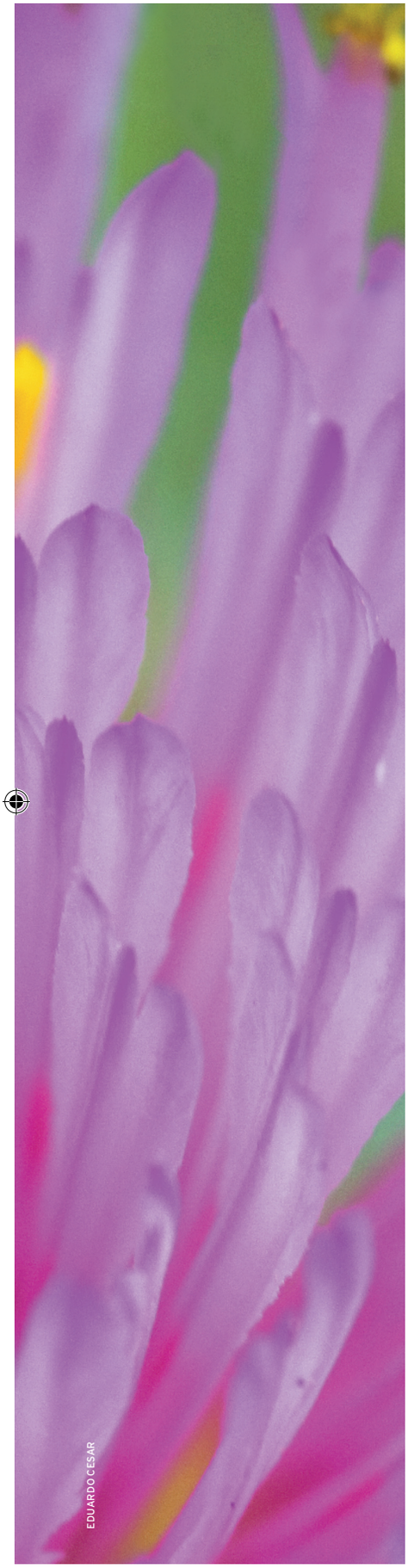
Una hormiga visita la inflorescencia de la rosa del campo (*Gomphrena macrocephala*)

056-059_Cien_Quimica no ar_Es2011.indd 56 02.06.11 19:09:23


EDUARDO CESAR

[ECOLOGÍA]

Química en el aire

Compuestos volátiles controlan la interacción entre vegetales e insectos

Carlos Fioravanti,
desde Pratânia

Publicado en diciembre de 2009

La piña del campo es uno de los pocos puntos rojos en medio del gris reseco de los árboles de una reserva de sabana rodeada de plantaciones de caña de azúcar y eucalipto en una hacienda de la localidad de Pratânia, ubicada en la región central del estado de São Paulo. Las flores de color azul claro y las hojas de la piña (*Ananas ananassoides*) liberan compuestos volátiles que atraen a los colibríes, las abejas y las mariposas en busca de néctar o polen. "La piña mantiene una relación más cercana con los picaflores, pero no impide que otros animales la visiten", dice la bióloga Juliana Stahl, al frente de una investigación dirigida por Sílvia Rodrigues Machado y Elza Guimarães, docentes de la Universidad Estadual Paulista (Unesp) de Botucatú. Los olores que impregnan el aire en montes, plantaciones o jardines, expresan batallas constantes por la supervivencia y muestran que las plantas definitivamente no son pasivas. Luego de millones de años de selección natural, crecieron solamente aquéllas capaces de interactuar con los animales y con otras plantas, liberando compuestos químicos que permiten la defensa o establecen acuerdos muchas veces de ganancias mutuas.

"Las plantas 'manipulam' a sus visitantes", afirma Sílvia. Las investigaciones de su grupo están detallando por qué determinadas plantas atraem a grupos específicos de polinizadores. Están también explicando la formación de compuestos químicos que interesan a los seres humanos. Tatiane Rodrigues, una de las biólogas del equipo de Sílvia, verificó que estructuras secretoras alargadas y redondeadas del tallo y de la raíz de la copaíba producen el aceite que las personas usan para tratar inflamaciones, heridas y micosis, y las plantas, contra los insectos. "Incluso las plantas recién germinadas poseen células secretoras del aceite que les brindan protección contra los predadores", dice. Su compañero Shelley Favorito identificó cinco tipos de glándulas en la superficie de las hojas de *Lippia stachyoides*,

056-059_Cien_Quimica no ar_Es2011.indd 57 02.06.11 19:09:26

Una abeja llega a la *Diplopterys pubipetala* en busca de aceite

CLÍVIA POSSOBOM/ ELZA GUIMARÃES/ UNESP

que producen aceites de olor fuerte que impermeabilizan las hojas y ahuyentan a los predadores.

El mejor conocimiento de estas interacciones ayuda a definir especies de plantas y animales más relevantes para la continuidad de los ambientes naturales. El *Croton glandulosus*, un arbusto de un metro de altura que crece en terrenos abandonados, es una de ellas. Lucia Maria Paleari, investigadora de la Unesp de Botucatú, aún no deja de impresionarse con la diversidad de abejas, pulgones, moscas, mariposas, cascarudos y hormigas milimétricas que se empachan con las secreciones liberadas por estructuras secretoras de las raíces, tallos, hojas y flores. Uno de los visitantes es la abeja jataí (*Tetragonisca angustula*), que se alimenta del néctar de las flores del *Croton* y produce una miel cuyo litro puede costar 120 reales. Para Lucia, este arbusto, que no compite por luz y nutrientes con plantas cultivables, debería ser mantenido en áreas de cultivos agrícolas en lugar de ser eliminado como maleza, su destino habitual. "El croton alimenta a insectos que podrían actuar como enemigos naturales de ciertas plagas agrícolas", dice.

Una oportunidad – La riqueza de las plantas y animales de Brasil motiva a los propios investigadores del país y de Estados Unidos a interactuar. Uno de los centros que será sede de colaboraciones internacionales es el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Centro de Energía, Ambiente y Biodiversidad, coordinado por José Rodrigues y Tetsuo Yamane, ubicado en la Universidad del Estado de Amazonas (UEA), en la ciudad de Manaos. En la inauguración del instituto, en abril, Jerrold Meinwald, uno de los pioneros del área, hizo hincapié en una conferencia acerca del potencial del país en este campo. "La región amazónica, con una diversidad amplia y muy poco estudiada, representa una oportunidad única para hacer investigaciones", observa. "Una inversión consistente de Brasil en el área podría producir una investigación de nivel mundial y un instituto que podría atraer y calificar líderes científicos."

Una de las integrantes de este grupo que empieza a cobrar forma es la bióloga brasileña Consuelo de Moraes, investigadora de la Universidad del Estado de Pensilvania, quien demostró que los mensajes de las plantas pueden tener destinatarios específicos. "Muchos investigadores no creían en la especificidad de las interacciones de las plantas con otras especies", dice. Como detalló en su artículo publicado en 1998 en *Nature*, la avispa *Cardiochiles nigriceps* distingue la composición de compuestos liberados por el tabaco, el algodón y el maíz atacados por orugas de las especies *Heliothis virescens* y *Helicoverpa subflexa*, y únicamente busca plantas con orugas de la primera especie.

Ahora, en su doctorado, Clívia Possobom reforzó esa posibilidad de que haya mensajes específicos, al verificar que una enredadera de la sabana, la *Diplopterys pubipetala*, mantiene una relación bastante estrecha con abejas de la variedad Centridini. Glándulas ubicadas en la base de la flor producen un aceite que parece servirles solamente a las abejas, que lo usan como revestimiento de los nidos y alimento para las larvas. "No conozco otra función de ese aceite, que solamente sale cuando la abeja raspa la glándula", dice Clívia. Según ella, ese aceite "puede ser una especie de recompensa para los polinizadores, de quienes la *Diplopterys* depende, por ser autoincompatible" (los granos de polen de una planta, aun cuando hayan sido producidos por una flor hermafrodita, solamente podrán germinar si llegan hasta las estructuras femeninas de una flor de otra planta de la misma especie). "Existe un trueque, una coevolución", sostiene Silvia. "Las *Dyplopteris* y las abejas dependen unas de las otras."

Las sustancias liberadas por las plantas pueden guiar a otras plantas, que no siempre son bienvenidas. En una edición de *Science* de 2006, Justin Runyon, Mark Mescher y Consuelo demostraron que la parasitaria *Cuscuta pentagona*, mediante compuestos volátiles, selecciona hospedadores y crece en dirección a éstos. La cuscuta parasita al tomate, la alfafa, la papa, la soja y la cebolla, pero no al trigo, que libera compuestos que la repelen. "Después de germinar, la cuscuta tiene 10 días para encontrar una planta hospedadora", dice Consuelo. "Por no tener raíz ni hojas, de no encontrarla morirá". Otra especie, la *Cuscuta racemosa*, vive en el Bosque Atlántico y tendría un comportamiento similar. No se trata de un ejemplo aislado, pues al menos 4.500 especies de plantas con flores, el equiva-

EL PROYECTO

El rol de las estructuras glandulares de Croton glandulosus *en la interacción tritrófica*

MODALIDAD
Ayuda Regular a Proyecto de Investigación

COORDINADORA
Sílvia Machado – Unesp

INVERSIÓN
R$ 183.752,02 (FAPESP)

056-059_Cien_Quimica no ar_Es2011.indd 58 02.06.11 19:09:27

lente al 1% del total, son parásitas y viven del agua y de nutrientes que extraen de otras plantas.

"La señalización química es la forma de comunicación dominante en la naturaleza", dice Meinwald. La cantidad de tipos de interacciones es prácticamente ilimitada. Para complicar las cosas, las flores o las hojas pueden producir distintos tipos de compuestos mientras crecen. En 2006, Silvia, Elza y Elisa Gregorio, de la Unesp de Botucatú, demostraron que las flores de un arbusto del Cerrado [la sabana brasileña], la *Zeyheria montana*, producen alcaloides que repelen a los visitantes al comienzo del desarrollo de la flor, y terpenos que los atraen cuando los granos de polen están listos para fertilizar otras flores.

Un recado a las otras hojas - Por lo menos mil especies de plantas adoptan este lenguaje químico, de acuerdo con un trabajo de Christopher Frost, del equipo de Consuelo, publicado en *Plant Physiology*. Las plantas liberan al menos tres tipos de compuestos que le confieren a los montes el típico olor a monte. Identificados por las siglas z3HAL, z3HOL y z3HAC, éstos disparan las respuestas contra los parásitos, y así inducen la liberación de sustancias de gusto desagradable. En 2008, en la *New Phytologist*, Consuelo y su grupo describieron las reacciones bioquímicas mediante las cuales una de estas sustancias, la z3HAC, liberada por hojas que están siendo devoradas por insectos, activa la producción de compuestos que refuerzan la defensa en hojas aún intactas de una variedad de álamo, un árbol de las regiones de clima frío. "Si una hoja está siendo atacada, la hoja vecina se prepara para defenderse cuando detecta los compuestos volátiles", dice Consuelo. "Las hojas no conectadas entre ellas se comunican mediante estos compuestos."

Lucia Paleari resolvió mostrar estas interacciones de maneras más emocionantes y le propuso una exposición sobre el *Croton* a un grupo de estudiantes de la Unesp de Botucatú en noviembre del año pasado. Según ella, 2 mil niños, jóvenes y docentes de la enseñanza básica y media conocieron la planta y se impresionaron al ver modelos inmensos de cabezas de insectos y fotos de éstos expuestas en el gimnasio de deportes de una escuela de Botucatú. "Preguntaban cómo es posible que los insectos puedan tener tantas estructuras en la cabeza y cómo lo es que una planta tratada como maleza tenga tantas cosas interesantes y pueda atraer a tantos animalitos distintos", recuerda. "Aprendimos observar con más detenimiento." ■

Artículos científicos

1. FROST, C.J. *et al.* Plant defense priming against herbivores: getting ready for a different battle. **Plant Physiology.** v. 146. p. 818-24. 2008.
2. RODRIGUES, T.M.; Machado, S.R. debelopmental and structural features of secretory canals in root and shoot wood of Copaifera langsdorffii Desf. (*Leguminosae Caesalpinioideae*). **Trees.** v. 23 (5). p. 1013-18. 2009.

EDUARDO CESAR

Insectos copulan bajo la paina de la *paineirinha-do-cerrado (Eriotheca gracilipes)*

056-059_Cien_Quimica no ar_Es2011.indd 59 02.06.11 19:09:32