

# HORTÍCOLAS

MEJORA GENÉTICA

## Cebolla Fuentes de Ebro: investigación y mejora

Cristina Mallor Giménez

Investigadora de la Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

Desde el año 2006 el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CITA) está llevando a cabo un programa de Mejora Genética con la variedad aragonesa Cebolla Fuentes de Ebro. Esta cebolla de reconocido prestigio, destaca por su excelente calidad organoléptica, tiene escaso picor y es muy tierna, por lo que se consume principalmente en fresco. Para la investigación se ha desarrollado un proyecto multidisciplinar que ha contado con la colaboración de agricultores, productores, técnicos del Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón e investigadores del CITA. El objetivo, conseguir una semilla seleccionada y de calidad que cumpliera con los estándares de la demanda actual.

Cada año se cultivan en Aragón unas 700 hectáreas de cebolla. Una parte de esta superficie, aproximadamente unas 150 hectáreas, está dedicada a la variedad autóctona aragonesa Cebolla Fuentes de Ebro, cuya zona de producción se extiende entre los ríos Ginel y Ebro y corresponde a los términos municipales de la provincia de Zaragoza: Fuentes de Ebro, Mediana de Aragón, Pina de Ebro, Osera de Ebro, Villafranca de Ebro y Quinto.

### DISTINCIONES

La década de los 90 y los comienzos del siglo XXI resultaron claves en el impulso de las cali-

dades diferenciadas aragonesas. Fue en ese periodo cuando la cebolla de Fuentes luchaba por la obtención de la figura C de Calidad Alimentaria (actualmente C'alial), distinción que el Gobierno de Aragón otorga a los productos agroalimentarios por su reconocida calidad y reputación. Desde 1997, este producto autóctono cuenta con esta distinción.

Con el objetivo de ir más allá y obtener la Denominación de Origen Protegida (DOP), en 2005 se constituyó Acefuentes (Asociación para la Defensa de la Cebolla Fuentes de Ebro) para impulsar al sector agroalimentario de la zona y para trabajar en la consecución de esta DOP. En

2010 se aprobó la normativa específica de la denominación, y en la pasada campaña 2011 se comercializaron las primeras cebollas amparadas por la DOP.

### INVESTIGACIÓN

En respuesta a consultas realizadas por parte del sector, en 1997 el Centro de Transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CTA) comienza a realizar trabajos relacionados con la Cebolla Fuentes de Ebro (Llamazares *et al.*, 2002; Llamazares y Pérez, 2003). Posteriormente, en 2005 el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) inicia una nueva línea de investigación relacionada con la cebolla, a través de una beca posdoctoral concedida a C. Mallor (autora de esta publicación) que completa su formación en el Reino Unido, donde se inician, entre otros, trabajos relacionados con la Cebolla Fuentes de Ebro (Mallor y Thomas, 2006 y 2008). Además, este mismo Centro publica un libro sobre las "Variedades autóctonas de cebollas españolas" que se encuentran conservadas en el Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas de Zaragoza (Carravedo y Mallor, 2007). En 2006, la Dirección General de Fomento Agroalimentario del Gobierno de Aragón inicia los trámites para que la Cebolla Fuentes de Ebro obtenga la Denominación de Origen Protegida. Para ello establece un Convenio de Colaboración denominado: "Estudio de caracterización de ecotipos, tipificación de su calidad y redacción del Pliego de Condiciones del cultivo en la futura Denomina-

### POR QUÉ SE DIFERENCIA DEL RESTO DE CEBOLLAS

La Cebolla Fuentes de Ebro es un referente entre las hortalizas de la zona por sus características: tiene el cuello



grueso, forma globosa redondeada por la raíz y ligeramente alargada hacia el tallo, coloración externa blanca-paja y las túnicas interiores blancas. Pero lo que caracteriza principalmente a este tipo de cebolla es su escaso picor; se dice de ella popularmente que 'no pica y tiene un sabor ligeramente dulzón'. El consumidor también valora muy positivamente su succulencia y sabor, que no deja retrogusto desagradable en la boca. Estos aspectos marcan la diferencia con el resto de las variedades de cebolla y por ello se consume principalmente en fresco





Cebolla Fuentes de Ebro



Jaulas utilizadas para aislar las plantas de cebolla durante el periodo de polinización y evitar la fecundación de las flores con polen no deseado

ción de Origen de la Cebolla Fuentes de Ebro” con el CITA y el Centro de Transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (Mallor *et al.*, 2007). Entre los años 2007 y 2010 el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) financia dos proyectos nacionales de investigación, que son coordinados por el CITA, y que contemplan entre sus objetivos la mejora genética de la Cebolla Fuentes de Ebro.

### CARACTERÍSTICAS DE LA CEBOLLA

Para entender el programa de mejora, previamente conviene conocer algunas de las características de la especie. La cebolla es una **especie bienal**. Esto significa que durante el primer año produce el bulbo, como resultado de la acumulación de sustancias de reserva al final de la primera temporada de crecimiento. El bulbo de la cebolla es por lo tanto el resultado del engro-

samiento de la base de las hojas, en respuesta a unas determinadas condiciones de fotoperiodo. En el segundo año del ciclo vegetativo, tras un periodo de latencia del bulbo, la planta emite el escapo floral. La inflorescencia de la cebolla está sustentada por este escapo y consiste en una umbela compuesta por un número variable de flores (de 50 a 2.000) de pequeño tamaño y color blanco con estrías verdes.

### DISEÑO DEL PROGRAMA DE MEJORA: CICLOS DE SELECCIÓN

La semilla de la variedad Fuentes de Ebro utilizada actualmente por los agricultores procede, en general, de sus propias selecciones. El estudio de este material vegetal, en concreto de 15 muestras de semillas procedentes de agricultores locales representativos de la zona de produc-

**// CADA AÑO SE CULTIVAN EN ARAGÓN UNAS 700 HECTÁREAS DE CEBOLLA Y APROXIMADAMENTE UNAS 150 ESTÁN DEDICADAS A LA VARIEDAD AUTÓCTONA CEBOLLA FUENTES DE EBRO //**



Mosca (*Calliphora vomitoria*) polinizando las flores de la cebolla en una jaula de aislamiento

Cada una de las flores puede producir hasta seis semillas, de color negro, forma piramidal y un peso que oscila entre 3 y 4 mg. Además, según su biología reproductiva, la cebolla es una **especie alógama**. La polinización es principalmente entomófila (por insectos), aunque también puede ser anemófila (por el viento). Debido a esta característica de la cebolla, para su reproducción hay que aislar las plantas, con el fin de evitar que se produzca la fecundación cruzada con polen no deseado.

ción, que denominamos ecotipos, puso de manifiesto la heterogeneidad de los bulbos, particularmente en cuanto a su nivel de picor o pungencia, justificando así la necesidad de iniciar un programa de mejora con esta variedad (Mallor *et al.*, 2010).

La variabilidad es la ‘materia prima’ con la que se desarrolla la mejora genética. En el caso de la Cebolla Fuentes de Ebro se parte de una variedad tradicional de prestigio que es preciso depurar. De este modo se pretende obtener un producto que siga los es-

tándares de la demanda actual, principalmente en lo referente a uniformidad de forma, tamaño y nivel de picor o pungencia, pero que mantenga sus características históricas.

## ► Selección masal

Con este objetivo, se realizó una primera selección masal de los bulbos procedentes de los 15 ecotipos, eligiendo aquellos cuyo fenotipo resultó más interesante. Es decir, se seleccionaron aquellos bulbos que reunían las características que buscamos en una cebolla, principalmente de baja pungencia, pero también otras características relevantes en la calidad de la cebolla como el tamaño, la firmeza y el contenido en sólidos solubles.

Estos bulbos, se cultivaron conjuntamente en una jaula de aislamiento para la obtención de semilla. Con ello conseguimos evitar la entrada de polen no deseado que fecunde las flores. La polinización dentro de la jaula se realiza utilizando moscas azules (*Callyphora vomitoria*). La recolección de la semilla se realizó de cada planta individualmente, configurando así familias de medios-hermanos, tienen la misma madre (la planta de la que se ha recolectado la semilla) y diferentes padres (las diferentes plantas con las que ha compartido la jaula).



Transplante de las plántulas de cebolla a una parcela de ensayo

**TABLA 1 / Pungencia media de las 12 familias de medios hermanos seleccionadas y de la población inicial (PI) en la cebolla Fuentes de Ebro (n=80). En cada columna, valores seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas**

Familias	Pungencia (µmoles ácido pirúvico / g tejido fresco)	
	Parcela Montañana	Parcela Fuentes de Ebro
1	3.9 e	3.0 e
2	3.9 e	2.8 e
3	4.8 d	3.8 d
4	6.0 bc	4.6 bc
5	5.9 bc	4.1 cd
6	5.6 bcd	4.0 cd
7	6.0 bc	4.6 bc
8	7.0 a	5.0 ab
9	4.7 de	3.8 d
10	5.3 cd	3.7 d
11	5.9 bc	4.0 cd
12	4.9 d	3.7 d
PI	6.5 ab	5.4 a

## ► Selección genealógica

De esta manera, se constituyeron 12 familias de medios-hermanos que se cultivaron para abordar un segundo ciclo de selección, en este caso denominada genealógica. A diferencia de la selección masal, ahora para la selección además del valor individual del bulbo se tiene en consideración el valor de su familia o genealogía.

Doce familias seleccionadas para bajo picor, además de la población inicial, se cultivaron en dos parcelas, una situada en Fuentes de Ebro (Zaragoza), zona tradicional de cultivo, y

otra en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón en Montañana (Zaragoza). Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas elementales de 80 plantas. Se analizaron 20 bulbos por repetición, parcela y familia.

Los parámetros evaluados fueron:

- el peso,
- la forma (altura/diámetro),
- el número de puntos germinativos,
- el contenido en sólidos solubles, utilizando un refractómetro digital, en °Brix,
- la firmeza, con un penetrómetro digital provisto de un punzón de 8 mm de diámetro, en kg/cm<sup>2</sup>
- el picor o pungencia, mediante la cuantificación del ácido pirúvico producido enzimáticamente tras la rotura celular. Se consideran cebollas suaves o de escaso picor aquellas cuyo valor es inferior a 5,5 µmoles de ácido pirúvico por cada gramo de tejido fresco.

La evaluación de la descendencia de las 12 familias estudiadas, así como la población inicial, puso de manifiesto que todas las familias mostraron un nivel de

pungencia significativamente menor que la población original, excepto la familia número 8. Además, dos de ellas presentaron un nivel de pungencia significativamente inferior al resto de familias en los dos ambientes ensayados (Tabla 1). En estas dos familias el 98.7% y el 100% de los bulbos analizados y procedentes de la parcela ubicada en la zona tradicional de cultivo, se pueden considerar de escaso picor según su contenido en ácido pirúvico, mientras que en la población inicial sólo el 60% pertenecen a este grupo. Estos resultados ponen de manifiesto la efectividad de la selección realizada para bajo picor.

Los resultados obtenidos en estas dos familias para el resto de los parámetros estudiados, no mostraron diferencias significativas en cuanto al peso, la forma, la firmeza y el número de puntos germinativos respecto a la población inicial. Sin embargo, los bulbos seleccionados mostraron un menor contenido en sólidos solubles, confirmando la correlación previamente citada por otros autores entre la pungencia y el contenido en sólidos solubles (Galmarini *et al.*, 2001).

Los resultados también pusieron de manifiesto el mejor comportamiento del material vegetal, en cuanto a pungencia se refiere, en la zona tradicional de cultivo, indicando que, aunque el conjunto de sabor y aroma de la cebolla se encuentra determinado genéticamente, puede ser modificado por el ambiente en el cual se desarrollan las plantas.

Siguiendo el método de selección genealógico, se seleccionaron los mejores bulbos, dentro de las dos familias que presentaron un mejor comportamiento en la parcela de Fuentes de Ebro, para su cultivo y obtención de semilla.

Actualmente este material vegetal está siendo cultivado por los agricultores de Fuentes de Ebro en dos parcelas para evaluar su comportamiento en campo.

# HORTÍCOLAS

## ¿POR QUÉ PICAN LAS CEBOLLAS?

El olor y sabor característico de la cebolla son cualidades muy apreciadas en el consumo de esta hortaliza. De hecho su aceptación por parte de los consumidores depende en gran medida de la calidad de estos parámetros. La preferencia de uno u otro tipo de cebollas está en función por un lado de la cultura culinaria del consumidor y por otro del uso que se vaya a hacer de ellas. Así, mientras que en algunas regiones del mundo se prefieren las cebollas picantes, en zonas principalmente ubicadas en EE.UU., Europa y Japón la demanda de cebollas suaves y dulces está en aumento.

Los precursores del sabor y olor característicos de las cebollas son unos compuestos azufrados denominados sulfóxidos de cisteína (ACSOs). Estos compuestos se encuentran alojados en el citoplasma de las células, mientras que la enzima alinasa se encuentra en las vacuolas. Cuando se dañan las células, al cortar las cebollas o por masticación, la enzima entra en contacto con los sulfóxidos y se desencadenan múltiples reacciones. En la primera reacción se producen los ácidos sulfénicos, amonio y ácido pirúvico. Los ácidos sulfénicos rápidamente se condensan para formar varios tiosulfatos, los cuales son también inestables y forman otros compuestos azufrados. Estos productos procedentes de la descomposición de los ACSOs



*Bulbos de Cebolla Fuentes de Ebro en campo en el momento de la recolección.*

son los responsables de los diferentes sabores y olores característicos de la cebolla. Por ejemplo, el ácido 1-propenil sulfénico, que es inestable, se transforma en un gas volátil, el sulfóxido de tiopropanal, que se disipa en el aire. Cuando alcanza los ojos, este gas reacciona con el agua ocular para formar una solución poco concentrada de ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico irrita las terminaciones nerviosas de los ojos, provocando escozor. Las glándulas lacrimales producen lágrimas en respuesta a esta irritación, para diluir y eliminar el efecto irritante.

## ¿CÓMO SE EVALÚA EL PICOR DE LAS CEBOLLAS?

De las reacciones y compuestos responsables del picor en cebolla detallados anteriormente se deduce que resulta complicado medir los compuestos que están directamente implicados en su percepción

organoléptica, debido a que son difíciles de identificar y también a su inestabilidad. Los principales métodos descritos para la determinación del picor en cebolla incluyen:

1. Paneles de cata. Es una medida directa del picor, ya que los panelistas pueden evaluar cualidades de la cebolla como son el picor, dulzor o textura. Para llevar a cabo los paneles de cata se necesita disponer de personas debidamente formadas y de un diseño adecuado del panel. Su utilización en análisis rutinarios es complicada, ya que sólo se puede analizar un número limitado de muestras antes de que el paladar se sature.
2. Cuantificación de los precursores del picor (ACSOs). La cuantificación de los ACSOs mediante la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) se ha aplicado con éxito en cebolla, proporci-

nando una evaluación precisa del picor en esta especie.

3. Cuantificación del ácido pirúvico. La cuantificación del ácido pirúvico se utiliza como medida indirecta del picor en cebolla. Es una medida indirecta porque lo que se cuantifica es uno de los productos secundarios que se origina cuando los ACSOs reaccionan con la enzima alinasa. Existen diversos trabajos que correlacionan la cuantificación del ácido pirúvico con el conjunto de la percepción organoléptica de la cebolla así como con el contenido en precursores del sabor. Este método, debido a su sencillez, se puede aplicar de forma rutinaria en controles de calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Queda a disposición del lector en los correos de [redaccion@editorialagricola.com](mailto:redaccion@editorialagricola.com) y [cmallor@aragon.es](mailto:cmallor@aragon.es)

## HABLAR IDIOMAS ES COMPETITIVIDAD

**CURSO de INGLÉS**  
(Básico, Intermedia o Avanzada)  
también ALEMÁN, FRANCÉS e ITALIANO

A DISTANCIA Y E-LEARNING

**100% GRATIS!**

Información e inscripciones:  
968 900 003  
[info@beneficioconsulting.com](mailto:info@beneficioconsulting.com)

**beneficio**  
CONSULTING

(\* Coste efectivo para la empresa de DE si se bonifica por la FTE

