

Evaluación del comportamiento agronómico de dos líneas promisorias de cebolla (*Allium cepa* L.) tolerantes a floración prematura en condiciones de altiplano, Centro Experimental Kallutaca

Julio Cesar Laura¹, Jesús Dávila², Hans Mercado^{2*}

¹Becario tesista Universidad Pública de El Alto

²Programa Nacional de Hortalizas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Km 23 ½ carretera a Oruro, Villa Montenegro-Sipe Sipe, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: hans.mercado@iniaf.gob.bo

Resumen

La cebolla es una planta bianual que necesita de bajas temperaturas para inducirla a floración. Este es un fenómeno no deseado en la producción comercial de bulbos ya que compite con la bulbificación. En la inducción a floración interactúan el genotipo, la edad de la planta y factores ambientales. Dada la necesidad de disponer de una variedad de cebolla con tolerancia a floración prematura adaptada a las condiciones medio ambientales del altiplano boliviano, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal a través del Programa Nacional de Hortalizas ha desarrollado líneas de cebolla roja con tolerancia a este factor. Con el fin de evaluar el comportamiento agronómico de dichas líneas se realizó un ensayo en el Centro Experimental Kallutaca ubicado en el altiplano paceño, donde se compararon dos líneas promisorias de cebolla con una variedad testigo. La Línea Promisoria de cebolla 2 sobresalió por su rendimiento de bulbos comerciales, que fue de 39.3 t ha⁻¹. La variedad testigo presentó el mayor porcentaje de plantas florecidas con un 22.4 %, mientras que las líneas promisorias presentaron ambas un porcentaje de 2.8 %, mostrando gran tolerancia a la inducción floral por frío. Estos materiales se encuentran en etapa de desarrollo final por lo cual se prevé su designación como variedad a corto plazo.

Palabras clave: Líneas promisorias, *Allium cepa*, Tolerancia a floración prematura, Evaluación agronómica.

Abstract

The onion is a biennial plant that requires low temperatures to induce flowering. This is an unwanted commercial production of bulbs and bulb formation racing phenomenon. In the induction to flowering genotype, plant age and environmental factors interact. Given the need for a variety of onion bolting tolerant and adapted to the environmental conditions of the Bolivian altiplano, the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation through the National Horticulture Program has developed red onion lines with tolerance to this factor. In order to evaluate the agronomic performance of these lines, an essay in Kallutaca Experimental Center located in the highlands of La Paz was performed, where two promising lines of onion with a control variety were compared. The onion Promising Line 2 noted for his performance of commercial bulbs, which was 39.3 t ha⁻¹. The control variety had the highest percentage of flowering plants with 22.4 %, while promising lines presented both a percentage of 2.8 %, showing great tolerance to floral induction by cold. These materials still are under final development which is expected to become as variety in short-term.

Keywords: Promising lines, *Allium cepa*, Tolerance to bolting, Agronomic performance.

Introducción

En Bolivia, la producción de cebolla es importante por constituir una fuente de alimento indispensable en la dieta del poblador urbano y rural, además del valor económico que genera su producción, sobre todo en la zona de los valles.

Se calcula que en total en nuestro país se cultivan alrededor de 9000 ha con un rendimiento promedio de 18 t ha⁻¹, siendo las principales zonas productoras Culpina y Las Carreras en Chuquisaca, Mizque, Parotani, Capinota, Sacaba y Sipe Sipe en Cochabamba, El Puente, Cercado y Padcaya en Tarija, Mairana, Saipina y Comarapa en Santa Cruz, Achacachi, La Huachaca en La Paz, y Soracachi en Oruro (MDRyT, 2012).

Tradicionalmente y por motivos geográficos-ambientales, Bolivia produce cebollas de variedades rojas y rosadas para las épocas de primavera-verano y otoño-invierno.

En nuestro país, generalmente el agricultor produce su propia semilla de manera inadecuada, repercutiendo en la mala calidad de la semilla, bajos rendimientos y sobre todo en la mezcla varietal.

Por otro lado, en el altiplano boliviano, por las condiciones ambientales que lo caracterizan, no se puede producir semilla de cebolla, por ello los agricultores están condicionados al uso de semilla de otras zonas o latitudes, cuyo efecto más negativo es la presencia de floración prematura como respuesta fisiológica de este cultivo al recibir la calidad de frío propia de la región del altiplano.

La cebolla es una planta bianual que necesita de bajas temperaturas para inducir a la floración. Este es un factor fisiológico no deseado para la planta en la producción comercial de bulbos ya que la floración compite con la bulbificación y

disminuye los rendimientos. Por ello es necesario conocer la época de siembra más adecuada para cada variedad que combine el fotoperiodo apropiado para su bulbificación y la temperatura no estimule la floración. Debido a las condiciones ambientales del altiplano boliviano, es necesario desarrollar una variedad tolerante a este factor fisiológico no deseado por el productor y que además proporcione un buen rendimiento y calidad de producto.

Si bien en Bolivia se cuenta con variedades rojas propias (criollas), que permiten abastecer al mercado durante gran parte del año, es evidente que los productores del altiplano aún tienen los rendimientos más bajos con relación a otras zonas productoras. Este bajo rendimiento en producción de bulbos se debe principalmente al uso de variedades de cebolla no adecuadas para las condiciones de temperatura que se presentan en esta región.

Debido a lo mencionado, el INIAF trabajó por varios años en la obtención de una variedad de cebolla denominada Globosa, la cual es cultivada en la época de primavera – verano en los valles y otras zonas que cuentan con las condiciones ambientales que requiere la variedad. Es así que dentro del programa de mejoramiento de esta variedad se cuenta con 50 líneas genéticas para el mejoramiento y mantenimiento de la variedad. A partir de estas líneas de mejoramiento se busca adaptar este material a zonas más frías, para lo cual el año 2012 se realizó las primeras pruebas de adaptabilidad en la zona de Soracachi de Oruro, de donde se obtuvo dos líneas promisorias con tolerancia a floración prematura. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad del contribuir al desarrollo de una variedad de cebolla con tolerancia a floración prematura inducida por las temperaturas del altiplano boliviano, con buenas características agronómicas y de calidad poscosecha.

Materiales y métodos

Las poblaciones alógamas como es el caso de la cebolla presentan un alto grado de heterocigosis. Esto ofrece, desde el punto de vista del mejoramiento, la posibilidad de realizar selección negativa de aquellos genes indeseados y aumentar la frecuencia de aquellos de interés o también explorar mediante cruzamientos la incorporación en una nueva variedad características de interés (Ramírez, 2006).

La estrategia del proyecto de mejoramiento de cebolla, se basó en realizar la selección de familias de medios hermanos a partir de 50 líneas de cebolla de la variedad Globosa desarrollada por el INIAF.

En este proceso de selección, se observó respuesta significativa principalmente en la tolerancia a floración prematura en dos líneas, de las cuales fueron seleccionados los mejores bulbos por caracteres favorables en poblaciones abiertas.

Evaluación agronómica

La evaluación de las dos líneas promisorias se realizó durante los meses de septiembre de 2013 y enero de 2014, en un lote experimental del Centro Experimental “Kallutaca”, perteneciente a la Universidad Pública de El Alto, ubicado a 28 km de la ciudad de La Paz, ubicada a 16°31' LS y 68°18' LO y a una altitud de 3908 m, con un clima en general frío y seco, temperatura promedio anual de 7.1°C, y con precipitación promedio anual de 612

mm.

En el trabajo desarrollado para evaluar los materiales genéticos, se consideraron los siguientes aspectos: rendimiento, tolerancia a floración prematura, porcentaje de plantas con bulbos comerciales, porcentaje de plantas con bulbos no comerciales, peso individual de bulbo, longitud y diámetro de bulbo, número de hojas y altura de planta.

Análisis Estadístico

El experimento fue conducido en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los datos fueron evaluados por análisis de varianza (ANVA) usando el programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC), y la prueba Duncan al 0.05 de probabilidad fue usada para la comparación múltiple entre medias de tratamientos.

Resultados y Discusión

En la figura 1 se muestran los datos climáticos de temperatura durante los meses de implementación del ensayo, se generaron condiciones propicias para la inducción a floración prematura en las plantas de cebolla, pues durante la mayoría de los meses se tuvo una temperatura promedio por debajo de los 10°C, según Brewster (2008) se encuentra dentro del intervalo óptimo correspondientes al periodo de vernalización de 8 a 12°C, aunque existen grandes variaciones entre variedades con intervalos óptimos de 15-21°C y de 3-4°C (Sinnadurai, 1970).

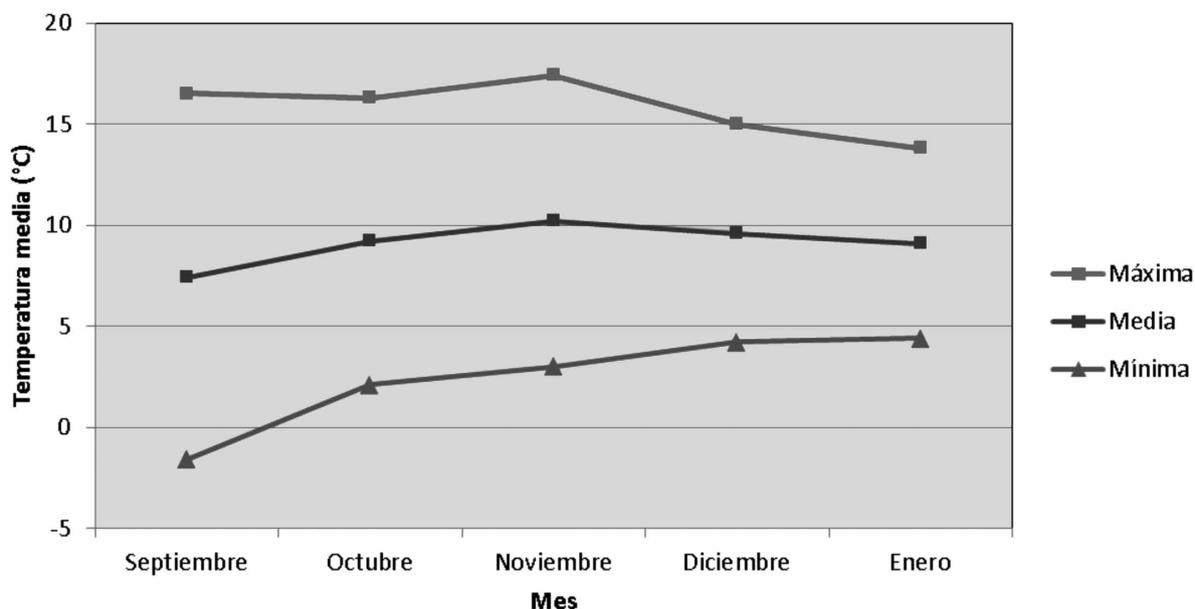


Figura 1. Temperaturas mensuales durante el ensayo (2013-2014)

Análisis de varianza

El análisis de varianza de quince variables evaluadas para tres genotipos de cebolla se presenta en el Cuadro 1. Se observó significancia estadística para la mayoría de las

variables estudiadas, excepto para las variables Número de hojas (v02), Diámetro de bulbo (v07), Número de bulbos podridos (v12) y Peso de bulbos no comerciales (v13), lo que sugiere que estas variables poseen baja interacción genotipo-ambiente.

Cuadro 1. Análisis de la Varianza para 3 genotipos de cebolla

Variabes	CM	p-valor	CV (%)
v01 Altura de planta (cm)	50.88*	0.0268	3.5
v02 Número de hojas	0.14	0.9361	11.2
v03 Número de plantas florecidas	413.44**	0.0001	14.9
v04 Porcentaje de plantas florecidas	382.85**	0.0001	14.8
v05 Peso de bulbo (g)	0.01**	0.0619	15.0
v06 Longitud de bulbo (mm)	592.89**	0.0001	2.2
v07 Diámetro de bulbo (mm)	102.26	0.0632	5.2
v08 Número de bulbos comerciales	489.05**	0.0033	6.4
v09 Peso de bulbos comerciales (kg)	143.03**	0.0003	5.7
v10 Número de bulbos brotados	230.78**	0.0002	16.0
v11 Número de bulbos bifurcados	145.92*	0.0142	25.5
v12 Número de bulbos podridos	0.32	0.7689	36.9
v13 Peso de bulbos no comerciales	0.33	0.5560	24.1
v14 Número total de bulbos	277.73**	0.0007	2.4
v15 Peso total de bulbos	70.84**	0.0034	6.5

* Significativo ($P < 0,05$)

** Altamente Significativo ($P < 0,01$)

En el cuadro 2 se muestran los resultados de prueba de medias para tres genotipos de cebolla en quince variables estudiadas. La Línea Promisoria 2 (LP2) presentó la mayor altura de planta (v01) con 67.9 cm, lo que indica una mayor adaptación a las condiciones medio ambientales.

Para la evaluación de la tolerancia a floración prematura se tomaron en cuenta el número de plantas florecidas (v03) y su equivalencia en porcentaje (v04). Como se puede notar existió una diferencia categórica entre las líneas promisorias con la variedad testigo, habiendo esta última presentado un porcentaje de plantas florecidas del 22.4% mientras que las líneas

presentaron ambas un porcentaje de 2.8%. Este comportamiento refleja el potencial genético de las líneas promisorias, frente al testigo, para adaptarse a condiciones ambientales específicas.

Al comparar los resultados de peso individual de bulbo (v05), la LP2 obtuvo el mayor valor con 320 g seguido de la Línea Promisoria 1 (LP1) y del testigo con 240 g y 220 g respectivamente.

El resultado de prueba de medias para la variable longitud de bulbo (v06) muestra los mayores valores para la LP2 y el testigo con 77.4 mm y 75.2 mm respectivamente, muy por debajo de ellos se encuentra la LP1 con 52.1 mm.

Cuadro 2. Prueba de medias Duncan para 3 genotipos de cebolla

Variables	Línea Promisoria 1	Línea Promisoria 2	Testigo	Promedio
v01 Altura de planta (cm)	61.1 b	67.9 a	60.4 b	63.2
v02 Número de hojas	13.1 a	12.8 a	12.7 a	12.8
v03 Número de plantas florecidas	3.0 b	3.0 b	23.3 a	9.8
v04 Porcentaje de plantas florecidas	2.8 b	2.8 b	22.4 a	9.4
v05 Peso de bulbo (g)	240 ab	320 a	220 b	260
v06 Longitud de bulbo (mm)	52.1 b	77.4 a	75.2 a	68.2
v07 Diámetro de bulbo (mm)	82.5 a	82.2 a	72.3 b	79.0
v08 Número de bulbos comerciales	63.5 a	71.6 a	46.6 b	60.5
v09 Peso de bulbos comerciales (kg)	18.4 b	27.5 a	14.0 c	20.0
v10 Número de bulbos brotados	1.5 b	1.0 b	6.2 a	2.9
v11 Número de bulbos bifurcados	19.1 a	12.6 a	5.2 b	12.3
v12 Número de bulbos podridos	2.6 a	3.2 a	2.9 a	2.9
v13 Peso de bulbos no comerciales (kg)	1.5 b	0.9 b	6.3 a	2.9
v14 Número total de bulbos	88.1 a	90.4 a	72.7 b	83.7
v15 Peso total de bulbos (kg)	19.8 b	28.4 a	20.2 b	22.8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

En cuanto al diámetro de bulbo (v07) la LP1 y LP2 obtuvieron resultados estadísticamente similares con 82.5 y 82.2 mm, la variedad testigo presentó el menor diámetro de bulbo con 72.3 mm.

Para las variables número de bulbos comerciales (v08) y peso de bulbos comerciales (v09) la variedad testigo obtuvo los más bajos resultados con un promedio de 46.6 bulbos comerciales y

un peso de 14 kg. La LP1 y LP2 presentaron resultados estadísticamente iguales para el número de bulbos comerciales con 63.5 y 71.6 bulbos respectivamente, a pesar de esta igualdad la LP2 produjo un mayor peso de bulbos comerciales con 27.5 kg y la LP1 le sigue en producción con 18.4 kg, esto se debe a la diferencia obtenida en el peso individual de bulbo de cada línea.

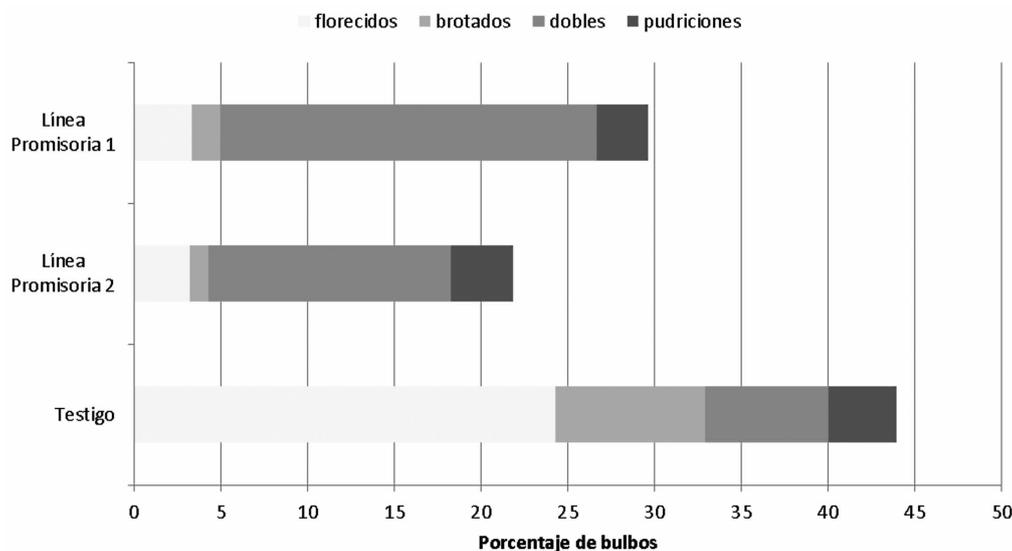


Figura 2. Porcentaje de pérdidas y causas de descarte en tres genotipos de cebolla

De los resultados de pruebas de medias se puede indicar lo siguiente en cuanto a las causas de descarte de bulbos (Figura 2): En la variedad testigo la causa principal se debió a la floración prematura lo cual incidió en la formación de bulbos de calidad, también se puede observar una mayor pérdida por bulbos brotados en la variedad testigo en comparación con las líneas promisorias, esto está ampliamente relacionado con la incidencia de floración prematura por las horas frío recibidas en el estado juvenil de la planta, lo cual afecta al ingreso del bulbo en estado de dormancia.

En las líneas promisorias la causa principal de descarte fueron bulbos dobles, con 19.1 bulbos para la LP1 y 12.6 bulbos para la LP2, aunque este resultado es negativo también es signo de resistencia al frío, pues según Brewster (2008) este tipo de cebollas puede soportar ambientes aún más fríos lo que reduciría el porcentaje de bulbos dobles.

La evaluación del rendimiento se hizo extrapolando el rendimiento por unidad experimental a toneladas por hectárea, la LP2

produjo el mayor rendimiento de bulbos comerciales con 39.3 t ha⁻¹, le siguen la LP1 y la variedad testigo con resultados estadísticamente similares de 26.2 y 20 t ha⁻¹ respectivamente, estos resultados están por encima del promedio nacional de 18 t ha⁻¹. Aunque no se evaluó en este trabajo el tiempo de conservación en almacén de bulbos, se puede afirmar por trabajos anteriores que existe mayor tiempo de vida en almacenaje para variedades tolerantes a floración prematura (Alemzadesh Ansarim, 2007), este punto se evaluará en futuros ensayos previendo una respuesta positiva por parte de las dos líneas promisorias desarrolladas por el INIAF.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

La Línea Promisoria 2 sobresalió por su rendimiento de bulbos comerciales, que fue de 39.3 t ha⁻¹, 97% mayor al rendimiento de la variedad testigo.

La variedad testigo es la más susceptible a floración prematura por efecto de las bajas temperaturas, mientras que las líneas promisorias mostraron ambas mayor tolerancia a la inducción floral por frío.

Para lograr una buena producción de cebollas es importante elegir adecuadamente la variedad a cultivar, la que debe estar muy bien adaptada a las condiciones medioambientales del altiplano boliviano.

Estos materiales se encuentran en etapa de desarrollo final. Se prevé realizar ensayos en diferentes ambientes para evaluar su estabilidad y comprobar su adaptación a diferentes condiciones productivas principalmente del altiplano.

Se espera que a corto plazo sean protegidas y licenciadas a productores semilleros para su posterior multiplicación.

Referencias citadas

- Alemzadesh Ansarim N., 2007. Effect of onion cultivars on storage losses under hot conditions. *J. Applied Int. Hortic.* Iniadi, 9: 38-40.
- Brewster J. L., 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. 2° CAB Int., Wallingford, Oxon, UK. 455 p.
- MDRyT, 2012. Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Bolivia. 528 p.
- Ramírez L., 2006. Mejora de plantas alógamas. Universidad de Navarra. España.
- Sinnadurai S., 1970. A note on the bulbing and flowering habit of the Bawku onion. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 47, 77-79.