

El cultivo de la borraja (*Borago officinalis*) en Argentina, como suplemento dietético o productora de aceite para uso industrial

Silvia Falasca*
María Angélica Bernabé**

Abstract

The borage (*Borago officinalis*) appears as a world level crop because from their seeds an oil which contains linoleic acid employed as dietary supplement and apt to produce biodiesel can be extracted.

The aim of the present work was to identify the geographical area apt for the growth of the borage in Argentina. The thermic and hydric limits of its native place were considered to define its agroclime in Argentina.

Then, agroclimatological indexes using information from the climatic data base of the Climate and Water Institute of INTA during the period 1971-2000, were calculated. After the maps for each agroclimatic index was elaborated, that area resulting from the superposing of all them, defined the agroclime of the specie in Argentina.

To obtain oil with high content of linoleic acid the borage will have to be cultivated in latitude not below to -38 L. Out of that environment, they appear appropriate areas with water deficiency which could be irrigated for food destination.

If bad quality oil is obtained because of high the temperatures occurring during the reproductive stage it still could be used as biodiesel.

Key words: *Borago officinalis*, *Bioclimatic necessities*, *Agroclimatic zonation*, *Argentina*.

* Investigadora de CONICET; Instituto Clima y Agua, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar; Buenos Aires, Programa de Estudios sobre el Medio Ambiente y la Producción Agropecuaria, CINEA; Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN, correo electrónico: sfalasca@conicet.gov.ar

** Programa de Estudios sobre el Medio ambiente y la Producción Agropecuaria, CINEA; Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN, Buenos Aires, Argentina, correo electrónico: bernabe@fch.unicen.edu.ar

Resumen

La borraja, *Borago officinalis*, se perfila como un cultivo prometedor a nivel mundial ya que de sus semillas se extrae un aceite que contiene ácido γ -linoleico que se emplea como suplemento dietético y es apto para producir biodiesel.

El objetivo del presente trabajo fue identificar el área geográfica para el desarrollo de la borraja en Argentina. Para definir el agroclima en Argentina, se tuvieron en cuenta los límites térmicos e hídricos de su lugar de origen. Luego se calcularon los índices agroclimáticos a partir de la base de datos climáticos del Instituto de Clima y Agua del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para el período 1971-2000. Se elaboraron los mapas correspondientes a cada uno de los índices agroclimáticos y el mapa resultante de la superposición fue el que definió el agroclima de la especie en Argentina.

Para obtener aceite con alto contenido de ácido γ -linoleico la borraja deberá cultivarse en latitudes no inferiores a los -38° L. Fuera de ese entorno aparecen áreas apropiadas con limitaciones por deficiencia de humedad que podrían ser regadas con fines alimentarios. Cuando acontecen temperaturas elevadas durante la fase reproductiva y por ende, se obtiene aceite de baja calidad, el mismo podrá destinarse para elaborar biodiesel.

Palabras clave: *Borago officinalis*, necesidades bioclimáticas, zonificación agroclimática, Argentina.

Introducción

Borago officinalis, denominada comúnmente “borraja”, es una especie herbácea anual de crecimiento indeterminado perteneciente a la familia de las Boraginaceae (Janick *et al.*, 1989).

Probablemente el área de origen de la especie haya sido Siria de donde pasó como cultivo a Europa mediterránea, Norte de África e Irán, donde se ha naturalizado; por eso es una especie típica de los países de la zona occidental del Mediterráneo, particularmente España (Fonnegra y Jiménez, 2007).

La borraja, que alcanza 20-70cm de altura, presenta tallo y hojas pubescentes, con pelos blancos. Las hojas inferiores son ovales-elípticas y pecioladas, mientras que las superiores se disponen abrazando al tallo. El tallo verde es muy turgente y presenta matices morados. Existen variedades caracterizadas por el color de la flor. Aunque generalmente son azules brillantes, también hay biotipos de flores blancas y rosadas. Se trata de poblaciones muy heterogéneas con gran diversidad de porte, vigor y desarrollo de la planta, forma, color y tamaño del limbo y peciolo de las hojas, floración, etc.

Es una planta alógama que presenta flores hermafroditas con forma de estrella de cinco puntas. Las mismas están agrupadas en racimos terminales que se inclinan hacia el suelo y aparecen al principio de la estación primaveral, aunque la floración

se puede prolongar hasta el otoño. Posee un sistema de autoincompatibilidad controlada por muchos genes. La polinización es entomófila, llevada a cabo preferentemente por abejas. Por eso, es una especie fenotípicamente muy variable.

Los frutos están formados por cuatro nuececillas oblongo-ovoidales, erectas, cóncavas y con un anillo engrosado cerca de la base; tienen la superficie rugosa y son de color pardo. La borraja crece rápidamente y está lista para cosechar entre los 50 a 120 días después de la siembra (Berti *et al.*, 2010). El principal inconveniente que presenta el cultivo es que la mayoría de los cultivares disponibles producen frutos dehiscentes, es decir que se desgranar con facilidad, de modo que sólo un 20% de las semillas pueden ser cosechados por medios convencionales, aunque en Europa ya existen variedades no dehiscentes. Y el otro inconveniente que presenta es que al ser una especie de fertilización cruzada es necesaria una densa población de abejas para lograr buenos rendimientos.

Las semillas son muy pequeñas, 65 semillas pesan solo un gramo; un litro de ellas pesa alrededor de 430g. En condiciones comerciales de conservación mantiene alto el poder germinativo durante 8-10 años. La semilla germina con gran rapidez, sin problemas de dormición.

La borraja se cultiva comercialmente por el aceite de la semilla que presenta alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente ácido γ -linoleico, que representa el 20-23% de los ácidos grasos totales. Debido a que los ácidos grasos poliinsaturados no son sintetizados por el cuerpo humano se lo emplea en suplementos dietéticos. Ellos son importantes precursores de compuestos fisiológicamente activos, como las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos.

Los productores principales de semilla de borraja son Canadá, Reino Unido, Nueva Zelanda, los Países Bajos y los Estados Unidos (Nicholls, 1996). El mercado internacional de aceite de borraja fluctúa con los años, algunos con exceso de producción y otros con producción baja. La causa principal se debe a que el primer productor mundial es Canadá, donde pueden producir semilla con bajo costo, pero donde existe alto riesgo de fracaso debido a las heladas tempranas. Por consiguiente el volumen comercializado cada año es inconstante, fluctuando entre 500 y 2,000 toneladas. Semillas con valores superiores al 24% de ácido γ -linoleico resultan más fáciles de vender en años con sobreproducción.

En 1999 se sembraron en Canadá 15,000has, pero la sobreproducción más la importación de Onagra (*Oenothera biennis*) que posee también ácido γ -linoleico produjo una reducción en el precio y ello determinó una merma en la superficie sembrada a 10,000has, que nunca volvió a ser superada. Actualmente en el Reino Unido hay unas 700 hectáreas cultivadas para obtener aceite. En Chile, en la X Región, existen aproximadamente 1,000has cultivadas con el mismo fin.

El rendimiento de semillas oscila de 150 a 375kg/ha en North Dakota. Esos bajos rindes probablemente se deban a dificultades en la fecundación asociadas a

bajas poblaciones de polinizadores nativos (Berti y Schneider, 1993). En el Norte de Europa, los rindes promedios son de 625kg/ha aunque podrían obtenerse rendimientos potenciales de hasta 1t/ha de semillas (IENICA).

La producción en gran escala de semilla de borraja está limitada por un largo periodo de formación y maduración de semillas y por la fuerte dehiscencia de los frutos, lo que hace que gran parte de la semilla producida caiga al suelo y se pierda antes de ser cosechada (Janick *et al.*, 1989).

En Argentina la borraja ha sido reconocida como especie asilvestrada en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Catamarca, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, Mendoza, Misiones, Río Negro y Salta (SIB), razón por la cual su cultivo en escala no presentará problemas de adaptación.

Posibles usos

Esta especie ha sido cultivada tradicionalmente como fuente de alimento para abejas y como planta ornamental. Sus hojas, pecíolos y flores tienen un sabor agradable y se utilizan en ensaladas (Osborne, 1999), así como en medicina tradicional para el tratamiento de la tos, inflamación de las vías aéreas superiores y otros problemas respiratorios (Prakash, 1990).

En las flores de esta planta se encuentran varias sustancias flavonoides, además de alcaloides como la alantoina y alcaloides pirrolizidínicos, los cuales pueden generar efectos negativos en el hígado. Las hojas secas también contienen cantidades pequeñas (10ppm de hierba seca) de alcaloides derivados de la pirrolizidina: intermedinae, lycopsaminae, amabiline y supinine (Larsen *et al.*, 1984; De Smet, 1991).

Aunque esta planta se ha cultivado tradicionalmente al aire libre, actualmente se están obteniendo excelentes resultados con el cultivo bajo plástico en España. En estas condiciones, se mejora el crecimiento. Bajo invernadero es posible obtener un producto de calidad, con pecíolos largos, tiernos y con poca cantidad de pelos, durante gran parte del año. La planta soporta bien las bajas temperaturas invernales y las humedades elevadas. En los alrededores de Zaragoza se ha convertido la borraja en el cultivo más rentable bajo plástico para ser consumido como verdura fresca.

La expansión del cultivo protegido puede favorecer la recuperación de esta hortaliza marginada. Fue traída a la Argentina por los inmigrantes italianos, quienes la utilizaban como verdura de hoja. La cultivaban para luego emplearla como relleno de ravioles y canelones. Después se fueron acostumbrando a comprar la acelga que ofrecía el mercado y dejaron de cultivar la borraja, que hoy está catalogada como “maleza o yuyo”.

Se le atribuyen propiedades medicinales porque la borraja aporta una cantidad importante de provitamina A y vitamina C, y entre sus minerales se destacan el

hierro, el calcio y el potasio. Las sales minerales son abundantes, siendo el nitrato potásico el principal responsable de su actividad diurética, tónica cardíaca y sudorífica, si bien dichas acciones se ven favorecidas por otros compuestos como los taninos. Debido a su contenido en mucílagos, posee propiedades emolientes, antitúxicas y antiinflamatorias, por lo que se utiliza en el tratamiento de infecciones de las vías respiratorias altas.

El contenido de aceite de la semilla varía entre 26-38%. El volumen promedio de aceite de las semillas de borraja oscila entre 300 y 380g/kg. El aceite y volumen de ácido γ -linoleico son más altos en la semilla de borraja comparada con la primula u onagra (*Oenothera biennis*) y especies del género Ribes (Wolf *et al.*, 1983). El nivel de ácido γ -linolénico en el aceite de borraja puede elevarse en la extracción a 40-45% con la mejora enzimática (Gunstone, 1992; Horrobin, 1992).

El aceite de borraja se utiliza por su relevante contenido en ácidos γ -linoleico (ω -6); ácido α -linoleico, de la serie ω -3 y numerosos otros ácidos grasos poliinsaturados (Meyer *et al.*, 1999). Además contiene ácido palmítico (10-11%), ácido esteárico (3.5-4.5%), ácido oleico (16-20%), ácido linoleico (35-38%), ácido eicosenoico (3.5-5.5%), ácido erúxico (1.5-3.5%), y ácido nervónico (1.5%).

Tanto el ácido γ -linoleico como el ácido α -linoleico están presentes en las semillas como ésteres de glicerol (triglicéridos), con estructura distinta según la tipología y la posición del ácido graso en uno de los tres carbonos del glicerol.

El ácido γ -linolénico es un precursor de la prostaglandina GE1 y GE2 y Tromboxanos A2, sustancias que resultan imprescindibles para regular diversos procesos metabólicos en el cuerpo humano (Willis, 1981), como inhibidor antitrombótico en la agregación de plaquetas, la presión sanguínea, e inhibiendo la formación de colesterol (Belisle, 1990; Guo *et al.*, 2000). Asimismo, otras investigaciones llevadas a cabo en humanos han demostrado que dicho aceite atenúa la actividad cardiovascular frente al estrés, y de hecho provoca una disminución de la presión sanguínea sistólica y del pulso cardíaco.

El ácido γ -linoleico se correlaciona negativamente con el contenido de aceite pero positivamente con el contenido de ácido erúxico. Las líneas de flores azules presentan más alto contenido de ácido γ -linoleico que los genotipos de flores blancas (Princen y Rossi, 1996).

Otros usos médicos potenciales incluyen el tratado de eccemas (Wright y Burton, 1982); reducción de los efectos colaterales de diabetes, como daño vascular, las plaquetas alteradas, y arteriosclerosis (Kies, 1989). También se ha considerado la acción beneficiosa del aceite de la semilla de borraja en el tratamiento de la artritis reumatoide (Kast, 2001).

La flor, que contiene un alcaloide derivado de la pirrolizidina, la thesinina, tiene un sabor dulce como la miel y es una de las pocas cosas comestibles realmente de color azul; se utiliza a menudo para decorar postres.

Debido a sus constituyentes fenólicos presentes en la semilla se le atribuyen propiedades antioxidantes. El compuesto antioxidante dominante se identificó como ácido rosmarínico (Wettasinghe *et al.*, 2001).

En los medios internacionales se la está promoviendo como especie potencialmente productora de biodiesel. El biodiesel de borraja cumple con los estándares de la norma ASTM D 6751. El Punto de nube, que representa la operatividad del biodiesel a bajas temperaturas es de -1.3°C , algo ligeramente mejor para climas fríos que la soja cuyo valor es de 0.9°C (Sanford *et al.*, 2010).

Necesidades ecológicas

Por experiencias sobre el cultivo de borraja llevadas a cabo en otros países se pueden inferir las posibilidades de éxito que podría alcanzar en Argentina. Por ejemplo, el clima del sur de Chile, que es muy apto para producir semillas de borraja, es similar al de Nueva Zelanda, que es el segundo productor mundial. Berti *et al.* (2010), han diseñado varios ensayos agronómicos con distintas fechas de siembra, tolerancia a temperaturas bajas, fechas de cosecha, densidad de plantación, y fertilización para determinar la adaptabilidad del sur del país. Ellos determinaron que la siembra en la X Región deberá hacerse entre septiembre y octubre. Además encontraron que a medida que aumentaba la dosis de N se observaba un aumento en el contenido de ácido γ -linoleico y que las semillas inmaduras (marrón claro) tuvieron el menor contenido de ácido γ -linoleico, las semimaduras, de color marrón, contenido intermedio y las maduras (color negro), el máximo.

La borraja crece en climas templados donde la temperatura media anual fluctúa de 5°C a 21°C con precipitaciones anuales de 300mm a 1,300mm y en suelos bien drenados y ricos en materia orgánica con un pH de 4.5 a 8.3. Se ha observado su crecimiento desde los 50m hasta los 1,100m de altitud (Yanick *et al.*, 1989).

La temperatura base requerida para floración es de apenas 6.2°C . Pero para obtener un aceite de alta calidad, el desarrollo de la semilla debe producirse con temperaturas inferiores a 26°C , siendo el rango de temperatura óptimas de 16°C a 22°C . La densidad de plantación recomendada para obtener el máximo rendimiento de semilla oscila de 172,222 a 205,000 plantas/ha (Berti *et al.*, 2010).

Tolera muy bajas temperaturas, debajo de -50°C , se hiela y empieza a crecer nuevamente cuando éstas comienzan a subir (FAO, 1994).

Normalmente la borraja deberá crecer en latitudes altas para tener un alto volumen de ácido γ -linoleico. La mayoría de las compañías requieren un mínimo de 22% que no son fáciles de obtener en las latitudes inferiores a 38°L .

Materiales y métodos

Primeramente se investigaron las necesidades bioclimáticas durante todo el ciclo del cultivo de *Borago officinalis*, ya que el fin es cosechar semillas para obtener aceite. Luego se buscaron los índices agroclimáticos para zonificar la potencial área de cultivo en Argentina como fuente de ácido γ -linoleico y como cultivo energético en aquellos lugares donde la calidad del aceite a obtener no cumple con los requisitos mínimos para ser comercializado como suplemento dietético. Para ello se trabajó con la serie de datos meteorológicos de la base de datos del Instituto de Clima y Agua de INTA para el periodo 1970-2000.

Así se consideró que cuando las precipitaciones anuales resultan inferiores a 300mm, el área califica como inepta; y con valores superiores, como apta.

Para analizar el factor térmico se tuvieron en cuenta la temperatura media anual, y la temperatura máxima media de primavera. Se definió como zona apta a aquella cuya temperatura media anual oscila entre los 5°C y los 21°C.

Cuando la temperatura máxima media de primavera supera los 26°C resulta un área inepta porque el desarrollo de las semillas con temperaturas altas no permite obtener aceite de calidad. Las áreas con temperaturas máximas primaverales de 16°C a 22°C califican como óptimas desde el punto de vista térmico, mientras que en los rangos de 22°C a 26°C e inferiores a 16°C resultan áreas aptas.

La superposición de los mapas anteriores permitió obtener el mapa de aptitud agroclimática para el cultivo de la borraja en Argentina para producir aceite ya sea como suplemento dietético o para uso industrial.

Resultados y discusión

Se presenta en la Figura 1 el mapa de división política de Argentina con los nombres de las provincias a los fines de facilitar la interpretación de los resultados por una audiencia no familiarizada con la geografía política del país.

Analizando el record de años 1970-2000, se comprobó que en ningún caso acontecieron temperaturas, debajo de -50°C, valor que representa el límite de tolerancia al frío de la especie.

En la Figura 2, correspondiente a la precipitación media anual, se muestra un gran sector del país en donde se cumple la mínima necesidad de agua que requiere el cultivo para cumplir su ciclo en condiciones de secano, áreas que califican como aptas desde el punto hídrico y que reciben al menos 300mm.

En la Figura 3, correspondiente a la Temperatura media anual, se presenta el área apropiada desde el punto de vista térmico, con una temperatura media anual superior a 5°C y hasta 21°C. El área abarcada es muy amplia, aunque deben descartarse la totalidad de las provincias de Misiones, Formosa y Chaco, Norte y centro de Corrientes, y parte de las provincias de Salta, Jujuy, Santiago del Estero, Santa Fe, La Rioja y Catamarca por temperaturas altas.

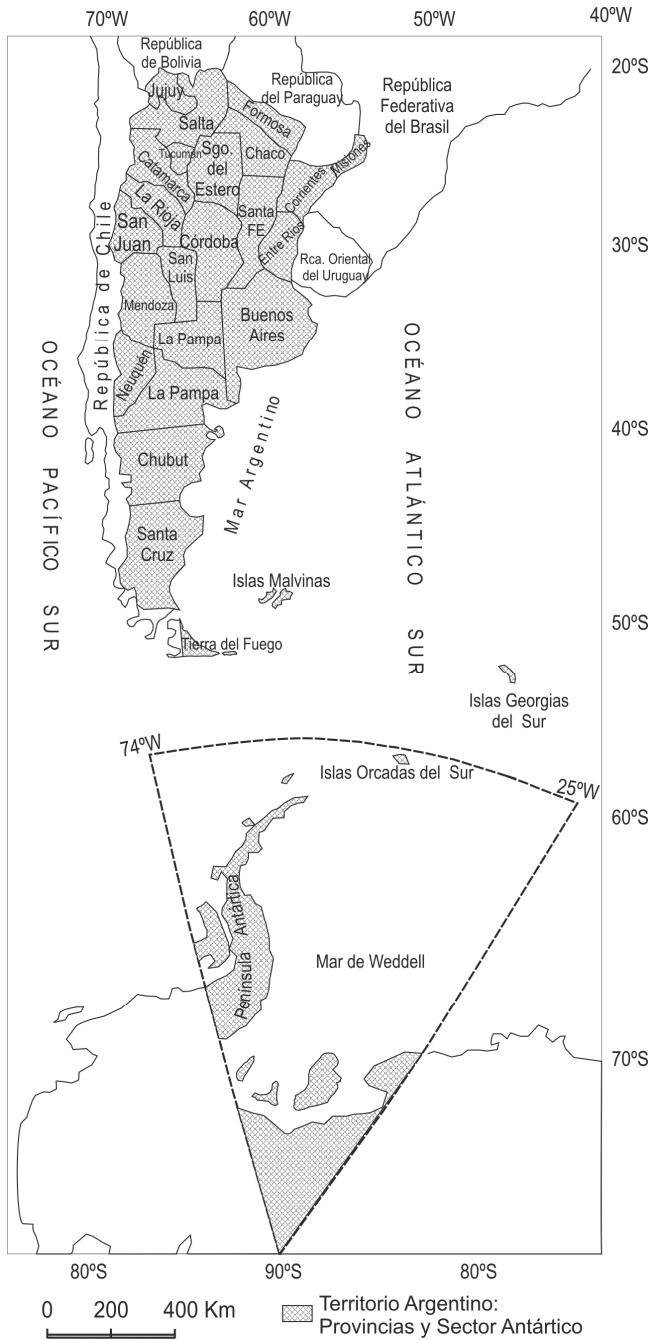


Figura 1. División política de la República Argentina.

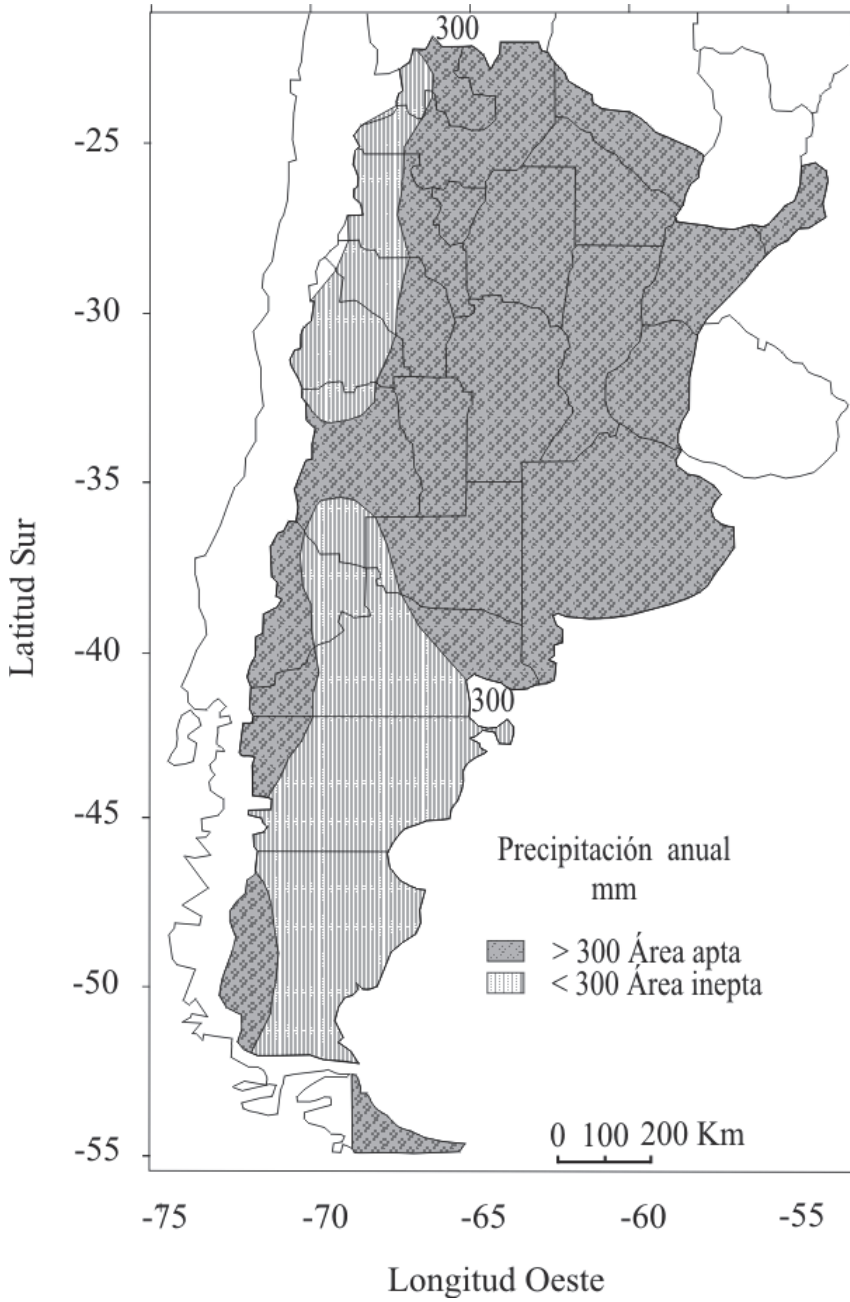


Figura 2. Precipitación media anual.

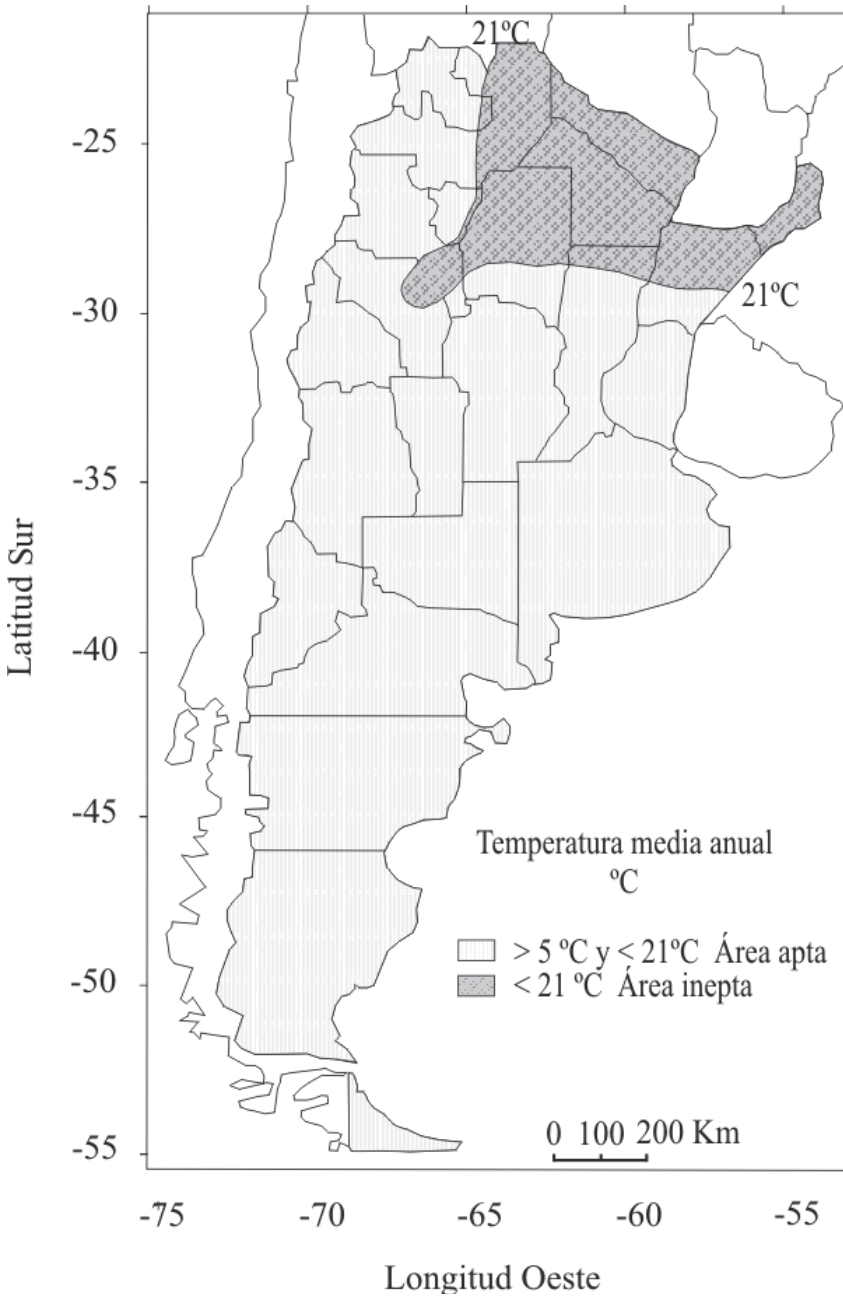


Figura 3. Temperatura media anual.

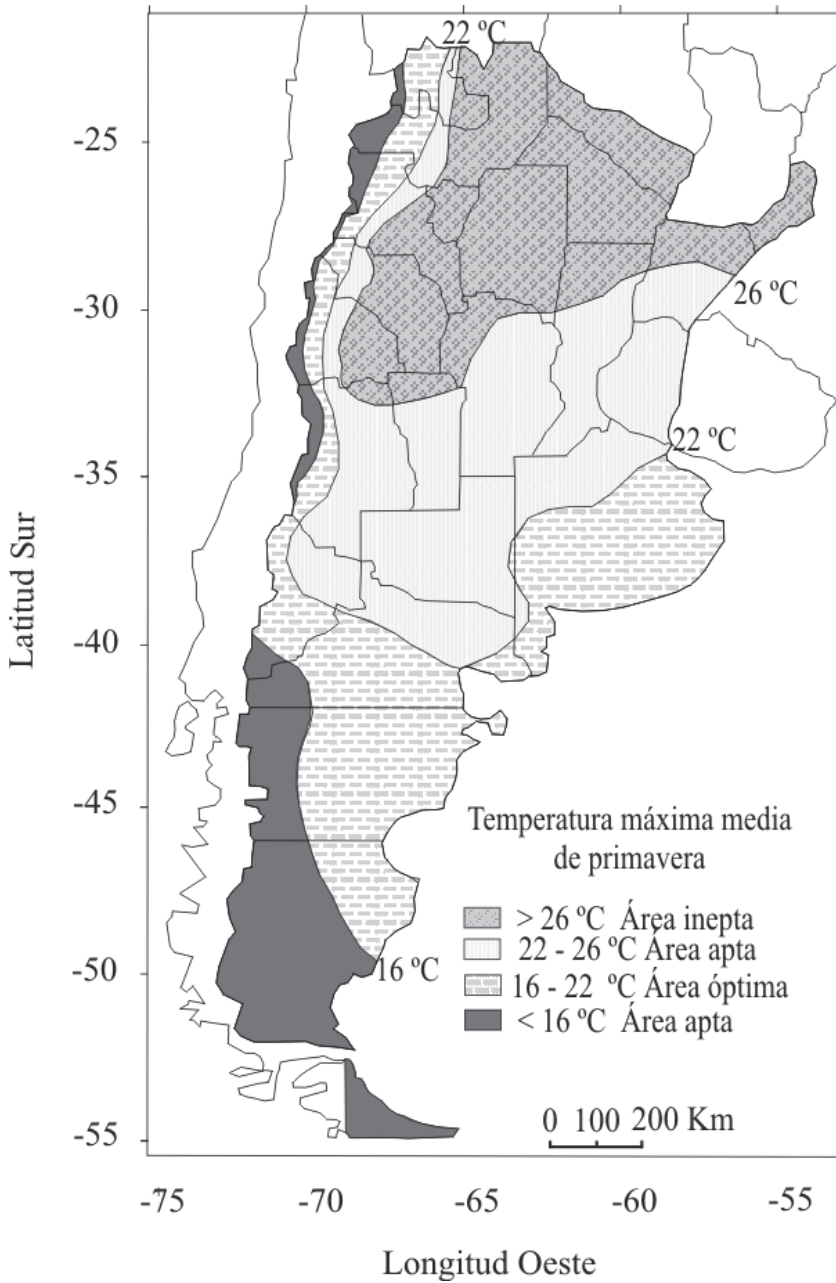


Figura 4. Temperatura máxima media de primavera.

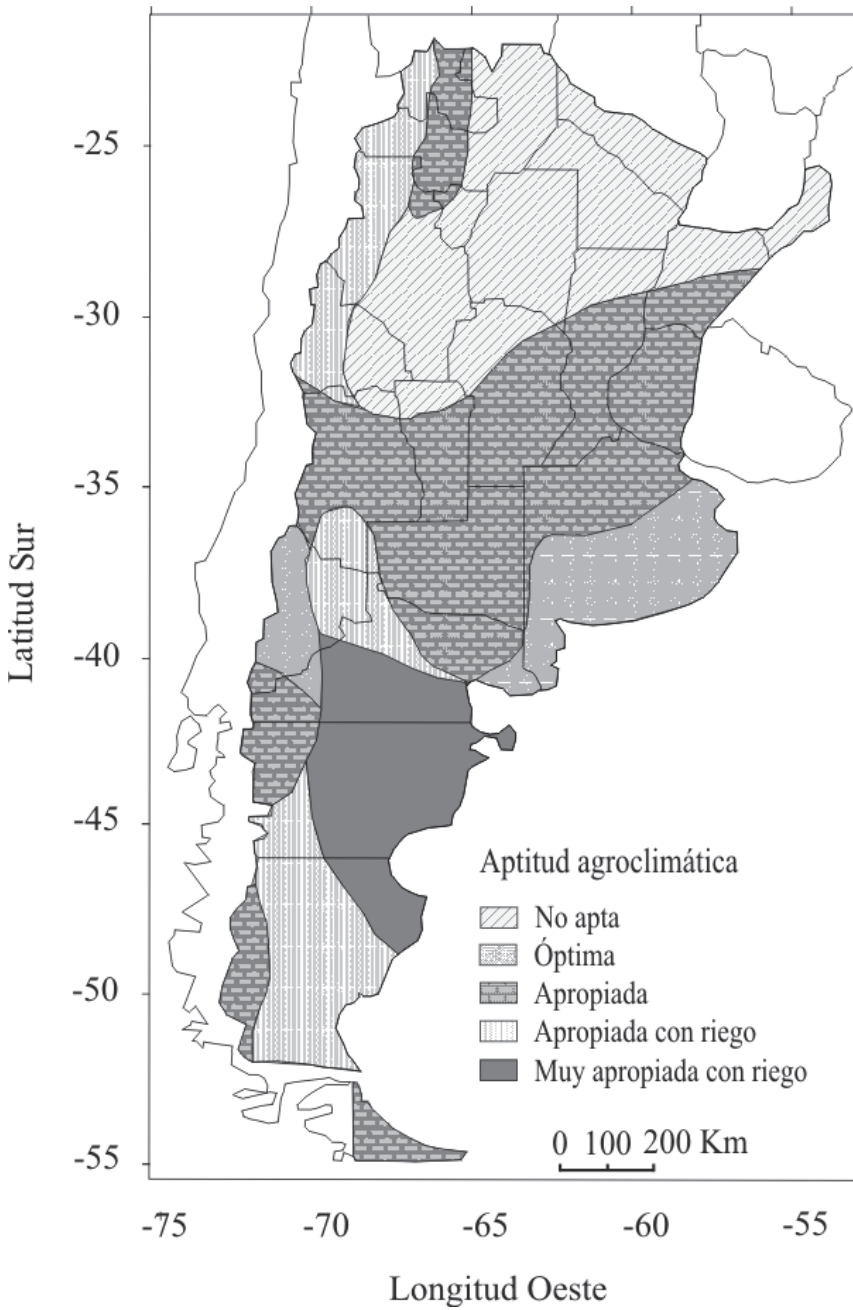


Figura 5. Aptitud agroclimática para el cultivo de la borraja.

En la Figura 4 se visualiza la Temperatura máxima media de primavera. Excluye por inepta el área del país con una temperatura máxima media primaveral igual o superior a 26°C, ya que como se explicó anteriormente para obtener aceite de alta calidad, el desarrollo de la semilla debe producirse con temperaturas inferiores a ese nivel. En líneas generales, el resto del país presenta aptitud apropiada. Pero también se cartografió separadamente el área comprendida entre los 16°C y 22°C que califica como óptima. Ésta se encuentra representada por áreas más frescas en el oeste del país debido a la altitud, mientras que en la provincia de Buenos Aires y sector patagónico se conjugan varios factores que se interrelacionan: latitud, altitud y efecto oceánico para tener primaveras más frescas.

La Figura 5 representa la aptitud agroclimática para el cultivo de la borraja en Argentina. Muestra dos áreas óptimas, una que comprende centro y sur de la provincia de Buenos Aires y la otra que abarca gran parte de la provincia de Neuquén. Esta última área calificada con aptitud óptima, goza de cierta similitud con la X Región chilena, desde el punto de vista térmico, cuya temperatura media anual oscila entre los 9 y 12 °C.

Las áreas apropiadas cubren una parte del sector de valles cordilleranos desde Neuquén hasta Santa Cruz agregando la provincia de Tierra del Fuego. Estas zonas gozan de temperaturas muy frescas durante la primavera, seguramente muy aptas para producir semillas de borraja con alto contenido en aceite linoleico.

La zona señalada en el mapa como apropiada en el noroeste argentino como las zonas que abarcan parte de la llanura pampeana y parte de la región de Cuyo, permitirán obtener probablemente aceite de inferior calidad, para uso industrial debido al régimen térmico imperante.

En el sector patagónico podría implementarse el riego complementario ya que existen áreas calificadas con aptitudes muy apropiadas con riego y apropiadas con riego, ampliando el agroclima de la borraja cuando el destino de la producción de semillas sea obtener suplemento dietético.

Obviamente que serán necesarios ensayos de rendimiento, para verificar *in situ* los rindes. El aceite bruto y refinado podrá ser exportado para la industria nutracéutica y medicinal siempre y cuando se cumplan con los contenidos mínimos exigidos a nivel internacional.

Consideraciones finales

En base al análisis de bibliografía internacional, se verificó que según las condiciones ambientales y la fecha de siembra la borraja, varía la composición de ácidos grasos. Pero en líneas generales produce rindes más bajos en semillas y en aceite que los cultivos oleaginosos tradicionales.

Sin embargo, es importante recordar que la borraja no ha recibido la misma inversión de recursos de la investigación como otros cultivos convencionales. La limitante en el desarrollo de este mercado de exportación del aceite es el desconocimiento de parte de productores y de investigadores del paquete tecnológico que se necesita para que la borraja sea un cultivo competitivo. Mediante modificación genética deberían generarse líneas de borraja con mayor rinde de semillas y resistencia al desgrane.

Investigadores españoles están intentando domesticar la especie para adelantar su periodo de floración, que se sitúa en torno a los 2 o 3 meses y evitar la falta de retención del fruto, causas principales del bajo rendimiento del cultivo.

Las autoras consideran que en la actualidad no es viable económicamente producir borraja para biodiesel porque presenta rendimientos bajos por hectárea comparado con otros cultivos energéticos.

Bibliografía

- Beaubaire, N. A. y Simon, J. E., "Production potential of *Borago officinalis* L", *Acta Hort.* 208:101-113, 1990.
- Belisle, D., "Potential of evening primrose in Canada", *Bio-Options* 1:4-5, 1990.
- Berti, M. y Schneiter, A. A., "Preliminary agronomic evaluation of new crops for North Dakota", pp. 105-109, en J. Janick y J. E. Simon (eds.), *New crops*, Wiley, New York, 1993.
- Berti, M., Wilckens, R.; Fischer, S. y Araos, R., "Borage: A new crop for Southern Chile", pp. 501-505, en J. Janick (ed.), *Trends in new crops and new uses: Strength in diversity*, ASHS Press, Alexandria, Virginia, USA, 2002.
- Berti, M.; Fischer, S. U.; Wilckens, R. L.; Hevia, M. F. y Johnson, B. L. "Borage (*Borago officinalis* L.) response to N, P, K and S fertilization in South Central Chile", *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(2):228-236, 2010.
- De Smet, P. M., "The safety of borage seed oil", *Canadian Pharm Journal*, 124(1), 1991, p. 5
- FAO, "Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective", J. E. Hernando Bermejo y J. León (eds.), *Plant Production and Protection*, Series no. 26, Rome, Italy, 1994, pp. 303-332.
- Fonnegra, R. y Jiménez, S., "Plantas medicinales aprobadas en Colombia", 2a. edición, Editorial Universidad de Antioquía, Medellín, 2007, 368 pp.
- Guo, Y.; Cai, X.; Zhao, X. y Shi, R., "Effect of five kinds of vegetable seed oil on serum lipid and lipid peroxidation in rats", *Wei. Sheng. Yan. Jiu.*, 30(1):50-51, 2001.

- Gunstone, F. D., "Gamma linolenic acid occurrence and physical and chemical properties", *Progress in Lipid Research* 31:145-161, 1992.
- Horrobin, D. F., "Nutritional and medical importance of gamma-linolenic acid", *Progress in Lipid Research* 31:163-194, 1992.
- IENICA (Interactive European Network for Industrial Crops and Applications), Borage (*Borago officinalis*), disponible en: <www.ienica.net/crops/Borage.pdf>.
- Janick, J., Simon, J. E.; Quinn, J. y Beaubaire, N., "Borage: A Source of Gamma Linolenic Acid", en L. E. Craker y Simon, J. E. (eds.), *Herbs, spices, and Medicinal Plants. Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology*, Food Products Press, 4:145-168, 1989.
- Jensen, W. A., *Botanical Histochemistry. Principles and practice*, 3a. Ed., Freeman, Ames, Iowa, 1962, 277 pp.
- Kast, R. E., "Borage oil reduction of rheumatoid arthritis activity may be mediated by increased CAMP that suppresses tumor necrosis factor-alpha", *Int. Immunopharmacol*, 1(12):2197-2199, 2001.
- Kies, C., "Evening primrose oil: A source of gamma-linolenic acid", *Cereal Foods World* 34:1016-1020, 1989.
- Larsen, K. M., Roby, M. R. y Stermitz, F., "Unsaturated pyrrolizidines from borage (*Borago officinalis*), a common garden herb", *J. Nat. Products* 47(4):747, 1984.
- Meyer, B. J., Tsivis, E., Howe, P. R. C., Tapsell, L. y Calvert, G. D., "Polyunsaturated fatty acid content of foods: differentiating between long and short chain omega-3 fatty acids", *Food Australia* 51(3):82, 1999.
- Nicholls, F., "New crops in the UK: From concept to bottom line profits", en J. Janick (ed.), *Progress in new crops*, ASHS Press, Alexandria, VA, p. 21-26, 1996.
- Osborne, J. L., "Borage", *Bee World* 80, 1999, p. 33.
- Prakash, V., "Leafy spices", CRC Press Inc., 1990, 114 pp.
- Princen, L. H. y Rossi, C., Proceedings of the 9th International Conference on Jojoba and its uses and of the 3rd International Conference on New Industrial Crops and Products, 1996, 450 pp.
- SIB, Sistema de Información de Biodiversidad, Administración de Parques Nacionales, Proyecto de Conservación de la Biodiversidad - Donación GEF-BIRF TF 028372-AR. Disponible en: <www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*borago*officinalis>
- Sanford, S. D.; White, J. M.; Shah, P. S.; Sanford, S. D.; White, J. M.; Shah, P. S.; Wee, C.; Valverde, M. A. y Meier, G. R., "Feedstock and Biodiesel: Character-

- istics. Report”, Renewable Energy Group, Inc., 2010, 136 pp. Disponible en: <www.regfuel.com>
- Wettasinghe, M.; Shahidi, F.; Amarowicz R. and Abou-Zaid, M. M., “Phenolic acids in defatted seeds of borage (*Borago officinalis* L.)”, *Food Chem*, 75, pp. 49-56, 2001.
- Willis, A. L., “Nutritional and pharmacological factors in eicosanoid biology”, *Nutr. Rev.* 39:289-301, 1981.
- Wolf, R. B., Kleiman, R. y England, R. E. “New sources of gamma-linolenic acid”, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60:1858-1860, 1983.
- Wright, S. y Burton, J. L. “Oral evening primrose seed oil improves atopic eczema”, *Lancet*, pp. 1120-1122, 1982.