

USO DE SIEMBRAS CONTINUADAS PARA LA CARACTERIZACION DE LA ETAPA SIEMBRA-FLORACION DE DOS POBLACIONES DE *Borago officinalis* L. MEDIANTE MODELOS FENOLOGICOS

D. SORLINO¹

Recibido: 04/06/98

Aceptado: 04/08/98

RESUMEN

Borago officinalis es la principal fuente vegetal de ácido Gama-linolénico (GLA) al cual se le atribuyen importantes efectos benéficos para la salud humana. Esta especie requiere una caracterización de la interacción genotipo-ambiente para las condiciones de la Argentina en los cultivares seleccionados como de buen comportamiento agronómico en otros países. Modelos preexistentes y otro desarrollado para estos ensayos, fueron utilizados para dicha caracterización en dos poblaciones de borraja. Se discuten las dificultades y errores que se pueden generar mediante el uso de este tipo de modelos cuando son alimentados con datos generados en siembras continuadas realizadas en un mismo sitio.

Palabras clave: *Borago officinalis*, temperatura, fotoperíodo, fenología, modelos.

USE OF CONTINUOUS SOWING FOR THE CHARACTERIZATION OF SOWING - FLOWERING STAGE IN TWO POPULATIONS OF *Borago officinalis* L. USING PHENOLOGIC MODELS

SUMMARY

Borago officinalis is the principal source of Gamma-linolenic acid (GLA), it has beneficial effects on human health. This species requires a characterization of the genotype-environment relationship for the conditions of the Argentina in cultivars with good agronomic behaviour in other countries. Previous models, and other developed for these trials were used for such characterization in two populations of *Borago* sp.

The difficulties and mistakes of the models that can be generated through the use of this sort of models when they are fed with data generated in continued sowings, accomplished in the same site are discussed.

Key words: *Borago officinalis*, temperature, photoperiod, phenology, models.

INTRODUCCION

La borraja (*Borago officinalis*, Boraginaceae) es una planta anual nativa de Europa, Norteamérica y Asia Menor. Desde tiempos remotos se cultivó, en pequeña escala, por el uso hortícola y medicinal de sus hojas. Aproximadamente una década atrás el interés en sus frutos (núculas) creció enormemente al establecerse que es la fuente de ácido Gamma-linolénico (GLA) más importante de la naturaleza, superando a *Oenothera biennis* que hasta ese

momento se reconocía como fuente vegetal principal (Muuse *et al*, 1988). El GLA es precursor de las prostaglandinas en el cuerpo humano (Carter, 1988) y, tomado oralmente, fue reportado como benéfico en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, la regulación del colesterol en sangre, la hipertensión, el síndrome premenstrual y otras afecciones (Horrobin, 1984). Ha quedado demostrado que es un ingrediente esencial para una dieta humana sana y que se puede ingerir como suplemento en

¹Cátedra de Cultivos Industriales, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453. (1417) Buenos Aires, Argentina.

dosis cercanas a 1 gr por día (Bisset *et al*, 1991) requiriendo el agregado de antioxidantes (Sensidoni *et al*, 1996). Los granos contienen de 28 a 38% de aceite, del cual un 17-25% es Gamma-linolénico (Whipkey *et al*, 1982).

Generada la necesidad de conocer los mejores métodos de producción y de caracterizar la respuesta ante la variación de los factores ambientales en esta especie, se realizaron los primeros estudios tendientes a establecer su potencial y adaptabilidad en las condiciones productivas de la Argentina (zona pampeana). Para ello se utilizaron metodologías de análisis a campo preexistentes (siembras continuadas), con las que se busca preliminarmente la respuesta a los factores ambientales de más peso en la regulación del desarrollo, como lo son la temperatura y el fotoperíodo (Hodges, 1991; Major y Kiniry, 1991).

La acción de los antedichos factores se ha informado como de gran influencia en la duración de la etapa que va de emergencia a principio de floración, resultando ser la de mayor variabilidad en cultivos tradicionales (Beatty y Gardner, 1967; Ritchie, 1991; Ellis *et al*, 1988; Ellis *et al*, 1989). La respuesta de la borraja a la temperatura y el fotoperíodo puede evaluarse mediante el uso de modelos matemáticos simples (Lawn *et al*, 1995) alimentados con los datos producidos en los experimentos conducidos a campo. Dichos modelos son simplificaciones de la realidad y ayudan a interpretar mejor el comportamiento de los cultivos pero pueden inducir a error de no ser correctamente utilizados. Se asume con ellos una influencia muy reducida (y por ello prácticamente descartable) de otros factores ambientales sobre la fenología de los cultivos; un ejemplo de ello es la vernalización (Roberts *et al*, 1985).

Los datos generados a campo con el sistema de siembras continuadas (Pascale, 1953; Pascale *et al*, 1967; Marcellos y Single, 1970), someten a los cultivos a diferentes "climas" al sembrar diferentes meses en un mismo lugar y/o en distintos años, produciendo combinaciones de temperatura y fotoperíodo que dan pautas del comportamiento de la especie estudiada y aportan datos que pueden alimentar los modelos antes comentados.

El comportamiento de diferentes poblaciones de borraja fue estudiado en Gran Bretaña (Galwey *et al*, 1990). Dichos estudios se realizaron partiendo de borrajas de las más diversas procedencias en todo el mundo, incluyendo material de zonas donde la especie se adaptó y asilvestró pudiendo constituir en la actualidad biotipos diferentes a los originalmente introducidos (se incluyó material de origen argentino, país en el cual se puede encontrar la especie desde el sur de la zona pampeana hasta zonas altas de Jujuy). El valor de estos experimentos es grande por la fecundación cruzada de la especie (un 100%) que hace difícil evaluar porcentaje de aceite, composición de ácidos grasos (particularmente GLA y erúico), y características botánicas y agronómicas durante varios años y realizar mejoramiento. De todos los materiales observados, los de mayor grado de selección genética fueron los de origen español y las mejores performances fueron obtenidas por esas líneas o a partir de ellas. De España se evaluó líneas de flor blanca y de flor azul; las de flor blanca siempre tuvieron más rinde en aceite pero un porcentaje de GLA un poco menor (Vg: medias de 21,3% en flor blanca vs. 23,8% en flor azul) al igual que el erúico (medias de 1,93 en flor blanca vs. 2,70 en flor azul). El carácter de alta caída de frutos a la madurez fue general y sólo se obtuvo algún mejor comportamiento ante este factor que complica mucho la cosecha.

Entre las características evaluadas que permiten pensar en poblaciones españolas para la realización de ensayos preliminares se encuentran: mayor número de frutos por racimo, mayor número de racimos por planta, el grado de variación en el tiempo para frutos de un mismo racimo, la ramificación, la altura, el vuelco y la fecha de madurez. A su vez entre los grupos separados por dos colores de flor, la de flor blanca superó a la azul en la mayoría de las características estudiadas.

No existen antecedentes de evaluaciones de crecimiento y desarrollo de esta especie en la Argentina.

El presente trabajo buscó generar una cuantificación productiva orientativa y realizar una primera evaluación del comportamiento de dos poblaciones de borraja a través de diferentes grupos de

datos generados en distintas fechas de siembra en el ambiente climático de Buenos Aires, Argentina. Paralelamente se buscó establecer la validez de la utilización de modelos clásicos alimentados por datos de siembras continuadas para caracterizar las respuestas de los cultivares a los principales factores ambientales con el número mínimo de fechas aconsejado en la bibliografía (5-6 fechas, Lawn *et al.*, 1995). Este segundo objetivo, fue especialmente importante dado que última-mante se ha dado una gran utilización de las siembras continuadas (en un mismo sitio) como abastecedoras de datos para modelos en experimentos realizados con muy diversos cultivos.

MATERIALES Y METODOS

Durante los años 1992 y 1995 se realizaron fechas de siembra continuadas en Buenos Aires con dos poblaciones de borraja (una de flor azul y la otra de flor blanca) provenientes de España y reconocidas como de mejor comportamiento agronómico por su productividad (Galwey *et al.*, 1990). Las dos líneas ensayadas tuvieron como principal diferencia morfológica el tipo de crecimiento: La de flor azul tuvo siempre un tallo principal central, cortas ramas laterales y pecíolos de menor diámetro, en tanto que la de flor blanca no tuvo tallo principal sino gran número de ramas laterales de gran porte y pecíolos más gruesos. No se disponía de antecedentes de su comportamiento fenológico en la Argentina.

Las siembras se realizaron en 3 bloques aleatorizados con microparcelas de 4 surcos de 4 m de largo sembrados a 50 cm. En el surco la distancia entre plantas varió entre 25 y 40 cm. Se regó y se fertilizó con urea a razón de 20 kg/ha. Se realizaron las observaciones fenológicas de emergencia y principio de floración en las siguientes fechas de siembra pertenecientes al conjunto de los dos años:

- a) Flor blanca: 20/5/92, 10/7/95, 31/7/95, 24/8/92, 14/9/95 y 19/10/92.
b) Flor azul: 9/5/95, 30/6/92, 8/7/95, 10/7/92 y 31/7/95.

Mediante la utilización de un modelo como el descripto por Ellis, Summerfield, Roberts y Cooper (1989), en el que se usó el concepto de tiempo fototérmico aplicado al análisis de diversos cultivos de siembra otoño-invernal (Lenteja, Haba, Cebada, etc.) (Roberts *et al.*, 1986; Ellis *et al.*, 1988; Lawn *et al.*, 1995), se caracterizó la respuesta de la borraja a las diferentes condiciones ambientales que generan las siembras continuadas a campo desde emergencia hasta el momento de principio

de floración. La ecuación del modelo utilizado fue:

$$1/d = a + bT + cF \quad 1$$

Donde "1/d" es la tasa de desarrollo expresada como la inversa de la duración en días de la etapa, "T" es la temperatura media de la misma, "F" el fotoperíodo medio y "a", "b" y "c" son constantes características de cada cultivar. La realización de regresiones múltiples permitió establecer los valores de los coeficientes para las dos poblaciones de borraja. De no haber influencia fotoperiódica el último término de la fórmula se anula.

Otra fórmula probada, que describe la acción de estos factores, es la propuesta por Marcellos y Single en 1970:

$$D = a + b(1/T) + cF \quad 2$$

Donde "D" es el número de días de la etapa y el resto de las referencias son iguales que en el primer modelo.

En virtud de la extrema dificultad que presenta la cosecha no fue posible realizar evaluaciones directas del rendimiento, no obstante, en 1995 se realizó un muestreo al azar de plantas individuales a cosecha en las parcelas de la fecha de siembra aparentemente más adecuada; se buscó establecer el número de sitios de la planta donde se pudo expresar el rendimiento y así estimar valores del mismo (con porcentaje de pérdidas estimado) a través de la contabilización del número de plantas existentes por unidad de área. La determinación del rendimiento en forma directa es compleja pues los frutos caen rápidamente al suelo en donde ya no se puede identificar la planta madre y así pudieran ser recolectados no se podría establecer una relación entre lo cosechado y una superficie bien delimitada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar el comportamiento de la borraja de flor azul mediante la ecuación (1) existieron diferencias poco apreciables si al modelo fototérmico se le dejaba o sacaba el término fotoperiódico ($R^2 = 0,74$ y $R^2 = 0,82$, respectivamente); no habría entonces razones para adjudicar importancia a la influencia fotoperiódica en esta población. En borraja de flor blanca se pudo detectar una respuesta fotoperiódica importante ya que la ecuación que contempló sólo efecto térmico mostró un bajo ajuste $R^2 = 0,26$ en tanto que con el término fotoperiódico el ajuste fue mayor ($R^2 = 0,80$). En la

borraja de flor blanca, utilizando días a floración se obtuvo una regresión múltiple de valor $P=0,07$, y usando tiempo térmico, $P=0,05$.

Las condiciones térmicas de los dos años del estudio fueron diferentes por lo que se esperaba encontrar una variabilidad aportada por este efecto. El fotoperíodo no adiciona variabilidad entre años para una misma fecha de siembra pero si entre distintas fechas. Teniendo en cuenta esto, la pregunta sería: ¿un grupo de 5-6 fechas de siembra podría utilizarse en modelos para caracterizar su respuesta a los factores ambientales más importantes?

Si bien el uso del modelo (1) caracteriza a la población de flor azul como indiferente al fotoperíodo (Figura 1), cabe poner en duda dicho resultado pues, pese a las diferencias que introducen las distintas disponibilidades térmicas entre años, probablemente las fechas de siembra utilizadas no expusieron a las plantas a ambientes con fotoperíodos lo suficientemente disímiles (lo que sí ocurrió con la población de flor blanca) y así, quizás no se puso en evidencia la influencia de este factor. En la población de flor azul las 3 siembras de junio y julio de los distintos años estuvieron dentro de un período de 10 días; en tanto que la población de flor blanca no tuvo esa estructura de fechas de siembra y dicho modelo detectó una componente fotoperiódica importante.

Las ecuaciones de mejor ajuste para flor azul con el modelo (1) fueron:

a) Sin término fotoperiódico:

$$1/d = -0,00317 + (0,00086 \times T) \quad (\text{Figura 1})$$

Significancia: $P = 0,06$.

b) Con término fotoperiódico:

$$1/d = -0,011 + (0,00082 \times T) + (0,0007 \times F)$$

Significancia: $P = 0,17$.

Para la borraja de flor blanca, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$1/d = -0,029 + (-0,00234 \times T) + (0,0057 \times F)$$

(Figura 2)

Significancia: $P = 0,09$.

La figura 2 ejemplifica los resultados obtenidos con los coeficientes establecidos. La respuesta fotoperiódica en borraja de flor blanca fue típicamente de día largo cuantitativa. Debe tenerse en cuenta que las fechas muy tardías de esta población permanecieron vegetativas durante el verano y florecieron a fin de invierno del año entrante. Este efecto, aparentemente cualitativo (es decir sin el estímulo no florece), fue atribuido a la falta de satisfacción del requerimiento en vernalización. El número de plantas que pasó el verano tuvo una mortandad del 25% aproximadamente.

En experimentos posteriores (Datos de 1996 no incorporados a las presentes regresiones), donde la

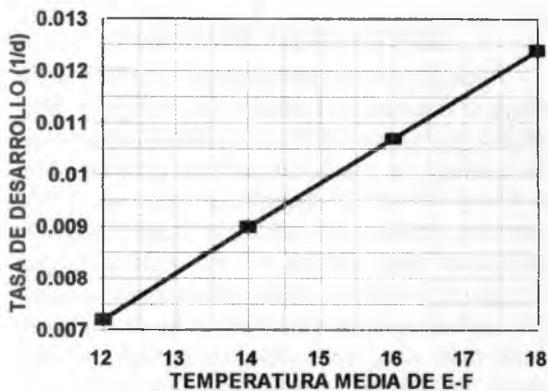


Figura 1.

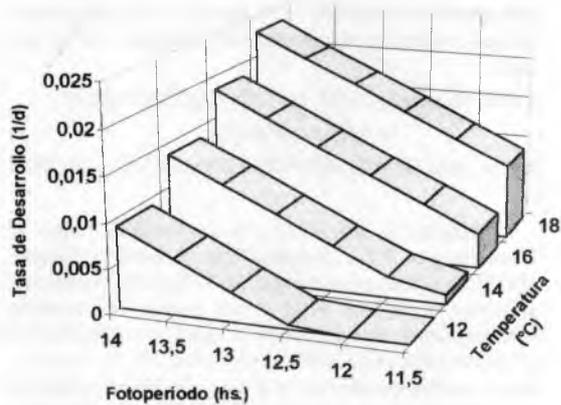


Figura 2.

fertilización de las parcelas fue equivalente a 80 kg/ha (La dosis anterior había sido de 20 kg/ha), las fechas de siembra de borraja de flor blanca igualmente tardías tuvieron varios individuos por parcela que llegaron florecer durante el verano aunque en forma escasa (no se comportaron como bianuales); en este caso, con plantas de mayor biomasa, las parcelas que no tuvieron satisfecho el requerimiento de vernalización por su siembra tardía, lograron de todos modos, que algunos individuos florecieran en forma "rara" (Defina, 1939). Tuvieron baja tasa de aparición de flores (un número de flores total reducido y terminada la floración las plantas murieron rápidamente).

Así es que la primera interpretación se vio modificada. Se debería suponer que si la vernalización hubiera estado satisfecha, con las altas temperaturas y los días largos de verano esas plantas deberían haber florecido rápidamente y con plantas de poco porte. Lo opuesto sería que con falta de vernalización no deberían florecer y sin embargo lo hicieron. Esa floración extraña puede atribuirse a la falta de vernalización que no llegó a ser restrictiva para el proceso de floración, ya que cuando el abastecimiento nitrogenado fue mayor las plantas florecieron (aunque anómalamente). Esto permitió establecer el carácter cuantitativo del requerimiento vernalizante con una respuesta diferente del aparentemente cualitativo de las siembras tardías de 1992 y 1995. Si fuera cualitativo no florecería pues a esas fechas les faltaría horas de frío, pero la falta de floración de las fechas más tardías en 1992 y 1995 (flor blanca) se debió a la falta de fertilización nitrogenada adecuada en un suelo pobre en nitratos.

De este modo se pudo considerar a la vernalización como un factor regulador de la etapa de bastante peso relativo. Los modelos no lo toman en cuenta si se trabaja con fechas normales, otoñales o invernales pues la vernalización se recibe "a campo". Es con fechas muy tardías, donde la falta del efecto vernalizante puede expresarse y el resultado de modelar sólo con fotoperíodo ser erróneo.

En las fechas tardías de 1992 y 1995 (Flor blanca), que florecieron en la primavera del siguiente año, la acumulación térmica fue muy elevada y el fotoperíodo medio de la etapa poco representativo pues promedió una parte muy grande del año. (En la fecha del 14/9/95 el número de días de

la etapa fue de 360 y en la del 19/10/92 fue de 299). Es decir que si bien no superaron el año, su comportamiento fue similar al de plantas bianuales.

Las dos fechas tardías con limitaciones nutricionales (en plantas de flor blanca) y la distribución de fechas de siembra (en plantas de flor azul) distorsionaron el análisis e hicieron que el modelo (1) describiera una respuesta incorrecta a pesar de : a) tener el número de fechas de siembra mínimo requerido, b) ser septiembre y octubre meses de siembra en que los cultivos tradicionales florecen rápidamente en ese año, no mostrando este tipo de problemas (Sorlino, 1994). Cabe acotar que las siembras tardías aportan datos bastante poco probables para las condiciones de producción de borraja y constituyen situaciones especiales para esta especie; con ello si bien se ven las limitantes del modelo, no se invalida el uso del mismo ya que con otras especies esas fechas y aún fechas más tardías dieron ajustes muy buenos (Sorlino, 1997).

Con la utilización del modelo (2) no se obtuvieron resultados aceptables; en general, un número de 6 observaciones resultó escaso, marcando más fallas que el modelo (1). El modelo (2) requiere de un mayor número de fechas de siembra para poder aportar resultados interpretables. La vernalización, al igual que en el modelo (1) determinó falta de ajuste de los datos especialmente en fechas tardías de siembra.

Utilizando el tiempo térmico de la etapa, se elaboró un modelo que sólo tomara en cuenta a la variable fotoperíodo medio y se aplicó a los datos de la población de flor blanca (Sorlino, 1997):

$$TT = a + b F + c / F$$

3

Donde "TT" es el tiempo térmico (suma de temperaturas efectivas) de la etapa, "F" el fotoperíodo medio y "a", "b" y "c" son constantes para cada cultivar. Esta fórmula permite caracterizar la respuesta fotoperódica disponiendo de distintas fechas de siembra pero no explica el efecto de falta de estímulo vernalizante. Este modelo se suma a los anteriores y si bien no mejora el manejo de las siembras tardías, expresa la duración de la etapa en tiempo térmico lo que resulta práctico.

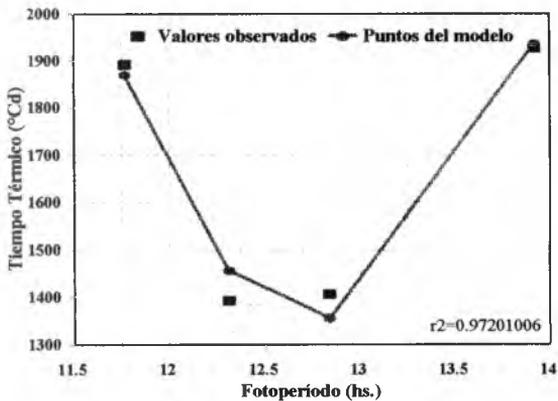


Figura 3.

Excluidas las dos fechas tardías de la borraja de flor blanca, las 4 fechas restantes tuvieron una respuesta que puede ser interpretada a la luz de lo ya analizado. La figura 3 muestra lo que describe la función: $TT = -154.481 + 6103 F + 994753/F$. En ella los tres primeros puntos permiten ver la respuesta de tipo "día largo" pero el último punto, (con día más largo) correspondiente a una siembra del 24/8/92, comienza a manifestar el retraso producido por la falta del estímulo vernalizante que finalmente se hizo limitante en las dos siembras excluidas de septiembre y octubre cuando el abastecimiento nitrogenado resultó escaso. ($R^2 = 0,97$, Valor de $F = 17,3$, $ES = 85,4$).

En un análisis paralelo se encuentran las estimaciones de rendimiento realizadas en plantas de flor blanca que fue notoriamente más productiva que la de flor azul. Dichas estimaciones realizadas a fin del ciclo de plantas sembradas en agosto sin riego y con 20 kg/ha de fertilización, permitieron establecer un promedio de 4.440 lugares reproductivos por planta. Se estableció un valor medio de pérdidas por aborto de 40% mediante la observación de la cicatriz dejada en los restos florales (por cada flor quedan las cicatrices de 4 frutos y si alguno estuvo chuzo su cicatriz remanente es de tamaño mucho menor).

Se supusieron pérdidas de cosecha de un 30% teniendo en cuenta la dificultad de recolección por aspiración de los granos caídos al suelo (un cultivo extensivo común posee pérdidas entre 3 y 5%).

El peso de 1000 granos promedio fue de 22 grs.;

con estos supuestos y la distribución espacial de las plantas ya descrita, se llegó a un rendimiento estimado de 1.400 kg/ha. Lo que representa un valor bastante aceptable pues representa 462 kg/ha de aceite (33%) del cual 98 kg/ha (21,3%) sería GLA. Si en el futuro se pudiera mejorar a favor de la reducción en la caída de los frutos, estos valores podrían subir constituyendo una alternativa de producción de GLA particularmente eficiente.

CONCLUSIONES

Los modelos fenológicos vastamente probados en cultivos tradicionales, cuando son utilizados para describir la respuesta de un nuevo cultivo, deben ser utilizados con precaución pues pueden llevar a conclusiones erróneas. Son fuente de error: a) La distribución de las siembras continuadas a lo largo del año, que deben estar separadas por no menos de 20 días a pesar de usar datos de distintos años. b) El número de fechas utilizadas; se recomienda no menos de 5-6 pero este número puede resultar insuficiente cuando los requerimientos de vernalización son moderadamente importantes y los datos pueden no ser útiles de comportarse las plantas como bianuales. c) El requerimiento de vernalización no interpretado. d) Considerar a la nutrición nitrogenada como factor secundario que no afecta la expresión del desarrollo o el desarrollo en sí mismo.

La borraja de flor blanca de origen español posee respuesta fotoperiódica de día largo cuantitativa; sus requerimientos de vernalización, también cuantitativos y de cierta magnitud, requieren mayor investigación ya que, la falta de este estímulo, puede ser confundida y suponerse ausente cuando en realidad la disponibilidad de agua y nitrógeno pueden influir en el mismo sentido sobre el momento de floración y determinar un comportamiento bianual. Esto último ocurre a partir de siembras no tan tardías como pueden ser las del mes de septiembre. En fechas de siembra invernales logra satisfacer adecuadamente su requerimiento en frío a la latitud de Buenos Aires.

Estimaciones preliminares de rendimiento en la línea de flor blanca permiten abrigar expectativas favorables sobre el futuro de este cultivo en las condiciones ambientales de la zona pampeana.

BIBLIOGRAFIA

- BEATTY D. and F. GARDNER.** 1967. "Effect of photoperiod and temperature on flowering of white clover (*Trifolium repens* L.). *Crops Science*, 1:323-326.
- BISSET N., P. HOUGHTON, and P. HYLANDS.** 1991. "Some current trends in medicinal plant research" The medicinal plant industry. Wijesekera R.O. Ed. CRC Press, Boca Raton. International Standard Book Number 0-8493-6669-0. p115-147.
- CARTER J.** 1988. "Gamma-linolenic acid as a nutrient". *Food Technology*. 42:72-82.
- DE FINA A. (1939).** Días que determinan la floración en lino. *Physis*, 18:291-315.
- ELLIS R., E. ROBERTS and R. SUMMERFIELD.** 1988. Photothermal time for flowering in Faba Bean (*Vicia faba*) and the analysis of potencial vernalization responses. *Annals of Botany*, 61:73-82.
- ELLIS R., R. SUMMERFIELD, E. ROBERTS and P. COOPER.** 1989. "Environmental control of flowering in Barley (*Hordeum vulgare*). III. Analysis of potential vernalization responses, and methods of screening germplasm for sensitivity to photoperiod and temperature". *Annals of Botany*, 63:687-704.
- GALWEY W. and J. SHIRLIN.** 1990. "Selection of Borage (*Borago officinalis*) as a seed crop for pharmaceutical uses". *Technology* 65:249-257.
- HODGES T.** 1991. "Temperature and water stress effects on phenology". Predicting Crop Phenology. Hodges T. Ed. CRC Press, Boca Raton. p 8-13.
- HORROBIN D.** 1984. "Placebo-controlled trials of evening primrose oil". *Swedish J. Biology Med.*, 3: 13-17.
- LAWN R., R. SUMMERFIELD, R. ELLIS, A. QI, E. ROBERTS, P. CHAY, B. BROUWERS, J. ROSE and J. YEATES.** 1995. "Toward the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. VI. Applications in crop improvement". *Expl. Agric.* 31:89-108.
- MAJOR D. and J. KINIRY.** 1991. "Predicting daylength effects on phenological processes". Hodges T. Ed. CRC Press, Boca Raton. p 15-28.
- MARCELLOS H. and W. SINGLE.** 1970. "Quantitative responses of wheat to photoperiod and temperature in the field". *Australian Journal Agric. Research*. 22:343-357.
- MUISE B, M. ESSERS and J. VAN SOEST.** 1988. "*Oenothera* species and *Borago officinalis*: Sources of gamma-linolenic acid". *Netherlands Journal of Agric. Science*. 36:357-363.
- PASCALE A.** 1953. "Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos argentinos". *Meteoros*, 3 (1): 97-112.
- PASCALE A., C. REMUSSI y A. DE ROSBACO.** 1967. "Exigencias bioclimáticas del lino y su relación con la evolución del cultivo en la Argentina". *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires*. 17(1):5-28
- ROBERTS E., P. HADLEY and R. SUMMERFIELD.** 1985. "Effects of temperature and photoperiod on flowering in Chickpeas (*Cicer arietinum* L.)". *Annals of Botany*. 55:881-892.
- ROBERTS E., R. SUMMEFIELD, F. MUEHLBAUER and W. SHORT.** 1986. "Flowering in Lentil: The duration of the photoperiodic inductive phase as a function of accumulated daylength above the critical photoperiod". *Annals of Botany*. 58: 235-248.
- SENSIDONI A., G. BORTOLUSSI e C. ORLANDO.** 1996. "Olio di Borragine, importante fonte di acido Gamma-linolenico". *Industria Alimentari*. 35:664-669.
- SORLINO D.** 1994. "Respuesta fotoperiódica de tres cultivares de lino". *Rev. Facultad de Agronomía*, 14(3):265-270.
- SORLINO D.** 1997. Tesis de Magister (datos no publicados).
- WHIPKEY A., J. SIMON and J. JANIK.** 1988. "In vivo and in vitro lipid accumulation in *Borago officinalis*". *Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:798-807.