

Efecto de la termoterapia sobre la emergencia y características vegetativas de genotipos de ajo

Rodolfo Velásquez-Valle[§]
Manuel Reveles Hernández

Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera de VR, Zacatecas, México. CP. 98500. (reveles.manuel@inifap.gob.mx).

[§]Autor para correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx.

Resumen

Cerca de 45% de la producción mexicana de ajo se obtiene en Zacatecas. Las enfermedades virales del ajo pueden ser transmitidas por semilla, la termoterapia ha sido utilizada para reducir la concentración viral en los dientes de ajo; sin embargo, existe escasa información local acerca del impacto de su impacto sobre características de las plantas originadas a partir de bulbos termotratados; el propósito de este trabajo fue determinar el efecto del tratamiento térmico sobre la emergencia y características vegetativas de 22 genotipos de ajo. Los bulbos de ajo fueron conservados a $33\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante seis semanas consecutivas. Al final de ese periodo fueron plantados en el campo. Se registró la emergencia, altura, diámetro de cuello y número de hojas. El efecto de la termoterapia no mostró una tendencia sólida, plantas de siete genotipos termotratados mostraron valores de emergencia y altura mayores a los de sus testigos mientras que plantas de solamente tres y dos genotipos procedentes de bulbos termotratados tuvieron valores de número de hojas y diámetro de cuello superiores a los de sus testigos.

Palabras clave: altura, diámetro de cuello, emergencia, número de hojas.

Recibido: febrero de 2019

Aceptado: marzo de 2019

Aproximadamente 45% de la producción mexicana de ajo (*Allium sativum* L.) es aportada por el estado de Zacatecas las cuales son producidas en 2 000 ha (Reveles-Hernández *et al.*, 2014). La producción de este bulbo en la región es confrontada por enfermedades como la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) y las infecciones virales, Velásquez-Valle *et al.* (2010) reportaron en parcelas de ajo la presencia de diversos virus, algunos de los cuales podrían ser transmitidos por medio del material usado como semilla. Uno de los medios de manejo de virus es el empleo de alta temperatura para eliminar o reducir la ‘carga viral’ previamente al cultivo de meristemas; una alternativa al alcance de los productores es la aplicación de alta temperatura directamente a los bulbos de ajo sin dañar su capacidad de germinación o posterior desarrollo (Velásquez-Valle *et al.*, 2017).

Perotto *et al.* (2010) indicaron el efecto negativo de la infección viral sobre el número y peso de dientes, tamaño y peso de bulbo en variedades de ajos de los tipos púrpura y blanco, aunque la severidad fue menor en las variedades de tipo morado. Existe poca información regional sobre el efecto de la termoterapia sobre características agronómicas de las plantas emergidas a partir de bulbos termotrataados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento térmico sobre la emergencia y características vegetativas de 22 genotipos de ajo.

El trabajo se realizó en una parcela del Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) localizado en el municipio de Morelos Zacatecas (latitud 22.908611, longitud -102.659444, altitud 2 197 m) durante el ciclo de cultivo 2013-2014. Una vez finalizado el tratamiento térmico los bulbos se desgranaron y se sembraron en dos camas a doble hilera en parcelas experimentales de cuatro hilos de un m de longitud con una parcela útil en los dos surcos centrales eliminando las plantas en los 25 cm iniciales y finales de cada hilo.

Se seleccionaron al azar cuatro bulbos de cada uno de 22 genotipos de los tipos jaspeado, blanco y morado (Cuadro 1), de calibre 8, con un índice visual de dormancia que fluctuaba entre 80 y 87% (Burba *et al.*, 1983) y procedentes de plantas asintomáticas. Los bulbos se numeraron y conservaron durante seis semanas consecutivas a una temperatura de $33 \pm 1^\circ\text{C}$ en una estufa bacteriológica Mca. Felisa Mod. FE 131 Serie 111. Adicionalmente, se conservaron a temperatura ambiente un número similar de bulbos de cada genotipo para ser utilizados como testigos.

Cuadro 1. Tipo de ajo y origen geográfico de los 22 genotipos utilizados en el actual trabajo.

Línea	Origen	Tipo	Línea	Origen	Tipo
1	Zacatecas	Jaspeado	2	Zacatecas	Jaspeado
3	Zacatecas	Jaspeado	4	Zacatecas	Jaspeado
5	Aguascalientes	Blanco	6	Zacatecas	Jaspeado
7	Zacatecas	Jaspeado	8	Zacatecas	Jaspeado
9	Zacatecas	Jaspeado	10	Zacatecas	Jaspeado
11	Zacatecas	Jaspeado	12	Zacatecas	Jaspeado
13	Zacatecas	Jaspeado	14	Zacatecas	Jaspeado
15	Zacatecas	Jaspeado	16	Zacatecas	Jaspeado
17	Aguascalientes	Blanco	18	Zacatecas	Jaspeado
19	Guanajuato	Morado	20	Guanajuato	Morado
21	Guanajuato	Morado	22	Guanajuato	Morado

Las parcelas de bulbos tratados se sembraron en camas contiguas a las de sus respectivos testigos. Se registró el número de dientes sembrados en cada parcela útil. La emergencia de plántulas (%) se estimó a las tres semanas después de la plantación. La altura de planta (cm), diámetro de cuello (mm) y número de hojas se obtuvieron en cuatro plantas de cada variedad en ambas modalidades (termotratado y testigo). Para comparar los valores obtenidos entre las plantas tratadas y no tratadas se utilizó la prueba de Student (0.05%) (Olivares, 2013).

La emergencia de plántulas de ajo de bulbos termotratados resultó significativamente superior a sus testigos en 9 de los 22 genotipos, en solamente dos de ellas la emergencia de plántulas provenientes de bulbos testigo fue mayor a la de los bulbos termotratados. Sin embargo, 50% de los genotipos no se detectó diferencia en esta variable entre bulbos termotratados y testigo (Cuadro 2). El rango de porcentajes de emergencia resultó de 20.8 a 93.3 y de 5.6 a 89.6% en dientes de bulbos termotratados y testigos respectivamente. Los mayores diferenciales en porcentaje de emergencia favorables a dientes termotratados, fueron de 41.3, 35.6 y 31.2% en los genotipos 11, 1 y 5 respectivamente, los dientes de los genotipos del tipo morado mostraron, bajos porcentaje de emergencia, aunque en el genotipo 21 el porcentaje de emergencia de plántulas testigo fue significativamente mayor que el procedentes de bulbos termotratados.

Cuadro 2. Emergencia de plántulas de 24 genotipos de ajo procedentes de bulbos termotratados y sus testigos.

Línea	Condición	Emergencia (%)	Línea	Condición	Emergencia (%)
1	Termotratada	93.3*	2	Termotratada	79.1*
	Testigo	57.7		Testigo	66.5
3	Termotratada	79.8*	4	Termotratada	86.6*
	Testigo	89.6		Testigo	61.9
5	Termotratada	92.9*	6	Termotratada	76.2 ns
	Testigo	61.7		Testigo	64.5
7	Termotratada	58.6 ns	8	Termotratada	88.1*
	Testigo	55.9		Testigo	60.5
9	Termotratada	90.2 ns	10	Termotratada	90.1 ns
	Testigo	78.3		Testigo	59.9
11	Termotratada	82.1*	12	Termotratada	70 ns
	Testigo	40.8		Testigo	79.2
13	Termotratada	79.4*	14	Termotratada	88.3 ns
	Testigo	50		Testigo	82
15	Termotratada	26.9*	16	Termotratada	63.7 ns
	Testigo	5.6		Testigo	73.1
17	Termotratada	31.4 ns	18	Termotratada	43.7*
	Testigo	32.3		Testigo	14.1
19	Termotratada	55.6 ns	20	Termotratada	24.6 ns
	Testigo	55.2		Testigo	48.1
21	Termotratada	20.8	22	Termotratada	38.8 ns
	Testigo	51.7		Testigo	40.5

La altura de las plantas provenientes de bulbos termotratarados fue significativamente superior a la de sus testigos en 13 de los 22 genotipos de ajo, la diferencia en altura favorable a las plantas originadas de bulbos termotratarados, en términos de porcentaje, osciló entre 16.8 y 37.5% (genotipos 16 y 3, ambos del tipo jaspeado), en solamente un genotipo, procedente de Guanajuato, de tipo morado, se observó el efecto contrario; es decir, la altura de las plantas testigo fue mayor que la de las plantas provenientes de bulbillos termotratarados. En ocho genotipos no se observaron diferencias en la altura de plantas provenientes de bulbos termotratarados y sus testigos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Altura de plantas de 24 genotipos de ajo procedentes de bulbos termotratarados y sus testigos.

Variedad	Condición	Altura (cm)	NH	Variedad	Condición	Altura (cm)	NH
1	Termotratarada	20.1 *	4.8 ns	2	Termotratarada	19.9 *	4.6 ns
	Testigo	14.5	4.9		Testigo	14.9	4.8
3	Termotratarada	25.3 *	4.3 *	4	Termotratarada	19.7 *	4.7 *
	Testigo	15.8	5.2		Testigo	14.3	5.6
5	Termotratarada	18.9 *	5.2 *	6	Termotratarada	18.4 *	4.7 ns
	Testigo	14.6	4.4		Testigo	14.2	5.4
7	Termotratarada	17.7 ns	4.5 ns	8	Termotratarada	20.1 ns	5.3 ns
	Testigo	17.9	5.3		Testigo	18.4	5.6
9	Termotratarada	17.2 ns	4.6 *	10	Termotratarada	18.2 *	4.9 ns
	Testigo	15.1	5.2		Testigo	15	5.5
11	Termotratarada	18.5 *	5.3 *	12	Termotratarada	16.4 ns	4.8 ns
	Testigo	13.9	4.3		Testigo	12.8	4.6
13	Termotratarada	17.3 *	4.7 ns	14	Termotratarada	17 *	4.1 *
	Testigo	13.6	5		Testigo	12.6	3.6
15	Termotratarada	15.5 ns	4.2 ns	16	Termotratarada	26.2 *	4.6 ns
	Testigo	13.8	4.1		Testigo	21.8	4.8
17	Termotratarada	17.7 *	4.6 ns	18	Termotratarada	22.8 ns	3.8 ns
	Testigo	12.3	4.6		Testigo	22.8	3.8
19	Termotratarada	12 *	5.3 ns	20	Termotratarada	28.6 ns	4 *
	Testigo	9	5.9		Testigo	29.8	6.2
21	Termotratarada	28.7 ns	4.2 ns	22	Termotratarada	25.5 *	4.4 ns
	Testigo	27.9	4.5		Testigo	32.4	3.9

NH= número de hojas.

En siete de los 22 genotipos de ajo se encontraron diferencias significativas en el número promedio de hojas entre plantas de bulbos termotratarados y sus testigos; sin embargo, en solamente tres de ellos; los genotipos la diferencia resultó favorable a las plantas de bulbos termotratarados (Cuadro 3). No se detectó diferencia significativa en el diámetro de cuello de plantas provenientes de bulbos termotratarados y testigos pertenecientes a 17 de los 22 genotipos de ajo, solamente cinco genotipos (12, 15, 18, 21 y 22) exhibieron diferencia significativa en esta variable, aunque dicha diferencia sólo fue favorable a las plantas de bulbos termotratarados de dos genotipos, 12 y 15, ambos procedentes de Zacatecas y del tipo jaspeado; dicha diferencia representó un incremento de 38.7 y 18.6% con respecto al testigo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro de cuello de plantas pertenecientes a 24 genotipos de ajo procedentes de bulbos termotratarados y sus testigos.

Variedad	Condición	Diámetro de cuello (mm)	Variedad	Condición	Diámetro de cuello (mm)
1	Termotratarada	9.1 ns	2	Termotratarada	8.5 ns
	Testigo	8		Testigo	8.3
3	Termotratarada	8.5 ns	4	Termotratarada	8.1 ns
	Testigo	8.9		Testigo	9.5
5	Termotratarada	7.9 ns	6	Termotratarada	8.8 ns
	Testigo	8.5		Testigo	8.6
7	Termotratarada	8.9 ns	8	Termotratarada	9.8 ns
	Testigo	9.4		Testigo	9.5
9	Termotratarada	7.4 ns	10	Termotratarada	9 ns
	Testigo	7.9		Testigo	8.6
11	Termotratarada	7.4 ns	12	Termotratarada	8.6*
	Testigo	7.6		Testigo	6.2
13	Termotratarada	9.3 ns	14	Termotratarada	8.4 ns
	Testigo	8.1		Testigo	7.5
15	Termotratarada	10.2*	16	Termotratarada	8.4 ns
	Testigo	8.3		Testigo	8.1
17	Termotratarada	7.2 ns	18	Termotratarada	5.5*
	Testigo	7.3		Testigo	8
19	Termotratarada	7 ns	20	Termotratarada	9.2 ns
	Testigo	7		Testigo	10.3
21	Termotratarada	7.6*	22	Termotratarada	5.5*
	Testigo	9.8		Testigo	9.8

La completa eliminación de las enfermedades de origen viral en las plantas de ajo es difícil debido a que estos patógenos se acumulan en los bulbillos (Pérez-Moreno *et al.*, 2013), consecuentemente, la termoterapia ha sido propuesta como un paso intermedio en el proceso de obtención de plántulas libres de virus (Ucman *et al.*, 1998).

En las variables de emergencia y altura se registraron 11 y ocho genotipos respectivamente, donde sus valores promedio no resultaron significativamente diferentes de sus respectivos testigos; sin embargo, en 22 de 25 casos en los que la comparación fue significativa para esas variables, las plantas provenientes de bulbos termotratarados superaron a las plantas testigo.

Por otro lado, resalta que el termotrataramiento tuvo menor efecto sobre las variables de número de hojas y diámetro de cuello donde 15 y 17 de 22 genotipos de ajo evaluados no mostraron diferencia significativa entre plantas provenientes de bulbos termotratarados y sus testigos. En 7 de 12 casos donde la comparación fue significativa, las plantas testigos superaron a las termotrataradas en las dos variables mencionadas.

La respuesta de los genotipos fue más consistente dentro de las variables emergencia y altura de planta donde los genotipos 1, 2, 3, 4, 5, 11 y 13 aparecen como sobresalientes para ambas características; sin embargo, destacan los genotipos 5 y 11 originados en bulbos termotrados y que resultaron sobresalientes en emergencia, altura y número de hojas. Estos resultados son producto de un ciclo de evaluación y deben ser repetidos antes de alcanzar conclusiones definitivas, se recomienda similar incluir un mayor número de genotipos de los tipos blanco y morado.

Los resultados obtenidos previamente en la reducción de ‘carga viral’ mostraron poco cambio en la incidencia viral pre y post tratamiento térmico (53.5 y 45.1% respectivamente) (Velásquez-Valle *et al.*, 2017), es posible que las inconsistencias en cuanto a la reducción de ‘carga viral’ y efecto sobre características de emergencia de plantas y vegetativas puedan estar también relacionadas con la naturaleza del tratamiento térmico por lo que se debe explorar un rango más amplio de temperatura y de periodos de exposición hasta donde lo permitan las condiciones físicas de los bulbos.

Literatura citada

- Burba, J. L.; Müller J. J. V. y Casali V. W. D. 1983. Relaciones entre el índice visual de superación de dormición (IVD) en ajo (*Allium sativum* L.) con el tamaño y posición de bulbillos. Rev. Cienc. Agropec. 4:99-102.
- Olivares, S. E. 2013. Programas estadísticos. Versión 1.4. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Pérez-Moreno, L.; Navarro-León, M. J.; Ramírez-Malagón, R.; Mendoza-Celedón, B.; Núñez-Palenius H. G. y León-Galván, M. F. 2013. Detección de complejos virales en ajo por elisa y confirmados por RT-PCR. Interciencia. 38:364-369.
- Perotto, M. C.; Cafrune, E. E. y Conci, V. C. 2010. The effect of additional viral infections on garlic plants initially infected with *Allexiviruses*. Eur. J. Plant Pathol. 126:489-495.
- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos, J. A. 2014. Barretero, variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calera, Zacatecas, México. Folleto técnico núm. 61. 34 p.
- Ucman, R.; Žel, J. and Ravnikař M. 1998. Thermotherapy in virus elimination from garlic: influences on shoot multiplication from meristems and bulb formation *in vitro*. Scientia Horticulturae 73:193-202.
- Velásquez-Valle, R.; Chew-Madinaveitia, Y. I.; Amador-Ramírez, M. D. y Reveles-Hernández, M. 2010. Presencia de virus en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Zacatecas, México. Rev. Mexicana de Fitopatología 28:135-143.
- Velásquez-Valle, R.; Reveles-Hernández, M.; Chew-Madinaveitia, Y. I. y Reveles-Torres, L. R. 2017. Efecto del tratamiento térmico sobre la presencia de virus en bulbos de ajo (*Allium sativum* L.). Rev. FCA Uncuyo. 49:157-165.