favorecen la polinización depende completamente de las cantidades de néctar y polen que las fanerógamas les ofrecen. Pero los depósitos de néctar están escondidos dentro de las flores y por eso no pueden ser reconocidos a grandes distancias, desde las cuales normalmente buscan los insectos su alimentación. Además la mayoría de las especies vegetales posee una estructura floral muy especial para proteger sus depósitos de néctar contra el pillaje. Algunas flores disponen de mecanismos complicados que los in-

sectos polinizantes deben conocer antes de poder obtener los depósitos de néctar.

Todo esto transforma la busca de alimentos en un negocio bastante complicado que requiere de parte de los insectos polinizantes una aptitud muy particular y un alto grado de capacidades psíquicas. La facultad de distinguir números representa por eso un sentido muy valioso para un insecto polinizante. Si posee cierta experiencia sabe reconocer flores tri-, tetra-, penta-, hexa- y polipétalas, desde una distancia considerable. Tal aptitud da a un insecto una ventaja muy distinta en el concurso con insectos polinizantes menos especializados.

Sin embargo, un erudito reconoce un tipo floral como un entero, lo que significa más que la simple suma de todos sus caracteres: tamaño, color, número de partes florales, simetría, olor, etc.

Algunas tendencias hologenéticas de la flora de El Salvador

Algunos tipos entre las fanerógamas de la América Central demuestran que esta flora hologenéticamente es todavía joven y en un desarrollo ascendente. He aquí algunos pocos ejemplares observados en El Salvador.

Las figuras de la segunda foto nos muestran las tres tendencias hologenéticas principales entre las flores compuestas:

1. *Bidens*, *Ageratum* (foto 2, a la izquierda): numerosas flores pequeñas están unidas a una cabeza no diferenciada.
2. *Melampodium* (foto 2, al centro) y muchas más, con flores diferenciadas. Las flores pluripétalas están arregladas en un simple tipo radial, semejante a una semilla.
3. *Sclerocarpus* (foto 2, a la derecha) y flores similares, han reducido sus radios hasta 5, 4 ó 3, representando de esta manera los correspondientes símbolos numéricos de los insectos (comp. foto 1).

La población de los insectos polinizantes de plantas de El Salvador

La abundancia y variedad de los insectos polinizantes en los trópicos es admirable. Hay una infinidad de mariposas, polillas, abejarrones, abejas salvajes (*Trigona*,

Scaptotrigona), coleópteros, moscas y colibrís, prósperos con el abastecimiento rico en néctar y polen ofrecido por la flora tropical extremadamente abigarrada.

Muchos grupos de mariposas de los órdenes de los Micro- y Macrolepidópteros actúan como los principales portadores de polen en los trópicos. Constantemente visitan las Compósitas y las Legumbres, grupos de plantas preponderantes en Centro América.

Los abejarrones, polinizantes que predominan en todos los países del norte, solamente desempeñan un papel diminuto en los trópicos. Algunas pocas especies quedan principalmente restringidas a las montañas. Las "flores de abejarrones", tan comunes en el norte, son rarísimas en la flora tropical. En El Salvador, el autor pudo registrar unas especies de abejarrones que visitaban la *Mimosa pudica*, *Dichromena ciliata*, *Baltimora recta*, *Ageratum conyzoides* y muchas otras plantas. El Dr. G. KRUSEMAN de Amsterdam (Holanda), identificó mi material y su propia colección de El Salvador, comunicando solamente tres nombres: *Bombus mexicanus* CRESS, *Bombus ephippiatus formosus* SMITH y *Psithyrus guatemalensis* CKLL., además *Eulema surinamensis* (L.) sensu FRUN.

Los colibrís (Trochilidae) no son muy numerosos pero son los polinizadores más activos e "inteligentes" en los trópicos. Muchas "flores de colibrís" indican su importante actuación selectiva y su influencia dirigida a la evolución de los tipos florales. Estas pequeñas aves no visitan flores corrientes pero ponen los ojos en sus plantas especiales. En la Laguna Verde, lago dentro de un viejo cráter volcánico, situado a 1600 mts s.n.m. se pudo observar una gran cantidad de colibrís durante el mes de agosto de 1953. Numerosas aves de tres diferentes especies se concretaban a una sola planta: *Asclepias curassavica* L. una representante tropical de la familia de las Asclepiadáceas (vencetósigo). Con una habilidad y velocidad sorprendente visitaron solamente este vencetósigo y no tocaron ninguna otra planta en la vecindad.

Evidentemente ésta no era ni la primera ni la última vez que los colibrís actuaban con este vencetósigo. La planta ha respondido a sus preciosos visitantes desarro-

llando un néctar rico y atractivas flores anaranjadas-áureas de un tamaño considerable.

Según las observaciones del Dr. FELTEN (Frankfurt/Main) se puede sospechar de unas especies de murciélagos (Quirópteros) como polinizantes de algunas flores nocturnas de El Salvador. Durante la estación seca estos animales succionan néctar y también pueden actuar como portadores de polen.

El Sr. W. B. HEED de la Universidad de Texas, coleccionó moscas del género *Drosophila* durante la estación lluviosa de 1954 en Centro América. Encontró una nueva especie de *Drosophila* en las flores de las aráceas de El Salvador, Honduras y Nicaragua. *Drosophila floricola* y *Drosophila bromeliae* se hallaron también en flores de *Datura*, cucurbitáceas e hibiscos. Estos se alimentan de las flores y eventualmente pueden actuar como polinizadores de estas plantas.

Todas las flores arriba mencionadas son amarillas, tienen más o menos el mismo tamaño y simetría. Se distinguen de las demás, principalmente, por el número de flores liguladas: indiferenciadas, muchas, pocas, 5 y 3. A pesar de eso, las mariposas investigadas, las pollilas y las diferentes clases de abejas, son todas capaces de distinguir estos números. Todos estos grupos de insectos durante sus visitas se comportan constantes con respecto a los tipos florales arriba mencionados. La misma combinación de números y símbolos puede ser observada también en flores muy pequeñas que están polinizadas por insectos también pequeños.

En la foto 3 (a la izquierda) se encuentra la figura de una grama extraordinaria (Ciperáceas) con distintas flores blancas. Se trata de un caso raro entre las Ciperáceas, plantas que normalmente han sido polinizadas por el viento y por eso no desarrollan flores atractivas.

Dichromena ciliata VAHL., ha arreglado sus hojas superiores en una corola como una roseta. Las partes inferiores de estas hojas poseen un color intensamente blanco y son semejantes a los pétalos de una flor regular. Tal arreglo de las hojas con color blanco es muy semejante a las flores ordinarias y traen polinizadores aún a distancia. Durante el tiempo de nuestras observaciones la planta ha sido visitada regularmente por

abejas silvestres, abejas de miel y raramente también por abejarrones. La planta no produce néctar, pero ofrece polen a sus visitantes. Todos los visitantes observados se han mostrado fieles a esta planta durante sus vuelos. La ventaja de la polinización por insectos está demostrada por la distribución amplia de las Ciperáceas de un área extensa, a veces con abundancia de 112 plantas fértiles por m².

La foto 3, a la derecha, nos representa una inflorescencia de *Lantana camara* L., una Verbenácea que se parece a la cabeza de una Compósita. A pesar de su apretado arreglo, las flores periféricas tienen un color diferente de las centrales y se parecen mucho a las flores radiantes de las Compósitas. El polimorfismo y otros caracteres demuestran el desarrollo progresivo de esta especie. La planta es visitada particularmente por mariposas y polillas.

La *Asclepias curassavica* L. representa otro ejemplar de un tipo en transformación, causado en este caso por colibrís, pero visitado también por grandes mariposas. La planta representa originalmente un tipo para mariposas, pero la presentación de colores fuertemente rojos y amarillos demuestran la influencia de los colibrís, que han sido los visitantes principales durante mis observaciones en la Laguna Verde en agosto de 1953.

Importancia económica

La polinización por insectos representa al fundamento biológico de la agricultura y de la horticultura. Sin insectos que polinicen, ningún árbol frutal es capaz de producir frutas, ninguna planta de legumbres puede producir semillas. Los restos de las legumbres y de las demás plantas polinizadas por insectos nos proveen de un humus especialmente valioso por sus unidades nitrogenadas y nos ayudan a conservar una alta fertilidad del suelo. Ni la agricultura ni la horticultura pueden continuar por un largo tiempo sin insectos polinizantes.

Los resultados de los estudios y descubrimientos recientemente realizados, acerca del comportamiento y de las facultades de insectos polinizantes, son por eso directamente aplicables al progreso de la agricul-

tura y de la horticultura. Muchos problemas básicos de la polinización por insectos se nos presentan en nuevos aspectos. La aplicación de nuevos métodos biológicos significa así una tarea bastante realista para la agricultura y la horticultura. De una agricultura biológica que está adaptada a la fauna local de insectos polinizantes se puede esperar por eso un incremento en la producción.

Los insectos polinizantes y su importancia agronómica en El Salvador

La República de El Salvador posee un clima tropical relativamente suave y su economía radica principalmente en la agricultura. Fincas de café y árboles de frutas tropicales representan la parte más importante de las rentas del estado y de la población.

Excepción hecha del maíz, de la caña de azúcar y de los pastos, las plantas cultivadas aquí en primer lugar necesitan la polinización por insectos. Una de las más importantes riquezas naturales de El Salvador está representada por su fauna extraordinariamente rica de mariposas, polillas y colibrís. Estos insectos y aves son los polinizadores principales del país. Ellos ayudan al mantenimiento de una agricultura intensa y proveen al suelo con un material vegetal muy valioso, rico en nitrógeno. Abejas de miel, abejas silvestres y abejarrones existen en cantidades relativamente pequeñas.

Una mejora de las relaciones mutuas entre la agricultura y su fauna local de insectos polinizantes puede establecer y aumentar la producción. Así se mejorará también constantemente la calidad y la extensión del suelo apto para la agricultura. Al contrario la extensión de insectos polinizantes produce una devastación casi siempre definitiva del país y un deterioro de los suelos. El cultivo unilateral del algodón y la aplicación ilimitada de insecticidas modernos como BHC, DDT y Parathion se han mostrado destructivos para la fauna de insectos polinizantes y productores de humus. Las extensas áreas de los "man made deserts" de los Estados Unidos representan graves señales de alarma frente a una agri-

cultura unilateral y monocultural, por lo cual suelos anteriormente óptimos son deteriorados completamente (LEPPIK 1951 d).

La investigación más detenida de los problemas de la polinización, en combinación con la fauna y flora locales va a rendir por eso un servicio valioso para el desarrollo de la agricultura del país. Los nue-

vos métodos hologenéticos se muestran muy favorables en tales estudios. Para realizarlos no necesitamos laboratorios muy costosos y tampoco un equipo complicado, sino sólo una colaboración íntima entre agricultores y biólogos. Algunas de las actividades futuras de nuestro Instituto Tropical van a procurarse íntimamente de estos problemas.

Lista de las mariposas polinizantes registradas en San Salvador durante la estación lluviosa de 1953*

<i>Anartia f. fatima</i> F. trans ad <i>Anartia f. venusta</i> FRUHST.	<i>Heliconius petiverana</i> DBL. & HEW.
<i>Catopsilia rurina intermedia</i> BTLR.	<i>Hymenitis nero</i> HW.
<i>Chlosyne janais</i> DRURY	<i>Hymenitis oto</i> HW.
<i>Chlosyne lacinia</i> HBN.	<i>Mechanitis lycidice</i> BATS.
<i>Colaenis phaetusa</i> L.	<i>Meganostoma cesonia centralamericana</i> RÖBR.
<i>Dione juno huascama</i> REAK	<i>Opsiphanes tamarindi sykion</i> FRHUST.
<i>Dione vanillae</i> L.	<i>Papilio thoas autocles</i> R. & J.
<i>Dircenna klugi</i> HBN.	<i>Terias nicippe</i> CR.
<i>Euptoieta hegesia</i> CR.	<i>Urania fulgens</i> BSD.
<i>Heliconius anderida discomaculatus</i> WEYM.	<i>Utetheisia ornatrix</i> L.
<i>Heliconius charithonius</i> L.	<i>Victorina epaphas</i> LATR.
	<i>Victorina steneles</i> L.

Lista de las plantas cuya polinización se investigó en El Salvador durante la estación lluviosa de 1953 y 1954**

Leyendas: Tipos: prot.=protegido; cap.=capitado; rad.=radial; tub.=tubular; zigom.=zigomorfo. Números en paréntesis indican tipos tri-, tetra-, penta- o polímeros. El tamaño se indica según el diámetro: muy largo más de 5 cms; largo 3-5 cms; medio = 1.5-2 cms; pequeño = 0.5-2 mm; mínimo = 0.1-0.2 mm.

Nombre	Familia	Tipo	Tamaño	Color
<i>Achimenes longiflora</i> DC.	Gesner.	prot.-tub. (5)	largo	azul
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compós.	cap.-sencillo	medio	azul
<i>Andropogon condensatus</i> HBK.	Gramín.	anemófilo	-	-

*) Identificadas por el Dr. G. KRUSEMAN, Amsterdam (Holanda).

***) Identificado por Dr. P. C. STANLEY, Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras, C. A. El material se conserva en el herbario de Augustana College Sioux Falls, South Dakota, U. S. A.

Nombre	Familia	Tipo	Tamaño	Color
<i>Asclepias curassavica</i> L.	Asclep.	cap.-rad. (poli)	largo	anaranjado
<i>Baltimora recta</i> L.	Compós.	cap.-rad. (5)	medio	amarillo
<i>Borreria tenella</i> (HBK.) CHAM. & SCHL.	Rubiác.	prot.-rad.	pequeño (3)	blanco
<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanác.	prot.-rad.	pequeño	-
<i>Chrysanthellum americanum</i> VATKE	Compós.	cap.-rad.	pequeño	amarillo
<i>Cologania rufescens</i> ROSE	Legum.	zigom. (2+3)	medio	rojo
<i>Crotalaria sagittalis</i> L.	Legum.	zigom. (2+3)	pequeño	amarillo
<i>Crotalaria vitellina</i> KER	Legum.	zigom. (2+3)	medio	amarillo
<i>Cuphea wrightii</i> GRAY	Litrác.	zigom.	-	-
<i>Cyperus ferax</i> RICH.	Ciperác.	anemófilo	pequeño	-
<i>Cyperus mutisii</i> (HBK.) RICH.	Ciperác.	anemófilo	largo	-
<i>Cyperus tenerrimus</i> PRESL	Ciperác.	anemófilo	-	blanco
<i>Desmodium canum</i> (J. F. GMEL.) SCHINZ & THELL.	Legum.	zigom. (2-3)	-	-
<i>Dichromena ciliata</i> VAHL	Ciperác.	simple (poli)	medio	blanco
<i>Elaterium ciliatum</i> COGN.	Cucurb.	prot.-rad.	pequeño	blanco
<i>Euphorbia brasiliensis</i> LAM.	Euforb.	rad. (4)	mínimo (1)	blanco
<i>Euphorbia graminea</i> JACQ.	Euforb.	rad.	mínimo (2)	blanco
<i>Galeana pratensis</i> (HBK.) RYDB.	Compós.	cap.-rad. (3)	mínimo (1-2)	blanco
<i>Galinsoga ciliata</i> (RAF.) BLAKE	Compós.	cap.-rad. (5)	pequeño	blanco
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boragin.	prot. (5)	mínimo (2-3)	azul
<i>Hibiscus chinensis</i> L.	Malvác.	rad. (5)	largo	rojo
<i>Indigofera mucronata</i> SPRENG.	Legum.	zigom.	pequeño	rojo
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenác.	cap.-rad.	medio	amarillo
<i>Lantana trifolia</i> L.	Verbenác.	cap.-rad. (poli)	medio	azul y amarillo
<i>Lippia cardiostegia</i> BENTH.	Verbenác.	cap.-rad.	medio	verde
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (VAHL) KUNTZE	-	zigom. (3,2)	mínimo	azul
<i>Melampodium divaricatum</i> (L. RICH.) DC.	Compós.	cap.-rad. (poli)	medio	amarillo
<i>Melampodium oblongifolium</i> DC.	Compós.	cap.-rad. (5)	pequeño	amarillo
<i>Melochia pyramidata</i> L.	Estercul.	rad.	pequeño	rosado

Nombre	Familia	Tipo	Tamaño	Color
<i>Malvaviscus arborescens</i> CAV.	Malvác.	rad. (5)	largo	rojo
<i>Mimosa pigia</i> L.	Mimosác.	cap.	medio	rosado
<i>Mimosa pudica</i> L.	Mimosác.	cap.	medio	rosado
<i>Nothopanax guilfoylei</i> (COGN. & MARCHE) MERRILL	-	-	-	-
<i>Nymphoides humboldtianum</i> (HBK.) STANDL.	Meniant.	rad. (5)	medio	amarillo
<i>Odontonema callistachyum</i> (S. & C.) KUNTZE	Coral.	prot.-rad.	pequeño	rojo
<i>Panicum maximum</i> JACQ.	Gramin.	anemófilo	-	-
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	-	-	-	-
<i>Paspalum conjugatum</i> BERG	Gramin.	anemófilo	-	-
<i>Paspalum convexum</i> HUMB. & BONPL.	Gramin.	anemófilo	-	estambres blancos
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Gramin.	anemófilo	-	-
<i>Paspalum plicatulum</i> MICH.	Gramin.	anemófilo	-	estambres pardos
<i>Phaseolus atropurpureus</i> DC.	Legum.	zigom.	medio	pardo
<i>Polygala berlandieri</i> WATS.	Poligal.	-	pequeño	-
<i>Rondeletia strigosa</i> (BENTH.) HEMSL.	-	prot.-tub. (5)	pequeño	rojo
<i>Russelia verticillata</i> HBK.	Escroful.	zigom.	pequeño	rojo
<i>Sclerocarpus divaricatus</i> BENTH.	Compós.	cap.-prot. (5)	medio	amarillo
<i>Senecio petasioides</i> GREENM.	Compós.	cap.-rad.	-	-
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) GAERTN.	Compós.	cap.-rad. (3)	mínimo	amarillo
<i>Thunbergia grandiflora</i> ROXB.	Acantác.	prot. (5)	largo	blanco
<i>Tridax procumbens</i> L.	Coral.	cap.-rad. (4-7)	medio	amarillo
<i>Verbena littoralis</i> HBK.	Verbenác.	prot. (5)	mínimo (2)	azulado

Literatura

- BOLLE, Fr.: Bienenkrieg.- Orion 7: 389-393, München 1952.
- FRISCH, K. v.: Bees, their vision, chemical senses and language.- Cornell University Press, 119, 1950.
- GRIFFIN, D. R.: Sensory physiology and the orientation of animals.- Amer. Sci. 41: 209-244, 1953.
- KALMUS, H.: More on the language of the bees.- Sci. Amer.: 60-64, 1953.

- LEPPIK, E. E.: Die durch Insektengifte hervorgerufenen Verwirrungerscheinungen bei Honigbienen.- Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz. **57**: 43-46, Stuttgart 1950.
- - -: Insects' fight for survival seen in phenomenon of "Bees' Struggle".- Agric. Chem. **6** (4), 1951 (a).
- - -: Turmoil among the bees.- Sci. Amer. **185** (2): 34-36, 1951 (b).
- - -: Sind Bienen und Hummeln artstet.- Orion **6**: 707-709, München 1951 (c).
- - -: Pflanzenschutz-Bienenschutz-Insektenschutz.- Anz. Schädlingsbekämpf. **24**: 161-165, 1951 (d).
- - -: The language of bees and its practical application in agriculture.- Amer. Bee J., (11-12): 434-435; 470-471, 1953 (a).
- - -: The ability of insects to distinguish numbers.- Amer. Natur. **835**: 220-236, 1953 (b).
- SCHNEIRLA, T. C.: Bees.- Ecology **32**: 564-565, 1951.

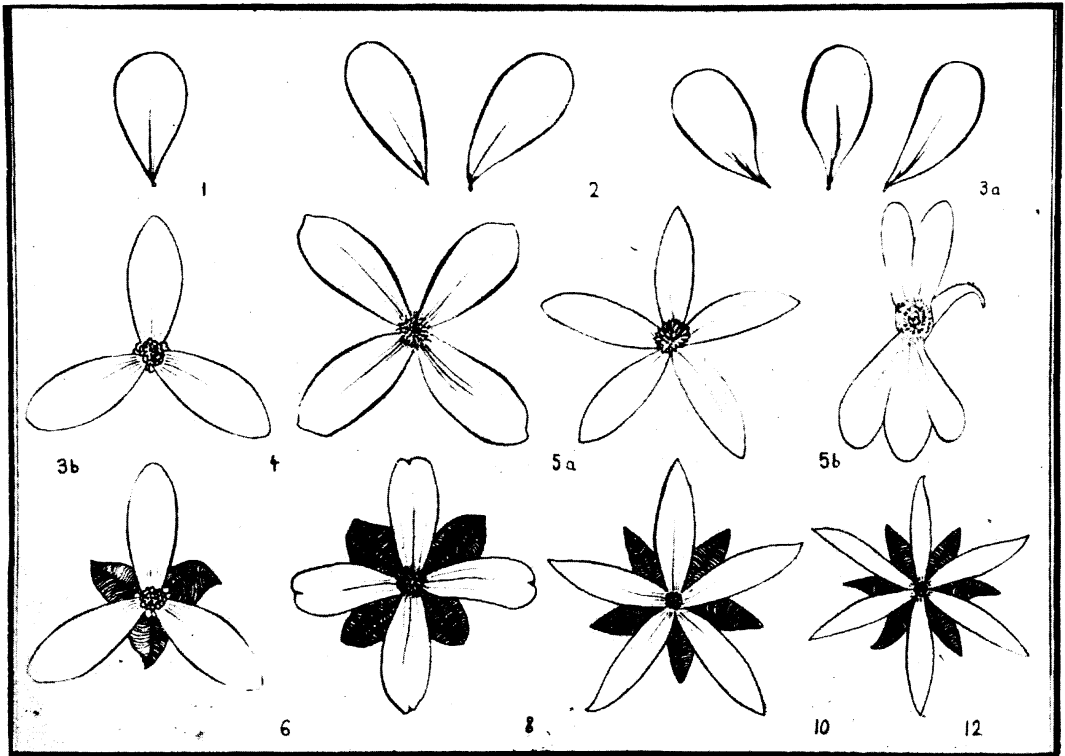


Foto 1. Los dibujos son símbolos para números que los insectos saben distinguir y aprender de memoria. Los mismos símbolos pueden reconocerse por todos los grupos de insectos investigados.

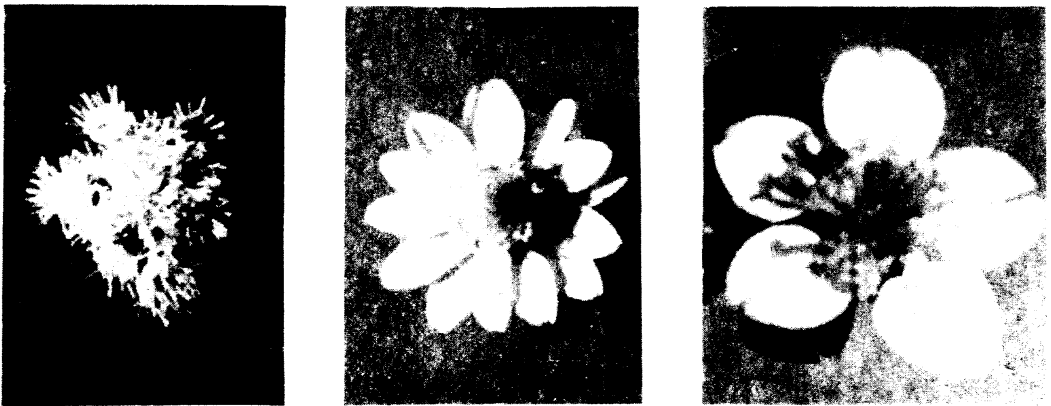


Foto 2. Las fotos representan algunas de las principales tendencias hogenéticas en la evolución de las Compósitas. De la izquierda a la derecha: 1) *Ageratum conyzoides* L. (no diferenciado); 2) *Tagetes* sp. (diferenciado, con muchos radios); 3) *Sclerocaryus divaricatus* (BENTH.) BENTH. & HOOKER (con cinco radios).
Fotos de Dr. H. FELTEN, Frankfurt/Main).

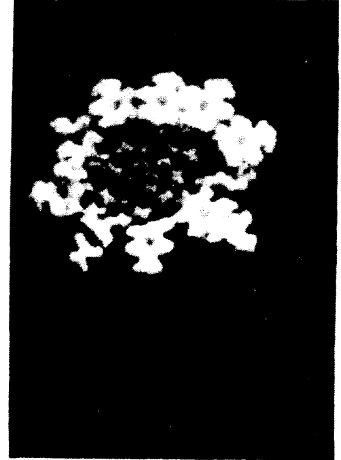
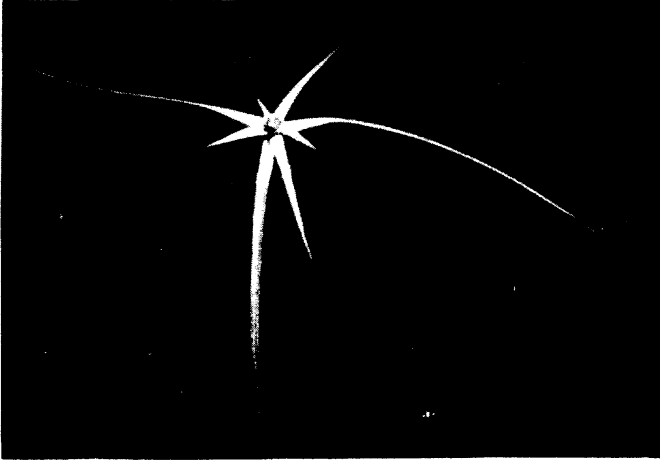


Foto 3. *Dichromena ciliata* VAHL., (a la izquierda) una Ciperácea que atrae, con sus 5-7 (normalmente 6) hojas superiores intensamente blancas, insectos polinizantes.— *Lantana camara* L. (a la derecha) es una Verbenácea pero semejante al tipo floral diferenciado de las Compósitas (cf. el texto). (Fotos de Dr. H. FELTEN, Frankfurt/Main).



Foto 4. Las mariposas se marcaron con manchas de colores en las alas para la observación. A la izquierda: *Papilio thoas autoteles* R. & J.; a la derecha: *Victorina epaphas* LATR. (Fotos de Dr. A. SEILACHER, Tübingen).