

# EN BUSCA DEL TOMATE PERFECTO CON ALGORITMOS

**La empresa almeriense Beyond Seeds crea una plataforma que predice cuáles serán las mejores variedades de tomate utilizando genética e inteligencia artificial.**

MIGUEL BLANCO  
FOTOGRAFÍA: VV.AA.

**F**acilitar el trabajo de las casas de semillas y de mejoradores o 'breeders' a la hora de conseguir el tomate perfecto es el reto que se propuso un equipo de biólogos moleculares e ingenieros informáticos de la empresa almeriense Beyond Seeds. Para conseguirlo, están utilizando dos herramientas: ingeniería genética e inteligencia artificial (IA).

El resultado buscado es obtener variedades con más resistencias a determinadas enfermedades y con ciertas características en mucho menos tiempo que el que tradicionalmente ha llevado este tipo de investigación en semillas. La plataforma Oriol desarrollado por Beyond Seeds facilita este trabajo, ya que acelera la fase de identificación del producto que será más cercano a lo que se esté buscando, gracias a la creación de una plataforma con inteligencia artificial capaz de predecir qué híbridos contarán con esas características deseadas.

El sistema es similar al que ya funciona en las grandes multinacionales, pero esta versión desarrollada en la empresa almeriense, alojada en el Parque Científico Tecnológico de Almería (PITA), en su sede de la Universidad de Almería, está planeada para que medianas y pequeñas casas de semillas también puedan acceder a este tipo de tecnología y facilitar, así, el descubrimiento de nuevas variedades.

El proyecto se ha desarrollado a lo largo de dos años y medio, utilizando información de unos 3.500 ejemplares de tomate, y se ha im-

plementado en dos fases: una para crear la plataforma de genotipado, que incluye la información genética de miles de variedades de tomate; y otra para entrenar a la plataforma de IA con esos datos y validar los resultados que se iban obteniendo. Desde principios de año, en Beyond Seeds trabajan ya para llevar casos reales al campo, una vez confirmado que la plataforma funciona como habían previsto.

## GENOTIPADO DEL TOMATE

Edgar García, responsable científico de Beyond Seeds y coordinador del proyecto Oriol, explica que "el genotipado es saber qué características genéticas tiene una planta mediante el estudio del ADN de esa planta". Para ilustrarlo, cuenta que "el equivalente en humanos sería saber de qué color tiene los ojos o el pelo, o qué características físicas puede tener en base a los genes que tiene". Este tipo de información es muy importante para las casas de semillas, "porque el desarrollo de las variedades comerciales se basa principalmente en parámetros genéticos, como son las resistencias a enfermedades y otras características".

Ana García, responsable de la plataforma de genotipado y del área de Genómica de Seeds 4 Innovation, una división de Beyond Seeds, cuenta que "lo que hemos hecho ha sido diseñar una serie de marcadores moleculares". Un marcador molecular es "una posición en el ADN, ligada a una características". Volviendo al ejemplo con seres humanos, "sería como ver cuál es el gen para el color de los ojos, lo que hace que unos sean ver-

des, otros marrones y otros azules". De la misma manera, determinados cambios en el ADN indican que una planta tendrá tomates, por ejemplo, tipo pera. Asimismo, añade Ana, "se puede saber el calibre y muchas características relacionadas con la resistencia, y es muy interesante a la hora de desarrollar variedades".

Así, el primer paso fue llevar a cabo un estudio de mercado para identificar cuáles eran las características más buscadas. Y lo más demandado es la resistencia a enfermedades, así como ciertas cualidades del fruto, como el tamaño o el color. En este sentido, la bióloga cuenta que han desarrollado marcadores para "identificar si ese tomate va a tener antocianos, que es lo que le da esa coloración morada a algunos tomates". Otra característica es la forma del fruto, "también somos capaces de predecir si va a ser alargado o redondo". Y otras son el calibre y la forma, en las que también están trabajando.

El siguiente paso era identificar el nivel de pureza de cada planta, ya que, al contrario que sucede con otras plantas como la cebolla o los animales, incluidos los humanos, el tomate es una planta que se cruza consigo misma y llega así a estabilizar su genoma sin problemas. Por este motivo, para obtener una nueva variedad comercial con las características buscadas, se necesita que las plantas padres seas lo más puras posible pero, a su vez, sean lo más distintas, genéticamente hablando, entre sí.

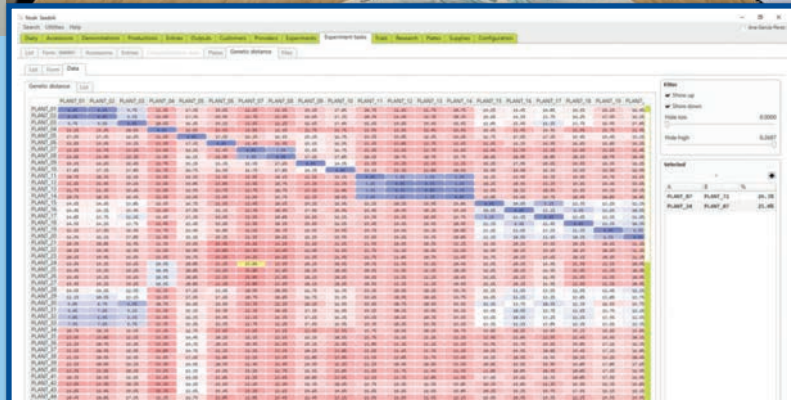
Lo que se busca es que al cruzar dos plantas, tengan siempre los mismos hijos con las mismas características genéticas. Estabili-



Arriba, biólogo de Beyond Seeds mide el calibre de varios tipos de tomate.

A la derecha, arriba, Miguel Ángel Maldonado, de Bullsoft, desarrollador de la plataforma de IA, Edgar García, coordinador del proyecto Oriol, y Ana García, responsable de Genómica de Seeds 4 Innovation.

A la derecha, abajo, interfaz de la plataforma de inteligencia artificial Noah.



zando esas líneas parentales, de forma que al hacer la combinación siempre saldrá lo mismo. “Eso es lo que se llama una línea pura y para obtener esas líneas puras, se requiere de muchos años de autofecundación del material”, detalla Edgar, que añade que “lo que nosotros conseguimos hacer con estos marcadores es acelerar este proceso, ya que podemos estudiar qué individuos tienen más genes fijados, para quedarnos con ellos y llegar antes a esas líneas puras para obtener esos híbridos comerciales”.

Con todo este proceso, añade el coordinador de Oriol, “facilitamos ese estudio de cómo la población va evolucionando, cómo vamos obteniendo los padres y cómo podemos combinar esos padres para obtener los mejores hijos”. Y aquí es donde entra en juego la plataforma de IA.

### INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El papel de la inteligencia artificial en esta plataforma es el de identificar los mejores hijos que se pueden obtener a partir de toda la combinación de padres cuya información genética tienen incluida en su base de datos. En esta fase trabaja también Miguel Ángel Maldonado, de Bullsoft, otra división de Beyond Seeds, dedicada al desarrollo de software. Una de las creaciones de Bullsoft es Noah, un software de gestión de información genética y de características observables en plantas, con el que se gestionan los bancos de semillas del Ifapa.

Con Noah, hacen una simulación de cómo serán los hijos sin tener que hacer los cruces entre las plantas. “Simulamos cómo van a

ser esos hijos y en base a esa simulación podemos sacar conclusiones de cuál va a ser el mejor hijo, qué cruce de dos padres va a dar el mejor hijo, sabiendo exactamente cómo van a ser genéticamente esos hijos, o teniendo una aproximación muy grande del híbrido simulado respecto al híbrido real”, asegura Edgar García. De esta forma, añade, “el mejorador tiene que hacer muchos menos cruzamientos y que llevar muchas menos plantas al campo para evaluar la calidad del material comercial”.

Para validar todo el proceso, “hemos tenido que hacer cruces experimentales, con tomates de diferente morfología y color, para ver si lo que habíamos predicho se cumplía”, relata Ana García. “Hay combinaciones en las que ha salido un determinado tomate, con unas características, lo pesamos, medimos, miramos el color, y como está genotipado en nuestra base de datos, si es interesante, podemos mirar todas las líneas puras que han sido genotipadas y las pasamos por el programa de IA para que nos recomiende qué combinación daría ese tomate o lo más parecido posible”, explica.

Este mismo proceso se ha utilizado para validar el buen funcionamiento de la plataforma. Se creaban híbridos y se pedía al software que identificara los padres utilizados para obtenerlos, “y en casi todas las ocasiones adivina cuáles son los padres”, asegura el coordinador de la plataforma.

Con este proyecto, sigue siendo necesario ir al campo a probar qué híbridos resultan de una combinación concreta de padres, pero es más sencillo ir a lo seguro y conseguir las

características que se buscan utilizando las variantes propuestas por la plataforma. “El sistema no sustituye el trabajo de un mejorador ni hace que no sea necesario ver el material de campo”, asegura Edgar García, que añade que “lo que hace es que el trabajo del mejorador sea más eficiente y pueda tomar decisiones basadas no solo en la observación en campo de cómo son las plantas, sino en base a criterios genéticos para poder acelerar los procesos de mejora genética. Es lo que se conoce como ‘speed breeding’. Si llevas al campo casi lo que estás buscando, te ahorras mucho recurso en evaluación”.

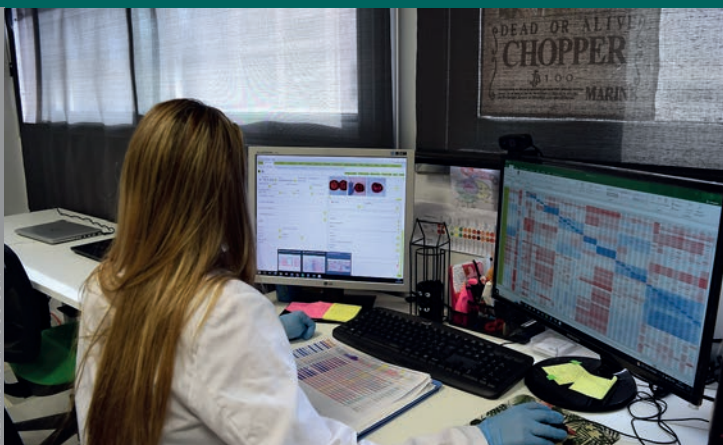
En la misma línea, su compañera Ana asegura que “el factor humano no se puede eliminar nunca”. Y añade que la plataforma “ayuda con toda esa información y luego el mejorador es el que decide, porque tiene el criterio y la experiencia en campo”. La ayuda, además de en forma de ahorro de tiempo, puede ser también en forma de propuestas de híbridos que quizás el mejorador no habría llegado a plantearse. Y, también, puede evitar que se prueben híbridos no válidos pero que parecía que lo iban a ser, porque resulta que las plantas padre, aunque puras, son de una genética muy parecida, por lo que la plataforma los habría descartado.

### EL ENTRENAMIENTO DE LA IA

En Beyond Seeds han trabajado con varias empresas durante la ‘fase beta’ del desarrollo de la plataforma. Así, ya han realizado el trabajo de genotipado para mostrarles a estos clientes cómo son sus materiales, qué resistencia tienen o qué nivel de pureza tie-



ALBA MUÑOZ / FOCO SUR



Ana García, trabajando con la plataforma Noah de inteligencia artificial. El equipo de Beyond Seeds comprueba las características de varios tipos de tomate.

nen. Y ahora es cuando van a trabajar con esta herramienta de “predicción”, que apenas está validada desde principios de año. “Es un trabajo muy específico para cada cliente, porque cada uno tiene un material genético distinto, hay unas combinaciones diferentes y tienen unos objetivos de mejora diferentes. Hay que ir caso a caso”, cuenta Edgar García.

Para llegar a este punto, ha habido un trabajo previo de entrenamiento de la IA, además de toda la fase inicial de genotipado y desarrollo de líneas puras y de híbridos. Con toda la información acumulada, que son “aproximadamente mil situaciones de padre por padre igual a hijo, hemos entrenado al software de IA hasta conseguir esa red neural entrenada para nuestra plataforma de marcadores”, destaca Edgar. Su compañera Ana añade que, en total, para el desarrollo de la

plataforma han trabajado con “unos 3.500 individuos diferentes”, lo que les ha garantizado tener “mucho variabilidad genética”, concluye Edgar.

El coordinador del proyecto explica que aunque han comenzado con el tomate, la idea sería ampliarlo a otras hortalizas, como el pimiento y las cucurbitáceas, calabaza, calabacín y melón. “Empezamos con tomate porque es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, supone un tercio de la facturación de hortalizas a nivel global y es la especie vegetal hortícola de la que más información a nivel genético hay disponible”, explica.

En un tiempo en el que el precio de los alimentos no deja de subir, la plataforma Oriel también puede facilitar que se moderen en el caso del tomate. “Hay una carrera por encontrar material resistente al rugoso del to-

mate, porque afecta mucho a la producción y eso puede hacer que el precio suba, porque la oferta disminuya”, explica el coordinador de Oriel. Y, en este sentido, asegura que “las herramientas que desarrollamos de marcadores moleculares ayudan a que las casas de semillas puedan encontrar material resistente mucho más rápido”.

Asimismo, considera que estas semillas mejoradas no tiene por qué resultar más caras, ya que las casas de semillas han estado buscando material resistente a distintas enfermedades desde sus orígenes. Por eso, concluye, si logran “poner a disposición de las casas pequeñas y medianas estas herramientas, también podrán hacer mejoras más rápido, con lo cual se pueden reducir los costes de desarrollo de variedades resistentes y eso repercute al final directamente en el consumidor”. ■

## SABOR Y TECNOLOGÍA DEL TOMATE

Una característica que no se plantean ‘mejorar’ en Beyond Seeds es el sabor. No tendría mucho sentido, aclaran. Por una parte, más allá de lo subjetivo del asunto, ya que a cada uno le gusta un tipo y tiene su propio recuerdo asociado al ‘antiguo sabor’ de los tomates en casa de los abuelos, hay un problema de genes.

De cantidad de ellos, siendo exactos. “El sabor del tomate está controlado por, además de los grados brix y la acidez, que son dos parámetros muy importantes, alrededor de unos 5.000 compuestos volátiles que dan los aromas y la percepción en el paladar que un consumidor reconoce como tomate de calidad”, señala Edgar García. Así que habría que trabajar con 5.000 genes, cuando hacerlo con uno solo ya es bastante complicado.

Asimismo, explica que el problema no está en los tomates de hoy en día, sino en cuándo y cómo se cosechan estos. “Hay tomates que están malos, pero no son tantos lo que son malos si se dejan que maduren en la planta, hay un ciclo de desarrollo vegetativo y de fructificación del propio tomate que necesita completarse dentro de la planta”, detalla. En esta línea, asegura que “si consumes tomate de proximidad, que se ha cosechado en su punto y esa mañana lo han llevado al mercado fresco, en el punto óptimo de maduración,



muy probablemente va a ser un tomate de una calidad organoléptica excelente, aunque no se haya hecho un proceso de mejora, que es lo que pasaba con los tomates que recordamos de nuestros abuelos”.

El problema de los tomates actuales es que muchos “se cosechan en verde porque tiene que transportarse muchos kilómetros y si no se coge cuando está duro, lo que llega es zumo de tomate al supermercado”. Así que esa maduración final del tomate se hace en “cámaras de maduración con procesos que no son los de la propia planta, por lo que al tomate no le ha dado tiempo a absorber del suelo todos los minerales y azúcares que lo definen como tomate, por eso no sabe a nada, porque lo comemos verde en realidad”. Ana García reivindica el trabajo que realizan recordando una frase del conocido divulgador científico y profesor de la Universidad de Valencia Juan Miguel Mulet: “Detrás de un tomate hay mucha más tecnología que detrás de un iPhone”. Y añade que “toda esa tecnología no se ve, solo se ve ‘origen’, ‘calibre’ y ‘precio’, pero no toda la parte de coger muestras, analizarlas, ver cuál es mejor desde el punto de vista genético, cómo se comporta en el campo, los años que lleva desarrollar una variedad y que esa variedad al agricultor le resulta interesante y que dé un beneficio, y que a su vez se pueda transportar de forma fácil, y que esté buena”.