

# EVALUACION AGRONOMICA DEL ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO EN SEMILLAS DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)<sup>1</sup>

## Agronomic evaluation of the osmotic conditioning of carrot seed (*Daucus carota* L.)

Agustín Aljaro U.<sup>2</sup> y Marcelo Martínez R.<sup>3</sup>

### SUMMARY

At La Platina Experimental Station (INIA, Santiago), during the 1984/85 season, carrot seeds (*Daucus carota* L.) cv. Chantenay-Platina, were osmotically conditioned by soaking in a -11 bar solution of polyethylene glycol (PEG-6000), at 25° C for 9 days. Treated seeds were dried and later tested for germination in the laboratory, at eight different temperatures, ranging between 5° and 40° C. Also, treated and dried seeds were sown under field conditions, and emergence and yield were recorded in a split plot design. Non treated seed was used as control. The seeding and harvesting dates were September 26, 1984 and January 18, 1985, respectively, for the field experiment.

Germination tests demonstrated that, irrespective of temperature, the priming technique improved both the rate and the speed of germination. Favourable effects on length of the process and total germination values were found under low (5°, 10° C) and high temperatures (35°, 40° C), which are limiting for crops sown under adverse climatic conditions.

Under field conditions, speed as well as total emergence were significantly improved and yield and roots' size (diameter, length, and weight) were favourably affected, when seed was osmoconditioned.

### INTRODUCCION

Para la mayoría de las especies vegetales, la supervivencia en medios naturales adversos depende de algunos mecanismos de protección heredables, como es la latencia germinativa de la semilla. Esta cualidad asegura que algunos individuos, dentro de una población, germinen sólo bajo condiciones ambientales específicas, produciéndose de este modo la flexibilidad necesaria para la sobrevivencia de las especies.

Aunque la variación que resulta en los patrones de emergencia, por esta característica, aparenta ser propia de especies silvestres, ella existe también en especies cultivadas. Sin embargo, en una producción comercial esta variabilidad constituye un problema de consideración, al emerger los cultivos en forma lenta, desuniforme y, en oportunidades, incompleta. La zanahoria, una especie que en Chile se puede cultivar a través de todo el año, no escapa a esta situación, en especial durante siembras de otoño o invierno, en que las temperaturas bajas acentúan la desuniformidad. Esta variabilidad en los patrones de germinación y emergencia de las umbelíferas, se atribuye a estados inmaduros de los embriones, lo que a menudo es asociado a cosechas prematuras de los semilleros (Gray y Steckel, 1977).

Con el objeto de superar estas "deficiencias", se han estudiado diversos tratamientos a la semilla, con los que se han conseguido establecimientos rápidos y completos. Entre ellos, pueden mencionarse: endurecimiento, consistente en ciclos de humedecimiento y secado (Wickham y Nichols, 1976; Gray y Steckel,

<sup>1</sup> Recepción de originales: 11 de mayo de 1987.

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

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

<sup>3</sup> Gran Avenida José Miguel Carrera 6843, Depto. 31, Santiago, Chile.

1977); tratamientos a la semilla con soluciones salinas (Ells, 1963; Gray y Steckel, 1976); pregerminación (Gray y otros, 1984); siembras de semillas germinadas a través de sustratos fluidos o gel (Biddington, Thomas y Whitlock, 1975; Salter, 1978). También, el tratamiento de las semillas con algunas sustancias hormonales o reguladores del crecimiento ha sido estudiado y se han informado efectos promisorios con kinetina (Odegaro y Smith, 1969) con ácido giberélico, ethephon y daminocide (Thomas, Biddington y Palevitch, 1978).

Durante el último tiempo, las investigaciones se han orientado hacia tratamientos con soluciones de bajos potenciales osmóticos: el acondicionamiento osmótico (A.O.). Esta técnica, desarrollada por Heydecker, Higgins y Gulliver (1973), consiste en poner las semillas en contacto con una solución de polietilenglicol de alto peso molecular (PEG-6000 o Carbowax). Controlando la concentración de soluto, la temperatura y el tiempo de exposición, es posible permitir la inhibición parcial de la semilla y el inicio, por lo tanto, del proceso germinativo, sin que haya lugar a emergencia de radículas.

Desde entonces, son varias las investigaciones que se han llevado a cabo en este sentido y en diversos vegetales. Entre las especies hortícolas con resultados satisfactorios, se pueden indicar: cebollas (Peterson, 1976); apio (Salter y Darby, 1976; Biddington y otros, 1982), zanahoria (Aljaro, 1978; Szafirowska, Khan y Peck, 1981); berenjena (Nakamura y Enohara, 1980); lechuga (Cantliffe, Shuler y Guedes, 1981); perejil (Ely y Heydecker, 1981); tomate (Wolfe y Sims, 1982); betarraga (Khan y otros, 1983), espinaca (Atherton y Farooque, 1983) y pimiento (Aljaro y Wyneken, 1985; Aljaro y Martínez, 1987; Martínez y Aljaro, 1987).

El presente trabajo contempla una evaluación detallada de la técnica del A.O. en semillas de zanahoria, a través del análisis de las etapas de germinación, emergencia y cosecha del cultivo.

## MATERIALES Y METODOS

Durante la temporada de cultivo 1984/85, en la Est. Exp. La Platina (INIA, Santiago), se acondicionó osmóticamente semilla de zanahoria Chantenay-Platina. Como soluto se usó polietilenglicol (PEG-6000), que bajo una concentración de 31,15% a 25°C, presenta un potencial de -11 bar (Michel y Kaufmann, 1973). La semilla se expuso a este tratamiento por 9 días, en ausencia total de luz; después, fue lavada y secada en estufa de aire forzado a 30-33°C por 180 min. Como tratamiento testigo, se utilizó semilla del mismo origen, pero sin tratar ni ser sometida a agua

pura, dada la completa germinación que se habría producido. Las evaluaciones que se realizaron para determinar y cuantificar los efectos del A.O., fueron:

- En laboratorio: análisis del proceso germinativo a 5-10-15-20-25-30-35 y 40°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ); y
- A nivel de campo: emergencia, productividad y calidad del cultivo.

Para realizar las evaluaciones de laboratorio, se tomaron como base las disposiciones de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas, (ISTA, 1959). Las evaluaciones de campo se realizaron de acuerdo al manejo tradicional de esta especie en el país, por siembra directa. La fecha de establecimiento fue el 26 de septiembre de 1984, en un suelo preparado como para almácigo en forma habitual, en canchas de 1 m de ancho y disponiendo para cada parcela 1 m<sup>2</sup> de superficie. Se usó el sistema de siembra en líneas distanciadas a 10 cm. La superficie efectivamente evaluada correspondió a los 0,25 m<sup>2</sup> centrales de cada parcela, en las que manualmente se sembró una dosis equivalente a 4,8 kg/ha.

A los 65 días de realizada la siembra, se efectuó el raleo, estableciendo una distribución de plantas de 10 cm entre líneas y de 5 cm sobre hileras, lo que representa una población del orden de 2 millones de plantas/ha. La cosecha de raíces se realizó en su estado de madurez comercial, a los 114 días después de haber sembrado (18.01.85).

El comportamiento de germinación y emergencia del cultivo fue evaluado midiendo las siguientes variables:

- Porcentaje máximo germinación y emergencia.
- Tiempo al inicio de la germinación y emergencia (días al 50% de los valores máximos de cada proceso).
- Tiempo a la germinación y emergencia totales (días al 95% de los valores máximos de cada proceso).
- Tasa de germinación y emergencia =  $\Sigma$  (semilla germinada cada día Y) (días a cada día Y) / total semillas germinadas.

En relación al rendimiento y calidad de raíces y las características de la planta completa, tanto al momento del raleo como de la cosecha, se midió las siguientes variables:

- Número de raíces por superficie
- Peso verde de hojas y raíces por superficie
- Peso verde y seco de hojas y raíces por planta

- Altura planta, medida desde el cuello de la planta al ápice de la hoja mayor extendida
- Número de hojas por planta, y
- Largo y diámetro medio de raíz

En relación al método estadístico utilizado en las evaluaciones de laboratorio, el diseño experimental fue de parcelas divididas con cinco observaciones por tratamiento. La parcela principal correspondió al factor temperatura y el subtratamiento al del A.O. Cuando se determinó interacciones o diferencias significativas, se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% y el análisis de regresión múltiple, para ajustar la respuesta a un modelo matemático. Para la etapa de campo, en cambio, se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones, sometiendo los resultados a los respectivos análisis de variancia y prueba de Duncan, para separar los valores medios de cada carácter.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis de germinación a diferentes regímenes térmicos en laboratorio

En relación a la variable días al inicio del proceso germinativo (Cuadro 1), los resultados indicaron que el A.O. afectó esta variable positivamente en todos los regímenes térmicos estudiados. En efecto, las semillas tratadas demoraron un mínimo de 1,1 y un máximo de 7,6 días en iniciar el proceso, en tanto que el testigo, sin acondicionar, lo hizo entre 2,1 y 15,4 días a

25 y 50°C, respectivamente. Al comparar los valores promedios de todas las temperaturas, se observó que las semillas tratadas con PEG iniciaron la germinación sólo en el 58% del tiempo tomado por la semilla testigo, la cual demoró 7,2 días.

Por otra parte, al analizar el tiempo ocupado por el proceso germinativo completo (días al 95% de la germinación máxima), se detectó efectos significativos sobre la semilla acondicionada, traducidos en un 17% de superioridad al testigo, como promedio de los distintos regímenes térmicos. Esta superioridad significativa resulta de alto interés en condiciones de temperaturas extremas: 5°C, 10°C, 35°C y 40°C. Referente a la variable tasa de germinación, también los resultados mostraron una clara tendencia positiva del A.O., en relación a los testigos, bajo todas las temperaturas consideradas. Efectivamente, la semilla tratada mostró una superioridad del 23,8% a 25°C y del 37,9% a 5°C y de un 32% como promedio general de todos los regímenes térmicos. Por último, con respecto al porcentaje máximo de germinación, los resultados señalan que, a temperaturas sub y supra óptimas de 5°C, 10°C y 40°C, las semillas acondicionadas aumentaron su germinación en un 77,3, 36,7 y 23,7%, respectivamente. Entre 15°C y 35°C, no obstante, los valores de esta variable no difirieron estadísticamente. Por último, al comparar la germinación máxima como promedio general, se observó que la semilla acondicionada mostró niveles superiores al testigo del orden del 22%.

CUADRO 1. Análisis de germinación en semillas de zanahoria acondicionadas osmóticamente (Trat.) y testigo (Test.), a temperaturas entre 5°C y 40°C

TABLE 1. Germination test of osmoconditioned carrot seeds (Trat.) and control seeds (Test.), for temperatures between 5°C and 40°C

Temperatura °C	Días al 50% germinación máxima		Días al 95% germinación máxima		Tasa de germinación		Porcentaje máximo de germinación (0/0)	
	Trat.	Test.	Trat.	Test.	Trat.	Test.	Trat.	Test.
5	7,6 Aa	15,4 Ab	17,2 Aa	22,4 Ab	14,2 Aa	19,6 Ab	23,4 Fa	13,2 Fb
10	4,6 Da	10,5 Bb	15,2 Ba	20,4 Bb	8,6 Ca	15,2 Bb	67,0 BCDA	49,0 DEB
15	2,7 Ea	4,0 Eb	12,6 Cb	11,8 DEa	6,1 Fa	6,1 Eb	89,4 Aa	85,2 Aa
20	1,4 Fa	2,3 Fb	9,1 Fa	10,0 Ga	4,9 Fa	5,4 Fb	91,6 Aa	82,8 ABa
25	1,1 Ga	2,1 Fb	7,6 Ga	9,2 Gb	3,6 Ga	4,4 Gb	74,6 Ba	73,2 BCa
30	4,9 CDa	7,9 Cb	11,3 CDEa	12,6 CDb	7,4 Da	9,7 CDb	71,6 BCDA	40,8 Eb
35	5,2 Ca	7,2 Db	11,8 CDa	14,3 Cd	8,0 Ca	10,0 Cb	72,2 BCa	69,2 Ca
40	5,7 Ba	7,8 Db	10,6 CDEa	10,9 EFa	9,2 Ba	10,0 Cb	34,0 Ea	15,2 Fb
Promedio	4,2 a	7,2 b	11,9 a	14,0 b	7,7 a	10,2 b	65,5 a	53,6 b

Dentro de una misma columna, los valores seguidos por distinta letra mayúscula son estadísticamente diferentes. Dentro de una misma variable y de una misma temperatura, los valores seguidos por distinta letra minúscula son estadísticamente diferentes (Duncan 5%).

Respecto de los óptimos térmicos del proceso germinativo, el análisis de los resultados indicó que el rango para la variable germinación máxima, no fue alterado por el acondicionamiento y fluctuó entre 15 y 20° C, para ambos tipos de semilla. En otro plano, tanto para la variable días al inicio como días al total de germinación y tasa respectiva, las temperaturas óptimas fueron 25° C.

La consecuencia favorable del A.O. para esta especie, es posible atribuirla al proceso ocurrido durante la imbibición y absorción de agua por parte de la semilla. Las condiciones presentes durante el tratamiento (oxígeno, temperatura de 25° C y agua), son las adecuadas para permitir el comienzo del metabolismo germinativo y todos los cambios fisiológicos y bioquímicos que ello involucra. Luego de finalizado el acondicionamiento, la semilla presentaba un estado de germinación avanzada y suspendida, el que se mantuvo luego del secado y se reactivó rápidamente una vez rehidratada. De este modo, el proceso de germinación se completó en un lapso apreciablemente más corto, bajo los niveles térmicos analizados.

Los efectos del A.O., bajo los diferentes regímenes térmicos, sobre el porcentaje máximo de germinación, días al inicio y total del proceso y la tasa germinativa, se ilustran en las figuras 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

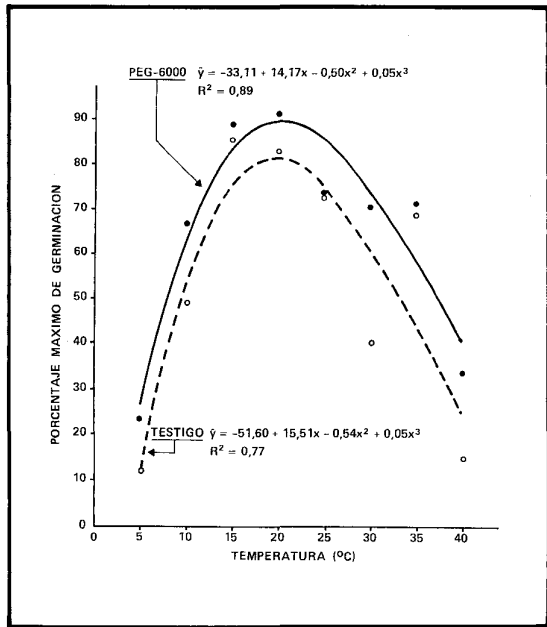


FIGURA 1. Germinación de semillas de zanahoria acondicionadas osmóticamente y testigo, bajo ocho regímenes térmicos.  
FIGURE 1. Maximum germination of osmoconditioned carrot seeds and control, under eight different temperature regimes.

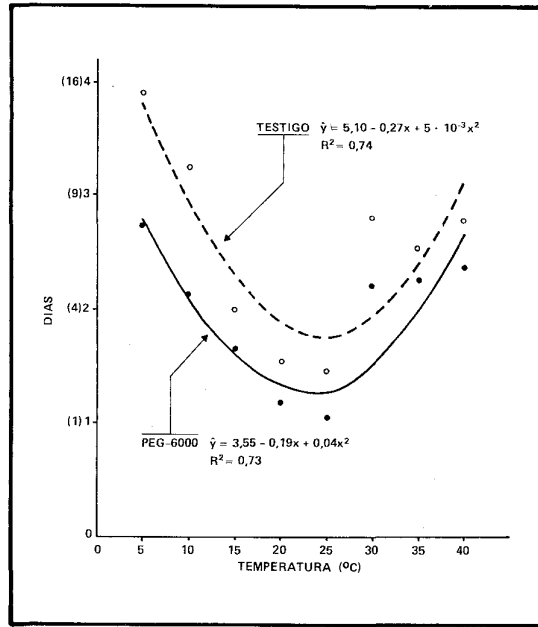


FIGURA 2. Efectos del A.O. de semillas de zanahoria en el número de días para alcanzar el 50% de la germinación máxima. Días transformados en  $\sqrt{\text{días}}$ . ( ) = N° días.  
FIGURE 2. Effects of osmoconditioning of carrot seeds on the number of days needed to get 50% of maximum germination. Days transformed into  $\sqrt{\text{days}}$ . ( ) = N° days.

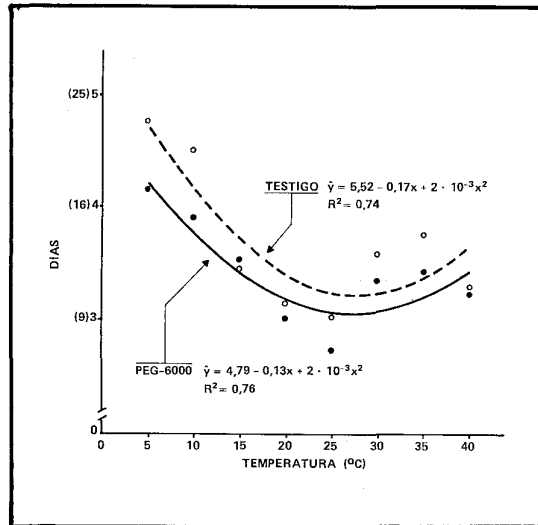


FIGURA 3. Efectos del A.O. de semillas de zanahoria en el número de días para alcanzar el 95% de la germinación máxima. Días transformados en  $\sqrt{\text{días}}$ . ( ) = N° días.  
FIGURE 3. Effects of osmoconditioning of carrot seeds on the number of days needed to get 95% of maximum germination. Days transformed into  $\sqrt{\text{days}}$ . ( ) = N° days.

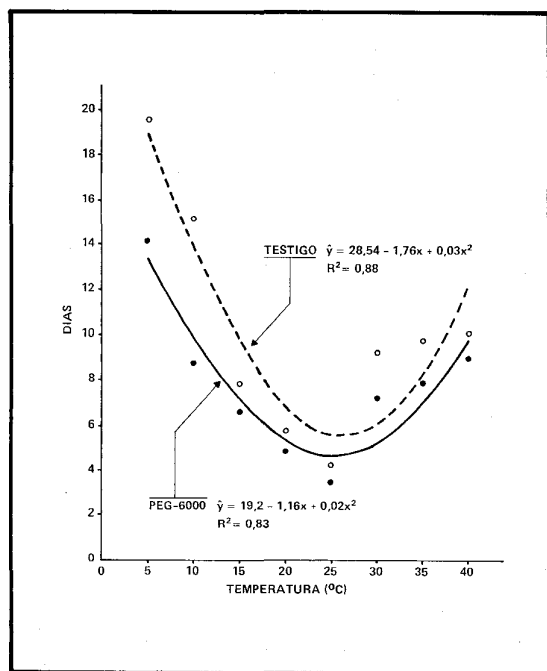


FIGURA 4. Efectos del A.O. de semillas de zanahoria en la tasa de germinación, bajo ocho regímenes térmicos.

FIGURE 4. Effects of osmoconditioning of carrot seeds on the rate of germination, under eight different temperature regimes.

#### Análisis de emergencia en condiciones de campo

En el Cuadro 2 se expone los resultados concernientes a las distintas variables medidas durante la etapa de emergencia a nivel de campo. En cuanto al tiempo transcurrido para el inicio de esta etapa, los resultados demuestran que la semilla acondicionada demoró sólo el 77% del tiempo tomado por el testigo. Referente a los días transcurridos en lograr el total de la

misma, los valores denotan que la semilla acondicionada alcanzó el 95 por ciento de la emergencia total en el 89% del tiempo tomado por la semilla no tratada. Concerniente a las variables uniformidad y tasa de emergencia, el A.O. no afectó ninguna de ellas. Por último, el porcentaje total de emergencia de las semillas tratadas resultó ser mayor en un 34% al compararlo con el valor de la semilla testigo (Cuadro 2).

Basándose en estos resultados, es factible afirmar que durante la etapa inicial del desarrollo del cultivo, referida al proceso completo de emergencia (hasta 35 días después de la siembra), el A.O. mejora en forma significativa las variables relacionadas con la velocidad y porcentaje total de emergencia, lo que representa para esta especie de siembra directa, un aspecto de relevancia en su establecimiento.

En otro plano, en el Cuadro 3 se presenta los resultados relacionados con las variables de calidad de planta, medidas periódicamente, hasta 65 días después de la siembra. En relación al número de hojas por planta, el análisis de promedios correspondientes a cada fecha de observación, muestra un efecto positivo del A.O. Este efecto tendió a aumentar en forma lineal a medida que transcurrió el tiempo después de la siembra. En efecto, a los 24 días de la siembra, el tratamiento mostró una superioridad del orden de 0,2 hojas verdaderas, en tanto que a los 65 días ésta aumentó a 2,5.

En relación a la variable altura de planta, medida desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja mayor extendida (Cuadro 3), se observa que el A.O. también afectó en forma significativa el comportamiento de las plántulas. Al estudiar las diferencias en sus alturas, se detecta que estas se mantienen estables y del orden de 0,9 cm entre los 24 y 38 días después de la siembra, las que aumentan a 8 cm a los 65 días. Estos resultados permiten pronosticar que la superioridad imprimida por el tratamiento se mantendría en el transcurso de los períodos subsecuentes del desarrollo.

CUADRO 2. Análisis de la emergencia de zanahoria, con y sin A.O., a nivel de campo

TABLE 2. Field emergence analysis of carrot seeds, with and without osmoconditioning

	Tratamientos	
	PEG 6000	Testigo
Días al 5% de la emergencia máxima	12,0 b	15,6 a
Días al 95% de la emergencia máxima	27,1 b	30,5 a
Días entre 5 y 95% de la emergencia máxima	15,1 a	14,9 a
Tasa de emergencia	31,7 a	29,3 a
Porcentaje total de emergencia	82,0 a	61,4 b

Dentro de una misma fila, los valores seguidos por distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan 5%).

**CUADRO 3. Altura y número de hojas/planta proveniente de semillas de zanahoria con y sin A.O., hasta 65 días después de la siembra (raleo)**

**TABLE 3. Height and number of leaves/plant produced by carrot seeds, with and without osmoconditioning up to 65 days after sowing (thinning)**

Tratamientos	Días Después de la Siembra						
	24	31	38	44	50	58	65
Número de hojas/planta:							
PEG-6000	3,0 a	3,6 a	5,0 a	6,1 a	7,1 a	8,6 a	9,6 a
Testigo	2,8 b	3,3 b	4,2 b	4,9 b	5,5 b	6,2 b	7,1 b
Altura de plantas (cm):							
PEG-6000	3,1 a	6,2 a	9,6 a	16,6 a	21,4 a	30,2 a	35,4 a
Testigo	2,2 b	5,3 b	8,7 b	11,5 b	14,3 b	19,1 b	27,4 b

Dentro de una misma columna y variable, los valores seguidos por distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan 5%/o).

#### Evaluación de la productividad y calidad de la cosecha

El tratamiento osmótico afectó positivamente a las variables peso verde, tanto del follaje como de la raíz, así como al número de raíces cosechadas por superficie. Consecuentemente, la cosecha proveniente de semillas acondicionadas resultó superior al testigo en un 25,5%/o y 70,5%/o, referida a número y peso de raíces, respectivamente (Figura 5; Cuadro 4).

#### CUADRO 4. Caracterización de plantas de zanahorias provenientes de semillas con y sin A.O., al momento de la cosecha (114 días después siembra)

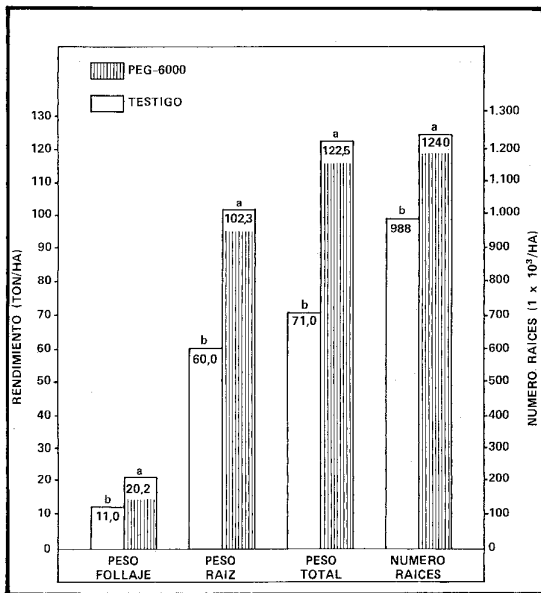
**TABLE 4. Characteristics of carrot plants produced by seeds with and without osmoconditioning, at harvesting time (114 days after sowing)**

Variables	PEG-6000	Testigo
Altura de planta (cm)	46,9 a	40,4 b
Nº de hojas/planta	8,9 a	7,1 b
Largo raíz (cm)	10,9 a	9,7 b
Diámetro raíz (cm)	3,7 a	3,1 b
Peso verde raíz (g)	82,7 a	60,9 b
Peso seco raíz (g)	11,4 a	7,4 b
Materia seca raíz (%)*	13,8	12,2

Dentro de una misma variable (línea), los promedios seguidos por distinta letra son estadísticamente diferentes (Duncan 5%/o).

\*No fue analizada estadísticamente.

Igualmente, los resultados referentes a las características individuales de las plantas (Cuadro 4), indican una clara tendencia a favor del A.O., en todas las variables analizadas. Los valores promedios de peso verde y seco de raíces, presentaron una superioridad del orden del 36 y 54%/o, respectivamente. En cuanto a la altura de planta, los valores para A.O. resultaron superiores al testigo en cerca del 16%/o y el número de hojas verdaderas, también fue superior en 1,8 hojas. Por último, en relación al largo y diámetro de raíz, los resultados nuevamente fueron favorables al A.O., con incrementos del orden del 12 y 19%/o, respectivamente.



**FIGURA 5. Rendimiento de zanahorias provenientes de semillas acondicionadas osmóticamente y el testigo. a-b: difieren estadísticamente (Duncan 5%/o).**

**FIGURE 5. Yield of carrots from osmoconditioned seeds and control. a-b: differ statistically (Duncan 5%/o).**

### CONCLUSIONES

Basado en los resultados expuestos, se puede concluir que el A.O. de las semillas de zanahoria afecta favorable y considerablemente, bajo cualquier condición térmica, las variables tasa y velocidad en iniciarse el proceso germinativo. Bajo condiciones sub y supra óptimas (5°, 10°, 35° y 40° C), las semillas con A.O. logran valores finales de germinación y de emergencia sustancialmente mayores. La velocidad en completar estos dos procesos, medida en el número de días requeridos, también mejora en forma significativa.

Producto del mejor establecimiento alcanzado en las semillas con A.O., lo que se expresó en una cosecha de raíces comerciales 25% superior al testigo, y de los efectos significativos sobre el tamaño de las mismas, expresado en incrementos del peso (36%), diámetro (19%) y longitud (12%), el rendimiento final, medido en toneladas por hectárea, fue también superior al testigo (70%).

### RESUMEN

En la Estación Experimental-La Platina (INIA, Santiago), se acondicionó osmóticamente semilla de zanahoria Chantenay-Platina, remojándola en una solución a -11 bar y usando como soluto polietilenglicol (PEG-6000), durante 9 días a 25° C. La semilla acondicionada y secada posteriormente, se sometió a análisis de germinación en laboratorio, bajo ocho regímenes térmicos, fluctuando entre 5 y 40° C. A través de siembras en el campo, se evaluó el grado de establecimiento y la calidad y productividad final de las plantas, en términos de raíces comerciales. Como testigo, se consideró semilla del mismo origen, pero sin tratar. Las fechas de siembra y cosecha fueron el 26.09.84 y el 18.01.85, respectivamente.

Bajo condiciones controladas en laboratorio, el tratamiento osmótico mejoró la tasa de germinación y aumentó la velocidad de inicio de la misma, en todos los

regímenes térmicos estudiados. Por otro lado, a temperaturas sub y supra óptima (5°, 10°, 35° y 40° C), se observó incrementos significativos de los porcentajes finales de germinación y una disminución también significativa, del tiempo en completar este proceso, medido como el número de días en alcanzar el 95% de la germinación máxima.

En terreno, tanto la velocidad como el porcentaje total de emergencia resultó superior en las plántulas provenientes de semilla acondicionada, las que además, mostraron mejor calidad, expresada por su altura y número de hojas. Por último, el tratamiento osmótico con PEG-6000 incrementó la productividad en un 25% y la calidad del cultivo, evaluada en base al número, peso, largo y diámetro promedio individual de las raíces.

### LITERATURA CITADA

- ALJARO U., AGUSTIN. 1978. Osmotic conditioning of carrot seed (*Daucus carota* L.) cv. Chantenay red cored, and its effects on speed and spread of germination. Univ. of Edinburgh, Scotland. 64 p. (Thesis M.Sc.).
- ALJARO U., AGUSTIN y MARTINEZ R., MARCELO. 1987. Evaluación agronómica del acondicionamiento osmótico en semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). I. Efectos sobre el comportamiento germinativo bajo distintas temperaturas. Agricultura Técnica (Chile) 47 (3): 248-253.
- ALJARO U., AGUSTIN y WYNEKEN H., LEONOR. 1985. Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y sus efectos sobre la germinación y emergencia. Agricultura Técnica (Chile) 45 (4): 293-300.
- ATHERTON, J. and FAROQUE, A. 1983. High temperature and germination in spinach. II. Effects of osmotic priming. Scientia Horticulturae 19: 221-227.
- BIDDINGTON, N.L., THOMAS, T.H., and WHITLOCK, A.J. 1975. Celery yield increased by sowing germinated seeds. HortScience 10 (6): 620-621.
- BIDDINGTON, N., BROCKLEHURST, P., DEARMAN, A., and DEARMAN, J. 1982. The prevention of dehydration injury in celery seeds by polyethylene glycol, abscisic acid, dark and high temperature. Physiol. Plant. 55: 407-410.
- CANTLIFFE, D., SHULER, K., and GUEDES, A. 1981. Overcoming seed thermodormancy in heat sensitive romaine lettuce by seed priming. HortScience. 16 (2): 196-198.
- ELLS, J.E. 1963. The influence of treating tomato seed with nutrient solutions on emergence rate and seedling growth. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 83: 684-687.
- ELY, P.R. and HEYDECKER, W. 1981. Fast germination of parsley seeds. Scientia Horticulturae 15: 127-136.

- GRAY, D. and STECKEL, J.R.A. 1976. The effects of pre-sowing seed treatments on the germination and emergence of lettuce seeds at high concentrations. *Scientific Horticulturae* 5: 1–9.
- GRAY, D. and STECKEL, J.R.A. 1977. Effects of presowing treatments of seeds on the germination and establishment of parsnips. *J. Hort. Sci.* 52: 525–534.
- GRAY, D., BROCKLEHURST, P.A., STECKEL, J.R.A., and DEARMAN, J. 1984. Priming and pregermination of parsnips (*Pastinaca sativa*) seed, *J. Hort. Sci.* 59 (1): 101–108.
- HEYDECKER, W., HIGGINS, J., and GULLIVER, R.L. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246 (5427): 42–44.
- ISTA—International Seed Testing Association. 1959. International rules for seed testing. *Trad. Proceeding of ISTA* 24 (3): 12.
- KHAN, A., PECK, N., TAYLOR, A., and SAMIMY, C. 1983. Osmoconditioning of beet seeds improve emergence and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 75: 788–794.
- MARTINEZ R., MARCELO y ALJARO U., AGUSTIN. 1987. Evaluación agronómica del acondicionamiento osmótico en semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). II. Efecto sobre la emergencia y el desarrollo de plántulas. *Agricultura Técnica (Chile)* 47 (4): 321–325.
- MICHEL, B.E. and KAUFMANN, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant. Physiol.* 51: 914–916.
- NAKAMURA, Sh. and ENOHARA, N. 1980. Germination improvement of vegetable seeds using polyethylene glycol. I. Eggplant, *Cryptotaenia japonica*, and carrot, *J. Japan. Soc. Hort. Sc.* 48 (4): 443–452.
- ODEGBARO, O. A. and SMITH, O. E. 1969. Effects of kinetin, salt concentration and temperature on germination and early seedling growth of *Lactuca sativa* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 167–170.
- PETERSON, J.R. 1976. Osmotic priming of onion seeds—the possibility of a commercial—scale treatment. *Scientia Horticulturae* 5: 207–214.
- SALTER, P.J. and DARBY, R.J. 1976. Synchronization of germination of celery seeds. *Ann. Appl. Biol.* 84: 415–424.
- SALTER, P.J. 1978. Techniques and prospects for fluid drilling of vegetable crops. *Acta Horticulturae* 72: 101–107.
- SZAFIROWSKA, A., KHAN, A.A., and PECK, N.H. 1981. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 73: 845–848.
- THOMAS, T.H., BIDDINGTON, N.L., and PALEVITCH, D. 1978. Improving the performance of pelleted celery seeds with growth regulator treatments. *Acta Horticulturae* 83: 235–243.
- WICKHAM, B.D. and NICHOLS, M.A. 1976. Germination studies with hardened vegetable seeds. *J. Exp. Agric.* 4: 457–461.
- WOLFE, D. and SIMS, W. 1982. Effects of osmoconditioning and fluid drilling of tomato seed on emergence rate and final yield. *HortScience* 17 (6): 936–937.