

Estudio de características fenotípicas y análisis de distinción, homogeneidad y estabilidad en cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en Uruguay

Boschi, Federico¹

¹Instituto Nacional de Semillas. Camino Bertolotti y Ruta 8, km 29, Barros Blancos, Uruguay
Correo electrónico: fboschi@inase.org.uy

Recibido: 7/3/14 Aceptado: 20/6/14

Resumen

La obtención del título de propiedad de un cultivar es una estrategia de los obtentores que, sumada a la certificación de semillas, respalda la calidad genética que reciben los agricultores al momento de adquirir sus semillas. El ensayo de la distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) siguiendo las directrices de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es uno de los requisitos para la protección de un cultivar. Los ensayos DHE de *Allium cepa* L. (cebolla) fueron realizados en el Instituto Nacional de Semillas (INASE) en Barros Blancos, Uruguay, en los años 2011 y 2012. Se utilizaron las directrices de la UPOV como metodología para realizar el DHE de cinco cultivares protegidos y 19 cultivares notoriamente conocidos. Además, se estudiaron las distancias fenotípicas por el método de conglomerados «Jaccard» y el software para DHE «GAIA». Los cinco cultivares protegidos fueron diferentes a los conocidos y homogéneos en sus características, las que se mantuvieron estables en los dos ensayos. Se realizó la descripción varietal de los 24 cultivares estudiados. El dendrograma en base a las distancias «Jaccard» ordenó los cultivares en tres grupos. «Canarita CRS» y «Pantanos del Sauce CRS» fueron los cultivares más parecidos fenotípicamente y se encuentran en el grupo 2, seguidos de «Angaco INTA» y «Babosa» en el grupo 1. Por sus similitudes fenotípicas todos los cultivares de origen nacional se pueden reunir en un grupo. Estos estudios permiten describir y caracterizar cultivares que se encuentran disponibles para los agricultores.

Palabras clave: ensayos DHE, obtenciones vegetales, propiedad de cultivares, Software GAIA

Summary

Study of Phenotypic Characteristics and Analysis of Distinctness, Uniformity and Stability in Cultivars of Onion (*Allium cepa* L.) in Uruguay

Obtaining the title of a cultivar is a strategy of breeders that, added to the seed certification, supports the genetic quality to farmers when buy their seeds. The test of distinctness, uniformity and stability (DUS) following the guidelines of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) is one of the requirements for the protection of a cultivar. DUS tests of *Allium cepa* L. were performed at the National Seed Institute (INASE) in Barros Blancos, Uruguay, in 2011 and 2012. The UPOV guidelines methodology was used when performing DUS of five protected cultivars and 19 public cultivars. Additionally the phenotypic distances were studied by the method of clusters «Jaccard» and the software for DUS «GAIA». The five protected cultivars were different from the public ones, and homogeneous in their characteristics, which were stable in the two trials. Varietal descriptions of 24 cultivars were performed. The dendrogram based on the distances «Jaccard» ordered the cultivars into three groups. «Canarita CRS» and «Pantanos del Sauce CRS» were the most phenotypically similar cultivars, and they are in group 2, followed by «Angaco INTA» and «Babosa» in group 1. All cultivars of national origin can be combined in a group. These studies allow to describe and characterize cultivars available to farmers.

Keywords: DUS tests, plant varieties, Plant Breeder's Rights, Software GAIA

Introducción

En Uruguay, el cultivo de cebolla se realiza en las dos principales zonas de producción de hortalizas: la región sur, principalmente en el departamento de Canelones, y la zona noroeste, que comprende el departamento de Salto y la localidad de Bella Unión (DIEA, 2013). En esta última zona los cultivares utilizados son fundamentalmente de «día corto», es decir que el inicio de la bulbificación se produce cuando los días alcanzan 10-11 horas de luz. Los cultivares de «día intermedio» y «día largo» que inician la bulbificación con 12-13 horas de luz y más de 13 horas de luz, respectivamente, son sembrados principalmente en la región sur del país (Aldabe, 2000).

En 2012 la cebolla fue la tercera hortaliza más sembrada en la zona sur, con 1.389 ha, después de la papa y el zapallo kabutiá, y la segunda hortaliza más sembrada en la región norte con 346 ha, por detrás del boniato (DIEA, 2013). Para cubrir esta área de producción de cebolla se utilizaron 5.205 kg de semilla si se considera una densidad de siembra promedio 3 kg ha⁻¹. En ese año se comercializaron 1.849 kg de semilla certificada y se importaron 1.250 kg. Los restantes 2.106 kg fueron producidos y utilizados por los mismos productores sin ser comercializados, lo que se denomina de «uso propio» (Hirczak, 2012).

El origen de la semilla importada es en su mayoría Argentina y pertenece principalmente a cultivares de «día largo», que se adaptan a la producción de cebolla en el sur del país (Hirczak, 2012).

Uno de los objetivos de los programas de mejoramiento genético en Uruguay es mejorar el abastecimiento del producto durante el año. Para esto, se ha logrado combinar cultivares de diversos ciclos productivos plantados en diferentes regiones agroclimáticas. Asimismo, se ha intentado diversificar las características comerciales de los bulbos, en sabor o color, para ampliar las opciones comerciales hacia distintos mercados. Por ende, a los cultivares marrones y pungentes que prevalecen en el comercio de semillas se han incorporado otros cultivares con características diferentes: dulces, de color rojo y blanco. Otros objetivos en el mejoramiento genético han sido la resistencia a enfermedades foliares (*Botrytis* y *Peronospora*) de alta importancia por las condiciones climáticas locales y la aptitud para la conservación prolongada (Vilaró *et al.*, 2005).

La disponibilidad de material para plantación de buena calidad genética-sanitaria ha sido una de las limitantes para el éxito de los cultivos, por ende, es fundamental conocer las características varietales para realizar recomendacio-

nes específicas. El rango de adaptación varietal es «bastante estrecho» en el caso de cebolla, de ahí el éxito y la importancia del mejoramiento genético local. El programa de mejoramiento genético de hortalizas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) se inició en 1980 (Giménez *et al.*, 2014). En la estación experimental de Salto Grande a principios de la década del 90 se liberó al mercado de semillas el primer cultivar de cebolla de significativa difusión, denominado «INIA Casera» (Vilaró *et al.*, 2005).

En Facultad de Agronomía (FAgro) de la Universidad de la República el programa de mejoramiento genético comenzó en 1991 (Giménez *et al.*, 2014) y el primer cultivar de cebolla liberado fue «Pantano del Sauce CRS», creado por el Centro Regional Sur (CRS), a partir de poblaciones locales seleccionadas por su destacada adaptación productiva y conservación poscosecha. Para su liberación, la estrategia utilizada por FAgro fue obtener el título de propiedad del cultivar e implementar el programa de certificación de semillas (Peluffo y González, 2012). Entonces, por iniciativa de esta Facultad y en acuerdo con productores de semilla, el INASE en 1999 implementó en Uruguay el plan piloto para la certificación de semilla de cebolla. Desde el 2013 este programa está regulado con la aprobación del Estándar Específico por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (INASE, 2013a). El primer cultivar de cebolla en obtener el título de propiedad y comercializarse como semilla certificada fue «Pantano del Sauce CRS» (INASE, 2013b). El título de propiedad permite mantener el control del cultivar por parte del obtentor, en este caso la Facultad de Agronomía. Se evita así la pérdida de sus características genéticas que puede ocurrir cuando coexisten diferentes multiplicadores de semillas independientes entre sí, que aplican sus propios criterios de selección. En forma complementaria, un programa de certificación permite garantizar la producción de semilla de calidad a través del control generacional y el cumplimiento de los estándares de campo y de laboratorio a cargo de una institución oficial, el INASE (Peluffo y González, 2012).

En 1994, el país adhirió al convenio de la UPOV que establece en la legislación nacional, Ley N° 16.811 (Uruguay. Poder Legislativo, 1997), que para la protección de un cultivar, este debe satisfacer los criterios de distinción, homogeneidad, estabilidad, novedad y denominación adecuada (UPOV, 1996). En Uruguay, para determinar si un cultivar es diferente, homogéneo y estable, se realizan una serie de ensayos comúnmente denominados DHE, que son ensayos de cultivos llevados a cabo por la autoridad competente en estudiar las solicitudes de propiedad de los culti-

vares. Se realizan de acuerdo a las directrices para la ejecución de exámenes DHE, en la actualidad existen directrices para más de 290 géneros o especies (UPOV, 2013).

Al momento de comercializar un cultivar protegido, el obtentor tiene la opción de cobrar regalías. En caso de hacerlo, estas se aplican generalmente a los programas de mejoramiento genético que le dieron origen, para generar nuevas variedades de calidad superior y promocionar comercialmente los cultivares (Silva, 2011). Los obtentores vegetales han realizado aportes tecnológicos mediante la inversión en investigación y desarrollo de cultivares de genética superior (Marinolich, 2006).

La distancia fenotípica entre los cultivares se puede estudiar mediante el análisis de conglomerados, que consiste en unir elementos en grupos homogéneos en función de las similitudes entre ellos. Una de las herramientas posibles para hacerlo es el software estadístico Infostat, desarrollado por un equipo de docentes e investigadores de la Universidad Nacional de Córdoba en Argentina.

El software GAIA desarrollado por el Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences (GEVES) de Francia, se utiliza para calcular las distancias fenotípicas entre los cultivares en los ensayos DHE (GEVES, 2003). Cuando dos variedades presentan diferencias, el programa las distingue de acuerdo a un valor asignado. El rango de variación depende de la característica evaluada y la magnitud de la diferencia (Ministerio de Agricultura de Brasil y GEVES, 2011).

En este trabajo se plantearon los siguientes objetivos: determinar si cinco cultivares de *Allium cepa* L. (cebolla) con título de propiedad en Uruguay son diferentes, homogéneos y estables, y analizar la distancia fenotípica de estos y otros 19 cultivares de uso público, mediante dos software, a través del estudio de características morfológicas vegetativas.

Materiales y métodos

Se realizaron dos ensayos en años consecutivos (2011, 2012), en la sede central de INASE en la localidad de Barros Blancos, departamento de Canelones, Uruguay (coordenadas: latitud sur: 34° 44' 00"; longitud oeste 55° 58' 40").

Se estudiaron 24 cultivares, cinco de ellos con título de propiedad y 19 de uso público notoriamente conocidos que se presentan en el Cuadro 1.

Los almácigos se sembraron el 13 de abril de 2011 y el 26 de abril de 2012, mientras que los respectivos trasplantes se realizaron el 8 de agosto de 2011 y 13 de agosto de 2012.

La metodología utilizada fue la establecida en las directrices para la ejecución de exámenes de DHE de *Allium*

cepa L. de la UPOV. Estas directrices –desarrolladas por grupos de trabajo técnicos integrados por expertos nombrados por los países miembro– establecen la forma de realizar el estudio: cuántos ciclos de ensayos y repeticiones se necesitan, cuántas plantas se deben observar, qué características se deben analizar y en qué momento fenológico se deben medir (UPOV, 1999).

Todos los cultivares deben ser estudiados bajo las mismas condiciones de producción, por lo tanto, deben ser sembrados en la misma fecha y desarrollar todo el potencial fenotípico para su caracterización y descripción (UPOV, 1999).

Al momento de instalar cada ensayo en el trasplante de ambos años, la unidad experimental fue de parcelas con 60 plantas, distribuidas en tres filas de 20 plantas cada una, a una distancia de 0,2 m entre fila y entre planta. Los tratamientos fueron agrupados al azar y con dos repeticiones, esto determinado en las directrices de la UPOV.

Los ensayos se realizaron en canteros distanciados a 1,5 m entre sí. La fertilización de base realizada previo al trasplante fue con Nitrato de Potasio (100 unidades de K ha⁻¹ y 30,5 unidades de N ha⁻¹) y una segunda fertilización con Urea a una dosis de 100 unidades de N ha⁻¹ aproximadamente 45 días después de la fecha de trasplante. El sistema de riego fue por goteo con dos cintas por cantero.

Los materiales vegetales utilizados fueron las semillas entregadas a INASE por los obtentores vegetales o sus representantes en Uruguay, requisito para inscribir el cultivar en el Registro Nacional de Cultivares.

Las directrices de examen DHE de *Allium cepa* L. (cebolla) de la UPOV (1999) detallan 36 características morfológicas y fenológicas que pueden ser estudiadas. Estas cumplen con los requisitos de los caracteres seleccionados para todas las especies en las directrices de examen de DHE (UPOV 2002) que son: a) resultado de un cierto genotipo o de una combinación de ciertos genotipos, b) suficientemente consistente y repetible, c) que permiten establecer distinción entre variedades, d) que se pueden reconocer con precisión, e) que permiten cumplir la homogeneidad y estabilidad.

Existen características que se encuentran mayormente influenciadas por las condiciones ambientales en las que se desarrolla el cultivo, que no se utilizan siempre en los exámenes DHE. Por otra parte, ciertas características presentan en su expresión muy baja influencia del ambiente en que se desarrolla el ensayo. Estas últimas deben ser consideradas en todas las descripciones varietales (UPOV, 2002).

Se estudiaron las características descriptas y en el momento indicado por las directrices de la UPOV. En planta: número de pseudotallos, hábito de crecimiento y momento

Cuadro 1. Nombre de los cultivares de uso público y protegidos, obtentor y origen.

Cultivar	Obtentor o representante	Origen
Admiral F1	Emerald Seed Company	Usa
Andrómeda	Enza Zaden B.V.	Holanda
Angaco INTA	INTA	Argentina
Atacama	Nunhems B.V.	Usa
Babosa	Oxadis	Francia
Brava	Basso Saciaif	Argentina
Canarita CRS *	Facultad de Agronomía	Uruguay
Cristina	INTA	Argentina
Granata	Consorcio Sativa Soc. Coop. Agrícola	Italia
H 9	Hazera Genetics Ltd.	Israel
INIA Casera	INIA	Uruguay
INIA FAgro Dulce *	INIA-Facultad de Agronomía	Uruguay
LB 01 (Albana) *	INIA	Uruguay
LB 02 (Naqué) *	INIA	Uruguay
Mata Hari	Nunhems B.V.	Holanda
Pandero	Nunhems B.V.	Usa
Pantanos del Sauce CRS *	Facultad de Agronomía	Uruguay
Paulina	Seminis-Monsanto	Sudáfrica
Pehuen	Nunhems B.V.	Usa
Rossa lunga di Firenze	Consorcio Sativa Soc. Coop. Agrícola	Italia
Santa Lucía	Seminis-Monsanto	Argentina
Super early Shugyoku e	Mikado Kyowa Seed	Japón
Sweet Caroline	Nunhems B.V.	Holanda
Texas grano PRR 502	Galassi Sementi Snc	Italia

* Cultivares con título de propiedad.

de madurez para cosecha. En hoja: serosidad, color verde, quebrado, longitud y diámetro. En bulbo: el momento indicado en las directrices es cuando «el extremo superior del bulbo queda sellado para la dormancia» y estas fueron: tamaño, altura, diámetro, posición del diámetro máximo, ancho de cuello, forma general, forma del ápice, forma de la base, adherencia y espesor de la piel seca, color e intensidad del color de la piel seca y color de la epidermis de las capas interiores.

La forma general del bulbo debe ser estudiada en 60 bulbos en el momento de madurez para cosecha y dentro de estos se acepta un rango de heterogeneidad mínimo que no debe superar el 5 % (UPOV, 1999), dado que es una especie de polinización cruzada y en general se multiplica

en forma de polinización abierta y en menor proporción en base a híbridos (Vilaró *et al.*, 2005).

Con todos los datos obtenidos en ambos años se realizó la caracterización varietal de cada cultivar, en los resultados se presentan algunas de estas características estudiadas por su importancia descriptiva o su baja influencia ambiental en la expresión. Se compararon todas las características con el propósito de corroborar que los cultivares fueran diferentes entre sí en al menos una característica relevante. Las características de los cultivares se analizaron a través del método de conglomerados «Jaccard» en el programa estadístico Infostat 2008. Es un sistema que se utiliza para expresar semejanzas entre comunidades y se basa en un índice que relaciona la presencia-ausencia entre el número

de especies comunes en dos áreas (o comunidades) y en el número total de especies (Kent y Coker, 1992). Además, se realizó la comparación de los cultivares en el programa GAIA de análisis de DHE, con el propósito de conocer las distancias fenotípicas entre los cultivares. En este programa el usuario introduce una matriz y un valor determinado para cada característica de cada cultivar. El software reconoce las diferencias en las características de los cultivares y les asigna un valor. En caso de cebolla se fijó un alto umbral de diferencia, para que el programa desplegara la comparación entre todos los cultivares (por más similares que fueran) y le atribuyera un valor de distancia fenotípica, que es la suma de todas las distancias de las diferentes características estudiadas. Cuanto más bajo o más alto es ese valor menor o mayor será la distancia fenotípica.

Resultados y discusión

Examen de la distinción homogeneidad y estabilidad DHE

Todos los cultivares con título de propiedad se diferenciaron en al menos una característica de importancia del resto de los cultivares en estudio, por ende, todos fueron diferentes. Las características evaluadas fueron suficientemente homogéneas para cada cultivar en las parcelas de estudio y se mantuvieron estables en los dos años, cumpliendo así con los requisitos de homogeneidad y estabilidad.

Descripción de las características varietales

Las características de follaje, de gran importancia para la descripción varietal, son las primeras en ser estudiadas y que marcan diferencias notorias entre cultivares. En la mayoría de los casos presentan una baja influencia ambiental en su expresión. Las características más relevantes son: porte, serosidad y color verde (UPOV, 1999).

El color de la hoja puede ser un factor relevante para la resistencia a determinados problemas bióticos o abióticos. En el trabajo realizado por Díaz-Montano *et al.* (2010) 11 de 49 cultivares estudiados se consideraron resistentes a *T. tabaci* y en la evaluación visual tenían un color de follaje «amarillo-verde», mientras que los restantes 38 presentaron color «verde oscuro» o «azulado».

Los cultivares originados en los programas de mejoramiento en Uruguay presentaron porte «semierecto» excepto «LB 02 (Naqué)» que fue «erecto a semierecto» (Cuadro 2).

Los cultivares «Pantano del Sauce CRS» y «Canarita CRS» en las características de follaje y hoja se diferencia-

ron únicamente en el diámetro de la hoja. «Super early shugyoku e» y «Sweet Caroline» se diferenciaron levemente en el largo de la hoja en «muy larga» y «larga» respectivamente.

La serosidad del follaje es una característica que presenta alta relación con el color verde, ya que en general los cultivares que obtuvieron color «verde oscuro» resultaron con serosidad «fuerte» o «muy fuerte» y los que obtuvieron color «verde claro» en general presentaron serosidad «débil», con algunas excepciones como por ejemplo los cultivares «Texas grano PRR 502» y «Santa Lucía», que fueron de color «verde claro» y serosidad «fuerte».

Los únicos cultivares que presentaron serosidad «muy fuerte» fueron: «INIA Casera» y «LB 01 (Albana)» y «ausente o muy débil»: «Angaco INTA», después todos los cultivares fueron: «débil», «medio» o «fuerte».

En un cultivo comercial de cebolla, la densidad de siembra para obtener la mayor producción depende del cultivar y del tamaño final del bulbo esperado (Lardizabal, 2007). En los exámenes de DHE lo fundamental es generar las condiciones necesarias para que cada cultivar exprese su máximo potencial y desarrolle de forma completa sus características; esto explica las diferencias en la densidad utilizada entre un cultivo comercial y el ensayo de DHE.

En este estudio (Cuadro 3) ninguno de los cultivares presentó tamaño de bulbo «muy grande» o «muy pequeño». En general la expresión de esta característica está situada entre «pequeño» y «grande», predominando los cultivares de tamaño «medio». En consonancia con este dato, el descriptor de la UPOV de *Allium cepa* L. no cuenta con variedades de referencia para las expresiones «muy pequeño» y «muy grande». Es una característica muy útil para diferenciar cultivares si todos fueron estudiados en las mismas condiciones (UPOV, 1999).

Los cultivares de origen nacional presentaron tamaño de bulbo «medio» o «grande» a diferencia de los cultivares originarios de Argentina como «Angaco INTA», «Brava», «Cristina» y «Santa Lucía» que fueron de tamaño «pequeño» o «medio».

La característica posición del diámetro máximo puede tener tres expresiones: «hacia la base», «en el medio» o «hacia el ápice». La mayoría de los cultivares estudiados fueron «en el medio», solamente seis cultivares («Angaco INTA», «Atacama», «Babosa», «Cristina», «H 9» y «Texas grano PRR 502») fueron «hacia el ápice» dos («Andromeda» y «Pehuen») «hacia la base» y «Admiral F1» «hacia el ápice-medio». Esta característica es de especial significado para el mejoramiento genético ya que los cultivares que presentan el diámetro máximo «hacia el ápice» pueden

Cuadro 2. Características de follaje: porte, serosidad y color verde; de hoja: longitud y diámetro; por cultivar.

Cultivar	Porte del follaje	Cerosidad follaje	Color verde del follaje	Longitud de hoja	Diámetro de hoja
Admiral F1	Erecto a semierecto	Fuerte	Medio	Muy corta	Pequeño
Andrómeda	Erecto a semierecto	Fuerte	Medio	Larga	Grande
Angaco INTA	Semierecto a horizontal	Ausente o muy débil	Claro	Media	Grande
Atacama	Semierecto	Débil	Claro	Media	Pequeño
Babosa	Semierecto a horizontal	Débil	Claro	Muy larga	Medio
Brava	Semierecto a horizontal	Débil	Claro	Larga	Pequeño
Canarita CRS	Semierecto	Fuerte	Oscuro	Media	Grande
Cristina	Semierecto a horizontal	Débil	Claro	Corta	Medio
Granata	Horizontal	Fuerte	Medio	Media	Grande
H 9	Horizontal	Medio	Medio	Corta	Medio
INIA Casera	Semierecto	Muy fuerte	Oscuro	Muy corta	Pequeño
INIA FAgro Dulce	Semierecto	Fuerte	Medio	Corta	Medio
LB 01 (Albana)	Semierecto	Muy fuerte	Oscuro	Media	Pequeño
LB 02 (Naqué)	Erecto a semierecto	Fuerte	Oscuro	Corta	Pequeño
Mata Hari	Semierecto a horizontal	Medio	Medio	Corta	Medio
Pandero	Semierecto a horizontal	Medio	Claro	Larga	Grande
Pantanos del Sauce CRS	Semierecto	Fuerte	Oscuro	Media	Medio
Paulina	Semierecto a horizontal	Medio	Claro	Corta	Pequeño
Pehuen	Semierecto a horizontal	Débil	Claro	Muy larga	Medio
Rossa lunga di Firenze	Semierecto a horizontal	Medio	Oscuro	Muy larga	Pequeño
Santa Lucía	Erecto a semierecto	Fuerte	Claro	Muy corta	Muy pequeño
Super early Shugyoku e	Semierecto	Fuerte	Oscuro	Muy larga	Grande
Sweet Caroline	Semierecto	Fuerte	Oscuro	Larga	Grande
Texas grano PRR 502	Semierecto a horizontal	Fuerte	Claro	Media	Pequeño

tener inconvenientes para adaptarse en zonas productivas donde las precipitaciones al momento de cosecha son abundantes. En estos casos el agua puede quedar acumulada sobre el cuello del bulbo, manteniendo las catáfilas y el cuello húmedo por más tiempo, afectando negativamente la capacidad de conservación (Fernández Lozano *et al.*, 2013). La forma general del bulbo de cada cultivar tiene un rango de variabilidad que en todos los casos fue aceptable.

El único cultivar que presentó forma «elíptica» fue «Rossa lunga di Firenze». Con forma «circular» se registraron los cultivares «Angaco INTA», «Granata» y «Pandero».

La forma general de los cultivares «Babosa» (Obovada ancha) y «Paulina» (Elíptica transversal estrecha) se corresponden con la descripción realizada por Giner *et al.* (2008). El cultivar «LB 01 (Albana)» en las características

tamaño y forma de bulbo concuerda con la descripción realizada por INIA (obtentor del cultivar): fue «medio» y «róbica», respectivamente, que en el catálogo de cultivares descrito por Giménez *et al.* (2014) se detalla como «globosa a redonda».

El cultivar «LB 02 (Naqué)» coincide en el tamaño «grande» de bulbo con la descripción realizada por INIA, pero la forma general en el estudio de DHE resultó más achatada. En cambio, en el cultivar «INIA FAgro dulce» coinciden todas las características de bulbo estudiadas en este ensayo y las descripciones realizadas por INIA (Giménez *et al.*, 2014).

Los cultivares «Pantanos del Sauce CRS» y «Canarita CRS» no registraron diferencias en estas características de bulbo.

Cuadro 3. Características de bulbo: tamaño, altura, diámetro, posición del diámetro máximo y forma general por cultivar.

Cultivar	Tamaño	Altura	Diámetro	Posición del diámetro máximo	Forma general
Admiral F1	Pequeño	Bajo	Pequeño	Hacia el ápice-medio	Obovalada ancha
Andrómeda	Pequeño	Bajo	Pequeño	Hacia la base	Obovalada ancha
Angaco INTA	Medio	Alto	Medio	Hacia el ápice	Circular
Atacama	Medio	Medio	Medio	Hacia el ápice	Obovada ancha
Babosa	Medio	Medio	Medio	Hacia el ápice	Obovada ancha
Brava	Medio	Medio	Medio	En el medio	Rómbica
Canarita CRS	Grande	Medio	Grande	En el medio	Rómbica
Cristina	Pequeño	Bajo	Pequeño	Hacia el ápice	Obovada ancha
Granata	Pequeño	Bajo	Pequeño a medio	En el medio	Circular
H 9	Medio a grande	Medio a alto	Medio a grande	Hacia el ápice	Obovada ancha
INIA Casera	Medio	Medio	Grande	En el medio	Elíptica transversal
INIA FAgro Dulce	Medio	Medio	Medio	En el medio	Rómbica
LB 01 (Albana)	Medio	Bajo	Medio	En el medio	Rómbica
LB 02 (Naqué)	Grande	Medio	Grande	En el medio	Elíptica transversal
Mata Hari	Pequeño	Bajo	Medio	En el medio	Elíptica transversal
Pandero	Grande	Alto	Medio	En el medio	Circular
Pantanos del Sauce CRS	Grande	Medio	Grande	En el medio	Rómbica
Paulina	Medio	Bajo	Grande	En el medio	Elíptica transversal estrecha
Pehuen	Medio	Medio	Medio	Hacia la base	Obovalada ancha
Rossa lunga di Firenze	Pequeño a medio	Alto	Pequeño	En el medio	Elíptica
Santa Lucía	Pequeño	Bajo	Medio	En el medio	Elíptica transversal estrecha
Super early Shugyoku e	Pequeño	Bajo	Pequeño	En el medio	Rómbica
Sweet Caroline	Pequeño	Bajo	Grande	En el medio	Elíptica transversal estrecha
Texas grano PRR 502	Medio	Bajo	Medio	Hacia el ápice	Obovada ancha

Todos los cultivares se diferencian entre sí en al menos una característica de bulbo (Cuadro 4), excepto «Cristina» con «Angaco INTA» e «INIA FAgro dulce» con «Atacama».

El color de la piel seca es una característica fundamental al momento de seleccionar un cultivar para producir. En el país predominan los cultivares con color de bulbo «marrón», pero han aumentado la cantidad de cultivares con colores diferentes como «rojo» y «blanco». En el estudio se analizaron 19 cultivares de color «marrón», cuatro de color «rojo» y uno de color «blanco».

El momento de madurez para cosecha es una de las características esenciales que agrupa a los cultivares, dado que tiene alta relación con la respuesta al fotoperíodo para el inicio de bulbificación (Aldabe, 2000).

Se estudiaron cultivares con época de madurez a cosecha, desde «muy temprana» a principios de noviembre como por ejemplo: «Super early shugyoku e» hasta «tardía

a muy tardía» a mediados de enero como por ejemplo: «Pandero» y «Pehuen».

Se realizó la descripción varietal para todos los cultivares evaluados, disponible en INASE y con la que se gestiona el Registro de Propiedad de Cultivares.

Estudio de distancias fenotípicas entre los cultivares

Los datos obtenidos –resultado de las mediciones realizadas a los cultivares en los dos ensayos de DHE–, se analizaron por el método de análisis de conglomerados «Jaccard». Con este análisis se puede estudiar la distancia fenotípica si la mayoría de las variables son discretas.

En el dendograma presentado en la Figura 1 se observan tres grandes grupos. En el grupo 1 se encuentran diez cultivares de origen extranjero. En el grupo 2, 12 cultivares de los cuales seis fueron obtenidos en Uruguay y seis en el exterior, y el grupo 3 contiene dos cultivares («Atacama» y «Admiral F1») muy alejados fenotípicamente del resto. El

Cuadro 4. Características de bulbo: forma del ápice, forma de la base, color de la piel seca, intensidad del color de la piel seca y época de madurez a cosecha; por cultivar.

Cultivar	Forma del ápice	Forma de la base	Color de la piel seca	Intensidad del color de la piel seca	Época de madurez de cosecha
Admiral F1	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Claro	Temprana
Andrómeda	Ligeramente punteagudo	Plana	Marrón	Medio	Media
Angaco INTA	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Medio	Muy temprana a temprana
Atacama	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Medio	Temprana
Babosa	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Claro	Tardía a muy tardía
Brava	Ligeramente prominente	Plana	Marrón	Fuerte	Tardía
Canarita CRS	Plano	Redonda	Marrón	Fuerte	Temprana a media
Cristina	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Medio	Muy temprana a temprana
Granata	Redondeado	Ligeramente cónica	Rojo	Fuerte	Media a tardía
H 9	Redondeado	Redonda	Marrón	Medio	Temprana
INIA Casera	Plano	Deprimido	Marrón	Fuerte	Temprana a media
INIA FAgro Dulce	Ligeramente prominente	Redonda	Marrón	Medio	Temprana
LB 01 (Albana)	Ligeramente prominente	Plana	Blanca	Medio	Temprana
LB 02 (Naqué)	Ligeramente prominente	Plana	Rojo	Fuerte	Media
Mata Hari	Plano	Redonda	Rojo	Fuerte	Media a tardía
Pandero	Redondeado	Redonda	Marrón	Fuerte	Tardía a muy tardía
Pantanos del Sauce CRS	Plano	Redonda	Marrón	Fuerte	Media a tardía
Paulina	Plano	Plana	Marrón	Medio	Temprana
Pehuen	Redondeado	Redonda	Marrón	Medio	Tardía a muy tardía
Rossa lunga di Firenze	Fuertemente punteagudo	Fuertemente cónica	Rojo	Fuerte	Media
Santa Lucía	Plano	Plana	Marrón	Claro	Temprana a media
Super early Shugyoku e	Redondeado	Ligeramente cónica	Marrón	Claro	Muy temprana
Sweet Caroline	Plano	Plana	Marrón	Claro	Temprana
Texas grano PRR 502	Plano	Ligeramente cónica	Marrón	Claro	Temprana

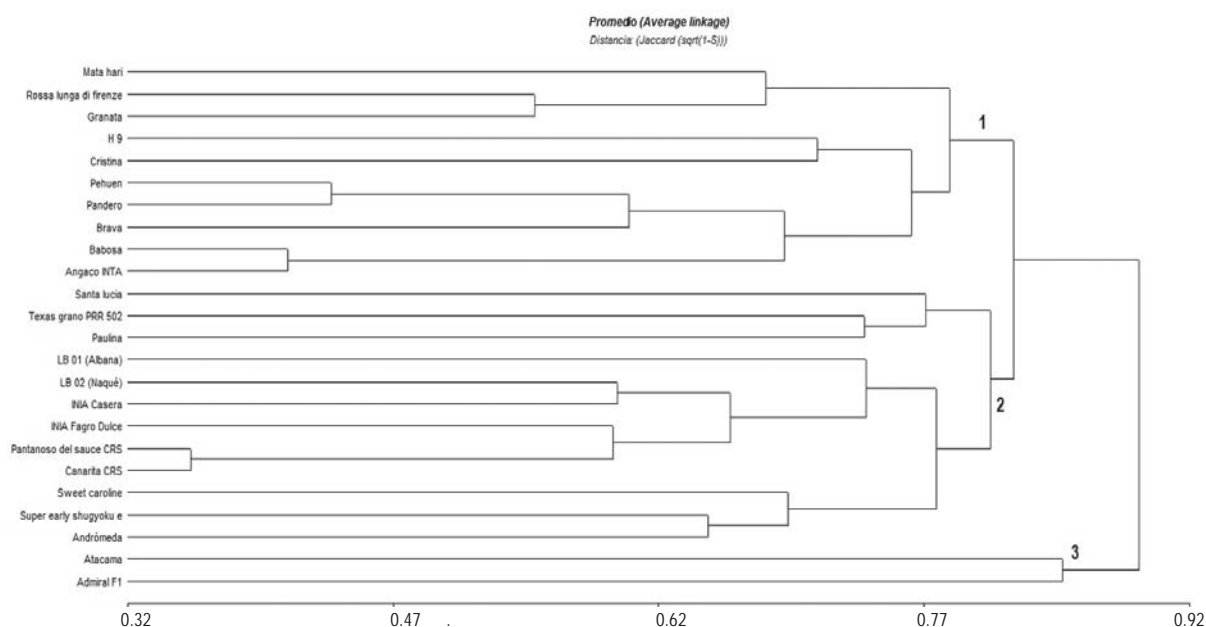


Figura 1. Dendrograma basado en la distancia fenotípica del análisis de conglomerados Jaccard. Cuanto más cerca del eje izquierdo se encuentren unidos dos cultivares menor es la distancia fenotípica entre ellos.

dendrograma confirma lo observado a campo entre los cultivares más parecidos y los de mayor diferencia.

En el grupo 1 se encuentran muy cercanos «Mata Hari», «Rossa lunga di Firenze» y «Granata» que fueron tres de los cuatro cultivares que presentaron el color «rojo» en la piel seca del bulbo. Dentro de este grupo «Angaco INTA» y «Babosa» fueron los cultivares que fenotípicamente resultaron más cercanos, seguidos por «Pandero» y «Pehuen».

En el grupo 2 están próximos fenotípicamente los seis cultivares obtenidos en Uruguay. Dentro de este grupo los cultivares presentan en general época de madurez a cosecha entre «muy temprana» y «media a tardía».

Los dos cultivares que más cercanos fenotípicamente se observaron en el dendrograma fueron «Pantanoso del Sauce CRS» y «Canarita CRS», lo que concuerda con las mediciones a campo.

Finalmente, los cultivares «Atacama» y «Admiral F1» integraron el grupo 3.

El software GAIA asigna un valor a la distancia fenotípica entre cultivares que se puede observar en el Cuadro 5. Cuanto más alto es ese número, mayor es la diferencia entre los cultivares. Cuanto más bajo, menor distancia fenotípica. Por ejemplo, la distancia entre los cultivares «Pantanoso del Sauce CRS» y «Canarita CRS» fue 10 (la distancia más baja entre dos cultivares) esto confirma que no se encuentran tan alejados fenotípicamente. Este mismo resultado corrobora lo obtenido en el dendrograma.

La distancia fenotípica entre «Angaco INTA» y «Babosa» fue muy baja (25), similar a «Pehuen» y «Pandero» (29), coincidiendo así con lo observado en la Figura 1.

El cultivar «Admiral F1» se encontró muy cercano fenotípicamente al cultivar «Atacama» en ambos estudios, pero en el análisis de GAIA «Admiral F1» se diferenció menos del cultivar «Super early shugyoku e» que de «Atacama», en distancias de 22 y 27, respectivamente.

La diferencia fenotípica entre «Pantanoso del Sauce CRS» y «Canarita CRS» (valor 10), corresponde a la suma del «peso de la diferencia» asignada a cada característica por el software GAIA, esta diferencia entre los dos cultivares se encuentra disgregada por característica en el Cuadro 6. Las principales diferencias están dadas en las características de la piel seca del bulbo y en el momento a madurez para cosecha. En ambos ensayos «Canarita CRS» presentó una adherencia más débil y menor espesor de la piel seca. Se registró a su vez la madurez para cosecha entre 15 y 18 días más temprano que en «Pantanoso del Sauce CRS». Esto concuerda con las descripciones presentadas por el obtentor (Fagro) al momento de registrar el cultivar en INASE.

Cuadro 5. Distancia fenotípica entre cultivares del software GAIA.

	Admiral F1	Andrómeda	Angaco INTA	Atacama	Babosa	Brava	Canarita CRS	Cristina	Granata	H 9	INIA Casera	INIA FAgro Dulce	LB 01 (Albana)	LB 02 (Naqué)	Mata Hari	Pandero	Pantanosos del Sauce CRS	Paulina	Pehuen	Rossa lunga di Firenze	Santa Lucia	Super early Shugyoku e	Sweet Caroline	Texas grano PRR 502
Admiral F1	-	25	49	27	49	57	44	26	61	32	55	30	49	68	47	58	52	51	54	80	33	22	31	36
Andrómeda	-	-	52	42	51	53	49	37	63	37	61	37	54	70	51	52	56	57	38	73	45	32	37	49
Angaco INTA	-	-	-	23	25	41	53	34	75	30	59	29	58	83	69	40	63	54	44	68	61	59	59	39
Atacama	-	-	-	-	29	39	37	21	71	17	51	25	48	64	54	43	45	40	36	78	43	40	43	25
Babosa	-	-	-	-	-	31	56	42	74	36	60	34	55	75	63	45	58	53	31	70	58	58	57	38
Brava	-	-	-	-	-	-	48	49	56	42	38	30	51	53	48	32	38	41	28	61	45	67	60	41
Canarita CRS	-	-	-	-	-	-	-	44	69	32	29	28	51	38	45	40	10	46	49	71	46	41	32	43
Cristina	-	-	-	-	-	-	-	-	67	22	61	32	59	74	44	51	52	44	42	82	37	34	46	28
Granata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	73	60	70	63	39	58	61	82	61	53	72	65	76	67
H 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	16	49	57	43	38	40	40	33	67	44	41	43	26
INIA Casera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	38	41	46	66	31	40	58	69	39	62	37	44
INIA FAgro Dulce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	53	43	45	36	37	37	63	39	41	39	32
LB 01 (Albana)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	57	77	53	50	64	70	50	52	42	47
LB 02 (Naqué)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	61	31	46	69	57	52	74	53	62
Mata Hari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	41	50	51	59	35	57	47	42
Pandero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	56	29	61	62	64	66	52
Pantanosos del Sauce CRS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	45	70	48	51	42	45
Paulina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	90	30	63	34	34
Pehuen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	51	58	62	39
Rossa lunga di Firenze	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	74	89	77
Santa Lucia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	30	26
Super early Shugyoku e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	45
Sweet Caroline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
Texas grano PRR 502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 6. Distancia fenotípica entre «Pantanosos del Sauce CRS» y «Canarita CRS» del software GAIA.

Característica	Pantanosos del Sauce CRS	Canarita CRS	Peso de la diferencia en GAIA
Diámetro de la hoja	Medio	Grande	1
Adherencia de la piel seca	Media	Débil	3
Espesor de la piel seca	Gruesa	Media	3
Época de madurez de cosecha	Media a tardía	Temprana a media	3

Conclusiones

Los cinco cultivares con título de propiedad son diferentes, homogéneos y estables; y cumplen con los requisitos necesarios de un cultivar protegido siguiendo las directrices de la UPOV.

Las distancias fenotípicas entre los cultivares estudiados se pueden dividir en tres grupos. Uno de ellos reúne a todos los cultivares de origen nacional.

Los cultivares «Pantanos del Sauce CRS» y «Canarita CRS» son los que presentan menores diferencias fenotípicas.

Los estudios realizados en este trabajo mediante los dos software –método análisis de conglomerados «Jaccard» y software GAIA de análisis de DHE– presentan resultados similares al agrupar los cultivares.

Este trabajo permite diferenciar y caracterizar cultivares que se encuentran disponibles para los productores agropecuarios.

Agradecimientos

El autor agradece a Gerardo Camps y el área de Evaluación y Registro de Cultivares de INASE, a Sebastián Moure, Mariela Ibarra e Inés Fornos por los aportes realizados en el trabajo. A Gustavo Giribaldi, Jorge Bo y el personal del Campo Experimental de INASE.

Bibliografía

- Aldabe L.** 2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo : Epsilon. 269p.
- Diaz-Montano J, Fuchs M, Nault B, Shelton A.** 2010. Evaluation of Onion Cultivars for Resistance to Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and Iris Yellow Spot Virus. *Journal of Economic Entomology*, 103(3): 925-937.
- DIEA.** 2013. Anuario estadístico agropecuario 2013. Montevideo : MGAP. 270p.
- Fernández Lozano J, Liverotti O, Wocca F.** 2013. Manejo de poscosecha de cebolla [En línea]. Buenos Aires : Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Consultado 3 diciembre 2013. Disponible en: <http://www.mercadocentral.gob.ar/controlinocuidad.php>.
- GEVES.** 2003. Gaia general presentation. La Minière : GEVES. 13p.
- Giménez G, Gonzalez M, Rodriguez G, Vicente E, Vilaró F.** 2014. Catálogo de Cultivares Hortícolas 2014. Montevideo : INIA. 71p.
- Giner A, Aguilar J, Baixauli C, Nuñez A, Juan F, Nájera I.** 2008. Nuevos Cvs de cebolla extra precoz y Babosa. Valencia: Instituto valenciano de investigaciones agrarias. 8p.
- Hirczak A.** 2012. Programa de Certificación de Semilla de cebolla del Instituto Nacional de Semillas (INASE). En: Presentación de resultados experimentales en cebolla: Jornada Técnica. Montevideo : INIA. (Serie Actividades de Difusión ; 676). pp. 35-39.
- INASE.** 2013a. Estándar de producción y comercialización de Cebolla [En línea]. Canelones : INASE. Consultado 20 diciembre 2013. Disponible en: <http://www.inase.org.uy/Sitio/EstandaresProduccionComercializacion/Default.aspx>
- INASE.** 2013b. Registro de propiedad de cultivares [En línea]. Canelones : INASE. Consultado 20 diciembre 2013. Disponible en: <http://www.inase.org.uy/especiesCultivares/Default.aspx>
- Kent M, Coker P.** 1992. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach. Florida: CRC. 363p.
- Lardizabal R.** 2007. Manual de Producción : el cultivo de Cebolla. La Lima: MCA. Honduras / EDA. 31p.
- Marinovich A.** 2006. Derechos de propiedad intelectual en las obtenciones vegetales: el caso de la soja y el conflicto Monsanto-Productores Agropecuarios [En línea]. Rosario : Bolsa de Comercio de Rosario. Consultado 09 julio 2012. Disponible en: http://www.bcr.com.ar/Publicaciones/Ediciones%20BCR/Archivos%20de%20cortes%20de%20lecturas%2012/Derechos%20de%20propiedad%20intelectual_%20Martinovich.pdf
- Ministerio de Agricultura de Brasil, GEVES.** 2011. GAIA Workshop : How to combine Several types of comparison; 12-13 mayo; Brasilia, Brasil. Brasilia: GEVES. 23p.
- Peluffo S, González H.** 2012. Producción de semilla certificada del cultivar de cebolla Pantanos del Sauce CRS. En: Presentación de resultados experimentales en cebolla : Jornada Técnica. Montevideo: INIA. (Serie Actividades de Difusión; 676). pp. 41-46.
- Silva J.** 2011. Taller nacional sobre propiedad industrial y política de competencia : Gestión de los DPI y su impacto en I+D+I en INIA Uruguay [En línea]. Montevideo. Consultado 20 noviembre 2011. Disponible en: <http://www.google.com.uy/url?sa=t&rl=1&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFoQFJAA&url=http%3A%2F%2Fwww.miem.gub.uy%2Fgpxsites%2Fagxppdwn%3F5%2C9%2C454%2C0%2C5%2C0%2C7351%253B%253B1%253B127%2C&ei=20j8T6u1Doig9QShrrHMBg&usq=AFQjCNGs0nrkw1oJ6iZo7muwkcGhFTmGHg>.
- UPOV.** 2013. Directrices de exámenes DHE. [En línea]. Ginebra : UPOV. Consultado 20 diciembre 2013. Disponible en: http://www.upov.int/test_guidelines/es/list.jsp
- UPOV.** 2002. Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. Ginebra : UPOV. 28p.
- UPOV.** 1999. Cebolla y Chalota : Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad TG/46/6. Ginebra : UPOV. 40p.
- UPOV.** 1996. Convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales. Ginebra : UPOV. 31p.
- Uruguay. Poder Legislativo.** 1997. Ley de Semillas N° 16.811. Publicada D.O. 28 Feb/97 - N° 24735. 18p.
- Vilaró F, Vicente E, Pereyra G, Rodríguez G.** 2005. Cultivares y mejoramiento genético en cebolla. En: Arboleya J. [Ed.]. Tecnología para la producción de cebolla. Montevideo: INIA. (Boletín de Divulgación; 88). pp. 31-42.