

Evaluación morfológica, de pungencia y contenido en sólidos solubles de la cebolla 'Fuentes de Ebro'

C. Mallor*, A. Llamazares**, M. Gutiérrez***, P. Bruna***, F. Mallor****, M.S. Arnedo-Andrés*, J.M. Álvarez*

* Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA). Apdo. 727. 50080 Zaragoza

** Centro de Transferencia Agroalimentaria. Bº Movera, s/n. 50071 Zaragoza

*** Centro de Transferencia Agroalimentaria. Avda. Montañana, 930. 50059 Zaragoza

**** Universidad Pública de Navarra (UPNA). Campus de Arrosadía. 31006 Pamplona

Resumen

La Cebolla Fuentes de Ebro es una variedad autóctona aragonesa muy valorada que se caracteriza principalmente por su succulencia y escaso picor. Sin embargo, para su adaptación a los estándares de la demanda actual, requiere que se mejore su uniformidad en tamaño y nivel de picor, así como su capacidad de conservación. Para evaluar el estado actual de la problemática de esta variedad se ha caracterizado material vegetal representativo de la variabilidad existente en la zona tradicional de cultivo. Se han evaluado caracteres morfológicos (peso, altura y diámetro), se ha cuantificado el ácido pirúvico producido enzimáticamente, por su relación con el picor o pungencia, y se ha determinado el contenido en sólidos solubles, expresado en °Brix, por su relación con la conservación. La variabilidad observada entre los diferentes parámetros evaluados sugiere acometer con esta variedad un programa de mejora. Así mismo, se pone de manifiesto la existencia de un material vegetal idóneo para el inicio del mismo, siendo el método de selección masal el que parece más adecuado.

Palabras clave: *Allium cepa* L., picor, ácido pirúvico, °Brix, mejora genética.

Summary

Evaluation of morphology, pungency and soluble solid content of the onion 'Fuentes de Ebro'

The onion 'Fuentes de Ebro' is a very important autochthonous variety from the Aragon region characterized by its succulence and low pungency. However, for its adjustment to the actual market demand, it needs to improve the size and pungency uniformity, as well as its conservation capacity. To assess the actual problem with this variety we have characterized vegetal material from the traditional production area. We have evaluated morphological characters (weight, high and diameter), we have estimated the pyruvic acid enzymatically produced, due to the relation to pungency, and we have determined the soluble solid content in °Brix because of the relation to the conservation capacity. The variability among the different parameters evaluated suggests the necessity to carry out a breeding program with this variety. In fact, we have identified vegetal material suitable to start this breeding. The mass selection seems to be the more adequate method.

Key words: *Allium cepa* L., pungency, pyruvic acid, °Brix, breeding program.

Introducción

Cada año se cultivan en Aragón unas 700 ha de cebolla. Una parte importante de esta superficie (150 hectáreas) está dedicada a la variedad autóctona aragonesa Cebolla Fuentes de Ebro (CFE), 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. La CFE es un referente entre las hortalizas de la zona por sus especiales características. Tiene el cuello grueso, forma globosa redondeada por la raíz y ligeramente alargada hacia el tallo, coloración externa blanco-paja y las túnicas interiores blancas y esponjosas. Pero lo que caracteriza principalmente a la CFE 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.

Este producto autóctono cuenta desde 1997 con la C de Calidad Alimentaria, distinción que el Gobierno de Aragón otorga a los productos agroalimentarios por su reconocida calidad y reputación, y actualmente busca ser reconocido como Denominación de Origen Protegida.

La CFE es una denominación varietal tradicional de prestigio que es preciso depurar, dado que para su adaptación a los estándares de la demanda actual requiere que se mejore su uniformidad, principalmente en lo referente a tamaño y nivel de picor, manteniendo el resto de sus características históricas. Otro inconveniente que presenta esta variedad es su escasa aptitud para la conservación, que hace que se trate de un producto de consumo estacional.

En este trabajo y con el objeto de evaluar el estado actual de la problemática de esta variedad y sus posibles soluciones a través de la mejora genética, se ha caracterizado material vegetal de la Cebolla Fuentes de Ebro, con diferentes orígenes, representativo de la variabilidad existente en la zona tradicional de cultivo.

Para ello se han realizado determinaciones morfológicas de los bulbos y se ha cuantificado su pungencia y su contenido en sólidos solubles. La pungencia o picor es una característica muy importante en la CFE porque es una de las cualidades que más se valoran en esta variedad. Por otro lado, el contenido en sólidos solubles está relacionado con la conservación. A mayor contenido en sólidos solubles, mayor porcentaje en materia seca y por tanto mejor aptitud para la conservación tiene la cebolla.

Materiales y métodos

Material vegetal

Se han evaluado 15 ecotipos de la CFE; cada uno es una selección realizada por un agricultor de la zona tradicional de cultivo. El material vegetal se cultivó en dos parcelas de ensayo ubicadas en el Término Municipal de Fuentes de Ebro.

Las prácticas culturales aplicadas fueron las características de la zona para este cultivo. Se realizó siembra directa y el cultivo precedente fue trigo en ambas parcelas. El riego de la parcela 1 se realizó inicialmente por aspersión (2 riegos), y el resto a manta (10 riegos). El suelo de esta parcela es de textura franco-limosa de tipo medio, es un suelo salino y su superficie es de 2.400 m². Se aplicó un abonado en semenera de 56 U.F./ha de N, 105 U.F./ha de P₂O₅ y 105 U.F./ha de K₂O, en cobertera se aplicaron dos abona-

dos, el primero de 94 U.F. de N y el segundo de 32,5 U.F. de N y 115 de K_2O .

En la parcela 2 todos los riegos se realizaron a manta (10 riegos). El suelo de esta parcela es de textura franco-arcillo-limosa de tipo fino (suelo pesado), se trata de un suelo salino y su superficie es de 2.000 m². Se aplicó un abonado en semenera de 48 U.F./ha de N, 90 U.F./ha de P_2O_5 y 90 U.F./ha de K_2O , en cobertera se aplicaron dos abonados, el primero de 81 U.F. de N y el segundo de 39 U.F. de N y 138 de K_2O .

En ambas parcelas la siembra se realizó en febrero de 2006 y la recolección de los bulbos en agosto del mismo año.

Para las determinaciones que a continuación se detallan se analizaron 24 bulbos por cada ecotipo y parcela.

Determinaciones morfológicas

Para cada bulbo se determinó el peso, la altura, el diámetro máximo y el diámetro del cuello.

Cuantificación de la pungencia

La evaluación de la pungencia se realizó mediante la cuantificación del ácido pirúvico producido enzimáticamente tras la rotura celular, según el método descrito por Schwimmer y Weston (1961) y modificado posteriormente por Boyhan *et al.* (1999).

Para la extracción de las muestras se obtuvo el jugo de la cebolla mediante el prensado de una rodaja de un grosor aproximado de 5 mm procedente de su parte ecuatorial. El jugo obtenido se centrifugó, separando así la fase semisólida. Las muestras se prepararon diluyendo 100 μ l del jugo en 4 ml de agua destilada. 30 μ l de esa disolución se añadieron a una placa de microtitración junto con 50 μ l de 2,4 dinitrofenilhidracina

(0,0125%) en HCl 2N y se incubó la placa durante 10 minutos a 37°C. Transcurrido este tiempo, se añadieron 150 μ l de NaOH 0,6 N, produciéndose la reacción colorimétrica. La absorbancia se midió en un espectofotómetro (Multiskan® EX, Thermo Electron Corporation) a 420 nm. Los datos obtenidos se compararon con una recta de calibrado realizada previamente con piruvato sódico, calculando así la concentración equivalente en el jugo de cebolla.

Contenido en sólidos solubles

Para cada bulbo se determinó, mediante un refractómetro (Euromex RF532), la medida en °Brix, que constituye una evaluación indirecta del contenido en sólidos solubles.

Evaluación de los resultados

Para tratamiento estadístico de los datos obtenidos, correlaciones, análisis de la varianza y separación de medias, se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS versión 13 y Minitab 14.

Resultados

Comportamiento de los ecotipos según la parcela de ensayo

Para el estudio del comportamiento de los ecotipos según la parcela de ensayo se han tenido en cuenta tres parámetros de gran interés desde el punto de vista comercial y de la mejora: el peso de los bulbos, el nivel de picor o pungencia y el contenido en sólidos solubles. Los resultados obtenidos para cada uno de estos parámetros y ecotipo, según la parcela de cultivo, se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación de peso (g), sólidos solubles (°Brix) y pungencia (μ moles ácido pirúvico / g tejido) de cada ecotipo según la parcela de cultivo.

Table 1. Weight (g), soluble solid content (°Brix) and pungency (μ moles pyruvic acid / g fresh tissue) comparison of each ecotype and plot.

Ecotipo	Variable	Parcela	Media	Desv. Est.	Valor P	
1	Peso	1	243,2	46,1	0,014	*
		2	277,4	46,7		
	Sólidos solubles	1	6,979	0,580	0,520	NS
		2	6,854	0,744		
	Pungencia	1	5,84	1,40	0,820	NS
		2	5,93	1,39		
2	Peso	1	239,0	43,6	0,036	*
		2	278,1	76,7		
	Sólidos solubles	1	7,19	1,07	0,018	*
		2	6,475	0,931		
	Pungencia	1	5,91	1,28	0,415	NS
		2	5,60	1,38		
3	Peso	1	220,1	51,3	0,209	NS
		2	246,0	84,9		
	Sólidos solubles	1	7,188	0,719	0,005	**
		2	6,458	0,955		
	Pungencia	1	6,04	1,24	0,913	NS
		2	6,00	1,13		
4	Peso	1	238,1	48,9	0,183	NS
		2	257,4	49,9		
	Sólidos solubles	1	7,125	0,663	0,046	*
		2	6,729	0,675		
	Pungencia	1	6,23	1,69	0,924	NS
		2	6,18	1,62		
5	Peso	1	221,4	44,6	0,000	***
		2	304,0	75,6		
	Sólidos solubles	1	7,042	0,765	0,033	*
		2	6,542	0,806		
	Pungencia	1	5,29	1,35	0,208	NS
		2	5,73	1,02		
6	Peso	1	222,4	47,5	0,931	NS
		2	220,5	91,2		
	Sólidos solubles	1	7,521	0,759	0,484	NS
		2	7,350	0,912		
	Pungencia	1	6,03	1,33	0,448	NS
		2	6,33	1,35		
7	Peso	1	221,5	56,0	0,222	NS
		2	199,5	68,3		
	Sólidos solubles	1	7,542	0,569	0,034	*
		2	7,125	0,741		
	Pungencia	1	6,17	1,35	0,374	NS
		2	5,82	1,31		

Tabla 1. (Continuación)

Ecotipo	Variable	Parcela	Media	Desv. Est.	Valor P	
8	Peso	1	286	138	0,456	NS
		2	309,2	87,1		
	Sólidos solubles	1	7,271	0,571	0,138	NS
		2	6,938	0,913		
	Pungencia	1	5,81	0,870	0,430	NS
		2	5,58	1,08		
9	Peso	1	279,4	74,4	0,508	NS
		2	292,5	56,8		
	Sólidos solubles	1	7,042	0,859	0,069	NS
		2	6,583	0,843		
	Pungencia	1	6,22	0,903	0,077	NS
		2	5,70	1,06		
10	Peso	1	258,3	50,5	0,067	NS
		2	287,7	58,0		
	Sólidos solubles	1	7,571	0,570	0,001	***
		2	6,708	0,988		
	Pungencia	1	6,58	1,46	0,072	NS
		2	5,95	0,824		
11	Peso	1	219,4	43,6	0,000	***
		2	283,2	59,3		
	Sólidos solubles	1	7,104	0,737	0,208	NS
		2	6,833	0,732		
	Pungencia	1	5,58	0,951	0,452	NS
		2	5,34	1,24		
12	Peso	1	185,6	52,7	0,061	NS
		2	216,7	59,1		
	Sólidos solubles	1	7,542	0,588	0,722	NS
		2	7,458	0,977		
	Pungencia	1	7,11	1,16	0,003	**
		2	6,11	1,06		
13	Peso	1	180,8	37,3	0,307	NS
		2	199,9	56,7		
	Sólidos solubles	1	7,333	0,545	1,000	NS
		2	7,333	0,913		
	Pungencia	1	6,86	1,16	0,686	NS
		2	6,67	1,39		
14	Peso	1	195,1	29,6	0,000	***
		2	295,2	48,0		
	Sólidos solubles	1	7,167	0,637	0,000	***
		2	6,479	0,580		
	Pungencia	1	5,96	1,28	0,096	NS
		2	5,33	1,27		
15	Peso	1	192,3	43,1	0,000	***
		2	265,8	50,3		
	Sólidos solubles	1	7,271	0,625	0,421	NS
		2	7,125	0,433		
	Pungencia	1	5,78	1,22	0,914	NS
		2	5,83	1,62		

Respecto al peso de los bulbos, se ha obtenido que para seis de los quince ecotipos evaluados, los bulbos de la parcela dos pesaron significativamente más que los de la parcela uno (ecotipos 1, 2, 5, 11, 14 y 15), mientras que para el resto de los ecotipos el peso no dependió de la parcela de cultivo.

Para °Brix se obtuvieron valores significativamente superiores en la parcela uno en siete de los quince ecotipos (2, 3, 4, 5, 7, 10 y 14), siendo los contenidos similares en ambas parcelas para el resto de los ecotipos.

Respecto a la pungencia, sólo en el caso del ecotipo 12 se han obtenido resultados significativamente distintos siendo superiores los de la parcela uno.

Según estos resultados, parece existir una tendencia para obtener bulbos de mayor peso y menor contenido en sólidos solubles en la parcela dos, siendo, en general, el efecto de la parcela no significativa para la pungencia.

Relación entre los parámetros evaluados

Con el fin de determinar la relación existente entre los parámetros evaluados se calculó

la matriz de correlaciones entre los mismos como se detalla en la tabla 2.

El peso de los bulbos se correlaciona positivamente con su altura (correlación de Pearson = 0,663), su diámetro máximo (correlación de Pearson = 0,867), y de forma menos intensa con el diámetro del cuello del bulbo (correlación de Pearson = 0,336). Efectivamente, las cebollas de mayor peso son aquellas que tienen mayores dimensiones del bulbo. De forma similar se correlacionan positivamente la altura del bulbo con los diámetros de bulbo y cuello, y el diámetro del bulbo con el del cuello.

Se ha obtenido una correlación negativa y significativa entre el peso de los bulbos y su pungencia (figura 1), siendo el valor de la correlación de Pearson de -0,203, lo que significa que, en general se observa una tendencia de que los bulbos de mayor peso presenten un menor picor, aunque la relación no resulta muy intensa. También se observa una correlación negativa entre el peso y el valor en °Brix (correlación de Pearson = -0,241). De nuevo esta correlación no es muy importante, pero determina una cierta tendencia a que los bulbos de menor peso tengan un mayor °Brix.

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre los diferentes parámetros evaluados en la Cebolla Fuentes de Ebro. En cada celda se especifica la correlación de Pearson (en la parte superior) y el valor-P (en la parte inferior)

Table 2. Correlations coefficients among the evaluated parameters for the onion Fuentes de Ebro. Each cell indicates the Pearson correlation and the P-value

	Peso	Altura	∅ bulbo	∅ cuello	Sólidos solubles
Altura	0,663 0,000				
∅ bulbo	0,867 0,000	0,504 0,000			
∅ cuello	0,336 0,000	0,452 0,000	0,267 0,000		
Sólidos solubles	-0,241 0,000	-0,096 0,011	-0,212 0,000	0,068 0,073	
Pungencia	-0,203 0,000	-0,052 0,174	-0,228 0,000	-0,011 0,768	0,305 0,000

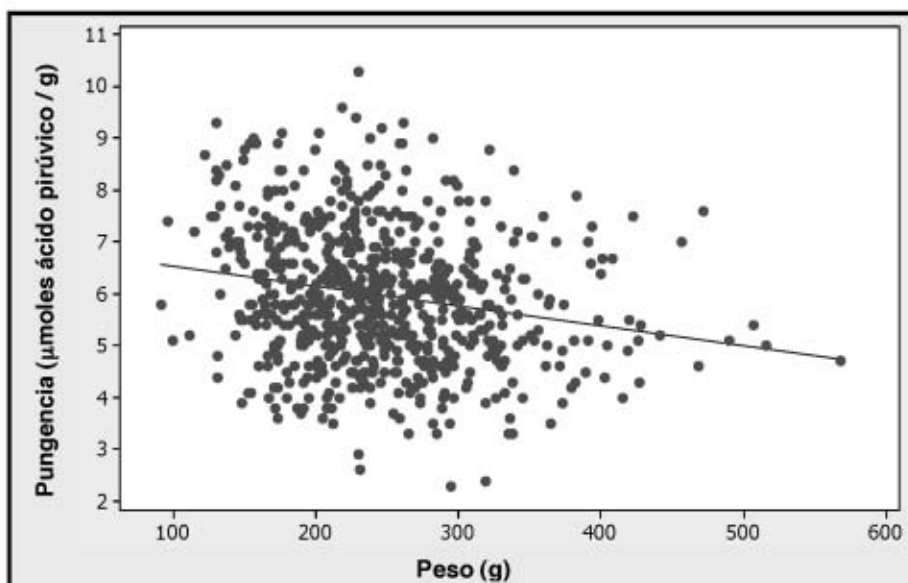


Figura 1. Relación entre la pungencia y el peso de los bulbos.
 Figure 1. Relationship between pungency and weight of the bulbs.

Los °Brix se correlacionan positivamente con la pungencia (correlación de Pearson = 0,305), de modo que los bulbos con más °Brix tienden a ser más pungentes (figura 2).

Caracterización de los ecotipos según su pungencia

El análisis de la varianza (tabla 3) revela la existencia de diferencias significativas entre los ecotipos según su pungencia.

La separación de medias muestra la existencia de tres grupos (figura 3). Si excluyéramos los ecotipos 12 y 13 no habría diferencias significativas entre las medias de los restantes 13 ecotipos. La inclusión de los ecotipos 12 y 13 genera la existencia de dos nuevos subconjuntos homogéneos, uno que incluye el 12 y otro el 13. Por ello, los únicos ecotipos con un nivel de pungencia significativamente diferente son el 12 y el 13.

Caracterización de los ecotipos según su peso

El análisis ANOVA que se muestra en la tabla 4 revela que existen diferencias significativas entre los ecotipos según su peso, una vez eliminado el efecto de la parcela. La separación de medias muestra la existencia de seis grupos según se muestra en la figura 4. De nuevo los ecotipos 12 y 13 destacan por tener los bulbos de menor peso. Según el análisis de Tukey (figura 4), los ecotipos 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 14 forman un grupo homogéneo que se caracteriza por tener los bulbos de mayor tamaño que el resto.

Caracterización de los ecotipos según su contenido en sólidos solubles

El análisis ANOVA que se muestra en la tabla 5 revela que existen diferencias significativas entre los ecotipos según su contenido en sólidos solubles, una vez eliminado el efecto de la parcela. La separación de

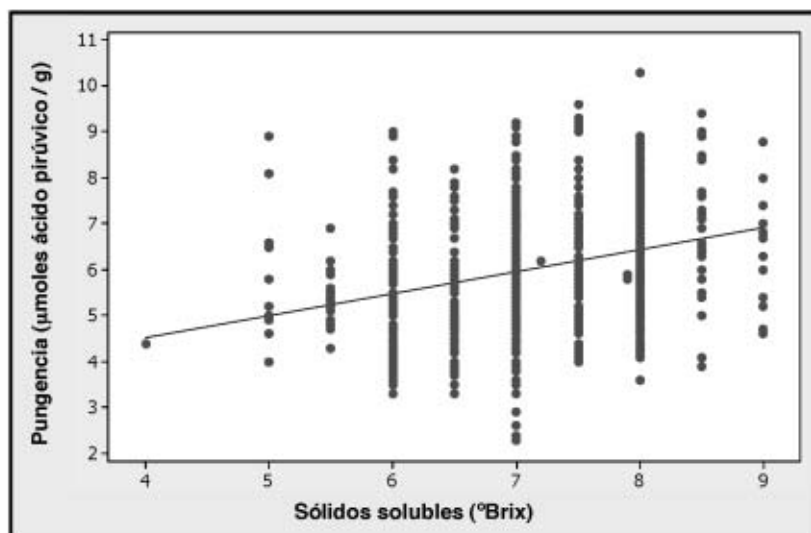


Figura 2. Relación entre la pungencia y el contenido en sólidos solubles.
 Figure 2. Relationship between pungency and soluble solid content.

Tabla 3. Análisis ANOVA de la pungencia según ecotipos
 Table 3. ANOVA analysis of pungency

	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	87,438	14	6,246	3,931	,000
Intra-grupos	1080,376	680	1,589		
Total	1167,814	694			

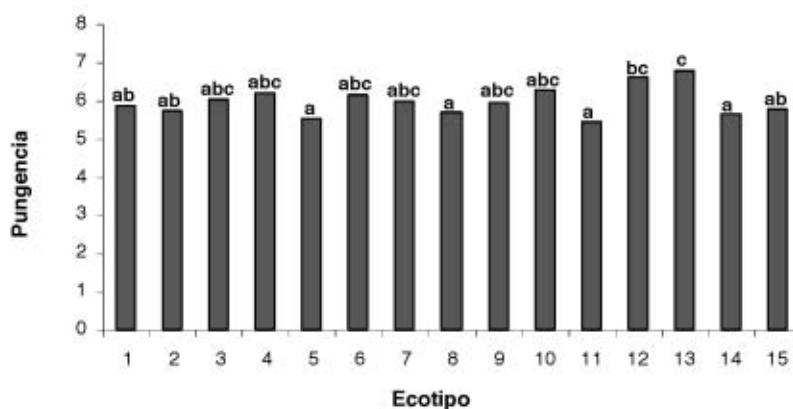


Figura 3. Pungencia, expresada en μ moles ácido pirúvico / g tejido fresco, de los 15 ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b y c.
 Figure 3. Pungency (μ moles pyruvic acid / g fresh tissue) of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b and c.

Tabla 4. Análisis ANOVA del peso con factores ecotipo y parcela
 Table 4. ANOVA analysis of weight

Fuente	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	964057,751	29	33243,371	9,645	,000
Intersección	40019383,596	1	40019383,596	11610,782	,000
Ecotipo	517558,714	14	36968,480	10,726	,000
Parcela	231234,238	1	231234,238	67,088	,000
Ecotipo * Parcela	169839,334	14	12131,381	3,520	,000
Error	2292084,226	665	3446,743		
Total	44635614,000	695			
Total corregida	3256141,977	694			

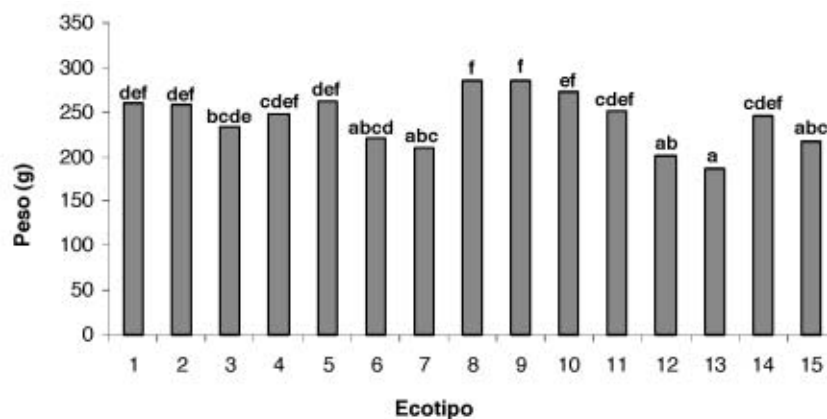


Figura 4. Peso medio de los ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b, c, d, e y f.

Figure 4. Weight (g) of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b, c, d, e, and f.

Tabla 5. Análisis ANOVA del contenido en sólidos solubles con factores ecotipo y parcela
 Table 5. ANOVA analysis of soluble solid content

Fuente	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	79,842	29	2,753	4,697	,000
Intersección	33626,316	1	33626,316	57363,269	,000
Ecotipo	39,573	14	2,827	4,822	,000
Parcela	26,103	1	26,103	44,528	,000
Ecotipo * Parcela	10,956	14	,783	1,335	,181
Error	389,823	665	,586		
Total	35079,910	695			
Total corregida	469,665	694			

medias muestra la existencia de tres grupos según se muestra en la figura 5.

Discusión

Los resultados sobre la tipificación de material vegetal de la CFE, según el peso, nivel de pungencia y contenido en sólidos solubles

de los bulbos, revelan una elevada variabilidad entre los valores obtenidos para todos los caracteres evaluados. Esta variabilidad ya había sido constatada en trabajos anteriores realizados con ecotipos de CFE procedentes de las Comarcas de Zaragoza y Ribera Baja del Ebro (Llamazares et al., 2002; Llamazares y Pérez, 2003). Ambos trabajos sugieren además la necesidad de acometer un programa de mejora con esta variedad.

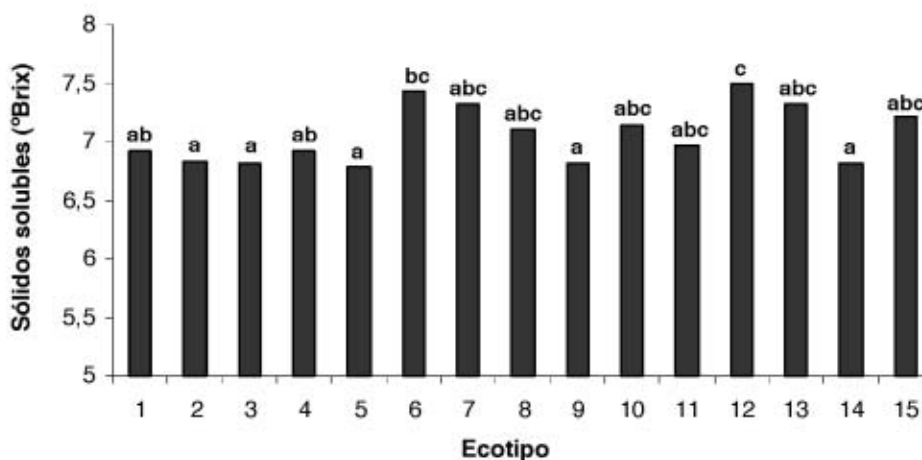


Figura 5. Contenido en sólidos solubles, expresados en °Brix, de los ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b y c.

Figure 5. Soluble solid content, in °Brix, of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b and c.

La variabilidad es la 'materia prima' con la que se desarrolla la mejora genética. En el caso de la CFE se parte de un material vegetal tradicional de prestigio pero que es preciso uniformizar. De este modo, se obtendría un producto que siguiese los estándares de la demanda actual, principalmente en lo referente a uniformidad de tamaño y nivel de pungencia, pero que mantuviera sus características históricas. Además dada la escasa aptitud para la conservación de esta variedad también sería interesante mejorar este carácter en la medida de lo posible.

La evaluación de la **pungencia o picor** se ha realizado mediante la cuantificación del ácido pirúvico, que sin ser responsable del picor, es un buen indicativo del mismo. El método del ácido pirúvico producido enzimáticamente, se ha aplicado con éxito en muestreos de campo para la evaluación de la pungencia en cebolla (Randle et al., 1998) y debido a su robustez, sencillez y rapidez, se puede utilizar de forma rutinaria en controles de calidad.

A pesar de que la variabilidad de la pungencia ha sido importante dentro de cada ecoti-

po, sólo se detectaron diferencias significativas con los ecotipos 12 y 13. Estos ecotipos se deberían eliminar del programa de selección por tener una pungencia elevada. Por otro lado, la variabilidad existente entre los valores obtenidos para cada ecotipo justifica llevar a cabo un programa de selección para este carácter con el fin de seleccionar las cebollas que presenten un menor nivel de picor dentro de los mejores ecotipos.

Según el reglamento de certificación de cebollas aplicado en Estados Unidos en la variedad *Vidalia* (*Vidalia Sweet Onion*), para que los bulbos se consideren poco picantes o suaves no deben de superar el límite de 5,5 micromoles de ácido pirúvico / gramo de tejido fresco. Los datos obtenidos en este trabajo muestran la existencia de bulbos que superan estos valores. Sin embargo, existen cebollas con unos niveles muy bajos de pungencia que podrían constituir un material vegetal idóneo para su utilización como material base en un futuro programa de mejora, una vez evaluados el resto de los caracteres de interés.

El **peso** promedio de los bulbos ha sido de 244,5 g Este parámetro también ha mostrado una elevada variabilidad. Se han podido establecer diferencias significativas por ecotipos. Según el análisis estadístico, los ecotipos 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 14 forman un grupo homogéneo que se caracteriza por tener los bulbos de mayor tamaño que el resto y por tanto los que más interesarían para la selección. De nuevo, los ecotipos 12 y 13 destacan por pertenecer al grupo de los bulbos de menor peso.

Los hidratos de carbono no estructurales solubles en agua (NSWC, *nonstructural water-soluble carbohydrates*) contribuyen al dulzor en las cebollas. Son el componente principal del bulbo, variando del 41 al 88% del total de la materia seca. Los principales NSWC son la sacarosa, fructosa, glucosa y

fructanos. La glucosa, fructosa y sacarosa son las que aportan el dulzor de las cebollas ya que los fructanos no son dulces, sin embargo, se degradan en los mencionados azúcares durante los procesos metabólicos, por lo que el sabor de las cebollas puede cambiar durante el almacenamiento (Pozzo-Ardizzi et al., 2005). Los NWSC se correlacionan positivamente con el contenido en **sólidos solubles** ($R = 0,96$) (Randle, 1992). A mayor contenido en sólidos solubles mayor porcentaje de materia seca y por tanto mejor aptitud para la conservación tiene la cebolla. Así pues, dado que el contenido en sólidos solubles está directamente relacionado con la aptitud para la conservación de los bulbos y también con su contenido en azúcares, desde el punto de vista de la mejora, interesan los bulbos con mayor contenido en sólidos solubles. La valoración de este parámetro ha mostrado un escaso margen de variación, entre 6,8 y 7,5 °Brix. Estos valores indican que se trata de una cebolla típica para el mercado fresco, de escasa aptitud para la conservación, por ello la Cebolla Fuentes de Ebro es un producto estacional que sólo está disponible en el mercado unos determinados meses al año. Las cebollas de larga conservación suelen tener un contenido en sólidos solubles entre 15 y 25 °Brix (Voss, 2005). Si tuviésemos que seleccionar exclusivamente en función de este parámetro se optaría por los ecotipos pertenecientes al grupo homogéneo de mayor contenido, que se corresponden con los ecotipos: 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 y 15.

Teniendo en cuenta el peso, la pungencia y el contenido en sólidos solubles, entre los 15 ecotipos evaluados se podrían seleccionar en principio los ecotipos 8, 10 y 11. Sin embargo, dada la influencia del ambiente y las prácticas culturales en la estimación de estos parámetros, convendría repetir este ensayo durante al menos una campaña más,

para tratar de eliminar así en cierta medida el efecto del ambiente.

De los resultados obtenidos en este trabajo, así como de las características propias del cultivo y los antecedentes de esta variedad, un programa de selección masal parece el más adecuado para iniciar la mejora con esta variedad de cebolla.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección General de Fomento Agroalimentario del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón la financiación aportada para la realización de este trabajo y a la asociación ACEFUENTES su interés y colaboración en la realización del mismo.

Bibliografía

Boyhan GE, Schmidt NE, Woods FM, Himelrick DG, Randle WM, 1999. Adaptation of a spectrophotometric assay for pungency in onion to a microplate reader. *J. Food Qual.* 22: 225-233.

Carravedo M, Mallor C, 2007. Variedades autóctonas de cebollas españolas. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria – Gobierno de Aragón. 382 pp.

Llamazares A, Pérez LP, Páramo J, 2002. Parámetros que caracterizan a la cebolla (I). *Informaciones Técnicas, Dirección General de Tecnología Agraria, Gobierno de Aragón.* Núm. 110, 15 pp.

Llamazares A, Pérez LP, 2003. Parámetros que caracterizan a la cebolla (II). *Informaciones Técnicas, Dirección General de Tecnología Agraria, Gobierno de Aragón.* Núm. 127, 11 pp.

Pozzo-Ardizzi MC, Abrameto M, Pellejero G, Aschkar G, Gil MI, Van Konijnenburg A, 2005. Efecto del periodo de conservación sobre algunas propiedades nutraceuticas y organolépticas en los bulbos de cultivares nacionales de cebollas (*Allium cepa* L.) en el valle inferior de Río Negro. *R.I.A.*, 34 (3): 115-130.

Randle WM, 1992. Sampling procedures to estimate flavor potential in onion. *HortScience* 27: 1116-1117.

Randle WM, Kopsell DA, Kopsell DE, Snyder RL, Torrance R, 1998. Field sampling short-day onions for bulb pungency. *HortTechnology* 8: 329-332.

Schwimmer S, Weston, WJ, 1961. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* 9: 301-304.

Voss RE, 2005. La producción de cebolla para deshidratado en California. Centro de Información e investigación de Hortalizas. Serie de Producción de Hortalizas. 4pp.

(Aceptado para publicación el 12 de julio de 2007)