

CARACTERIZACIÓN DE LA CEBOLLA HORCAL DE PALENZUELA

Santiago, Y.¹, Vacas, R.¹, Martín H.¹, Ibeas, A.¹, Sanz Calvo, M.², Asensio-S.-Manzanera, M.C.¹

¹ Unidad de Cultivos Leñosos y Hortícolas.

² Laboratorio de Análisis Físico-químico y sensorial.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Ctra. de Burgos km 119, 47071 Valladolid, sancalvo@itacyl.es

RESUMEN

La cebolla de Palenzuela se incluye dentro del grupo de las cebollas tipo “Horcal”. Se trata de un producto muy apreciado ya que se utiliza como ingrediente en la morcilla de Burgos.

En el 2012 se realizó la caracterización físico-química del bulbo. En los resultados únicamente de ese año se encontró una gran variabilidad entre las cebollas de Palenzuela, aunque si se distinguía la cebolla Horcal del resto de testigos evaluados.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la caracterización realizada durante los años 2011, 2012 y 2013. El objetivo es evaluar la variabilidad y calidad de esta cebolla en comparación otro tipo de cebollas “tipo Horcal” y cebollas comerciales.

Palabras clave: *bulbo, dureza, color, pH.*

INTRODUCCIÓN

La cebolla, de acuerdo al volumen de su producción, ocupa el segundo lugar entre las hortalizas más cultivadas a nivel mundial. En la Unión Europea (UE28), según los datos del año 2015 de la Oficina Europea de Estadística (EUROSTAT, 2016), Holanda es el primer productor seguido de cerca por España, sumando entre ambos un 44 % de la producción total. A nivel europeo Turquía es el mayor productor de cebolla con una producción anual de 2 millones de toneladas (EUROSTAT, 2016).

Según los datos del Anuario de Estadística Agraria publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente (MAGRAMA, 2014) la superficie total de cebolla en España es de 24.941 ha, siendo la cebolla grano o valenciana la variedad más cultivada.

En Castilla y León la superficie ocupada por este cultivo es de 1.822 ha, siendo la segunda hortaliza más cultivada en esta región después de la zanahoria (JCyL, 2014). Gran parte de estas cebollas son variedades locales, desarrolladas a lo largo de la historia y adaptadas a los diferentes ambientes y a las preferencias del consumidor.

El consumo los productos de origen local suele estar ligado a la zona de producción, son conocidos por su calidad y sus características propias. Para su diferenciación y promoción en otro tipo de mercados se amparan bajo el sello de figuras de calidad, proporcionándoles un valor añadido. Esto favorece la conservación in situ de este tipo de material vegetal.

El tipo de cebolla “Horcal” se encuentra vinculada geográficamente a la localidad palentina de Palenzuela. Se cultiva una superficie de 200 ha en la cuenca baja de los ríos Arlanza y Arlanzón, y el rendimiento medio es de unas 60 toneladas por hectárea. El principal destino de este cultivo es como ingrediente de la morcilla de Burgos. Sin embargo, existen otras zonas de Castilla y León donde también se cultivan cebollas conocidas popularmente con el nombre de Horcal. Una de estas zonas es la comarca del Valle de Tera, próxima al municipio de Benavente (Zamora).

El objetivo de este trabajo es la caracterización de la cebolla de Palenzuela, evaluando su variabilidad y calidad en comparación con otro tipo de cebollas “tipo Horcal” y cebollas comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se sembraron 9 entradas de cebolla Horcal procedentes de la zona de Palenzuela. Como testigos se utilizaron 2 entradas tipo Horcal de la zona de Benavente, y 6 variedades comerciales, algunas de ellas híbridos F1.

Entrada	Clase comercial	Año adquisición entrada	Procedencia	Tipo de cultivar
ZHT-351	Tipo Horcal	2009	J., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-352	Tipo Horcal	2009	M.C., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-353	Tipo Horcal	2009	M.C., Agricultor, Benavente (Zamora)	C. tradicional
ZHT-393	Tipo Horcal	2011	P.G., Agricultor, Melgar de Fernamental (Burgos)	C. tradicional
ZHT-394	Tipo Horcal	2011	H.B., Agricultor, Melgar de Fernamental (Burgos)	C. tradicional
ZHT-395	Tipo Horcal	2011	D.A., Agricultor, Melgar de Fernamental (Burgos)	C. tradicional
ZHT-396	Tipo Horcal	2011	D.C., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-397	Tipo Horcal	2011	C.G., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-398	Tipo Horcal	2011	A.R., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-399	Tipo Horcal	2011	S.D., Agricultor, Palenzuela (Palencia)	C. tradicional
ZHT-430	Tipo Horcal	2011	D.B., Agricultor, Benavente (Zamora)	C. tradicional
CENOL	Tipo Blanca de Fuentes		Ramiro Arnedo	Var. seleccionada

FUENTES	Blanca de Fuentes		Var. seleccionada
GRANERO	Cebolla amarilla día largo	Nunhems	Híbrido F1
PANDERO	Cebolla amarilla día largo	Nunhems	Híbrido F1
RITA	Tipo Valenciana	Ramiro Arnedo	Var. seleccionada
SOLSTICE	Cebolla blanca día largo	Nunhems	Híbrido F1

La evaluación se realizó durante los años 2011, 2012 y 2013 en dos ambientes diferentes: la finca de Zamadueñas (Valladolid) y Audanzas del Valle (León). El cultivo se realizó con siembra directa en campo (Zamadueñas, 2011, 2012) o con siembra en bandejas en el invernadero para su posterior trasplante en campo (Audanzas del Valle, 2011, 2012, Zamadueñas 2013).

Los ensayos de siembra directa en campo se sembraron durante el mes de febrero con sembradora neumática.

En el caso del trasplante, la siembra se realizó en invernadero durante el mes de febrero en bandejas de alvéolos con turba negra y vermiculita (2:1). Las condiciones del invernadero fueron: temperatura diurna de 22 °C, nocturna de 16 °C y 40 % de humedad. El trasplante se hizo en el mes de mayo.

El abonado y las dosis de tratamientos se realizaron según el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de Liliaceas de la Junta de Castilla y León (B. O. C. y L., nº 68, 13 de abril de 2009).

La cosecha en ambos sistemas de cultivo fue a lo largo de los meses de septiembre y octubre, según el ciclo de cada variedad.

Los datos se tomaron en 20 plantas de cada entrada en el estado de madurez de la planta.

Los caracteres evaluados fueron los siguientes:

Caracteres morfológicos

Se midió el peso del bulbo (B_peso), longitud del bulbo (B_L), anchura del bulbo (B_A) y la forma del bulbo a través de la relación longitud/anchura bulbo (B_L/A), según los descriptores IPGRI para *Allium* spp. (Bulb shape index).

Caracteres físicos

Se determinó el color de las túnicas externas y de la carne mediante un colorímetro MINOLTA (modelo CR 400/410) utilizando el espacio de color CIELAB. Se evaluaron 3 bulbos por entrada. Para cada bulbo se obtuvo el promedio de los tres valores tomados en el ecuador interior (int) y exteriormente (ext).

La dureza del fruto se determinó con un penetrómetro FF 327 TR con puntal de 8 mm. Este parámetro se estimó en 3 bulbos por cada muestra con tres medidas para cada bulbo.

Para la determinación del contenido de humedad (Hm) se midió la pérdida de agua después de meter la muestra en una estufa a 65°C durante 72 horas.

Caracteres químicos

La medición del pH y el contenido de sólidos solubles se realizaron sobre el jugo obtenido a partir de la trituration de 3 bulbos de cada muestra.

El pH se determinó con un pH-metro CRISON GLP 21 y la cantidad de sólidos solubles (°Brix) se realizó con el refractómetro de mano PAL 1 ATAGO.

La pungencia del bulbo se realizó por la cuantificación del ácido pirúvico producido después de la rotura de las células, usando el método propuesto por Schwimmer y Weston (1961) modificado por Boyhan *et al.* (1999). El jugo de cebolla fue obtenido de la sección transversal de 1 cm de anchura de la zona del ecuador. Los resultados de la pungencia se expresaron en micromoles de ácido pirúvico por gramo de peso fresco ($\mu\text{molAP/gFW}$).

Calidad de almacenamiento

Para evaluar la calidad de almacenamiento se almacenaron 3 repeticiones de 20 bulbos no germinados de cada entrada y se mantuvieron en jaulas de plástico a unos 10-15°C de temperatura en oscuridad. Se contaron los bulbos germinados a los 3 (G3m) y a los 6 meses (G6m) de la fecha de almacenamiento.

Análisis de los datos

Los resultados obtenidos para cada variable se sometieron a un análisis de varianza incluyendo como fuentes de variación el genotipo, el ambiente (combinación de localidad y año), y la interacción entre ambos. Se realizó una separación de medias por método del rango múltiple de Duncan para el genotipo para estudiar la variabilidad entre las distintas entradas.

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables analizadas para estudiar la relación existente entre ellas.

Las variables que resultaron significativas en el ANOVA, se emplearon en un análisis multivariante (Análisis de Componentes Principales, ACP).

El software utilizado para el análisis estadístico fue el paquete informático SPSS v.16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica y físico-química y calidad de almacenamiento.

Todas las variables morfológicas estudiadas presentan un grado de significación elevado, debido tanto al ambiente como al genotipo como a la interacción entre ambos. Es decir, que independientemente de la variabilidad debida a características genéticas de la propia variedad, estas se comportan de modo diferente en los distintos ambientes.

Las variables físico-químicas, de forma general, resultan altamente significativas, a excepción de algunos parámetros de color, principalmente internos.

De forma general las cebollas tipo Horcal procedentes de Benavente son las que obtuvieron un peso mayor, seguidas de las variedades comerciales. Los cultivares de Palenzuela presentan una gran heterogeneidad pero de forma general tuvieron un menor peso que el resto (tabla 1).

En lo que se refiere a la longitud, todas las variedades comerciales utilizadas como testigos y que tienen formas esféricas tuvieron una mayor longitud que el resto. Dentro del grupo de las cebollas tipo Horcal se distinguen las de Benavente con una longitud mayor.

En cuanto a la anchura, aunque hay una mayor variabilidad entre los testigos, de forma general las cebollas tipo Horcal son las que presentaron una anchura mayor con respecto al resto, destacando de nuevo con valores superiores las que proceden de Benavente.

La relación L/A en las variedades comerciales es próxima a 1, dando lugar a formas esféricas. En el caso de las variedades tipo Horcal esta relación es menor, lo que da lugar a formas más planas. En el caso de las cebollas de Benavente la relación L/A es menor aún, lo que daría lugar a cebollas con una forma más plana y achatada que el resto.

La germinación a los tres meses fue superior en las variedades tipo Horcal con respecto al resto, con valores entre 24,50 y 96,67% encontrando diferencias significativas entre ellas. Dentro de este grupo las que menos germinaron fueron las dos entradas procedentes de Benavente y cabe mencionar que la entrada de tipo Horcal que menor porcentaje de germinación obtuvo (24,50%) no presentó diferencias significativas con Fuentes y Cenol. El resto de variedades comerciales tuvieron valores inferiores al 2,67 %, presentando diferencias significativas con el resto.

Los datos de germinación a los seis meses no presentan muchas diferencias con respecto a los resultados a los tres meses. Únicamente destacar que una de las entradas tipo Horcal de Benavente obtuvo unos valores similares al resto de variedades comerciales utilizadas como testigo lo que indica su adecuada capacidad para el almacenamiento.

En cuanto a la pungencia (tabla 2), según la escala del laboratorio “Vidalia Labs Internacional” de Georgia (EEUU) (Raigón, 2006), las cebollas analizadas en este trabajo se calificarían como extradulces, con contenido en ácido pirúvico menor a 3,5 $\mu\text{mol/g}$ fresco, o dulces, con contenido entre 3,6-5,5 $\mu\text{mol/g}$ fresco. En el grupo de las extradulces se encuentran todas las cebollas tipo Horcal, a excepción de tres entradas procedentes de Palenzuela. También en este grupo encontramos los testigos Pandero, Solstice y Fuentes.

Junto a las tres entradas tipo Horcal calificadas como dulces tenemos los testigos Granero, Cenol y Rita, sin encontrar diferencias significativas entre ellos.

Estos bajos niveles de pungencia obtenidos en la variedad Horcal, se encuentran por debajo del valor medio de 4,23 $\mu\text{molAP/gFW}$ obtenido en el cultivar Blanca de Fuentes en el año 2010 (Mallor, 2010). Precisamente este bajo valor es lo que ha motivado el proceso de investigación y mejora de esta variedad, resultado de la demanda de cebollas dulces por parte de países como EEUU, Europa y Japón.

En los valores obtenidos para el pH (tabla 5), de forma general, las entradas tipo Horcal, y las variedades comerciales Solstice y Granero obtuvieron unos valores mayores, no encontrando diferencias significativas entre ellas. Solo una entrada procedente de Palenzuela (ZHT-397), y otra procedente de Benavente (ZHT-430), se diferenciaron del resto con unos valores de pH menores.

La medida de pH no es una característica muy utilizada en la caracterización química de cebolla, sin embargo sí se suele medir este parámetro después de un proceso

de transformación. Procesos como el cortado o la conservación de los bulbos a temperaturas no adecuadas, provocan una aceleración del metabolismo con un consumo de los sólidos solubles, aumentando la acidez y una reducción del pH debido a una mayor contenido en ácidos orgánicos (Berno *et al.*, 2014; Brecht *et al.*, 2007).

En estudios realizados, en el que se valoraba el contenido final de pH de la morcilla de Burgos (Jaime *et al.*, 2006), si se ha observado que un porcentaje mayor de cebolla Horcal da lugar a morcillas con una menor acidez, lo que en cierto modo estaría también influenciado por este valor mayor de pH que presenta esta variedad.

En lo que se refiere a la medida de grados Brix tomada con el refractómetro, a excepción de Fuentes, todas las variedades testigo presentaron un contenido en sólidos solubles mayor que las variedades tipo Horcal, distinguiéndose significativamente Solstice y Granero.

En cuanto al contenido de humedad, la situación se invierte con respecto al contenido en grados Brix, siendo las variedades testigo las que presentan un contenido mayor en materia seca. Solo una de las entradas de Palenzuela, ZHT-352, presenta un contenido en humedad inferior al resto, aunque estas diferencias no son significativas con respecto al resto de entradas de tipo Horcal.

En cuanto a la dureza, los testigos Granero, Pandero y Rita, son aquellos que presentan un mayor valor que el resto. Fuentes y Cenol no presentan diferencias significativas con algunas de las entradas "Tipo Horcal", las cuales presentaron valores muy dispares, desde 12,6 a 9,23, valor obtenido por una de las entradas procedentes de Benavente.

Los valores L, a y b (tabla 3) hacen referencia a la luminosidad y al color, tanto interior (int), como exteriormente (ext). Existe gran variabilidad, principalmente en el color de las cubiertas, entre las variedades comerciales tipo Valenciana y tipo Recas, y las de tipo Horcal, distinguiéndose principalmente en los valores de Lext, que se refiere a la luminosidad y aext, que hace referencia al equilibrio entre los colores verde y rojo. Las variedades tipo Horcal son más luminosas y de colores más claros que estas variedades comerciales, aunque hay que hacer hincapié en que existe también mucha variabilidad entre ellas. Sin embargo no encontramos diferencias significativas entre Solstice, Cenol y Fuentes, con respecto a las de tipo Horcal, debido a que estas variedades son de color más claro.

Correlación entre las variables estudiadas

En la tabla 4 aparece la correlación entre las distintas variables estudiadas. Según los resultados obtenidos por ciertos autores (Jaime *et al.*, 2001; Sinclair, 1995; Vagen and Slimstad, 2008) el contenido de sólidos solubles está altamente correlacionado con el contenido en materia seca, con valores de $r > 0,95$. En nuestro caso la correlación entre la humedad y los sólidos solubles da un valor de $r = -0,75$, lo que confirmaría estos resultados. Por tanto, en las cebollas con un mayor contenido de humedad, o menor contenido en materia seca, la concentración de sólidos solubles sería menor debido a que estos sólidos se encontrarían más diluidos.

Sin embargo esta relación no siempre es tan alta, encontrándose una correlación bastante menor en otros trabajos ($r = 0,38$) (Lin *et al.*, 1995; Galmarini *et al.*, 2001; Mallor *et al.*, 2011; Schwimmer a Guadagni, 1962). Hay que tener en cuenta que el contenido medido por el refractómetro en grados Brix es la medida total de sólidos solubles en el agua incluyendo, además de azúcares, sales, proteínas y ácidos orgánicos. Por tanto, otros compuestos, como son los responsables del sabor picante de la cebolla,

también contribuirían al total de sólidos disueltos. Esto explicaría la relación directa entre el contenido en azúcar, medido en grados Brix, y la pungencia, que presentó un valor de $r=0,31$, similar al encontrado por otros autores (Mallor *et al.*, 2011), que obtuvieron valores de $r=0,34$. Sin embargo, según Yoo *et al.*, (2006) no hay una tendencia constante en la correlación entre el contenido de sólidos solubles y la pungencia.

La pungencia aparece negativamente correlacionada con la humedad ($r=-0,24$). De acuerdo con Yoo *et al.*, (2006) esto se debe a un efecto de dilución, de modo que la concentración de ácido pirúvico en los bulbos con mayor humedad sería menor.

Según ciertos autores (Chope *et al.*, 2006; Rutherford and Whittle, 1982) un mayor contenido en materia seca y menor humedad da lugar a cebollas más firmes. Esta correlación también se ha encontrado en nuestros resultados ($r=-0,53$). Esto explicaría también la alta la relación directa entre la pungencia y la dureza ($r=0,38$). Los bulbos que tienen mayor dureza son aquellos que tienen un menor contenido en humedad y por tanto mayor pungencia.

Existe una correlación negativa entre la germinación a los tres meses (G3m) con el contenido en sólidos solubles ($r=-0,66$). Esta característica también ha aparecido en trabajos de otros autores (Jaime *et al.*, 2001) apareciendo con valores superiores ($r=-0,816$). Según diferentes autores (Patil y Kale, 1985) la germinación estaría condicionada por el contenido de distintos polisacáridos en la cebolla provocándose diferentes reacciones durante el almacenamiento, pudiendo dar lugar a una mayor o menor germinación.

Existen ciertas correlaciones entre la longitud (B_L) y la forma (B_L/A) de las cebollas con otros parámetros químicos. Estos resultados se deben a las características de las variedades estudiadas. En general los testigos escogidos son de formas esféricas con una mayor longitud y una relación L/A mayor que en el caso de las cebollas de Palenzuela, de forma achatada. Estas variedades, de forma general, presentan alta dureza y mayor contenido en materia seca y por tanto, una germinación menor en cámara.

Análisis de componentes principales (ACP)

Para el análisis de componentes principales (ACP) se tuvieron en cuenta las variables que presentaron una mayor variabilidad: pH, Brix, humedad, Lext, aext, bext, Lint, dureza, pungencia, peso del bulbo, relación L/A y la germinación a los tres meses (Figura 1).

Los tres primeros ejes explican el 79 % de la variabilidad de las entradas estudiadas. El eje 1, con un valor del 38,65%, explicaría valores de Brix, humedad (Hm) y la proporción L/A. El eje 2, con un valor del 24,26 %, explicaría valores de los parámetros de color L, aext y bext. Y el eje 3, con un valor del 16,09 %, explicaría el parámetro del peso del bulbo.

En el cuadrante superior derecho, correspondiendo con valores positivos del eje 1 y 2, se encontrarían representadas las variedades comerciales utilizadas como testigos tipo Valenciana y amarillas, Granero, Pandero y Rita. Se trata de variedades con un mayor contenido en sólidos solubles, con una relación L/A próxima a 1 y con mayor grado de dureza y menor humedad. También se distinguen por presentar colores más oscuros en la parte externa.

En el cuadrante inferior derecho, que corresponde con valores positivos del eje 1 y negativos del 2, se encuentran Cenol y Fuentes, por un lado, y Solstice por el otro. Se trata de variedades esféricas, con valores de L/A próximos a 1 y que presentan túnicas de colores claros. Solstice se encuentra dentro del cuadrante con valores del eje 1 más positivos y con valores del eje negativo superiores, es decir, tiene una mayor dureza, un contenido superior en sólidos solubles y con las túnicas externas más claras aún.

Por último encontraríamos el grupo de las cebollas tipo Horcal próximas al cuadrante superior izquierdo, aunque con alguna excepción. En general, son variedades con un mayor contenido en humedad, con una relación L/A inferior, con un menor contenido en grados Brix y menor dureza.

CONCLUSIONES

Existe una gran heterogeneidad entre todas las entradas de cebolla tipo Horcal, aunque sí se aprecian diferencias entre estas y el resto de testigos.

De forma general las entradas tipo Horcal tienen formas más planas, un mayor dulzor, un menor contenido en sólidos solubles y materia seca, son más luminosas y presentan colores más claros.

También se observan diferencias entre las distintas entradas de Horcal dependiendo de la zona de procedencia. Las entradas procedentes de Benavente obtuvieron un peso superior y una menor germinación.

En cuanto a la correlación entre los distintos parámetros estudiados, se ha encontrado una relación negativa entre la humedad y el contenido de sólidos solubles, pungencia y humedad y la germinación a los tres meses y el contenido en sólidos solubles. Solo en el caso de pungencia con dureza la correlación ha sido positiva. A parte, se han encontrado distintas correlaciones entre ciertos parámetros morfológicos y químicos, debido principalmente a que los testigos tenían todas formas más esféricas que las cebollas tipo Horcal.

En el ACP se ha observado que la cebolla Horcal se distingue de todas las demás, aunque se trata de un cultivar muy heterogéneo, por tanto sería conveniente realizar una selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B.O.C.yL., nº 68, 13 de abril de 2009. Resolución de 18 de abril de 2005, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, por la que se refunde el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de Liliáceas.(B.O.C.yL., 29 de abril 2005, nº 82, corrección de errores B.O.C.yL., 12 de julio 2005, nº 134) modificada por Resolución de 30 de marzo de 2009.

BERNO, N. D.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DOS SANTOS DIAS, C. T.; KLUGE, R.A. 2014. Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions. *Postharvest Biology and Technology*, 93: 91-96.

BRECHT, J. K.; SALTVEIT, M. E.; TALCOTT, S. T.; MORETTI, C. L. 2007. Alterações metabólicas, metabolic changes. In: Moretti, C.L. (Ed.), *Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças*. Embrapa Hortaliça, Brasília: 41–100.

- BOYHAN, G. E.; SCHMIDT, N. E.; WOOKS, F. M.; HIMELRICK, D. G.; RANKLE, W. M. 1999. Adaptation of a spectrophotometric assay for pungency in onion to a microplate reader. *J. Food Qual.*, 22: 225-233.
- CHOPE, G. A.; TERRY, L. A.; WHITE, P. J. 2006. Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biol. Technol.*, 39: 233-242.
- EUROSTAT, 2016. Oficina europea de estadística.
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>
- GALMARINI, C. R.; GOLDMAN, I. L.; HAVEY, M. J. 2001. Genetic analyses of correlated solids, flavour, and healthenhancing traits in onion (*Allium cepa* L.). *Mol. Genet Genomics*, 265: 543-551.
- INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTIT (IPGRI), 2001. Descriptors for *Allium* spp. 42 pp.
- JAIME, L.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; MOLLA, E.; LÓPEZ-ANDREU, F. J.; ESTEBAN, R. M. 2001. Effect of storage on fructan and fructooligosaccharide of onion (*Allium cepa* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 49: 982-988.
- JAIME, I.; GONZÁLEZ – ARNAIZ, L.; DIEZ, A.M. 2006. Influence of onion on physic-chemical characteristics of Morcila de Burgos. 52nd International Congress of Meat Science and Technology: Harnessing and Exploiting Global Opportunities.
- JCyL., 2014. Anuario de Estadística Agraria de Castilla y León, 2014. Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria. Junta de Castilla y León.
- LIN, M. W.; WATSON, J. F.; BAGGETT, J. R. 1995. Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120: 119-122.
- MALLOR, C.; BRUNA, P.; LORDÁN, M. A. 2010. Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad de la cebolla Fuentes de Ebro. *Informaciones técnicas. Dirección General de Desarrollo Rural. Centro de Transferencia Agroalimentaria*, nº 221.
- MALLOR, C.; CARRAVEDO, M.; ESTOPAÑÁN, G.; MALLOR, F. 2011. Characterization of genetic resources of onion (*Allium cepa* L.) from the Spanish secondary centre of diversity. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9 (1): 144-155.
- MAGRAMA, 2014. Anuario de Estadística Agraria 2014. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- PATIL, R. S.; KALE, P. N. 1985. Correlation studies on bulb characteristics and storage losses in onion. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 10 (1): 38-39.
- RAIGÓN, M. D. 2006. El nivel de pungencia de las cebollas. *Horticultura Internacional*, 51 (2): 48-51.
- RUTHERFORD, R.; WHITTLE, R. 1982. The carbohydrate composition of onions during long term cold storage. *J. Hort. Sci.*, 57: 249-356.
- SCHWIMMER, S.; WESTON, W. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agric. Food Chem.*, 9: 301-304.
- SCHWIMMER, S.; GUADAGNI, D. G. 1962. Relation between olfactory threshold concentration and pyruvic acid content of onion juice. *J. Food Sci.*, 27: 94-97.

SINCLAIR, P. J.; BLAKENEY, A. B.; BARLOW, E. W. R. 1995. Relationships between dry matter content, soluble solids concentrations and non-structural carbohydrate composition in the onion (*Allium cepa* L.). J. Sci. Food Agric., 69: 203-209.

VÅGEN, I. M.; SLIMESTAD, R. 2008. Amount of characteristic compounds in 15 cultivars of onion (*Allium cepa* L.) in controlled field trials. J. Sci. Food Agric., 88: 404-411.

YOO, K. S.; PIKE, L.; CROSBY, K.; JONES R.; LESKOVAR, D. 2006. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment, and bulb sizes. Sci. Hortic., 110: 144-149.

AGRADECIMIENTOS

A los hermanos De Antón Palmero: Paco, Manolo y Pedro, por su dedicación y cuidado de los ensayos localizados en la finca de Audanzas del Valle (León).

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Aspecto del ensayo localizado en la finca de Zamadueñas en el año 2012.



Fotografía 2. Aspecto del ensayo localizado en la parcela de Audanzas del Valle (León) en el año 2012.



Fotografía 3. Entrada de cebolla Horcal procedente de Palenzuela (Palencia).



Fotografía 4. Entrada de cebolla Horcal procedente de Benavente (Zamora).

TABLAS

Tabla 1. Resultados de las variedades de cebolla estudiadas en los caracteres morfológicos y en la capacidad de almacenamiento.

	Peso (g)		Longitud (mm)		Anchura (mm)		L/A		Germinación 3 meses		Germinación 6 meses	
CENOL	453,78	fg	80,53	d	120,15	b	0,76	c	21,25	de	70,00	cde
FUENTES	641,94	b	106,27	a	109,43	c	0,98	b	22,60	de	55,20	ef
GRANERO	536,59	de	97,45	bc	98,25	c	1,00	b	1,80	e	60,50	def
PANDERO	531,86	de	95,16	c	101,24	c	0,95	b	0,00	e	20,83	h
RITA	577,95	cd	99,34	b	103,89	c	0,96	b	0,00	e	20,95	h
SOLSTICE	508,92	ef	104,53	a	97,18	c	1,08	a	2,67	e	37,37	gh
ZHT-351	355,52	h	65,45	g	98,10	c	0,68	de	86,15	a	92,80	ab
ZHT-352	435,89	g	66,54	g	107,80	c	0,63	efg	84,67	a	90,73	ab
ZHT-353	656,52	b	73,08	e	128,06	b	0,59	fg	24,50	de	48,55	fg
ZHT-393	431,74	g	66,25	g	105,78	c	0,63	efg	96,65	a	100,00	a
ZHT-394	396,93	gh	65,59	g	104,08	c	0,64	ef	92,17	a	97,75	a
ZHT-395	449,98	fg	68,35	fg	106,28	c	0,71	cd	75,00	ab	77,80	bcd
ZHT-396	631,49	bc	79,80	d	120,65	b	0,68	de	54,90	bc	97,05	a
ZHT-397	419,89	g	71,56	ef	105,34	c	0,69	de	74,70	ab	84,50	abc
ZHT398	431,64	g	70,55	ef	105,51	c	0,68	de	81,67	a	96,50	a
ZHT-399	446,99	fg	65,17	g	107,83	c	0,61	fg	83,13	a	97,37	a
ZHT-430	937,49	a	80,34	d	141,82	a	0,57	g	42,86	cd	90,00	ab

*Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de rangos múltiples de Duncan con $\alpha=0,05$.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las variables físico-químicas para los cultivares de cebollas estudiados.

	Pungencia		pH		Brix		Humedad		Dureza	
CENOL	3,69	ab	4,92	e	8,67	b	90,70	abc	11,97	abcd
FUENTES	3,12	bcde	5,00	de	7,39	de	90,89	abc	11,71	bcde
GRANERO	4,40	a	5,21	abc	9,51	a	89,30	d	13,00	a
PANDERO	3,26	bcde	5,13	bc	8,28	bc	90,39	bc	12,93	a
RITA	3,60	abc	4,91	e	8,29	bc	90,11	cd	12,92	a
SOLSTICE	3,25	bcde	5,23	ab	9,55	a	89,35	d	12,76	ab
ZHT-351	3,60	abc	5,24	ab	7,77	cd	90,95	abc	11,92	abcd
ZHT-352	3,08	bcde	5,23	ab	7,54	cde	90,63	abc	12,64	abc
ZHT-353	2,70	cde	5,30	a	6,46	f	91,59	a	9,23	h
ZHT-393	3,55	abcd	5,26	a	7,11	def	91,09	abc	11,55	cdef
ZHT-394	3,18	bcde	5,22	ab	7,32	de	91,16	abc	11,33	def
ZHT-395	2,59	e	5,19	abc	6,92	ef	91,48	a	10,55	gf
ZHT-396	2,65	de	5,19	abc	7,54	cde	91,37	ab	11,58	cdef
ZHT-397	4,17	a	5,09	cd	7,48	de	91,06	abc	12,00	abcd
ZHT-398	3,23	bcde	5,31	a	6,99	def	91,65	a	12,19	abcd
ZHT-399	2,47	e	5,22	ab	7,31	de	91,29	ab	10,00	gh
ZHT-430	3,28	bcde	5,10	cd	6,77	ef	91,40	ab	10,67	efg

*Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de rangos múltiples de Duncan con $\alpha=0,05$.

Tabla 3. Resultados de color obtenidos para los cultivares de cebolla estudiados.

	Lext		aext		bext		Lint		aint		bint	
CENOL	66,34	b	2,92	d	17,18	ab	59,65	bcde	-0,68	ab	3,48	c
FUENTES	62,88	c	4,03	d	16,17	b	62,99	ab	-0,68	ab	3,68	bc
GRANERO	51,61	f	15,72	a	18,57	ab	54,89	f	-1,01	b	4,20	abc
PANDERO	50,53	f	12,65	b	16,96	ab	59,40	bcde	-1,14	b	4,74	a
RITA	49,03	f	15,50	a	17,97	ab	57,84	cdef	-0,78	ab	3,76	bc
SOLSTICE	76,99	a	0,15	e	6,56	d	60,55	abcd	-0,89	ab	4,04	abc
ZHT-351	61,64	cd	4,78	d	17,11	ab	58,97	bcdef	-0,87	ab	3,92	abc
ZHT-352	61,07	cd	7,82	c	17,37	ab	61,27	abc	-0,65	ab	4,04	abc
ZHT-353	58,12	de	9,16	c	17,37	ab	64,15	a	-0,60	ab	3,66	bc
ZHT-393	56,61	e	9,14	c	18,73	a	55,97	ef	-0,67	ab	4,01	abc
ZHT-394	57,35	e	8,10	c	16,95	ab	60,36	abcd	-0,62	ab	4,54	ab
ZHT-395	55,91	e	5,31	d	13,26	c	57,81	cdef	-0,96	ab	4,45	ab
ZHT-396	59,39	cde	4,70	d	17,53	ab	62,03	abc	-0,81	ab	4,46	ab
ZHT-397	56,29	e	8,35	c	16,08	b	56,70	def	-0,64	ab	3,74	bc
ZHT-398	56,51	e	8,84	c	16,94	ab	59,02	bcdef	-0,84	ab	4,06	abc
ZHT-399	56,83	e	8,99	c	17,02	ab	58,76	bcdef	-0,43	a	3,70	bc
ZHT-430	62,57	c	8,23	c	18,03	ab	60,87	abcd	-0,74	ab	4,21	abc

*Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de rangos múltiples de Duncan con $\alpha=0,05$.

Tabla 4. Correlaciones entre los diferentes parámetros estudiados según el coeficiente de Pearson.

	Peso	Longitud	Anchura	L/A	Dureza	Pungencia	Humedad	Brix
Peso								
Longitud	0,47139**							
Anchura	0,57523**							
L/A		0,86268**	-0,37723**					
Dureza		0,39892**		0,44499**				
Pungencia					0,38947**			
Humedad		-0,44321**		-0,51255**	-0,52634**	-0,23839*		
Brix		0,47133**		0,46441**	0,57068**	0,30727**	-0,74927**	
pH	-0,26033*					-0,27386*		
Germinación 3 meses		-0,74998**		-0,69255**				-0,65981*

** : Correlación significativa al nivel 0,01; * : Correlación significativa al nivel 0,05.

FIGURAS

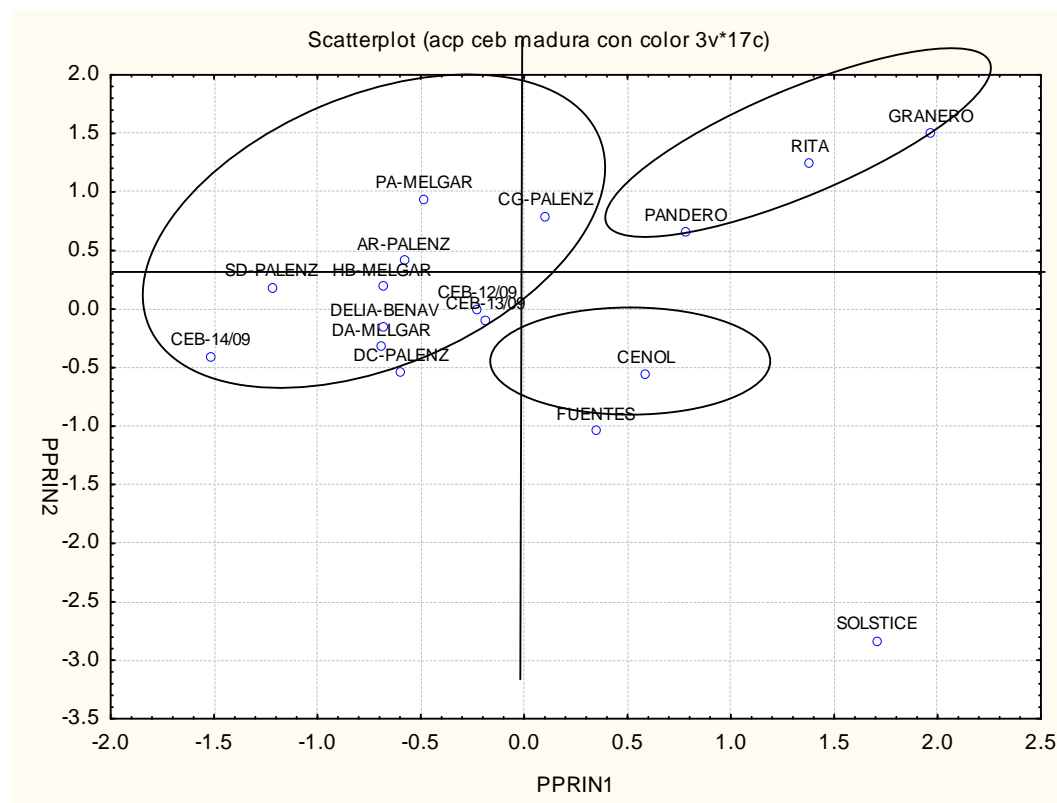


Figura 1. Proyección de las entradas de cebolla estudiadas en el plano 1-2 del análisis de componentes principales realizado sobre una matriz de correlación de 12 de las variables estudiadas. Varianza acumulada = 79 %.