

EVALUACION AGRONOMICA DEL ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO
EN SEMILLAS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.). III. EFECTOS
SOBRE LA PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO¹

Agronomic evaluation of the osmotic conditioning of sweet pepper seeds
(*Capsicum annuum* L.). III. Effects on the earliness and yield of the crop

Agustín Aljaro U.² y Marcelo Martínez R.³

SUMMARY

'California Wonder 300' sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds were osmotically conditioned (O.C.) in a -14 bars magnesium sulfate solution at 25° C for 9 days. After this treatment, seeds were dried and sown in nurseries. Half of the nursery was covered with plastic tunnels at seeding time and the rest, after the first seedlings begun to emerge. Transplant to the field was done with a density of 48.000 plants/ha in a split-plot design, with 5 replications.

Fruit ripening occurred 7 days earlier in plants coming from O.C. seeds as compared with untreated seeds. Similar earliness was also observed in the occurrence of flowering and fruit setting. Yield was increased by 47%, mainly due to an increase of the upper fruit grades. The time at which the nursery was covered with plastic did not affect significantly yield or fruit quality.

INTRODUCCION

En la Parte I, (Aljaro y Martínez, 1987) y la II de este trabajo (Martínez y Aljaro, 1987), se presentó los resultados de las experiencias realizadas con semillas acondicionadas osmóticamente (A.O.), señalando sus efectos sobre el proceso germinativo y sobre el comportamiento de campo, a nivel de emergencia y desarrollo de plántulas, respectivamente. En ambos casos, se describen efectos de significación, en términos de mejorar la velocidad, tasa y uniformidad de las fases de germinación y de emergencia, detectando además, en esta última, un incremento de la calidad y rendimiento en plántulas aptas para el transplante.

En relación a experiencias previas con esta técnica, la mayor parte se han centrado en su análisis a nivel de las fases de germinación y emergencia y muy pocas en los efectos del A.O. sobre las plantas a nivel de campo, en relación a productividad.

Yaklich y Orzolek (1977), acondicionando semillas de pimiento con polietileno glicol 6000 (PEG), encontraron incrementos de rendimientos del orden del 38%. Rennick y Tiernan (1978), utilizando el mismo soluto, acondicionaron semilla de apio y concluyeron que esta técnica ofrece posibilidades de mejorar el establecimiento de plántulas y su subsecuente desarrollo, en especial en siembras directas. Szafirowska, Khan y Peck (1981) detectaron una mayor productividad de raíces de zanahorias en plantas derivadas de semilla acondicionadas con PEG 6000, observando un 33 y 93% de superioridad en el número y en el peso de las raíces, respectivamente.

Wolfe y Sims (1982) no encontraron efectos sobre la productividad de tomates; sin embargo, determinaron una mayor precocidad, basada en la cantidad de frutos rojos maduros al momento de realizar las cosechas. Khan y otros (1983) demostraron que el A.O. con PEG 6000 y Mg SO₄ de semillas de betarraga, mejoró

¹ Recepción de originales: 26 de marzo de 1987.

Parte de la tesis presentada por Marcelo Martínez R., para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Se agradece la colaboración del Comité de Tesis, Facultad de Agronomía, U. Austral de Chile.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³ Gran Avenida José Miguel Carrera 6843, Depto. 31, Santiago, Chile.

el rendimiento de raíces en un 40%, en relación al testigo que no recibió tratamiento.

Por su parte, Brocklehurst y Dearman (1983) encontraron que los cultivos de zanahoria, apio y cebolla, provenientes de semilla acondicionada con PEG 6000, tuvieron incrementos de rendimiento, expresados en peso fresco, del orden del 33, 182 y 74% sobre los controles. Por último, Rivas, Sundstrom y Edwards (1984) sugieren que esta técnica aplicada a la semilla, determina un desarrollo acelerado del cultivo, a través de todos sus estados vegetativos, que se mantiene hasta el período de antesis.

Es importante definir la magnitud en que los resultados encontrados hasta la fecha, a nivel de la fase juvenil del pimiento, se proyectan hacia la etapa adulta de la planta, especialmente lo relacionado con su productividad; por lo tanto, en el presente artículo se aborda el estudio del efecto del A.O. en el rendimiento y calidad del cultivo.

Si bien durante la etapa de almácigos (Martínez y Aljaro, 1987), se estudió el A.O. sólo en plántulas desarrolladas bajo túnel plástico establecido desde la siembra, en esta fase transplante-cosecha, se analiza, además, con el uso del túnel desde la emergencia. El objetivo es detectar los posibles efectos independientes de cada factor (túnel y A.O.) en el desarrollo reproductivo del pimiento y estudiar las eventuales interacciones entre ambos.

MATERIALES Y METODOS

Los aspectos referidos a localización, fechas y método de tratamiento a la semilla se presentaron en la Parte I de este trabajo (Aljaro y Martínez, 1987). En relación al manejo del experimento, se ajustó al tradicional para pimiento en el país.

Los almácigos se realizaron el 26 de septiembre de 1984. El 50% fue protegido de las bajas temperaturas ambientales con cubierta plástica a partir del momento mismo de la siembra (con túnel). El 50% restante se protegió sólo a partir de las primeras evidencias de emergencia, a los 12 días después de haber sembrado la semilla (sin túnel).

El transplante, efectuado a los 71 días después de la siembra (7 de diciembre), se realizó en parcelas de 7 m², bajo una distribución de 0,7 m entre hileras y 0,3 m sobre hileras, lo que representa una población cercana a las 48 mil pl./ha. La cosecha se realizó a través de seis recolecciones, con una frecuencia semanal, lo que representa un período total de 35 días.

La primera cosecha se inició el 13 de marzo (97 días después del transplante) y la última, el 16 de abril de

1985 (132 días). El rendimiento de frutos y su calidad fueron evaluados siguiendo una pauta de clasificación de calibres basada en el peso de los frutos: extra (> 170 g); primera (entre 120 y 169 g); segunda (entre 80 y 119 g), tercera (entre 35 y 79 g); y desecho (< 35 o con daños o deformaciones que los descalifiquen comercialmente).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con 5 repeticiones, donde la parcela principal fue el uso del túnel en la fase inicial de los almácigos (con vs. sin) y la sub-parcela, el factor A.O. de la semilla. El análisis de los resultados fue basado en el estudio de las respectivas variancias. En los casos en que se determinó interacción entre los dos factores, se usó la prueba de Duncan (5%), para separar los valores medios de cada carácter estudiado.

Por otra parte, se llevaron registros de la aparición del número de órganos florales, y por tanto del número de frutos maduros acumulados por planta en función del tiempo. En base a estos registros, se realizó un análisis de regresión entre estas dos variables, lo que se representa en la Figura 1 de los resultados. De esta forma, se calculó la velocidad de aparición de frutos maduros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados (Cuadro 1) indican que la precocidad o velocidad de aparición de frutos maduros no fue alterada por la forma de uso de túnel plástico en el almácigo, pero sí lo fue por el A.O. de la semilla. Las plantas provenientes de semillas acondicionadas mostraron una velocidad de aparición de frutos maduros

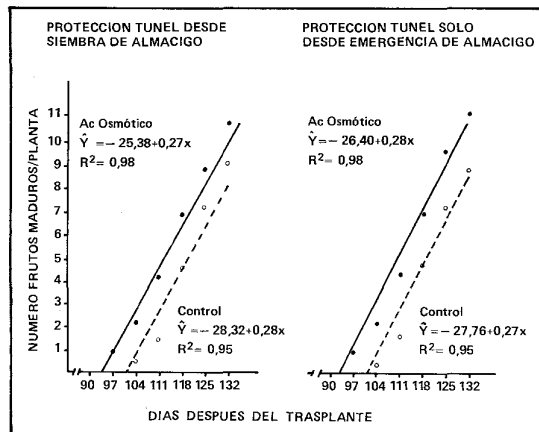


FIGURA 1. Número total de frutos/planta, en función del tiempo desde el transplante, con y sin acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento. Est. Exp. La Platina 1984/85.

FIGURE 1. Total number of fruits/plant, as a function of time since transplant, with and without osmoconditioning sweet pepper seeds. La Platina Exp. Sta. 1984/85.

CUADRO 1. Precocidad en la maduración de frutos en plantas de pimiento provenientes de semilla acondicionada (T) y sin tratar (NT). Est. Exp. La Platina, 1984/85

TABLE 1. Earliness of fruits ripening with (T) and without osmoconditioning (NT) seeds of sweet pepper. La Platina Exp. Sta. 1984/85

Tratamiento	Número de días desde Transplante a:								
	50/o frutos maduros*			500/o frutos maduros			950/o frutos maduros		
	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}
Con Túnel	95,2	102,6	98,2 A	113,2	117,2	115,2 A	131,2	131,8	131,5 A
Sin Túnel	95,3	102,4	98,9 A	113,1	116,7	114,9 A	130,9	131,1	131,0 A
Promedio	95,3 b	102,5 a	(98,6)	113,2 b	117,0 a	(115,1)	131,1 a	131,5 a	(131,3)

Dentro de una misma columna, los valores seguidos por distinta letra mayúscula son diferentes.

Dentro de una misma variable, los promedios con distinta letra minúscula son diferentes (Duncan, 50/o).

Con túnel: protección plástica desde la siembra de almácigos;

Sin túnel: protección sólo desde la emergencia de almácigos.

* Frutos a cosecha, levemente pintones; incluye desecho.

superior a las derivadas de semillas no tratadas. Esta mayor precocidad se manifestó en 7,2 y 3,8 días menos para alcanzar el 5 y el 500/o de frutos maduros, respectivamente. No obstante, no hubo diferencia significativa en el número de días transcurridos desde el transplante al estado de 950/o de frutos aptos para cosechar.

Por otra parte, en el Cuadro 2 se presenta los resultados concernientes al número máximo de órganos reproductivos alcanzados por planta. En él se exponen las variables número de yemas florales, flores y frutos cuajados y maduros por planta. Se determinó efectos significativos sobre el número de yemas florales en plantas provenientes de semilla acondicionada, alcanzando la diferencia a un 280/o sobre el control, no acondicionado.

En cuanto a interacción entre ambos factores, ésta se evidenció al verificar que, dentro de las plantas provenientes de semilla acondicionada, el tratamiento sin túnel alcanzó un valor superior en un 5,70/o, en circunstancias que dentro de las plantas sin tratamiento osmótico, el uso del túnel no afectó esta variable.

El número de flores por planta no fue alterado por el uso del túnel, pero sí lo fue y en forma positiva (9,30/o), por el A.O. El número de frutos cuajados por planta fue alterado significativamente por el uso del túnel, existiendo diferencias favorables a las plantas protegidas sólo desde la emergencia (90/o). Del mismo modo, el A.O. afectó positivamente esta variable, incrementando los frutos cuajados en un 32,40/o. La interacción entre ambos factores se hace evidente,

CUADRO 2. Número máximo de órganos reproductivos/planta, con (T) y sin (NT) acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento. Est. Exp. La Platina. 1984/85

TABLE 2. Maximum number of reproductive organs/plant, with (T) and without (NT) osmoconditioning sweet pepper seeds. La Platina Exp. Sta. 1984/85

Tratamiento	yemas florales/planta			flores/planta			frutos cuajados/planta			frutos maduros*/planta		
	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}
Con túnel	50,5 Ba	41,4 Ab	46,0 A	39,6	36,6	38,1 A	30,1 Ba	25,5 Ab	27,8 B	10,9	9,1	10,0 A
Sin túnel	53,4 Aa	40,1 Ab	46,8 A	40,6	36,7	38,7 A	36,1 Aa	24,5 Bb	30,3 A	11,2	8,8	10,0 A
Promedio	52,0 a	40,7 b	(46,4)	40,1 a	36,7 b	(38,4)	33,1 a	25,0 b	(29,1)	11,1 a	9,0 b	(10,0)

Dentro de una misma columna, los valores seguidos por distinta letra mayúscula son diferentes.

Dentro de una misma variable y de una misma fila, los valores con distinta letra minúscula son diferentes (Duncan, 50/o).

Con túnel: protección plástica desde la siembra de almácigos;

Sin túnel: protección sólo desde la emergencia de almácigos.

* Frutos a cosecha, levemente pintones; incluye desecho.

al comparar los valores de las plantas de semilla acondicionada y comprobar que aquéllas con protección desde la emergencia, obtuvieron un número de frutos cuajados superior en un 20%, mientras dentro de las plantas de semilla no tratada, el número de frutos cuajados fue mayor en aquéllas con protección desde la siembra.

Por último, el número de frutos maduros no fue afectado por el método de uso del túnel, pero sí lo fue por el A.O. Las plantas provenientes de semillas tratadas presentaron, en promedio, 2,1 frutos más que las provenientes de semillas no tratadas (23,3%/o).

El hecho que el A.O. haya afectado, en promedio, positivamente todas las variables relacionadas con el número de órganos reproductivos por planta, constituye la confirmación de las conclusiones obtenidas en la fase inicial de crecimiento vegetativo (Aljaro y Martínez, 1987; Martínez y Aljaro, 1987): la mayor velocidad de germinación y emergencia, aparentemente estaría definiendo las etapas posteriores del crecimiento, en especial en términos de precocidad. Probablemente, la más temprana captación de la radiación solar durante los primeros estados del desarrollo de la plántula, sea un factor que determine el momento en que se inicie el desarrollo reproductivo.

En el Cuadro 3, se presenta la producción total alcanzada y la distribución de rendimientos por categorías, de acuerdo al calibre o tamaño de los frutos. En general, se observa que, a excepción de la categoría de frutos extras, la forma de utilización del túnel no afectó los rendimientos. Una situación totalmente distinta ocurre con el factor A.O., que incrementó en forma significativa la productividad total (47%/o). En términos de distribución de calidades, el rendimiento mayormente alterado resultó de la categoría extra, que superó al obtenido en plantas de semilla no acondicionada, en cerca del 140%/o.

Atendiendo a los resultados expuestos, es posible afirmar que el uso del túnel plástico en los almácigos a partir de la siembra misma, afectó positivamente sólo el rendimiento de frutos extras, no afectando las restantes categorías ni la productividad comercial total.

El A.O. en cambio, incrementó consistentemente el rendimiento total comercial y, en forma especial, la productividad de las categorías superiores. Las inferiores, esto es frutos de calibre segunda y tercera, no fueron alteradas por ninguno de los dos factores (túnel y A.O.).

Por último, basado en las cifras entregadas en la Figura 1 y Cuadro 1, se pueden deducir los valores de producción acumulados por cosecha, tanto en peso como en número de frutos comerciales (extra, primera, segunda y tercera). En los cuadros 4 y 5, se observa que el A.O. permitió anticipar (en cerca de 7 días) el período de cosecha y, durante las recolecciones posteriores, se observa una tendencia bastante clara en favor del A.O. Hay que señalar, finalmente, que en cultivos como el pimiento, la precocidad de la producción representa una cualidad comercial de gran interés.

El efecto favorable detectado con el A.O. para la mayoría de las variables de rendimiento y calidad analizadas, es posible basarlo en su acción durante las primeras etapas del crecimiento vegetativo del cultivo. Las plántulas provenientes de semillas tratadas germinan y emergen anticipadamente (Aljaro y Martínez, 1987; Martínez y Aljaro, 1987), lo que les permite iniciar con antelación un importante crecimiento y desarrollo de tipo vegetativo y captar — por lo tanto — una mayor cantidad de radiación solar. Este mayor crecimiento, les permite mantener una diferencia positiva, durante toda su fase de establecimiento, que conduce finalmente a que completen su fase juvenil antes, iniciando su fase reproductiva con antelación. Su mayor rendimiento, además encontraría explicación atendiendo a la emergencia anticipada de las plantas, que les permitiría recibir un estímulo ambiental determinado, que no sólo se manifestaría en un inicio adelantado del crecimiento vegetativo, sino también del reproductivo, expresándose en un mayor número de órganos florales por plantas.

CUADRO 3. Rendimiento de frutos comerciales, total y por categorías (ton/ha), con (T) y sin (NT) acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento. Est. Exp. La Platina. 1984/85

TABLE 3. Total yield and by qualities (grades) of marketable fruits (ton/ha) with (T) and without (NT) osmoconditioning sweet pepper seeds. La Platina Exp. Sta. 1984/85

Categorías: Tratamiento	Extra			Primera			Segunda			Tercera			Total Comercial		
	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}	T	NT	\bar{X}
Con túnel	19,0	9,5	14,3 A	19,2	12,4	16,1 A	14,5 a	16,4 a	15,5 A	9,1	8,5	8,8 A	61,8	47,3 *	54,6 A
Sin túnel	15,7	4,8	10,3 B	20,6	11,2	15,9 A	19,0 a	12,7 b	15,9 A	8,4	9,2	8,8 A	63,7	37,9	50,8 A
Promedio	17,4 a	7,2 b	(12,3)	19,9 a	12,1 b	(16,0)	16,8 a	14,6 a	(15,7)	8,8 a	8,9 a	(8,8)	62,8 a	42,6 b	(52,7)

Dentro de una misma columna, los valores seguidos por distinta letra mayúscula son diferentes.
 Dentro de una misma variable, los promedios con distinta letra minúscula son diferentes (Duncan, 5^o/o).
 Con túnel: protección plástica desde la siembra de almácigos;
 Sin túnel: protección sólo desde la emergencia de almácigos.

CUADRO 4. Rendimiento (g) de frutos comerciales/planta*, acumulado por fechas de cosecha, con (T) y sin (NT) acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento. Est. Exp. La Platina 1984/85

TABLE 4. Marketable yield (g)/plant, accumulated per harvesting date, with (T) and without (NT) osmoconditioning sweet pepper seeds. La Platina Exp. Sta. 1984/85

Tratamientos	Fechas de Cosecha					
	13.03.85	20.03.85	26.03.85	02.04.85	09.04.85	16.04.85 (Total)
Con túnel						
T	190,5	415,5	695,5	1001,5	1206,5	1300,0
NT	0,0	92,5	242,5	722,5	907,5	990,0
Sin túnel						
T	214,0	454,0	716,5	1051,5	1274,0	1340,0
NT	0,0	57,5	197,5	565,0	765,0	800,0

Con túnel: protección plástica desde la siembra de almácigos;
 Sin túnel: protección sólo desde la emergencia de almácigos.
 * Σ frutos extra + 2a + 3a categorías.

CUADRO 5. Número de frutos comerciales/planta*, acumulados por fecha de cosecha, con (T) y sin (NT) acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento. Est. Exp. La Platina 1984/85

TABLE 5. Number of marketable fruits/plant, accumulated per harvesting date, with (T) and without (NT) osmoconditioning sweet pepper seeds. La Platina Exp. Sta. 1984/85

Tratamientos	Fechas de Cosecha					
	13.03.85	20.03.85	26.03.85	02.04.85	09.04.85	16.04.85 (Total)
Con túnel						
T	0,85	1,95	3,90	6,75	8,70	10,30
NT	0,00	0,45	1,40	4,35	6,65	8,60
Sin túnel						
T	0,95	2,15	4,05	6,70	9,00	10,80
NT	0,00	0,30	1,40	4,35	6,75	7,70

Con túnel: protección plástica desde la siembra de almácigos;
 Sin túnel: protección sólo desde la emergencia de almácigos.
 * Σ frutos extra + 1a + 2a + 3a categorías.

RESUMEN

En la Estación Experimental La Platina (INIA), se acondicionó osmóticamente (A.O.) semilla de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. California Wonder 300, con una solución de sulfato de magnesio con potencial de -14 bares a 25° C y por un período de 9 días. Después de este tratamiento, la semilla se secó y fue sembrada en almácigos el 26 de septiembre de 1984. Semilla del mismo origen pero sin tratar constituyó el testigo. El transplante se realizó el 7 de diciembre, con una densidad de 48.000 pl/ha y la cosecha, hecha semanalmente en 6 oportunidades, se inició a los 97 días del transplante. El diseño experimental fue de parcelas divididas, con 5 repeticiones.

Los resultados señalan efectos significativos del A.O. sobre la precocidad del cultivo, lo que se expresó en

el inicio de cosecha con 7 días de antelación y mayor velocidad en la aparición de las yemas florales, flores y en la cuaja de frutos. El rendimiento también fue afectado favorablemente por el A.O. (470/o), así como la calidad, expresada en la proporción de frutos de categorías extra y primera (incrementos de 142 y 640/o, respectivamente).

La protección plástica, no tuvo efectos con significación estadística consistente. Excepcionalmente, denotaron efectos de este factor el número de frutos cuajados (sin afectar el total de frutos cosechados) y el rendimiento de frutos de categoría extra (mejorado en 380/o), cuando los almácigos fueron cubiertos desde el momento mismo de la siembra.

LITERATURA CITADA

- ALJARO, A. y MARTINEZ, M. 1987. Evaluación agronómica del acondicionamiento osmótico en semilla de pimiento (*Capsicum annuum* L.). I. Efectos sobre el comportamiento germinativo bajo ocho temperaturas distintas. Agricultura Técnica (Chile) 47 (3): 248–253.
- BROCKLEHURST, P. and DEARMAN, J. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. II. Seedling emergence and plant growth. Ann. Appl. Biol. 102: 584–593.
- KHAN, A.; PECK, N.; TAYLOR, A.; and SAMIMY, C. 1983. Osmo-conditioning of beet seeds to improve emergence and yield in cold soil. Agronomy J. 75: 788–794.
- MARTINEZ, M. y ALJARO, A. 1987. Evaluación agronómica del acondicionamiento osmótico en semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). II. Efectos sobre la emergencia y el desarrollo de plántulas. Agricultura Técnica (Chile) 47 (4): 321–325.
- RENNICK, G. and TIERNAN, P. 1978. Some effects of osmo-priming on germination, growth and yield of celery (*Apium graveolens*). Seed Sci. Technol. 6: 695–700.
- RIVAS, M.; SUNDSTROM, F.; and EDWARDS, R. 1984. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. Hort. Science 19 (2): 279–281.
- SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A.; and PECK, N. 1981. Osmo-conditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. Agronomy J. 73: 845–848.
- WOLFE, D. and SIMS, W. 1982. Effects of osmoconditioning and fluid drilling of tomato seed on emergence rate and final yield. Hort. Science 17 (6): 936–937.
- YAKLICH, R. and ORZOLEK, M. 1977. Effect of polyethylene glycol-6000 on pepper seed. Hort. Science 12(3): 263–264.