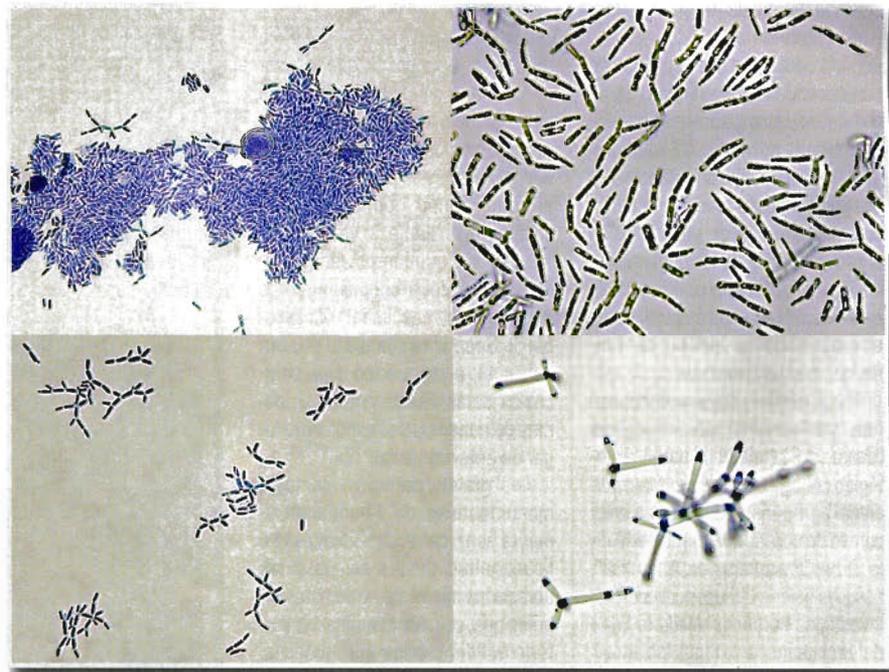




Ladrones florales invisibles (un homenaje a Leeuwenhoek)

También en el mutualismo, esa relación que establecen dos especies cuando obtienen un beneficio mutuo, hay implicados terceros que se aprovechan de las ventajas reservadas a los actores principales.

Los mutualismos, o interacciones mutuamente beneficiosas entre especies, están muy extendidos en la naturaleza. Intervienen especies de todos los reinos y se cree que no existe ni una sola que no esté involucrada al menos en una relación mutualista. Además, ciertos sucesos decisivos de la historia de la vida en nuestro planeta estuvieron ligados a los mutualismos, como el origen de las células eucariotas o la espectacular radiación de las plantas superiores. Se ha sugerido que los mutualismos son como “mercados biológicos” donde unas especies ofrecen en trueque algunas mercancías que les resultan relativamente baratas o fáciles de conseguir, a cambio de productos que les son más costosos o simplemente imposibles de producir. Siguiendo con la analogía, tales mercados representan además un señuelo nada despreciable para otros organismos, que pueden aprovecharse de algunas mercaderías sin entregar nada a cambio a los mercaderes. Son los explotadores de los mutualismos y no creo que exista ninguna relación mutualista que esté libre de aprovechados, rateros y descuidados, tan típicos de cualquier mercado. Tenemos ejemplos cercanos en los llamados “mutualismos de transporte”, como la dispersión de semillas o la polinización por animales, donde se intercambia movimiento (que aporta el animal en beneficio de la planta) por alimento (que aporta la planta en beneficio del animal). En estos mutualismos, el néctar floral y la pulpa de los frutos son las mercaderías que las plantas ofrecen en trueque a sus mutualistas. Pues bien, en nuestras latitudes se comportan como explotadores los herrerillos y pinzones que picotean la pulpa de los frutos sin dispersar las semillas, o los abejorros (*Bombus*, *Xylocopa*) que taladran la base de las flores para sorber el néctar pero que, al no rozarse con las anteras o el estigma de la flor, no cumplen su parte del trueque, que sería transportar polen de una flor a otra.



Paisajes florales microscópicos. Microfotografías del néctar floral de varias especies vegetales: primavera (*Primula vulgaris*, las dos de la izquierda), hierba ballestera (*Helleborus foetidus*, superior derecha) y romero (*Rosmarinus officinalis*, inferior derecha), que ilustran algunas formas de levaduras nectarívoras. Las células de las levaduras son incoloras y traslúcidas, por lo que su presencia es difícil de detectar si no se tiñen con algún colorante. El colorido que ofrecen las fotos es artificial y se debe a la tinción empleada. La estructura globular que se ve en la fotografía superior izquierda es un grano de polen (fotos: Carlos M. Herrera).

que de alimento, como hemos descubierto recientemente en mi laboratorio para varios sistemas planta-polinizador del sur de la península Ibérica.

Pillaje de sacarosa

Igual que cuando se dice “abeja” se piensa en la abeja-oveja (*Apis mellifera*, véase mi artículo en el número 258 de *Quercus*, publicado en agosto de 2007), ignorando así a miles de especies de abejas silvestres, también cuando se habla de “levaduras” se piensa automáticamente en las que usamos para hacer pan o vino, ignorando que se trata de una única especie (*Saccharomyces cerevisiae*) entre miles. Las levaduras son un grupo de hongos y, como tales, no pueden sintetizar su propia materia orgánica usando fuentes inorgánicas. Actualmente hay descritas alrededor de mil especies de levaduras, pero se estima que esta cifra representa solo el 1% de las existentes. Pueden encontrarse levaduras silvestres en prácticamente cualquier tipo de microhábitat terrestre, incluyendo el agua, el suelo, la superficie de las plantas o el interior del cuerpo de los animales. El néctar floral que producen muchas plantas para recompensar a sus polinizadores también contiene levaduras frecuentemente, algo que los microbiólogos conocen desde antiguo pe-

ro cuyo significado había pasado desapercibido para los ecólogos. Quizá haya sido la barrera psicológica que nos distancia por igual de los mundos diminutos y los colosales, o el creer que la presencia de levaduras en el néctar no es más que una anécdota biológica sin consecuencias ecológicas. El caso es que ningún estudioso de los mutualismos planta-polinizador había examinado hasta ahora sistemáticamente el néctar floral al microscopio, cuantificado la abundancia de los microbios y verificado si estos invisibles inquilinos tienen algún efecto sobre las características del néctar.

La fotografía de la izquierda nos muestra varios ejemplos de los paisajes que pueden contemplarse cuando se miran gotitas de néctar floral al microscopio. Ante nuestra vista aparecen densas poblaciones de células de levaduras de una enorme riqueza de formas, invisibles a nuestros ojos pero tan reales como los vistosos pétalos de la flor que las alberga. La densidad de células depende de cada especie de planta, de la edad de la flor, de la época del año o de la especie de levadura, pero no es raro que rondan las 100.000 células por milímetro cúbico de néctar. ¿Qué hacen ahí tantas células inmersas en el néctar? Son los ladrones del mercado. Están explotando el mutualismo planta-polinizador, robando el azúcar que la planta produjo para pagar a sus polinizadores el servicio de mover el polen.

Aplicando sofisticadas técnicas analíticas que permiten trabajar con cantidades ínfimas de producto, pudimos conocer con mucha precisión la composición de los azúcares en las mismas gotitas de néctar donde estábamos estudiando microscópicamente las poblaciones de levaduras. Encontramos que los invisibles ladrones de la fotografía degradan drásticamente el néctar. El néctar “limpio”, recién producido, contiene una alta concentración del disacárido sacarosa (30-35%). La acción de las levaduras pronto convierte al néctar en un agua prácticamente sin azúcar (0'5-1%). Se han comido la mercancía destinada a otros.

No quería dejar de enseñar la foto de la derecha, a pesar de que delata mi argumento prematuramente, pero es una pieza clave para entender esta historia de ladrones invisibles. Las flores son estructuras efímeras, cada una de las cuales dura a lo sumo un par de semanas, generalmente menos. Transcurrido ese plazo la flor dejará de producir néctar y se marchitará. Dado que las levaduras no pueden desplazarse por sus propios medios, ¿cómo logran colonizar rápidamente unas estructuras tan fugaces como las flores? ¿Y cómo emigran luego de las flores antes de que se marchiten, único modo de perpetuar sus poblaciones? Estos diminutos ladrones florales usan un método infalible: se aprovechan del movimiento itinerante de los polinizadores de flor en flor y viajan subidos en ellos, como nos muestra la fotografía. Cuando la probóscide de un insecto se moja en un néctar contaminado por levaduras, queda a su vez contaminada de algunas células, algunas de las cuales serán más tarde transferidas a otras flores a medida que el insecto las vaya visitando. Es decir, los ladrones invisibles no sólo explotan el mutualismo robando el azúcar destinado a los polinizadores, sino que además usan a estos últimos como vectores para viajar de una flor a otra.

Minúsculas curiosidades

La Revolución Científica que se produjo durante los siglos XVI y XVII tuvo la importante consecuencia de modificar la percepción de la especie humana respecto a su ubicación en el universo. Se alude a menudo a la reubicación que propició Galileo al mostrar que nuestro planeta no es más que una partícula ínfima y marginal en un cosmos de dimensiones formidables. El descubrimiento de los abismos de lo insondablemente enorme facilitado por el telescopio tuvo por la misma época su simétrico contrapunto en el descubrimiento de los abismos de lo insondablemente pequeño. Este descubrimiento, de cuyas implicaciones se ha hablado mucho menos, fue posible gracias a los primeros microscopios. Usando un rudimentario microscopio de su invención, Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) descubrió las bacterias y muchos otros



Fotografías del extremo de la “lengua” (técnicamente, la “glosa”) de un abejorro (*Bombus pratorum*) capturado mientras visitaba flores de hierba ballestera (*Helleborus foetidus*). Exceptuando algunos granos de polen fácilmente identificables, las zonas azules (el color se debe a la tinción) de la fotografía principal corresponden a cúmulos muy densos de células de levaduras. La alta densidad y estrecha asociación de las células de levaduras con los pelos de la glosa se aprecia bien en la fotografía de detalle de la esquina superior derecha (fotos: Azucena Canto y Mónica Medrano).

seres unicelulares, demostrando así por primera vez la existencia de vida microscópica unicelular independiente. Sendos avances tecnológicos –telescopio y microscopio– permitieron a Galileo y Leeuwenhoek superar por primera vez las limitaciones que nuestros sentidos imponen al conocimiento del universo, unas limitaciones que habían hecho que Aristóteles y muchos otros creyesen que la Luna era una esfera pulida, lisa y perfecta, o que el Sol giraba alrededor de la Tierra.

Pero es un error pensar, como hacen algunos dirigentes, que el aporte tecnológico basta para garantizar el progreso científico, ni en la época de Leeuwenhoek ni ahora mismo. Hace falta también un ingrediente indispensable y decisivo: la curiosidad. Así de sencillamente lo explicaba el propio Leeuwenhoek al final de sus días en una carta: “mi trabajo no lo he hecho para obtener las alabanzas de las que ahora disfruto, sino principalmente por satisfacer mi ansia de conocimiento.” Una irrefrenable curiosidad llevó a este comerciante de tejidos, nacido pobre y criado sin formación, a manipular la lente del cuentahilos propio de su gremio hasta convertirla en una minúscula esfera de gran aumento. Con ella descubrió un día las bacterias, mirando la sustancia espesa “parecida a mantequilla” acumulada entre los dientes de dos viejos que no se los habían lavado en su vida (“*a little white matter, which is as thick as if ’twere batter*”).

Todo ha cambiado mucho desde los tiempos de Leeuwenhoek. Los dientes carecen hoy (por lo general) de adherencias espesas y los avances tecnológicos permiten, entre otras muchas maravillas, analizar los azúcares de una fracción infinitesimal de microlitro de néctar. Pero no nos engañemos, por mucha tecnología y mucho dinero que una sociedad invierta en ciencia y científicos, los descubrimientos no llegarán si no fomentamos en nuestros jóvenes la curiosidad, la inquietud ante lo desconocido y la capacidad para esperar lo inesperado. Los que tengáis niños, por favor, enseñadles estas fotos y contadles mi historia de ladrones invisibles de azúcar que viajan de flor en flor subidos en las trompas de los abejorros (de la “mantequilla”, mejor no les habléis). ☞

DEDICATORIA

A Pilar Bazaga, Azucena Canto, Isabel García, Maribel Pozo y Clara de Vega, compañeras de exploración de paisajes florales microscópicos.