



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.
Ejemplar de la *Santanderella amado-rinconiana*.

Las orquídeas en la clave del código de barras de la vida

La *Santanderella*, nuevo género de orquídea descrito en Colombia, propicia un enriquecedor diálogo entre los saberes impulsados por Linneo, Mutis y Mendel, en el marco de la Expedición Botánica Molecular del Instituto de Genética Humana de la Pontificia Universidad Javeriana.

Por Marisol Cano Busquets

Sus flores no estaban del todo abiertas, pero las características del ejemplar llamaron la atención del padre Pedro Ortiz, célebre experto en el arte y la ciencia de las orquídeas. Era julio de 2009 y el

Jardín Botánico de Bogotá acogía la tradicional exposición de la Asociación Bogotana de Orquideología.

A los ojos de un fino observador, curtido tras miles de horas dedicadas a la disección de ejemplares de esta familia del reino vegetal, esa planta resultaba más que peculiar.

La había encontrado el niño Jonathan Amado al borde de la carretera que conduce de Bucaramanga a Berlín, y llegó al evento en el equipaje del cultivador santandereano Orlando Rincón, quien ya había tenido la oportunidad de recoger otro ejemplar en la misma zona, a unos 1.850 metros sobre el nivel del mar.

La curiosidad y el conocimiento, como buenos atributos del investigador, empezaron a trabajar sobre la planta. El padre Pedro siguió sus cuidadosos protocolos y vio que era claro que pertenecía a la subtribu *Oncidiinae* (con 1.700 especies), pero que no se podía clasificar dentro de un género conocido aunque tuviera ciertas afinidades con alguno de ellos, específicamente con el *Notylia*. Todo parecía indicar que el padre se hallaba frente a un hecho notable: poder describir un nuevo género en la familia de las orquídeas; el tercero a lo largo de su trayectoria en este campo.

Si encontrar especies nuevas es muy raro, tanto más lo es hallar un nuevo género. En botánica, el género es una de las divisiones más importantes, junto con la familia y la especie, para organizar la complejidad enorme que tienen las plantas. Las especies son los individuos concretos, tal como una persona puede observarlos en la naturaleza. Al organizarlos por afinidades resultan los géneros, fundamentales para distinguir una planta; y estos a su vez se reúnen en familias. En la familia de las orquídeas (denominada técnicamente *Orchidaceae*), explica el padre Pedro, varios de los géneros están determinados desde hace muchos años, incluso siglos. De ahí la importancia del suceso que nos ocupa.

Hay dos razones principales por las cuales se llega a nombrar un nuevo género: que se trate de plantas que ya se conocen, pero que se identifican como realmente distintas de las otras; o que se trate de plantas antes no conocidas, lo que resulta más extraño e indica, a su vez, que en Colombia, particularmente, hay una diversidad botánica inmensa en espera de ser estudiada, evaluada, definida y, por supuesto, protegida.

Entraba, de esta forma, a aumentar el catálogo nacional de nuestras orquídeas la recién bautizada por el padre Pedro como *Santanderella amado-rinconiana*, nombre genérico derivado del departamento donde se había encontrado y con un epíteto específico en honor de los dos descubridores de la especie.

Genética y taxonomía linneana en un fructífero encuentro

A lo largo de la historia, los géneros se han establecido por razones morfológicas o

fenotípicas, es decir, a partir de un detenido estudio de la apariencia de la planta, de las hojas, los tallos, las flores, los frutos y las partes internas de la flor. El hito histórico en esta aproximación es el modelo de la taxonomía del sueco Carlos Linneo, quien vivió en el siglo XVIII.

Sin embargo, hoy se cuenta con métodos como el análisis molecular que pueden contribuir, desde otro punto de vista, a precisar, confirmar o corregir lo que ha sido trabajado con técnicas como la taxonomía linneana. En la actualidad, como lo explica el padre, no se considera suficientemente contundente una taxonomía que tenga solamente una descripción fenotípica, de ahí la necesidad de sustentarla con clasificaciones moleculares. Esto no quiere decir que no existan intensas controversias científicas en el tema, ya que, por ejemplo, los resultados de los estudios dependen mucho de la región génica que se escoja investigar, a partir de la cual se deduce la clasificación o filogenia.

Así, la *Santanderella*, esa planta a la que le gusta crecer en los troncos de los nísperos, sería sometida a estas nuevas herramientas científicas para profundizar en su estudio y asegurar si verdaderamente debía ser considerada como un género distinto.

Fue cuando decidieron unir esfuerzos, en el marco del proyecto “Expedición Botánica Molecular. Fase I. Caracterización molecular de un eventual nuevo género de orquídea *Santanderella* perteneciente a la subtribu *Oncidiinae*”, el Instituto de Genética Humana de la Pontificia Universidad Javeriana y el padre Pedro Ortiz, a quienes los vinculaban múltiples intereses, entre ellos, el trabajo de José Celestino Mutis en el Nuevo Reino de Granada.

El encuentro de los genetistas del instituto y el padre se había dado años atrás. Cuenta Alberto Gómez, investigador del Instituto de Genética Humana, que este sucedió en el Archivo Histórico Javeriano, para él un lugar que conserva fondos prodigiosos, y al que solían acudir, con el director del instituto, Jaime Bernal, tras las huellas del pasado de la ciencia en nuestro país y las claras señales de la presencia de los jesuitas en sus desarrollos iniciales. “En el proceso de desmitificar a Mutis como el origen de la ciencia en Colombia, añade Gómez, hallamos un manuscrito de Mutis en latín (*Oratio pro philosophia newtoniana contra peripateticos*), que pedimos al padre Ortiz nos ayudara a transcribir y traducir; quedó como resultado el libro *Filosofía natural mutisiana*”.

Ahora, con la inquietud del padre por las caracterizaciones moleculares y la del instituto por la historia de la ciencia en Colombia



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.
El equipo de investigación en el Instituto de Genética Humana. De izquierda a derecha: Jaime Bernal, padre Pedro Ortiz, Sonia Quintanilla y Alberto Gómez.

■ LO QUE SE LOGRÓ CON EL TRABAJO DE LA TAXONOMÍA MOLECULAR FUE CONFIRMAR QUE EFECTIVAMENTE SE ESTABA ANTE UN EVENTO NOTABLE: LA DESCRIPCIÓN DE UN NUEVO GÉNERO EN LA FAMILIA DE LAS ORQUÍDEAS.

y su experiencia en la investigación molecular, propusieron lo que llaman la Expedición Botánica Molecular, un proyecto de largo aliento con el que pretenden visitar la Expedición Botánica de Mutis utilizando las herramientas biológicas actuales, para dar un paso más en la clasificación taxonómica de las plantas colombianas que forman parte de la descripción de la diversidad que hizo el sabio a finales del siglo XVIII. El grupo tiene un especial interés en la familia de las orquídeas por ser una de las más representativas de la flora del país, por su diversidad y por su valor comercial y ornamental.

Los investigadores proyectan el estudio del ADN de orquídeas colectadas por la Expedición Botánica y su comparación con ejemplares recolectados y clasificados recientemente según los criterios taxonómicos linneanos, con el fin de corroborar la asignación taxonómica de estas con referencia a los dibujos y exsiccados conservados en el Real Jardín Botánico de Madrid (institución que hace poco puso en su página web a disposición de los interesados más de seis mil láminas de la Expedición Botánica).

Con este trabajo también será posible “evidenciar la identidad de especies halladas en el siglo XVIII por Mutis, aunque estas no hayan sido reportadas en su tiempo —configurando así su derecho de prioridad taxonómica—, además de conocer sus relaciones filogenéticas con los grupos vegetales

actuales”, explica Gómez. La información obtenida permitirá, además, generar una importante base de datos moleculares y contribuir a la conservación de los recursos genéticos del país. Se sabe que se está haciendo uso comercial de recursos genéticos nacionales en otros países, sin que ingresen a Colombia los recursos que deberían recibirse por ellos. De ahí la necesidad de que el país se los apropie y en esto la investigación nacional tiene mucho por hacer y por decir.

Codificar con barras la vida

El alcance de un trabajo como el que se está realizando con la *Santanderella* es aún de mayor envergadura. A nivel internacional se desarrolla hace más de seis años la iniciativa iBOLD, generada por un consorcio canadiense en 2004 y que ya para 2007 incluía más de 120 organizaciones de 45 países, cuyo propósito principal es hacer la caracterización molecular de todas las especies del planeta. Su nombre se deriva del acrónimo BOLD (del inglés Barcode of Life Data: Código de Barras de la Vida), un estándar molecular internacional que sirve de referencia no fenotípica en la caracterización de especies animales, vegetales y microbianas. El fruto de la iniciativa será una megabase de datos biológica a disposición de la humanidad; en palabras de Alberto Gómez, “un repertorio de referencia, y en el caso de las plantas, un gran herbario digital del ADN de todas

las especies del mundo, acompañado de los correspondientes repositorios de ADN; una iniciativa trascendental, que además contribuirá a la protección del acceso a los recursos genéticos de cada país”.

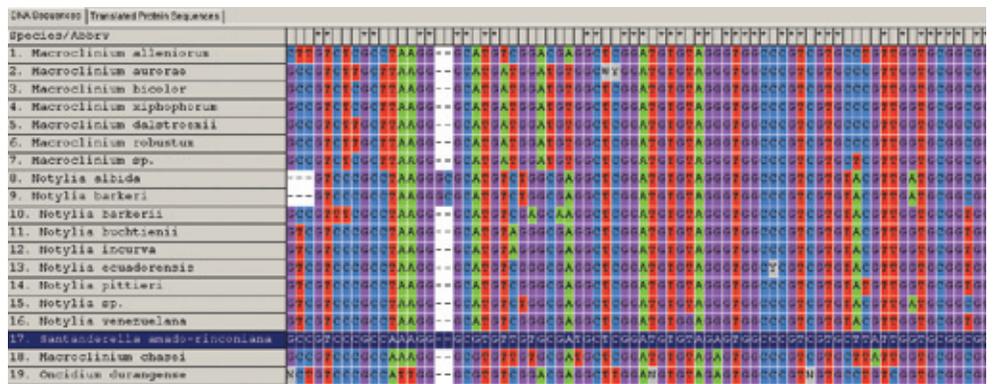
Sonia Quintanilla, investigadora asociada al proyecto de la *Santanderella* y de la Expedición Botánica Molecular, explica a *Pesquisa* que ese código de barras es una secuencia muy corta de ADN que se convierte en una herramienta muy potente para la investigación. El protocolo del código de barras tiene como objetivo el reconocimiento rápido y preciso de individuos no identificados a nivel de especie cuyo código de barras ya haya sido registrado en una base de datos de ADN. Por ejemplo, al momento del trabajo de campo, mediante una máquina especial, un biólogo podrá decir con certeza “esta planta pertenece a determinada especie”, desde el punto de vista molecular.

Para entender lo que es un código de barras en genética basta hacer alusión al código de barras más conocido por todos, es decir, el que tienen los productos que se compran en un supermercado. Alberto Gómez precisa que “ese es un código binario de unos y ceros, que se convierte en un código de rayas blancas y negras, más o menos gruesas dependiendo de la secuencia de unos y ceros: cero es blanco, uno es negro, de ahí que si se tienen tres ceros y tres unos, se tendrá una franja blanca y una franja negra del mismo grosor. En genética, en cambio, se tiene un código que no es binario, sino cuaternario, en función de los cuatro nucleótidos —adenina, citosina, guanina y timina—. El código de barras en este caso no es blanco y negro de acuerdo con los grosores, sino de cuatro colores en función de si se tienen adeninas, timinas, citosinas y guaninas (una secuencia ATCG sería verde, roja, azul y negra, por ejemplo)”.

Con esta herramienta, refuerza Quintanilla, la idea es caracterizar taxonómicamente toda la flora y la fauna colombianas. En nuestro país la iniciativa iBOLD fue impulsada por Santiago Madriñán, de la Universidad de los Andes, y desde 2010 por un grupo interinstitucional integrado, entre otras universidades, por la de los Andes, la Nacional y la Javeriana, y el Instituto Von Humboldt, Invemar y el Sinchi, que unieron esfuerzos para trabajar en ella.

Las orquídeas como punta de lanza en la taxonomía molecular

Los antecedentes en Colombia de estudios de taxonomía molecular con orquídeas son escasos, situación que tiende a modificarse a partir de la investigación de la *Santanderella* y las que continuarán con otras especies de



FOTOGRAFÍAS DE PEDRO ORTIZ Y GUILLERMO SANTOS.
La *Santanderella* en los procesos de descripción y clasificación taxonómica linneana y de definición del código de barras de la vida.

EL CÓDIGO DE BARRAS DE LA VIDA ES UNA SECUENCIA MUY CORTA DE ADN QUE SE CONVIERTE EN UNA HERRAMIENTA MUY POTENTE PARA LA INVESTIGACIÓN.

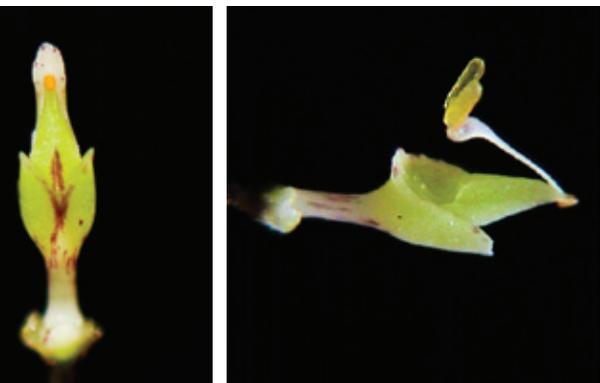
esta familia en el marco de la Expedición Botánica Molecular del Instituto de Genética Humana de la Universidad Javeriana.

Lo que hicieron los investigadores con la *Santanderella*, a partir de un detallado y cuidadoso trabajo experimental de Sonia Quintanilla dirigido por los doctores Gómez y Bernal, fue extraer el ADN del ejemplar que había sido estudiado fenotípicamente por el padre Pedro Ortiz. Para extraer el ADN de una planta es necesario macerar un fragmento de esta (una hoja, por ejemplo) y dejar el ADN expuesto. Quintanilla detalla el proceso, que requiere de métodos físicos y químicos: “El ADN se mantiene en el núcleo de la célula o en el citoplasma, entonces, lo que hacemos es romper la membrana celular, dejar expuesto el núcleo y romperlo liberándolo de las proteínas que lo protegen. Para hacerlo, se utilizan soluciones detergentes y hay que ser muy rigurosos con los reactivos que se utilizan para no dañar el ADN. Así, el ADN queda

libre de proteínas y se puede conservar a -70°C”. Vale la pena destacar que hay dos formas de conservar ADN para la posteridad: “una, aislado en congeladores, lo que requiere una gran infraestructura, y otra, intacto en la planta viva (de ahí la importancia de la conservación de especies)”.

A la *Santanderella* le aplicaron la herramienta del código de barras de la vida e hicieron un análisis filogenético, a partir del cual se determina cuáles organismos están más o menos cercanos entre sí y se hace una especie de árbol de parentesco. En el proceso de comparación y clasificación, se seleccionaron 18 muestras, cada una representativa de una especie de la subtribu *Oncidiinae*, provenientes de la colección personal del padre Ortiz y del Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana.

La descripción morfológica que ya había hecho el padre Ortiz le había indicado que la afinidad de la *Santanderella* con el género *Notylia* se encontraba en caracteres como



ser plantas epífitas, cespitosas, con seudobulbos unifoliados; en su inflorescencia en racimo plurifloro, su antera dorsal bastante grande, sus polinios con estípite estrecho y alargado, y su estigma ventral longitudinal. Pero lo que definitivamente marcaba las diferencias era la estructura de la columna y de los polinios, y las características de los sépalos y los pétalos, muy estrechos, y en especial del labelo, diferente a todos los labels de las especies del género *Notylia*.

Lo que se logró con el trabajo de la taxonomía molecular fue confirmar que efectivamente se estaba ante un evento notable: la descripción de un nuevo género en la familia de las orquídeas.

Con la Expedición Botánica Molecular, dice Alberto Gómez, “el Instituto de Genética Humana busca describir la enorme diversidad que hay en Colombia solamente tomando como ejemplo las orquídeas. Esa enorme diversidad está amenazada, se está acabando. Es preciso conocer lo que se tiene y tener muy clara la pregunta: ¿qué conservar? La taxonomía molecular nos dice ‘esa planta es en realidad esa planta’; nosotros le hacemos el código de barras para estar seguros de que lo que estamos conservando

■ LOS INVESTIGADORES BUSCAN APORTAR A LA ESTANDARIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS MOLECULARES PARA LA EXTRACCIÓN, PURIFICACIÓN Y SECUENCIA DE ADN DEL CLOROPLASTO EN MUESTRAS DE ORQUÍDEAS FRESCAS Y PROVENIENTES DE HERBARIOS.

es lo que se debe conservar. En ese sentido el proyecto tiene un impacto social muy importante para el país y para el mundo”.

En Colombia se habla de la existencia de 4.000 especies de orquídeas. El *Libro rojo* de esta familia, publicado en 2007, informa que 207 de esas especies están amenazadas. Señala que 6 de ellas están en peligro crítico; 64, en peligro, y 137, en categoría de vulnerable (la mayoría de ellas son de uso ornamental y tienen gran valor comercial por sus colores y sus características, de ahí que sea reiterativa en el libro la frase “se recolectó y se encuentra comercializándose en equis país en un jardín botánico”). Si bien no hay información precisa de todas las especies, es cierto que la deforestación, la fumigación de los polinizadores, la destrucción de los hábitats y la depredación para comercializarlas en mercados nacionales e internacionales las han puesto en verdadero riesgo.

“Con este tipo de trabajos es posible, además, identificar cuáles especies de las que están en el mercado internacional son nuestras y reclamarlas como tales, a pesar de que estén en jardines botánicos extranjeros, y generar programas de conservación”, afirma Quintanilla.

Las inquietudes de los investigadores van más allá. Buscan aportar a la estandarización de las técnicas moleculares para la extracción, purificación y secuencia de ADN nuclear y del cloroplasto en muestras de orquídeas frescas y provenientes de herbarios. Esta es apenas la cresta de la ola, dice Alberto Gómez a *Pesquisa*: “buscamos ser pioneros en precisar un método definitivo para que cualquier investigador, más adelante, pueda extraer ADN de cualquier tipo de tejido de herbario o vivo”.

Camino por explorar

El interés que pueda despertar en los jóvenes la Iniciativa Genómica Javeriana, que lidera el Instituto, es un tema importante. Dice Gómez: “No estamos seguros de si nos va a pasar lo que le sucedió a Mutis. Él murió en 1808 y nosotros nos interesamos doscientos años después en retomar su trabajo. Tenemos la ilusión de que la gente no espere dos siglos para volverse a interesar por esto”.

Al padre Pedro le preocupa, para el caso de las orquídeas, que haya muy pocos jóvenes realmente capacitados para hacer

este tipo de estudios, entre otras razones, porque en Colombia no ha habido ningún botánico de profesión que se haya dedicado al estudio fenotípico de esta familia; quizá por la dificultad tan grande que representa abordar la complejidad y el vasto número de especies que contiene. Una consecuencia de esto es que en el país no se haya publicado aún ninguna flora orquideológica de Colombia, como sí se ha hecho en países vecinos como Panamá, Venezuela, Perú, Brasil o Ecuador.

La perspectiva del grupo de investigadores, puntualiza Gómez, es que “la integración del código de barras del ADN, el trabajo de campo, las colecciones de museos y herbarios, los cultivos in vitro, la preservación del acervo genético y la investigación científica resultan imprescindibles para que esta herramienta redunde en avances significativos en el campo de la sistemática molecular botánica y la conservación de las especies de una familia de la flora tan valorada, pero a la vez, tan amenazada”. Las orquídeas representan la máxima expresión de la complejidad, evolución y diversidad vegetal, y Colombia es un país privilegiado en este sentido, razón más que suficiente para impulsar trabajos como la Expedición Botánica Molecular en la que un grupo singular, paciente, riguroso y exigente abre un camino que llama a ser explorado para que las huellas que queden de su recorrido pongan sello a la necesidad de conservar y proteger nuestra diversidad. ■

■ ■ ■ ■ ■ PARA LEER MÁS

- » Ortiz, P. (2010). “*Santanderella*, un nuevo género colombiano de las *Oncidiinae* (Orchidaceae)”. *Orquideología* XX-VII (2): 167-173. Medellín.
- » Quintanilla-Quintero, S.; Ortiz, P.; Bernal, J. & Gómez, A. (2011, 1º de diciembre). “Phylogenetic Relationships among Genera of the Subtribe *Oncidiinae* (Epidendroideae: Orchidaceae) and a New Genus: *Santanderella*”. *Phytologia* 93 (3): 388-406. Disponible en: [http://www.phytologia.org/93\(3\)388-406QuinteroPaper.pdf](http://www.phytologia.org/93(3)388-406QuinteroPaper.pdf). Consultado: 22/02/2012.
- » Real Jardín Botánico CSIC. “Dibujos de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (1783-1816, dirigida por José Celestino Mutis). Disponible en: <http://www.rjb.csic.es/icones/mutis/paginas/>. Consultado: 20/02/2012.