

CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA FOTOPERIÓDICA Y TÉRMICA A CAMPO DE *Lesquerella fendleri* y *Lesquerella mendocina*

Liliana WINDAUER¹, Damían RAVETTA¹

1. INTRODUCCIÓN

Especies del género *Lesquerella* (Brassicaceae) son de interés como potenciales nuevos cultivos para las zonas semiáridas de Argentina. *Lesquerella fendleri*, anual y bajo proceso de domesticación. Es nativa de regiones semiáridas EE.UU (Dierig et al. 1993). Y *L. mendocina* nativa de Argentina y perenne, en la actualidad silvestre. El interés en el género radica en que sus semillas acumulan un aceite de uso industrial, cuyo principal componente es el ácido lesquerólico de alto valor, utilizado en nylon, cosméticos y lubricantes (Dierig et al. 1993)

Los primeros aspectos que deben ser entendidos para introducir un nuevo cultivo es la influencia del ambiente en su desarrollo. El conocimiento de los factores que modifican la tasa de desarrollo de cada etapa fenológicas es indispensable para predecir el comportamiento agronómico y el rendimiento en un área de régimen climático caracterizado.

La duración de las fases del desarrollo es controlada por el genotipo y el ambiente. El desarrollo es regulado por la temperatura, el fotoperiodo y la vernalización. Se ha demostrado que las variaciones genotípicas en la respuesta a estos factores son las responsables de diferencias fenotípicas en el desarrollo y en el rendimiento. El objetivo del trabajo fue el entendimiento ecofisiológico del comportamiento fenológico de estas especies. Caracterizando el efecto de algunos factores ambientales sobre la tasa de desarrollo y la duración de las distintas fases fenológicas de *L. fendleri* y *L. mendocina*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lesquerella fendleri y *L. mendocina* fueron sembradas, en Argentina (34° 37'S; 58° 20'W.). Las fechas de siembra fueron para *L. fendleri*: 22/3; 12/4; 3/5; 23/5; 13/6; 27/7; 30/8 y 31/10 (1997), para las dos especies 24/3; 23/4; 26/5; 03/7; 02/8; 18/9; 17/11 (1998) y en 1999 para *L. mendocina*: 19/3; 20/4; 7/6; 4/8 y 7/11.

El diseño experimental fue DBCA con 3 rep. Las parcelas constaron de 6 surcos de 5 m. de largo, a 0,20 m, obteniéndose 10 pl/m². Tres surcos fueron sembrados con semillas vernalizadas y los otros 3 con semilla sin vernalizar. La vernalización consistió en mantener a las semillas pregerminadas en heladera a 4°C por 14 días. Se realizaron diariamente observaciones fenológicas. Los estados registrados fueron emergencia (E), aparición de inflorescencia (D1), floración (FI) y madurez (M). La duración de los intervalos entre etapas fue calculada en días y en tiempo térmico (TT). El TT con unidades de °Cd se calculó como la acumulación de la temperatura media diaria por sobre la temperatura base (T_b). La T_b de cada etapa se estableció por el método del gráfico (Turling et al, 1977) y el método de la menor variabilidad (Arnold, 1959). Se utilizó ANVA para analizar diferencia en días y en sumas térmicas de cada una de las etapas y análisis de regresión para estimar, el efecto de la fecha de siembra sobre los días y el TT de cada una de las etapas fenológicas.

¹ Cát. Cultivos Industriales. Fac. de agronomía. Universidad de Bs. As. E-mail: windauer@mail.agro.uba.ar

3. RESULTADOS

No hubo diferencias en la duración del ciclo total entre los tratamientos vernalizados y sin vernalizar para las dos especies en ninguna fecha de siembra.

3.1- Siembra a Emergencia.

Hubo disminución de los días de la etapa cuando la temperatura media aumento; la tasa estuvo determinada por la temperatura ($P < 0.001$). Se estimó la T_b para la etapa de *L. fendleri*: 3,6 y 4°C y *L. mendocina*: 2,8 y 0°C utilizando el método gráfico y el de menor variabilidad.

No se encontraron diferencias significativas en el TT registrado para las distintas siembras. El TT promedio de la fase fue para *L. fendleri* de $158 \pm 19^\circ\text{Cd}$ y para *L. mendocina*: $245 \pm 26^\circ\text{Cd}$ (T_b: 0°C).

3.2- Emergencia – Botón Floral (D1)

La duración de esta etapa difirió entre especies, tanto en días como en TT. Para *L. fendleri* hubo una reducción en los días y en el TT de la etapa con el retraso de la siembra, con valores extremos de 105 y 28 días, y 1120 y 450 °Cd (T_b: 4°C) para la primera y última siembra. Las pendientes de las regresiones lineales fueron -0.33 ± 0.032 días y $-3,56 \pm 0,54^\circ\text{Cd}$ por c/ día de retraso en la siembra. La duración de esta fase en días no estuvo determinada solo por la temperatura, ya que fechas de siembra con temperatura media semejantes tuvieron una duración en días diferentes, determinando TT distintos ($P < 0.001$)

Para *L. mendocina*, la duración de esta fase fue siempre mayor que *L. fendleri*. Hubo una reducción en los días y en el TT de la etapa con el retraso de la siembra hasta Agosto, con valores extremos de 125 y 63 días, y 1691 y 1003 °Cd (T_b: 0°C), para las siembras de marzo y de agosto. La pendiente de la regresión lineal fue -0.42 ± 0.038 días y $-4 \pm 0.848^\circ\text{Cd}$ por c/día de retraso en la siembra hasta Agosto. A partir de septiembre se encontró una reversión de la respuesta, los días y el TT de la etapa aumentaron en forma significativa ($P < 0.001$).

3.3- Botón Floral – Floración

Las dos especies mostraron un comportamiento similar, no hubo diferencias significativas entre el TT de las distintas fechas de siembra. Una excepción, fueron las plantas de *L. mendocina* sembradas en noviembre que no pasaron al estado reproductivo hasta la siguiente primavera. Si hubo diferencias significativas entre el TT de las dos especies durante el período ($P < 0.05$). El TT promedio de la etapa fue de $234 \pm 28^\circ\text{Cd}$ para *L. fendleri* (T_b: 4°C) y $377 \pm 17^\circ\text{Cd}$ para *L. mendocina* (T_b: 0°C).

3.4- Floración – Madurez

Las dos especies tardaron menos días en alcanzar la madurez con retrasos en la fecha de siembra. La tasa de desarrollo de esta fase fue determinada por la temperatura. La relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura media fue significativa ($P < 0.05$). El TT requerido *fendleri* fue $885 \pm 119^\circ\text{Cd}$ y para *L. mendocina* $1018 \pm 141^\circ\text{Cd}$ (T_b: 0°C).

3.5- Efecto del fotoperiodo sobre la etapa E-FI

Para determinar la respuesta fotoperiódica de las especies se analizó el TT acumulado sobre 4°C y 0°C para *L. fendleri* y *L. mendocina*, para la etapa E – FI la cual se

subdividió en dos etapas: E -D1 y D1-FI. Se utilizó el fotoperíodo promedio.

Las dos especies tuvieron una respuesta curvilínea para la etapa E-D1. *L. fendleri* acumuló menos TT y días ($P < 0,001$) en alcanzar D1 cuando el fotoperíodo se alargó a partir de mayo con fotoperíodos medios mayores a 11h. Sin embargo, en siembras anteriores a mayo con fotoperíodos promedio mayores a 11h, las plantas sumaron más TT, lo que indicaría que algún otro factor ambiental estaría involucrado en la duración de esta fase y sería responsable de la respuesta curvilínea.

Para la etapa D1-FI solo hubo diferencias significativas ($P < 0,01$) en la suma térmica cuando el fotoperíodo fue mayor a 13,8h. La regresión lineal entre el TT y el fotoperíodo promedio de la etapa D1-FI, presentó un coeficiente de determinación de 0,33 y la pendiente de la regresión fue $-13,95 \pm 3,49$, es decir que por cada hora de variación del fotoperíodo se modificó solo en 13,95 °C el TT. Permiendo inferir una baja sensibilidad al fotoperíodo entre D1- FI.

L. mendocina, mostró también un menor TT y días en alcanzar D1 en la medida en que se alargó el fotoperíodo desde 11h hasta 13,12 h (desde mayo hasta agosto). La respuesta curvilínea fue generada por fechas de siembra anteriores a mayo y posteriores a agosto (fechas tardías y temperaturas medias más altas), en la que si bien el fotoperíodo promedio de la etapa E-D1 fue mayor a 11h, la vernalización modificaría la respuesta junto con el fotoperíodo. La etapa D1-FI fue insensible al fotoperíodo, ya que no hubo diferencias en el TT con diferentes fotoperíodos medios entre D1 - FI.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las dos especies se desarrollaron más rápido con incrementos del día, mostrando una típica respuesta de día largo. Este patrón de respuesta coincide con lo encontrado en otras especies de la Familia Brassicaceae (Salisbury and Green, 1991; Nanda et al 1996).

El fotoperíodo promedio mostró un efecto significativo sobre el tiempo a floración, modificando esencialmente el tiempo de E-D1 para las dos especies. La mínima respuesta de *L. fendleri* al fotoperíodo en D1- FI (nula en el caso de *L. mendocina*), indicaría que el fotoperíodo no tiene influencia sobre la etapa y permitiría inferir que la respuesta fotoperiódica entre E-FI se debe a su influencia hasta D1. Coincidiendo con estudios a campo (Nanda et al 1996), pero difiere con estudios en condiciones controladas en especies de Familia Brassicaceae (Thurling and Vijendra Das, 1977).

La respuesta curvilínea para E-D1, en ambas especies podría deberse a que en siembras tempranas (marzo- abril) hubo una respuesta a la vernalización. La falta de respuesta a los tratamientos de vernalización podría deberse a que a campo las altas temperaturas al inicio del ciclo hayan producido la desvernalización de las plantas (Nanda et al 1996).

Hay evidencia en trigo que descartan el efecto de la tasa de cambio del fotoperíodo. Además, aunque las temperaturas medias de estas fechas de siembra fueron mayores que la de fechas de siembra más tardías con similar fotoperíodo medio, estas siembras tempranas tuvieron respuesta al fotoperíodo solo después de recibir una exposición a bajas temperatura. Esta respuesta

coincide con lo encontrado por Salisbury et al (1991) en condiciones controladas y por Mendham et al (1990) en siembras a campo para especies de la misma familia.

El TT de *L. mendocina* fue mayor que el TT de *L. fendleri* para E - D1 en las mismas fechas de siembra lo que podría estar indicando que los requerimientos de vernalización son más altos para esta especie.

En *L. mendocina*, a partir de fotoperíodo mayores a 13,12h (septiembre) el TT a D1 aumentó. Esto podría ser explicado, por altos requerimientos de vernalización, ya que en las últimas siembras con mayores temperaturas el cumplimiento de estos requerimientos es cada vez más lento resultando en un mayor TT. A partir de la siembra de noviembre los requerimientos de vernalización no estarían cubiertos, resultando un comportamiento bianual. Esto es apoyado por resultados de estudios en invernáculo en los que con temperaturas medias superiores a 24 °C y fotoperíodo largo desde E las plantas de *L. mendocina* no pasaron al estado reproductivo (Ploschuck et al, 2001) y por estudios llevados a cabo en *Brassica napus* (Thurling y Vijendra Das, 1977) y en trigo, a campo, en los que el tiempo a floración fue muy retardado por altas temperaturas experimentadas en fechas tardías de siembra. Además, en estudios llevados a cabo en condiciones controladas en *Brassica sp.* (Rao y Raymer, 1994), testigos sin vernalizar no florecieron o retardaron su floración con respecto a los vernalizados. En estos estudios citados se relaciona con el origen de los cultivares utilizados.

La hipótesis de diferentes requerimientos de vernalización entre las dos especies evaluadas podría entonces explicarse en parte por su diferente origen que tienen temperaturas medias muy distintas que en parte estaría justificando los diferentes requerimientos de vernalización y las diferentes Tb de las dos especies consideradas., cuya implicancia fundamental es la de la adaptación a diferentes condiciones ambientales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arnold C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. American Soc.Hort. Science 74: 430 - 445.
- Dierig D.A.; Thompson A. and Nakayama F. 1993. *Lesquerella* commercialization efforts in the United States Industrial Crops and Products 1: 289-293.
- Mendham N. J., Russell J. and Jarosz N.K. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci., Cambridge 114:275 - 283.
- Nanda R., Bhargava S., Tomar D and Rawson H.W. 1996. Phenological development of *Brassica sp.* grown in controlled environments and from 14 sowing dates in the field Field Crops Res. 46: 93 - 103.
- Ploschuck, E., Windauer, L. and Ravetta, D. 2001. Potential value of traits associated with perennial habit in the development of new oil-seed crops for arid lands. J. of Arid Environments. 47:373 - 386.
- Salisbury P. and Green A. 1991. Developmental responses in spring Canola cultivars GCIRC 1991 Congress, 1769 - 1773.
- Thurling N. and L. D. Vijendra Das. 1977. Variation in the pre-anthesis development of spring rape (*Brassica napus* L.) Australian J. Agric. Res. 28:597 - 607.