

Elsa L Camadro

Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA-UNMDP

Las papas silvestres y el concepto de especie

Let it not suffice us to be Book-learn'd, to read what others have written, and to take upon Trust more Falsehood than Truth; but let us our selves examine Things as we have Opportunity and converse with Nature as well as Books. [No baste ser muy leído, estudiar lo que otros han escrito ni fiarse más de engaño que de verdad; examinemos las cosas cuando podamos y conversemos tanto con la naturaleza como con los libros.]

John Ray, *La sabiduría de Dios manifestada en las obras de Su Creación*, 1717

¿Cómo clasificar las plantas?

Desde los albores de la civilización, los seres humanos han coleccionado y descripto los elementos del mundo circundante. Ello los llevó, además, a pensar en formas de clasificarlos. De ahí que, a lo largo de los más de veinte siglos de historia de la ciencia occidental, filósofos y naturalistas procuraron establecer un sistema de clasificación de los seres vivos: sus esfuerzos dieron origen a una rama específica de las ciencias naturales llamada *taxonomía*. El recuadro 'Breve historia de la clasificación científica de los seres vivos', que se recomienda leer primero, proporciona una vista a vuelo de pájaro de esos intentos hasta mediados del siglo XIX, cuando la visión científica de la naturaleza cambió en forma marcada.

El núcleo central de la clasificación que fue decantando hasta ese momento es el concepto de *especie*, parte de un

orden jerárquico de categorías que tomó su forma clásica en la segunda mitad del siglo XVIII con Lineo, por lo que se habla de taxonomía lineana.

En las plantas, una *especie taxonómica* agrupa aquellas con características anatómicas semejantes, bajo el supuesto de que se transmiten a sus descendientes. Este concepto no incluye consideraciones fisiológicas y de funcionamiento biológico, por lo que la noción de que la especie taxonómica reúne a todos los individuos que pueden aparearse y generar descendencia semejante a ellos no es necesariamente válida.

Especie taxonómica y especie biológica

Los esfuerzos por clasificar a los seres vivos experimentaron grandes cambios a partir de la segunda mi-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Estamos acostumbrados a oír de hablar de especies de plantas y animales. Pero ese concepto resulta difícil de aplicar a muchos organismos, entre ellos las papas silvestres cuyos descendientes domesticados alimentan al mundo.

tad del siglo XIX, cuando el concepto de especie incorporó nuevos significados. El paso inicial en ese rumbo fue la teoría darwiniana de la evolución por selección natural, publicada en 1859, que explica la aparición y desaparición de las especies. Al mismo tiempo, Gregor Mendel (1822-1884), un monje agustino perteneciente a un monasterio de Brno, en lo que hoy es la República Checa, vislumbró la operación de la herencia haciendo experimentos sobre cruzamientos de arvejas (*Pisum sativum*), en los que observó regularidades resumidas en las leyes que hoy llevan su nombre. Mendel las dio a conocer en alemán en 1865, pero su trabajo solo ganó la atención de la comunidad científica internacional luego de 1900.

El pleno valor de las visiones de Charles Darwin y Mendel se pudo apreciar cuando, a comienzos de la década de 1950, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura química de la molécula de ácido desoxirribonucleico o ADN, lo que permitió comprender las vías biológicas por las que opera la genética, se transmiten rasgos a la descendencia y se producen aquellas alteraciones que, eventualmente, dan lugar a nuevas especies.

Esta historia fue eclipsando el concepto de especie taxonómica y progresivamente iluminando el de especie biológica, la cual da también nuevo significado al concepto de aislamiento reproductivo que había sido retomado por algunos estudiosos del siglo XX como el genetista ucraniano-estadounidense Theodorus Dobzhansky (1900-1975).

Las especies biológicas son poblaciones cuyos integrantes se reproducen naturalmente entre ellos pero no lo hacen con miembros de otros grupos similares. Aun si su distribución geográfica se superpone —en cuyo caso se dice que son *especies simpátricas*—, no se cruzan o, si lo hacen, originan híbridos estériles. Los alcances de esta noción fueron analizados a lo largo de más de treinta años por Ernst Mayr (1904-2005), quien comenzó su carrera científica en Alemania, su país natal, y la continuó a partir de la década de 1930 en los Estados Unidos.

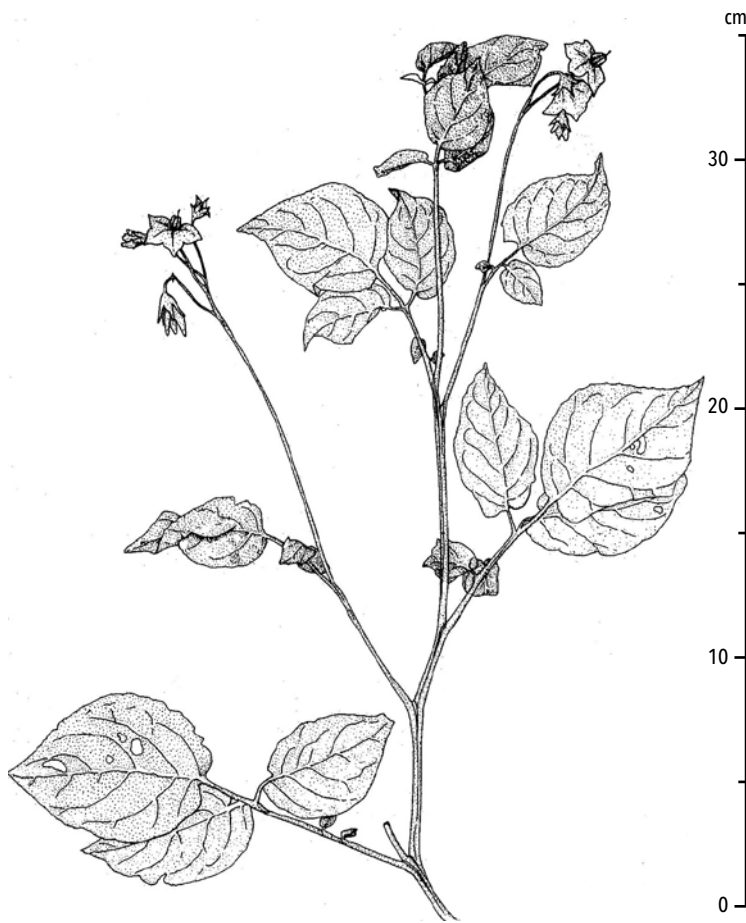
La biología moderna ha concebido otras nociones de especie, en muchos casos discutidas en profundidad y cuestionadas por Mayr. El mayor inconveniente de la especie biológica aplicada a las plantas es que solo vale para las que se reproducen sexualmente cuando, en realidad, algunas muy conocidas, como el ajo, se reproducen asexualmente, y muchas lo hacen de ambas maneras, por ejemplo, la papa, la batata y gramíneas forrajeras como el agropiro o la festuca.

Por lo general, los taxónomos de plantas han sido reticentes a usar el concepto de especie biológica u otros similares, y se siguen inclinando por la tradición taxonómica clásica de Lineo, si bien le introducen pequeñas modificaciones basadas en estudios moleculares o bioquímicos. Esto no carece de dificultades, porque las unidades de esa tradición taxonómica se definieron en muchos casos antes de que Darwin revelara la existencia de la evolución de las especies. Responden, en consecuencia, a la visión de un mundo natural compuesto por especies inmutables, siguiendo el modelo del relato bíblico.

A pesar de que responden a principios muy diferentes, con frecuencia los conceptos de especie biológica y especie taxonómica se usan como si fueran sinónimos. El primero vale para organismos biparentales y está basado en relaciones reproductivas. El concepto lineano de especie taxonómica, en cambio, se apoya en semejanzas o diferencias con relación a un ejemplar prototípico (llamado *holotipo*), que en el caso de plantas se conserva en algún herbario. En palabras de un autor, es una taxonomía de museo que tiene el propósito de confeccionar un inventario de plantas.

El uso indistinto de estos dos conceptos de especie crea confusión: dos plantas pueden ser morfológicamente similares, por lo que quedan clasificadas en la misma especie taxonómica pero están aisladas reproductivamente, lo que indicaría que integran dos especies biológicas distintas.

Esto puede deberse a la interacción entre genotipo y ambiente. Por ejemplo, en un mismo macroambiente,



Holotipo de una papa silvestre. Corresponde a la especie taxonómica *Solanum okadae*. Fue coleccionado en el departamento de La Paz, en Bolivia, y depositado en el herbario de Kew, en las afueras de Londres.

BREVE HISTORIA DE LA CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LOS SERES VIVOS

Por siglos y con diversos propósitos, naturalistas, filósofos, químicos, botánicos y zoólogos, entre otros estudiosos de la naturaleza, intentaron ordenar de alguna manera los ejemplares de seres vivos que coleccionaban.

En esos intentos, Aristóteles (384-322 a.C.) desempeñó un papel crucial, porque trató de establecer criterios que permitieran clasificar animales y plantas en forma sistemática y jerárquica. En la Grecia clásica, a la que se remonta la historia natural como la entendemos en la actualidad, varias escuelas de pensamiento consideraban que los elementos físicos eran universales e inmutables: existían desde la eternidad y seguirían existiendo a través de una sucesión infinita de generaciones.

Las ideas de Aristóteles permearon el pensamiento científico durante varios siglos y abrieron un camino seguido por muchos discípulos, entre ellos su sucesor inmediato en Atenas, Teofrasto (372-287 a.C.), el primero en proponer una clasificación jerárquica de las plantas superiores. Tomó en cuenta para hacerlo su sistema reproductivo, el tipo de inflorescencia y, en aquellas de reproducción sexual, el número de *cotiledones* (primera hoja del embrión). Unos tres siglos más tarde, Pedanio Dioscórides (ca. 40-90), médico, farmacólogo y botánico griego de tiempos de Nerón, analizó el valor farmacológico de plantas y animales en los cinco volúmenes de su tratado *De materia medica*, que constituyó la principal referencia de la farmacopea de la Edad Media y del Renacimiento. Ese enfoque utilitario, igual que otras ideas sobre el mundo viviente de los primeros naturalistas y filósofos, prevaleció por muchos siglos e influyó poderosamente en el mundo árabe y el Imperio Bizantino.

Hasta el Renacimiento, era común que dibujantes y pintores recrearan más o menos libremente las características morfológicas de plantas y animales. Es así que en ilustraciones de una planta representaban con frecuencia órganos vegetativos o reproductivos de

otras disímiles, con la consiguiente confusión. Eso comenzó a cambiar hacia el siglo XV.

El médico y botánico bávaro Leonhart Fuchs (1501-1566) elaboró una guía de plantas con nombres comunes y descripciones morfológicas, que incluía además aplicaciones terapéuticas y un glosario de botánica. Basó su ordenamiento en varias características de los órganos vegetativos. En su obra escrita en latín y aparecida en Basilea en 1574 con el título *Comentarios notables sobre la historia de las plantas (De historia stirpium commentarii insignes)* cuidó que las ilustraciones reprodujeran las plantas con la mayor fidelidad, para lo cual supervisó en forma estricta a los ilustradores.

El médico y filósofo toscano Andrea Cesalpino (1519-1603), quien trabajó la mayor parte de su vida en la Universidad de Pisa, suele considerarse el primer botánico en sentido moderno. Cambió el enfoque de la clasificación de las plantas, pues dejó de lado basarla en sus aplicaciones terapéuticas, y retomó el criterio de apoyarla en las características morfológicas observables de sus frutos y semillas, lo que hoy se llamaría *fenotipo* (que es el resultado de la interacción de la constitución genética o *genotipo* y el ambiente).

Hacia fines del siglo XVII, el naturalista inglés John Ray (1627-1705), de la Universidad de Cambridge, avanzó en la dirección de la descripción empírica —la misma que había tomado Cesalpino— en oposición a la definición de órdenes racionales a priori, y en su obra *Historia plantarum*, publicada en 1686, definió una especie como un grupo de individuos con ciertas características en común que se perpetúan en la progenie. En el siglo XVIII, Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), también adoptó esa noción, llamada de *aislamiento reproductivo*, para definir una especie. Ray consideró que los sistemas de clasificación de las plantas tenían que ser naturales, para lo cual debían basarse en el mayor número posible de rasgos.

En cambio, su contemporáneo Carl Linnaeus (1707-1778), conocido luego de recibir un título de nobleza por Carl von Linné, y en castellano por Lineo, un naturalista, botánico y zoólogo sueco que se desempeñó en la Universidad de Upsala, propuso un sistema artificial de clasificación de dos nombres (o binario), compuesto por género y especie. Además, agrupó los géneros en familias, las familias en clases y las clases en reinos, categorías que con el tiempo se incrementaron. Al advertir que su idea original, solo basada en características de las estructuras reproductivas, tenía limitaciones, recurrió en adición a otros rasgos. Por su parte, y en concordancia con las ideas de Ray, el médico y botánico francés Antoine-Laurent de Jussieu (1748-1836) ideó un método analítico de clasificación natural, basado en la continuidad de muchos caracteres morfológicos y la subordinación entre ellos.

También en el siglo XVIII, Erasmus Darwin (1731-1802), abuelo de Charles Darwin, relacionó la variación morfológica de las plantas con su modo de reproducción, que puede ser sexual, por semillas, o asexual, por estructuras vegetativas como tubérculos, gajos, raíces gemíferas u otras. Charles Darwin (1809-1882) retomó las ideas de su abuelo y describió y clasificó gran parte de los grupos entonces conocidos de plantas y animales.



Amapola (*Papaver rhoeas*). Xilografía coloreada a mano de la obra de Leonhart Fuchs *Comentarios notables sobre la historia de las plantas*, publicada en Basilea en 1574.



Kiwi (*Apteryx* spp.). Croquis de Charles Darwin en una carta que escribió en papel con membrete de la Zoological Society of London, 1851.



Flores normal (izquierda) y anormal de papa silvestre. La segunda pertenece a una planta estéril en la que operaron las barreras a la autofecundación.



Papas silvestres en Amaicha, provincia de Tucumán. Cada división de la vara que da la escala mide 15cm.

como una zona árida o semiárida, puede haber distintos microambientes: uno húmedo, por acumulación de limo debajo de plantas arbustivas o cactáceas, o en la orilla de cursos de agua o entre los meandros de un río o arroyo, como es muy común en Cuyo y el noroeste argentino; y otro seco, entre rocas o en suelos arenosos.

Una planta A puede ser alta, con muchas ramificaciones y foliolos muy desarrollados, porque creció en el microambiente húmedo, pero si se la encuentra o se la cultiva en un microambiente con déficit hídrico, puede

ser de baja altura, poco ramificada y con foliolos poco desarrollados. Así, la interacción de genotipo y ambiente resulta un factor determinante de la morfología o fenotipo. Otra planta B puede tener fenotipo morfológico similar a la versión alta de A, pero mantenerlo en ambos microambientes, debido a que su genotipo interactúa escasamente con el ambiente.

Si el taxónomo recolecta plantas que crecen en el mismo sitio pero que ocupan distintos microambientes, como en el ejemplo de las plantas A y B, puede considerar que sus fenotipos morfológicos son similares y asignarlas a la misma especie taxonómica, cuando en realidad pueden ser genotípicamente diferentes y poseer barreras internas de aislamiento reproductivo. Si esas plantas se cultivan luego en las mismas condiciones ambientales, se descubrirá que lo que parecía similar era diferente, o a la inversa.

También podría suceder que dos individuos tuvieran capacidad reproductiva a pesar de grandes diferencias morfológicas. Considérense en este caso las razas caninas. Si se les aplicara el concepto de especie taxonómica utilizado para las plantas, un dálmata y un ovejero alemán pertenecerían a distintas especies por tener diferentes rasgos morfológicos (o fenotipos), lo mismo que un ovejero alemán y un collie. Sin embargo, los perros de esas razas pueden cruzarse entre ellos y producir descendientes fértiles, por lo que pertenecerían a una misma especie biológica.

Si las plantas se clasifican con criterios taxonómicos, no se puede establecer en forma objetiva qué magnitud de diferencias determinan una especie distinta. Se ha opinado que es aquella magnitud que, a juicio de un taxónomo competente, sea suficiente para asignar claramente esa categoría, y que con eso se obtienen resultados aceptables para lograr el principal objetivo de la clasificación, que es

simplemente disponer de un inventario ordenado de los organismos. Si bien los taxónomos a veces han incorporado herramientas estadísticas para trazar la línea divisoria entre especies de plantas, el resultado ha tendido a ser una excesiva diferenciación de especies, que no necesariamente se condice con la dinámica de las poblaciones naturales.

La conclusión que se puede sacar es que para las plantas la especie taxonómica es una categoría artificial que con frecuencia no coincide con el orden de la naturaleza, sobre todo si se toman en cuenta características ecológicas y reproductivas. En otras palabras, los caracteres morfológicos no son confiables para reconocer especies biológicas vegetales. Cómo reconocerlas es otra cuestión, porque, según escribió con ironía un autor, la naturaleza ha evolucionado con total falta de consideración por los problemas prácticos con los que tendrían que enfrentarse los estudiosos.

Las papas silvestres: ¿pertenecen a distintas especies biológicas?

La papa cultivada, clasificada por Lineo como *Solanum tuberosum*, está emparentada con un amplio número de grupos de plantas silvestres, clasificadas por su morfología en el mismo género pero como otras tantas especies taxonómicas. Como aquella, producen tallos subterráneos o tubérculos y son originarias de las Américas, donde crecen espontáneamente con muy amplia distribución geográfica y ecológica (véase la nota de esta autora 'Especies silvestres y mejoramiento genético de la papa', CIENCIA HOY, 6, 35: 46-53, 1996). Sus poblaciones naturales se adaptaron a condiciones ambientales muy variadas mediante cambios diversos que, en muchos casos, son heredables. Por eso, contienen genes de interés agronómico, como los que confieren resistencia a agentes adversos del tipo de déficit o exceso hídricos, bajas temperaturas, hongos, bacterias o virus, u otros que, por la clase y el contenido de almidón, vitaminas o metabolitos secundarios que regulan, mejoran la calidad culinaria o industrial de las papas, o les confieren valor farmacológico.

Las papas silvestres pueden reproducirse tanto de manera sexual, por semillas, como vegetativa, por estolones (brotes que se separan de la planta madre) o por tubérculos. La primera permite la formación de nuevas combinaciones de genes y confiere flexibilidad genética a las poblaciones; la segunda origina poblaciones genéticamente homogéneas, compuestas por individuos idénticos o clones. Estos tienen la ventaja de que garantizan la preservación de los genotipos mejor adaptados al ambiente, y la desventaja de que pueden sucumbir ante la propagación epidémica de infecciones, como sucedió en Irlanda en 1845, o ante cambios ambientales drásticos, riesgo



Flores de papa silvestre.

menos importante en las poblaciones genéticamente diversas que resultan de la reproducción sexual.

Las papas silvestres en su mayoría, como los mamíferos, tienen dos juegos de cromosomas (son diploides), aunque también las hay con tres, cuatro, cinco o seis juegos (poliploides), que exhiben mecanismos más complejos de herencia. Todas tienen, además, un sistema de autoincompatibilidad, que impide la fecundación si las versiones de los genes del polen que llega al pistilo son idénticas a las de este.

Las poblaciones silvestres de papa están aisladas reproductivamente por barreras externas de tipo geográfico, ecológico o mecánico, reforzadas por barreras que residen en las mismas plantas y son heredables. Estas pueden ser precigóticas, si previenen la fecundación, o poscigóticas, si actúan después de ella, sea produciendo desarrollo anormal o aborto del embrión, o semillas viables de las que nacen plantas débiles o estériles, o que colapsan debido a trastornos genéticos.

También puede suceder que las barreras internas a la hibridación sean incompletas y permitan que se formen híbridos por cruzamientos entre plantas de poblaciones simpátricas. Si esos híbridos a su vez se cruzan con plantas de las poblaciones parentales, y se repite el ciclo con su progenie, se pueden incorporar en forma permanente genes de una población en la otra, fenómeno llamado *introgresión*. Así, dos poblaciones pueden diferenciarse morfológicamente pero, sin embargo, compartir genes.

Si bien hace unas décadas hubo botánicos que señalaron la gran frecuencia de la hibridación y de la introgresión en las papas silvestres, sin embargo continuaron asignando a sus grupos la categoría taxonómica de especie. Los estudios de esta autora y su grupo de investigación han dado fuerte sustento a la hipótesis de que las



Población natural de papas silvestres en Tafi del Valle, provincia de Tucumán.

poblaciones silvestres de papa se encuentran en diferentes estadios de divergencia evolutiva entre ellas, y no al final de ese proceso, como presupone considerar que cada una es una especie separada. Pero como las papas silvestres se reproducen tanto de manera sexual como asexual, no puede aplicárseles el concepto de especie biológica, que fue concebido para organismos biparentales.

Por otro lado, las clasificaciones taxonómicas suelen ser periódicamente revisadas, de modo que el número de especies varía. Así, según la literatura técnica, en los últimos veinte años el número de especies taxonómicas silvestres de papa se redujo de 227 en 1990 a 203 en 2001, a 189 en 2006 y a aproximadamente 110 en 2009. Si bien el concepto de especie y los criterios de clasificación son cuestiones taxonómicas mayores, no dejan de ser construcciones artificiales y por ende modificables.

En síntesis, la inocente aplicación del concepto de especie a la que estamos habituados encierra trampas difíciles de vislumbrar fuera de los círculos de especialistas, y no menos difíciles de obviar por estos. Lo último, entre otras razones, se debe a la manera en que se definen las especies taxonómicas, que no considera la biología reproductiva ni los cruzamientos dentro de las poblaciones naturales y entre ellas, y tampoco tiene en cuenta la variabilidad morfológica y genética que cabe esperar en poblaciones de fecundación cruzada. Por eso, hay especies taxonómicas distintas con poca diferencia morfológica, y plantas morfológicamente muy diversas que han sido asignadas a la misma especie taxonómica. Y sobre todo, se debe a que no se ha logrado definir las especies taxonómicas de forma biológicamente relevante a la luz de nuestros actuales conocimientos genéticos y de la evolución. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

CAMADRO EL, 2012, 'Relevance of the genetic structure of natural populations, sampling and classification approaches for conservation and use of wild crop relatives: potatoes as an example', *Botany*, 90: 1065-1072.

CAMADRO EL et al., 2011, 'A genetic approach to the species problem in wild potatoes', *Plant Biology*, 14: 543-554.

GRANT V, 2002, *Especiación vegetal*, Limusa, Barcelona.

HUXLEY R (ed.), 2007, *Los grandes naturalistas*, Ariel, Barcelona.

MAYR E, 2006, *¿Por qué es única la biología? Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*, Katz, Buenos Aires.



Elsa L Camadro

PhD, Universidad de Wisconsin.

Profesora titular, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar de Plata.

Investigadora principal del Conicet.

Investigadora del INTA.

ecamadro@balcarce.inta.gov.ar