

Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* y ssp. *hirtum* Letsw.: impacto sobre su desarrollo y crecimiento

Photoperiodic response in *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* and ssp. *hirtum* Letsw.: impact on development and growth

Vanina Davidenco ¹

Claudia Vega ²

Juan Alberto Argüello ¹

Originales: Recepción: 18/04/2011- Aceptación: 24/06/2011

RESUMEN

La productividad del orégano (*Origanum vulgare* L.) está determinada por la conjunción entre cantidad de biomasa acumulada y contenido de aceite esencial hasta el momento de su cosecha. Numerosos autores han constatado que dicho contenido es máximo al momento de floración pero los procesos que determinan la ocurrencia de la misma son poco claros en esta especie. A través de la prolongación artificial del fotoperíodo, se evaluó la sensibilidad fotoperiódica de dos subespecies tradicionales de orégano (Compacto: *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* y Criollo: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Letsw.) y su incidencia en el desarrollo, duración de fases fenológicas y en la dinámica de crecimiento. Se encontró que ambas responden al aumento del fotoperíodo reduciendo la longitud de su ciclo. Ante estas condiciones, las mismas difirieron en la magnitud de su respuesta, siendo la subespecie Criollo más sensible que Compacto. Esto sugiere que el umbral fotoperiódico de inducción a floración es menor en el orégano Criollo que en el orégano Compacto. El acortamiento de la fase de desarrollo vegetativo en ambas subespecies generó menor número de nudos y longitud de ramas finales (disminución más notoria en la subespecie Criollo). El fotoperíodo extendido generó un cambio en el modelo de crecimiento de la longitud de ramas de lineal a lineal con meseta o cuadrático.

ABSTRACT

Origanum productivity (*Origanum vulgare* L.) is determined by the conjunction between the amount of biomass accumulated and essential oil content at harvest time. Several authors have stated that such content is maximum at flowering, but the processes that determine time to flowering is still unclear in this species. With the objective of studying photoperiodic sensensitivity of origanum, two traditional subspecies (Compacto: *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* and Criollo: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Letsw.) were grown under natural and artificially extended photoperiod. The impact on development, duration of phenological stages and growth dynamics were evaluated. It was found that both subspecies reduced the cycle length under extended photoperiod, but in different magnitud. Criollo was the most sensitive to photoperiod. This suggests that the photoperiodic threshold to flowering induction is lower in this subspecie than in Compacto. In both of them, reduction of the duration of the vegetative stage lead to fewer number of nodes per branch and shorter branches in comparison with control treatments. Extended photoperiod resulted in a branch growth model change from linear to quadratic.

- 1 Cát. de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Valparaíso s/n. Ciudad Universitaria. (5000) Córdoba. Argentina. vanidavidenco@gmail.com
- 2 Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi. Ruta 9 km 636. C. C. 5988. (5000) Córdoba. Argentina.

Palabras clave

orégano • sensibilidad fotoperiódica •
fenología

Keywords

organum • photoperiodic sensitivity •
phenology

INTRODUCCIÓN

El orégano (*Origanum* spp. L.) es una especie perenne que crece espontáneamente en la región europea mediterránea y se destaca como una de las más importantes a nivel mundial dentro del rubro de plantas aromáticas (11).

En Argentina, en 2008 se estimó que la superficie de producción fue de 1.952 ha; según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA), Mendoza es la principal provincia productora del país, con un 59% de la superficie, seguida por Córdoba con el 26% (10, 17). Si bien existe una gran variedad de ecotipos adaptados a las distintas regiones de producción, los ecotipos Criollo y Compacto son los más tradicionales.

Un aspecto fundamental que determina la productividad del orégano es el contenido de aceite esencial presente en los tricomas de sus hojas y órganos florales. Éstos definen su calidad como hierba aromática saborizante y medicinal (2, 8), y numerosos autores han constatado que dicho contenido es máximo al momento de floración (4, 12, 18). Sin embargo, los factores que regulan el evento de floración en orégano son poco claros.

A pesar de que esta especie ha sido clasificada como planta de día largo (5, 7), en ensayos comparativos de rendimiento realizados en la región centro del país con poblaciones locales, se manifiesta la existencia de cierta variabilidad tanto en la ocurrencia de la floración (número de veces que se produce en el año) como en el momento de la misma (época) (19). Esto sugiere que la sensibilidad fotoperiódica y, por ende, la respuesta ante la longitud del día varía entre las distintas poblaciones de orégano. Dado que dicha evidencia se desprende de trabajos realizados con otros fines de evaluación, es necesario profundizar en el estudio del proceso de determinación de la floración, puesto que la productividad de la especie depende de tal evento fenológico.

Otro de los factores que define la productividad en orégano es la cantidad de biomasa acumulada hasta el momento de cosecha (13). En diversos estudios tanto de cultivos anuales como perennes, se estableció que el rendimiento en biomasa aérea se relaciona linealmente con la cantidad de radiación solar interceptada por el cultivo durante su ciclo de crecimiento (3, 9). La temperatura y el fotoperíodo (horas de luz) son los principales factores ambientales que determinan la cantidad de biomasa total producida, ya que regulan tanto la tasa de crecimiento de los cultivos como la duración de cada ciclo de crecimiento (15).

En el caso de orégano, existe variabilidad intraespecífica en la duración del período brotación-floración (13). Sin embargo, no ha sido constatado si la respuesta tanto a temperatura como a fotoperíodo difiere entre las distintas subespecies.

Objetivo

- Evaluar en dos subespecies tradicionales de orégano la influencia del fotoperíodo sobre la duración de las fases comprendidas entre brotación y floración, y su asociación con variables de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y caracterización del sitio experimental

El ensayo se realizó durante el período septiembre-diciembre de 2010 en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, situado en la localidad de Capilla de los Remedios (31° 30' S, 64° 00' O, 360 m s. n. m.), cuya temperatura media anual es de 17,7°C y el régimen de precipitaciones es de 794 mm anuales.

Material biológico

Plantas de dos subespecies de orégano, Compacto (*Origanum vulgare* ssp. *vulgare*) y Criollo (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsw.) fueron seleccionadas a partir de una colección de plantas madre de un año de edad, ubicadas en el Campo Escuela de la FCA, provenientes de la localidad de Las Tapias (31° 56' S, 65° 12' O, altitud 650 m s. n. m). Las subespecies fueron identificadas siguiendo el trabajo de Tesis Doctoral de Torres, quien reunió diversos trabajos de identificación taxonómica para arribar a tal clasificación (16, 20).

Las plantas fueron trasplantadas el 1 de septiembre en macetas de 10 L, con sustrato de tierra y vermiculita en igual proporción. Las mismas se mantuvieron bajo condiciones de capacidad de campo durante todo el período de ensayo, mediante riegos cada tres días de modo tal que no se presentaran situaciones de estrés hídrico. A fin de uniformar la altura de los tallos a 5 cm, se realizó un corte de emparejamiento cinco días después del trasplante.

Tratamientos y diseño experimental

Tratamiento fotoperíodo

Dos niveles de fotoperíodo: Natural (FN) y Extendido en seis horas (FE), fueron impuestos desde el 7 de septiembre, con un fotoperíodo actual de 12,5 horas, hasta el 14 de diciembre de 2010 (fotoperíodo actual de 15,1 horas) (1).

Para la extensión de las horas de luz, dos tubos fluorescentes de baja intensidad se fijaron en un armazón portátil de acrílico. Dicha estructura se colocó sobre estacas en el suelo a una altura de 90 cm. Los tubos fueron conectados a un temporizador que de manera automática reguló el encendido y apagado de las luces, de modo tal de mantener una diferencia de 6 horas con FN; el temporizador fue regulado semanalmente teniendo en cuenta el fotoperíodo actual.

Las macetas del tratamiento FE fueron colocadas debajo de esta estructura. La radiación provista por dicha estructura sólo incrementó en un 2% la radiación solar actual en un día soleado.

Tratamiento subespecie

Compacto (CO) y Criollo (CR): estas subespecies presentan diferencias en el patrón de floración. El orégano CO es una subespecie más temprana y florece sólo a comienzos del verano; su segundo corte en el año es a comienzos del invierno, pero sólo incluye material vegetativo. Por su parte, el orégano CR florece a mediados del verano y nuevamente a mediados del otoño (19).

El diseño experimental fue en parcela dividida: en la parcela principal fue el tratamiento de fotoperíodo (FN y FE) y en la subparcela las subespecies (CO y CR). Cada Unidad Experimental (UE) se repitió tres veces y estuvo conformada por una planta de un año de edad, con aproximadamente 10 a 15 tallos por planta. Las unidades de observación fueron todos los tallos para algunas variables, y para otras, dos tallos elegidos al azar.

Variables

Fases fenológicas (FF)

A modo descriptivo, cuatro fases fenológicas se identificaron en base a sus características morfológicas (foto).



Foto. Estados fenológicos identificados en orégano: a) V (Vegetativo); b) IRF (Inicio de Rama Floral); c) IF (Inicio de Floración); d) PF (Plena Floración).

Photo. Identified phenological stages in origanum: a) V (Vegetative); b) IRF (Floral Branch Beginning); c) IF (Beginning of Blooming); d) PF (Full Blooming).

El ciclo se definió como el tiempo entre el trasplante y la floración. Dentro de este período se definieron los siguientes estadios fenológicos: Vegetativo (V); Inicio de Rama Floral (IRF), cuando el 50% de los tallos de cada UE presentó alargamiento del peciolo de las yemas axilares y formación de un capullo de hojas en el extremo terminal, asociado con el desarrollo de una futura rama floral; Inicio de Floración (IF): cuando el 10% de los tallos de cada UE presentó al menos una flor abierta; Plena Floración (PF): cuando el 50% de los tallos de cada UE presentó flores abiertas. Se definió la Floración (F) como el tiempo entre IF y PF.

Duración de fases fenológicas (DurFF, días)

Contabilizada en días desde el 14 de septiembre (día del inicio de los registros fenológicos).

Tiempo térmico (TT, °Cd)

Calculado para las fases fenológicas V, IRF y PF como la sumatoria de la diferencia entre la T° media diaria y la T° base del cultivo (en este caso, 0°C), a partir del 14 de septiembre. La temperatura media del sitio experimental fue registrada por una casilla meteorológica ubicada a 200 m del ensayo.

Número de nudos (N°Nd) y longitud de rama (LR, cm)

En cada unidad experimental, ambas variables fueron relevadas de dos tallos elegidos al azar con una frecuencia semanal, a partir del 14 de septiembre y hasta que cada UE llegó hasta PF.

Tasa de elongación de ramas (TE, cm.día⁻¹)

Para obtener la TE promedio de cada combinación de subespecie y tratamiento de fotoperíodo se ajustaron modelos de regresión no lineales (Gompertz). Adicionalmente, la TE fue analizada a partir de la variación semanal de LR.

Análisis estadístico

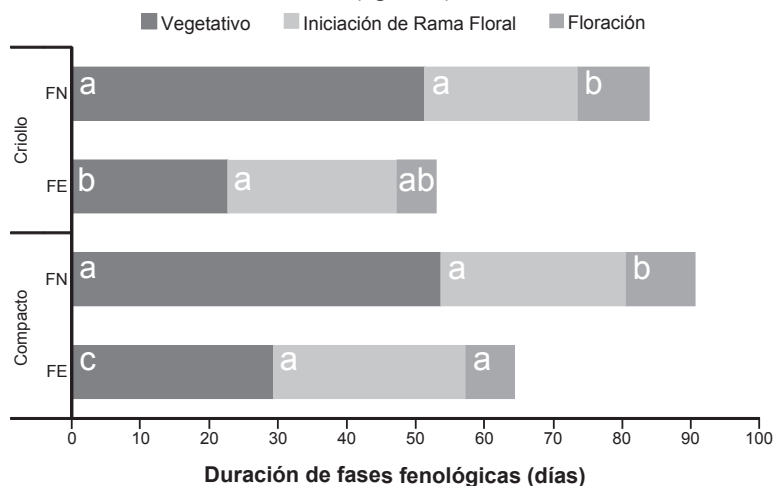
Los datos fueron analizados con ANAVA y Regresión (6). Para LR se usó un modelo de ANAVA con tres criterios de clasificación (fotoperíodo, subespecie y días desde transplante) y según un diseño en parcelas divididas.

El efecto maceta fue considerado aleatorio y se introdujo en el modelo para tener en cuenta la correlación longitudinal en los datos registrados sobre una misma planta, ya que las mediciones fueron repetidas en el tiempo sobre la misma UE. Para la comparación de medias se utilizó el test LSD de Fisher con un nivel de significación del 5%.

También se realizaron regresiones lineales explicando el crecimiento en función del tiempo a través de la variable LR, para cada condición de fotoperíodo. Para TE, se ajustaron modelos no lineales de crecimiento (Gompertz) y las tasas obtenidas se compararon mediante ANAVA con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a variables de desarrollo, la figura 1 muestra que bajo condiciones de FN, tanto la longitud total del ciclo como la duración en días de las fases fenológicas fueron iguales para ambas subespecies. Sin embargo, la respuesta del desarrollo ante la extensión artificial del fotoperíodo fue diferente según la subespecie. En ambas se acortó su ciclo, confirmando la respuesta de la especie como planta de día largo (5, 7, 14). No obstante, la magnitud de dicho acortamiento fue de 27 días para CO y de 31 días para CR, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$). El acortamiento del ciclo se debió principalmente a la reducción del estado V (figura 1).



Para cada fase fenológica, letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($P \leq 0,1$).

For each phenological phase, different letters indicates statistically differences according to Fisher LSD Test ($P \leq 0.1$).

Figura 1. Duración de fases fenológicas (DurFF) en dos subespecies de orégano (Compacto y Criollo) bajo dos niveles de fotoperíodo (FN, natural; FE, extendido).

Figure 1. Phenological phases duration (DurFF) in two origanum subspecies (Compacto and Criollo) under two photoperiodic levels (FN, natural; FE, extended).

La subespecie Criollo (CR) exhibió la menor duración de V, por lo cual llegó primero a IRF. Este estadio fenológico involucra la transición de las yemas del estado vegetativo al reproductivo. La anticipación a IRF en el orégano CR puede deberse a que su umbral fotoperiódico para la inducción floral es menor que en Compacto (CO). Cabe señalar que en la región productora de la provincia de Córdoba, el orégano Criollo florece y es cosechado en dos oportunidades (enero-febrero y abril-mayo) (19), lo cual hace suponer que la inducción floral ocurre con fotoperíodos entre 12 y 15 horas. Por su parte, la subespecie CO florece una única vez alrededor de diciembre, con 15,2 horas de fotoperíodo (19). Estos antecedentes, más lo encontrado en este trabajo, sugieren que para la inducción floral del orégano CO son necesarios fotoperíodos relativamente más largos que para la inducción floral de CR.

Analizando la duración de las FF en términos de tiempo térmico (tabla 1), no se encontraron diferencias entre subespecies bajo condiciones de FN, excepto para el total del ciclo, que fue mayor en la subespecie CO. Ante la prolongación artificial del fotoperíodo, las diferencias entre subespecies para la fase V se expresaron igual, del mismo modo que con la variable DurFF. Un resultado no esperado fue el acortamiento de la duración en °Cd de la fase F (tabla 1). Este efecto fue idéntico para ambas subespecies.

Tabla 1. Duración de las etapas fenológicas y del total del ciclo en tiempo térmico (TT) en dos subespecies de orégano (Compacto y Criollo) bajo dos niveles de fotoperíodo (FN, natural; FE, extendido).

Table 1. Phenologic stages and total cycle duration measured as thermal time (TT) in two *Origanum* subspecies (Compacto and Criollo) under two photoperiodic levels (FN, natural; FE, extended).

Subespecie	Fotoperíodo	Fase fenológica			
		V (°Cd)	IRF (°Cd)	F (°Cd)	Total ciclo (°Cd)
Compacto	FN	899 c	548 a	238 b	1685 d
	FE	445 b	523 a	136 a	1104 b
Criollo	FN	849 c	553 a	231 b	1528 c
	FE	337 a	433 a	115 a	885 a

Por columnas, letras distintas indican medias significativamente diferentes según Test LSD de Fisher ($P \leq 0,1$).

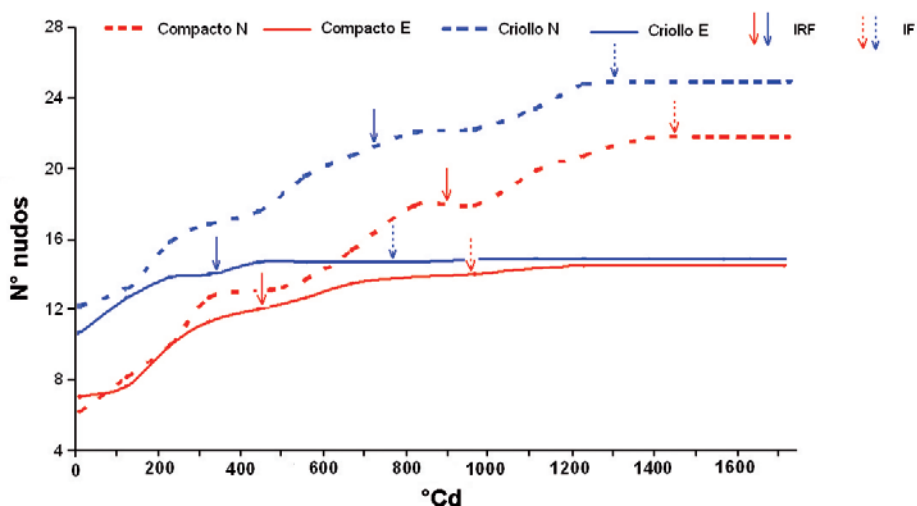
Per column, different letters indicates means differ significantly according to Fisher LSD Test ($P \leq 0.1$).

Respecto de la fase vegetativa, que fue la que explicó el acortamiento del ciclo se observa que para extensiones similares de fotoperíodo, el TT de la fase vegetativa se redujo en un 50% y 60% para el orégano Compacto y Criollo, respectivamente (tabla 1). Esto supone una mayor sensibilidad fotoperiódica del orégano Criollo.

Lo expresado a través de estas variables de desarrollo (DurFF, TT total y de las FF) confirmaría que el tiempo transcurrido entre brotación luego de un corte y plena floración estuvo relacionado con diferentes requerimientos de fotoperíodo entre subespecies.

La modificación del fotoperíodo influyó también en variables relacionadas con la generación de biomasa aérea, en particular con el número de nudos y la longitud de ramas (figura 2 -pág. 8- y figura 3 -pág. 9-). La generación de nudos bajo condiciones de FE se detuvo tempranamente en ambas subespecies, siendo la cantidad final de nudos reducida en un 42% para el orégano CR y en un 37% para el CO. Tan temprano como en IRF la diferencia en número de nudos entre fotoperíodo extendido y natural fue de 8 y 6 en CR y CO, respectivamente.

Tal comportamiento se explica en el menor tiempo térmico a IRF. Bajo condiciones de FE la especie cumpliría rápidamente con el requerimiento térmico, y ve detenido su crecimiento en fases tempranas del ciclo. Esto indirectamente repercutiría en menor producción de futuras ramas florales.



Las flechas indican el momento de cambio de estado fenológico:
flecha continua, Inicio Rama Floral (IRF); flecha punteada, Inicio de Floración (IF).

Arrows indicate changes on phenological stages:
solid arrow, Beginning of Flowering Branch (IRF); dotted arrow, Beginning of Flowering (IF).

Figura 2. Número de nudos desarrollados en función del tiempo térmico, en dos subespecies de orégano (Compacto y Criollo) bajo dos niveles de fotoperíodo (N, natural; E, extendido).

Figure 2. Number of nodes as a function of thermal time in two origanum subspecies (Compacto and Criollo) under two photoperiodic levels (N, natural; E, extended).

En cuanto a LR, se detectó un efecto significativo ($P \leq 0,05$) del factor subespecie y de la interacción entre días desde el transplante y fotoperíodo, sugiriendo que la variable LR no responde de la misma manera bajo los distintos tratamientos de fotoperíodo. Por ello, el ajuste del modelo de crecimiento de LR a través del tiempo se realizó bajo cada condición de fotoperíodo por separado (figura 3, pág. 9).

Para la condición FN, la interacción días desde el transplante*subespecie no fue estadísticamente significativa; en ambas subespecies la función de ajuste del crecimiento en LR fue lineal con similares pendientes.

En FE tal interacción fue estadísticamente significativa ($P \leq 0,0037$), sugiriendo que el momento en el que se detiene el crecimiento varía con la subespecie.

La figura 3 (pág. 9) muestra que existe un punto de inflexión en el cual LR disminuye su crecimiento significativamente. Para el orégano CR este punto se produjo aproximadamente a los 47 días desde el transplante (ddtp) y para el CO a los 57 ddtp.

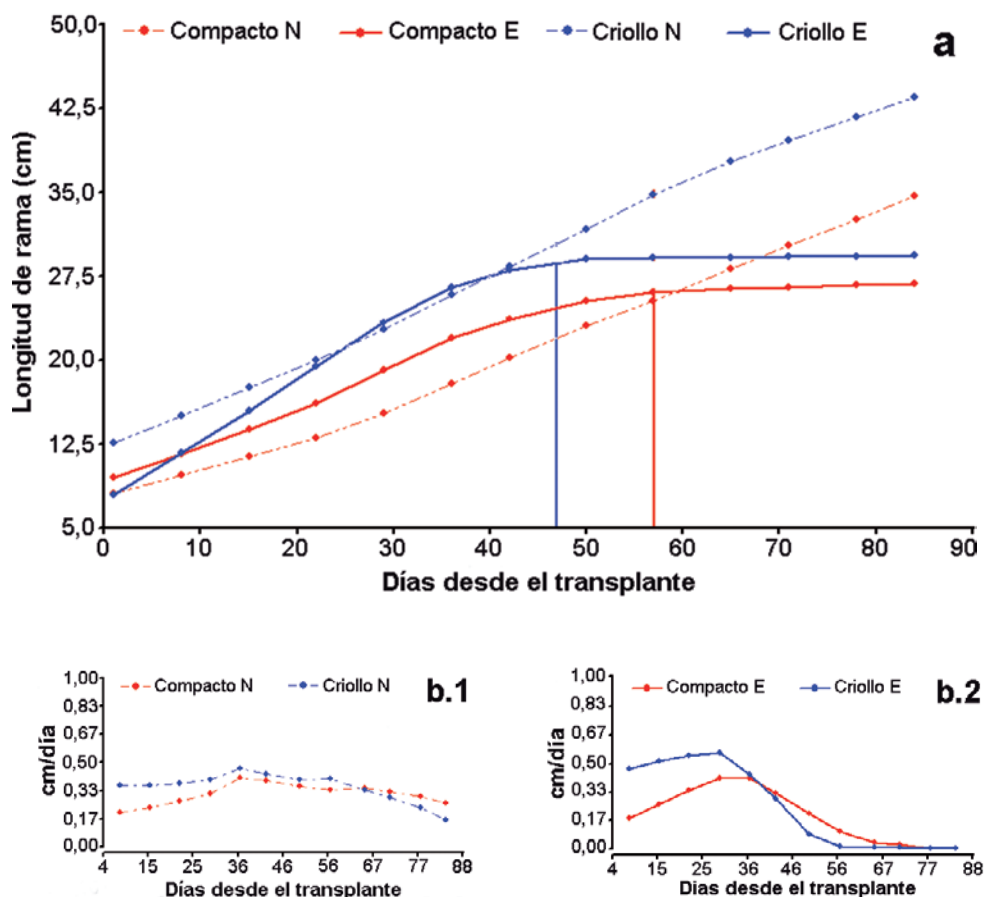


Figura 3. a) Evolución de la longitud de rama (LR) en función de los días desde el transplante para dos subespecies de orégano (Compacto y Criollo) bajo dos niveles de fotoperíodo (N, natural; E, extendido). b) Evolución diaria de la tasa de elongación de ramas (TE) para los mismos tratamientos (b.1, natural; b.2, extendido).

Figure 3. a) Evolution of branch length (LR) as a function of days since transplant in two *origanum* subspecies (Compacto and Criollo) under two photoperiodic levels (N, natural; E, extended). b) Daily evolution of branch elongation rate (TE) for the same treatments (b.1, natural; b.2, extended).

Esta diferencia de diez días se relacionaría con la anticipación en la inducción del orégano CR, analizada anteriormente. El efecto del tratamiento de fotoperíodo se traduce en el cambio de modelo de crecimiento para LR: para FN fue lineal y para FE fue cuadrático, indicando el impacto de la extensión del fotoperíodo sobre la dinámica de crecimiento. Los modelos ajustados se muestran en la tabla 2 (pág. 10).

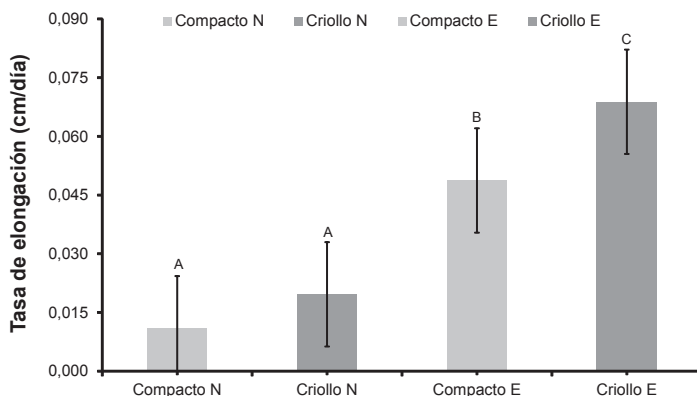
Tabla 2. Modelos de crecimiento de longitud de rama para cada combinación de tratamiento de subespecie y fotoperíodo.

Table 2. Growth model of branch length for each combination of photoperiodic and subspecies treatment.

Subespecie	Fotoperíodo	Modelo de crecimiento
Compacto	FN	$LR = 6,4281 + 0,3328 * ddtp$
	FE	$LR = 7,816 + 0,5088 * ddtp - 0,0034 * ddtp^2$
Criollo	FN	$LR = 11,9419 + 0,3885 * ddtp$
	FE	$LR = 6,5901 + 0,7436 * ddtp - 0,0058 * ddtp^2$

Respecto de lo sucedido con la variación diaria de la TE, para el tratamiento de FN las TE se mantuvieron relativamente constantes en el tiempo (figura 3 b.1, pág. 9). Por el contrario, bajo FE las tasas fueron variables a lo largo del tiempo (figura. 3 b.2, pág. 9) y más en la subespecie CR que en CO. Esto demuestra la mayor respuesta del órgano CR al estímulo lumínico.

Para la comparación de las tasas de elongación de ramas (TE), la longitud de ramas fue modelada en función del tiempo bajo una regresión no lineal (tipo Gompertz). Las TE difirieron estadísticamente entre tratamientos de fotoperíodo (figura 4), siendo mayores para FE que para FN.



Letras distintas indican medias significativamente diferentes según Test LSD de Fisher ($P \leq 0,05$).

Different letters indicate means differ significantly by Fisher LSD Test ($P \leq 0,05$).

Figura 4. Tasa de elongación promedio en dos subespecies de orégano (Compacto y Criollo) bajo condiciones contrastantes de fotoperíodo, según Modelos de Regresión No Lineales (Gompertz).

Figure 4. Average elongation rate of branches in two origanum subspecies (Compacto and Criollo) under contrasting daylength calculated from Non Linear Regression Models (Gompertz).

Dentro del tratamiento FE, el orégano CR tuvo mayor TE que el CO. Pese a que la interacción fotoperíodo*subespecie no fue estadísticamente significativa ($P = 3,0$), la mayor TE de la combinación Criollo*E corrobora la mayor respuesta que tuvo tal

subespecie ante condiciones de FE, acelerando en mayor medida su crecimiento que el Compacto. Para ambas subespecies, la mayor tasa de elongación de ramas bajo condiciones de fotoperíodo extendido correlacionó con una menor duración del período de crecimiento vegetativo y con una menor longitud final de ramas.

CONCLUSIÓN

Sobre la base de los resultados obtenidos, se confirma que las subespecies estudiadas se comportan como planta de día largo, acortando su ciclo bajo condiciones de fotoperíodo extendido. Ante estas condiciones, las subespecies difirieron en la magnitud de su respuesta, siendo Criollo más sensible que Compacto. Esto sugiere la existencia de diferencias entre subespecies en el umbral fotoperiódico de inducción a floración, mayor en Compacto que en Criollo. La temprana inducción de ambas subespecies ante condiciones de FE acortó la fase de desarrollo vegetativo lo cual llevó a un menor número de nudos y longitud de rama (disminución más notoria en el orégano Criollo). La extensión del fotoperíodo generó un cambio en el modelo de crecimiento de la longitud de ramas de lineal a lineal con meseta o cuadrático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Rome. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 300 p.
2. Amadio, C.; Medina, R.; Dediol, C.; Zimmermann, M. E.; Miralles, S. 2011. Aceite esencial de orégano: un potencial aditivo alimentario. Nota científica. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 43(1): 237-245.
3. Andrade, F. H.; Sadras, V. O.; Vega, C. R. C.; Echarte, L. 2005. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. Their application to crop management, modeling and breeding. Journal of Crop Improvement. 14: 51-101.
4. Berghold, H.; Wagner, S.; Mandl, M.; Thaller, A.; Müller, M.; Rakowitz, M.; Pasteiner, S.; Boechzelt, H. 2008. Yield, content and composition of the essential oil of five Oregano strains (*Origanum vulgare* L.) depending on the developmental stage. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 13(1): 36-43.
5. Circella, G.; Franz, C.; Novak, J.; Resch, H. 1995. Influence of day length and leaf insertion on the composition of marjoram essential oil. Flavour and Fragrance Journal. 10(6): 371-374.
6. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. InfoStat versión 2010. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
7. Dudai, N.; Putievsky, E.; Palevitch, D.; Halevy, H. 1989. Environmental factors affecting flower initiation and development in *Majorana syriaca* L. (*Origanum syriacum* var. *syriacum*). Israel Journal of Botany. 38: 229-239.
8. Gershenzon, J.; McConkey, M. E.; Croteau, R. B. 2000. Regulation of monoterpene accumulation in leaves of peppermint. Plant Physiology. 122: 205-213.
9. Gosse, G.; Varlet-Grancher, C.; Bonhomme, R.; Chartier, M.; Allirand, J. M.; Lemaire, G. 1986. Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. Agronomie. 6: 47-56.
10. Instituto de Desarrollo Rural. Relevamiento Hortícola Invernal (Preliminar). Fundación IDR. 2009. Disponible en: http://www.idr.org.ar/contenido/documento/rel_hort_09_10_2009-12-28-524.pdf.
11. Kintzios, S. E. 2002. The genera *Origanum* and *Lippia* (Medicinal and aromatic plants-industrial profiles). Greece. Agricultural University of Athens. 277 p.
12. Kizil, S.; Ipek, A.; Arslan, N.; Khawar, K. M. 2008. Effect of different developing stages on some agronomical characteristics and essential oil composition of Oregano (*Origanum onites*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 36(1): 71-76.

13. Lenardis, A. E.; Gil, A.; Morvillo, C.; 2006, "Orégano". En: De la Fuente, E. B. *et al.* (Eds). Cultivos Industriales. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. p. 509-540.
14. Marzi, V. 1997. Agricultural practices for orégano. In: Padulosi, S. Editor. Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. Bari, Italy. CIHEAM. Valenzano. p. 61-67.
15. Ritchie, J. T.; NeSmith, D. S. 1991. Temperature and crop development. En: Hanks, J.; Ritchie, J. T. (Eds). Modeling Plant and Soil Systems, ASA, CSSA, SSSA Publ. Madison. Wisconsin, USA. p. 5-29.
16. Rouquaud, E.; Videla, M. 2000. Oréganos de Mendoza (Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 32(1): 23-32.
17. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA). Informe de Coyuntura Mensual. Octubre 2008. Hierbas Aromáticas y Especies. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/especies/02_Informes/IM_OCT08.pdf.
18. Sellami, I. H.; Maamouri, E.; Chahed, T.; Wannes, W. A.; Kchouk, M. E.; Marzouk, B. 2009. Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.). Industrial Crops and Products. 30(3): 395-402.
19. Suárez, D. A. 2004. Ensayo comparativo de rendimiento de nueve variedades de orégano en Las Tapias, departamento San Javier, Córdoba. Ediciones INTA. Boletín N° 9. p. 10-12.
20. Torres, L. E. 2011. Caracterización y evaluación de genotipos de orégano cultivados en las principales zonas de producción de Argentina. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela para Graduados, Tesis Doctoral. 123 p.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la beca interna de posgrado Tipo I otorgada a Vanina Davidenco.

Al Ing. Agr. M. Sc. Marcelo Cantarero por el aporte de sus conocimientos en la realización del ensayo, en la interpretación de los resultados y en la lectura crítica del manuscrito.