

¿QUÉ VARIEDADES DE CÁÑAMO INDUSTRIAL SE USARÁN EN LA ARGENTINA?

WHAT VARIETIES OF INDUSTRIAL HEMP WILL BE USED IN ARGENTINA?

Daniel Marcelo Sorlino. UBA (Argentina)

Coordinador del Grupo de Estudio y Trabajo (GET) en Cannabis. FAUBA
dsorlino@agro.uba.ar / <https://orcid.org/0009-0006-2791-2802>

Cecilia García Sampedro. Senasa (Argentina)

Dirección de Información Estratégica Fitosanitaria – Dirección Nacional de Protección Vegetal (Senasa)
Grupo de Estudio y Trabajo en Cannabis (Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires)
cgarcia@senasa.gov.ar / <https://orcid.org/0009-0002-4488-1594>

Eduardo Mario Musacchio. UBA (Argentina)

Docente investigador de la Cátedra de Genética, UBA
musacchio@agro.uba.ar / <https://orcid.org/0009-0008-9633-596X>

Resumen

Ante la proximidad del inicio de la producción de cáñamo industrial en el país, se comentan los pasos a seguir para determinar las variedades extranjeras que mejor adaptación encuentren en diferentes sistemas de producción argentinos, así como la obtención de materiales locales por mejoramiento. De igual modo se describen algunos procesos, prácticas, problemáticas y alternativas a contemplar para la difusión del cultivo en el país.

Palabras clave: *Cannabis sativa*, variedades, adaptación, interacción genotipo-ambiente

Abstract

Given the fact that industrial hemp production in Argentina is expected to start shortly, the necessary steps both to determine the foreign varieties that best adapt to different Argentine production systems and to obtain local materials through genetic improvement are described. Some processes, practices, problems and alternatives that should be considered for the diffusion of the crop in the country are also presented.

Keywords: *Cannabis sativa*, varieties, adaptation, genotype-environment interaction

Introducción

Cannabis sativa L. es una especie herbácea cuya importancia en la historia de la humanidad es tan grande como, a veces, poco conocida. Desde muy antiguo se ha utilizado en la medicina popular y también como fuente de fibra textil. Podría decirse, incluso, que gracias a ella fueron posibles la temprana exploración de los mares y los inicios del intercambio comercial internacional, ya que, por mucho tiempo, tanto las velas de las embarcaciones como las sogas empleadas en la navegación se fabricaron con sus fibras.

Sin embargo, intereses comerciales -concretamente, del sector productor de fibras sintéticas- derivaron, en las primeras décadas del siglo XX, en una prohibición total de este cultivo en prácticamente todo el

mundo. Como es de imaginar, unas de las principales consecuencias de esta prohibición fueron el freno a las investigaciones en torno a sus propiedades y sus usos, y también la virtual pérdida de muchos valiosísimos materiales genéticos a lo largo y a lo ancho del globo.

Felizmente, esta planta, de rápido crecimiento, viene experimentando un resurgimiento en los últimos años por constituir materia prima para múltiples industrias. Es, de hecho, un tesoro en compuestos fitoquímicos y una rica fuente de fibras celulósicas y leñosas, obtenidas de sus tallos, así como de proteínas y aceite presentes en los granos. La percepción generalizada y la toma de conciencia acerca del deterioro acelerado del ambiente en el planeta ha venido cambiando ciertos paradigmas y, como resultado de ello, por un lado, las fibras naturales se han revalorizado con respecto

a las sintéticas y, por otro, se ha optado por reemplazar recursos no renovables u otros de lenta renovación -como los bosques- por elementos obtenidos de especies de rápido crecimiento. La ciencia apuntaló fuertemente el desarrollo de nuevos usos y de tecnologías novedosas, de modo tal que la industria fue capaz de retomar estas materias primas y en ese camino se está avanzando.

Cualquier producción requiere de materiales cuya composición genética permita, en función de las necesidades, maximizar la cantidad y optimizar las características de los productos obtenidos. Como es lógico, el caso de *Cannabis sativa* L., sea o no para fines medicinales, no escapa a esta regla. Los genotipos específicamente vinculados con el aprovechamiento de las fibras del tallo, los componentes de los granos o ambos a la vez, que son sustancialmente diferentes de los genotipos usados con fines medicinales o recreativos, se agrupan bajo la denominación de “cáñamo industrial”.

Cannabis sativa L. y su mejoramiento

Se trata de una especie de ciclo anual, es decir que, luego de la floración y la fructificación, los individuos mueren, y, para un nuevo ciclo, el cultivo debe volver a implantarse. Es predominantemente dioica, esto es, ambos sexos se encuentran en pies diferentes: hay plantas que solo dan flores masculinas y otras que solo dan flores femeninas -se las denomina “machos” y “hembras”-. Existen, no obstante, individuos que tienen ambos sexos y, cuando estos predominan, hablamos de materiales monoicos o de poblaciones monoicas.

Las variedades monoicas resuelven ciertos problemas productivos. En los cultivos para fibra, evitan la heterogeneidad intersexo -las plantas macho son más precoces y sus tallos, más altos y delgados-. En los cultivos para grano, permiten el aprovechamiento del 100 % de los individuos, cosa que no sucedería si entre ellos hubiera machos, ya que estos se comportarían como malezas. Hoy coexisten en el mercado mundial variedades monoicas y dioicas para fibra. Todas las que producen grano son monoicas. En tanto las dioicas son relativamente sencillas de conservar por parte de los productores -de no mediar cruzamientos espontáneos-, el carácter monoico requiere una selección continua a medida que se multiplica semilla. Quien produce debe adquirirla año a año.

Poblaciones cultivadas de *Cannabis sativa* ssp. *sativa* utilizadas en Rusia central están ligadas como ancestros a variedades de toda Europa y del oeste de Asia. El carácter dioico, la polinización anemófila, la

abundante producción de polen y las características físicas de este, que le confieren la capacidad de recorrer muchos kilómetros, facilitan los cruzamientos y dificultan el logro de la pureza varietal de los cultivos y su mantenimiento.

Existen poblaciones monoicas o pseudodioicas espontáneas a partir de las cuales, hacia mediados del siglo pasado, se pudieron obtener cultivares monoicos (De Meijer, 1995). Uno de ellos, Fibrimon, seleccionado para fibras en Alemania, resultó ser la línea a partir de la cual se desarrolló en Francia, entre fines del siglo pasado y principios del actual, un conjunto de variedades monoicas que constituyeron el cambio más importante en la oferta de variedades comerciales de cáñamo industrial. Varios países europeos acompañaron a Francia en el desarrollo de nuevas variedades para fibra o grano. Italia y Hungría lo hicieron con materiales dioicos introduciendo en el proceso germoplasma chino, y así obtuvieron cultivares como, por ejemplo, Carmagnola y Kompolti, en tanto que en Polonia siguieron la línea de los cultivares monoicos, los primeros de ellos -como Bialobrzeskie-, obtenidos a partir de la ya mencionada Fibrimon. (Clarke y Merlin, 2016).

El objetivo de mejoramiento que se mantuvo más exigente fue no superar el 0,3% de Δ^9 Tetrahydrocannabinol o THC, cannabinoide psicotrópico presente principalmente en flores de *Cannabis sativa* L. Hoy, la gran mayoría de las variedades europeas de cáñamo industrial están debajo de ese valor.

Mientras en Europa y algunos países de otros continentes se dio este proceso de mejora, en la Argentina, durante casi 50 años cualquier subespecie o variedad de *Cannabis sativa* L. estuvo prohibida, pues la ley no asumía los usos medicinales ni tampoco que, dentro de la especie, había diferentes tipos de cultivares, es decir, variedades mejoradas con apenas trazas de THC y/o con una morfología de planta evidentemente adaptada a la producción de fibras o granos. La prohibición también condujo a la desaparición del germoplasma europeo para fibras que había demostrado aceptable adaptación en las cercanías de Luján, provincia de Buenos Aires, hasta principios de la década del 70.

Con el advenimiento de la ley 27.669/2022, destinada a facilitar y regular el cultivo de cannabis medicinal y cáñamo industrial, se plantea la siguiente inquietud: ¿con qué variedades trabajar para la producción de la especie? El cannabis medicinal si bien en la clandestinidad, nunca dejó de hacerse; por consiguiente, la base para su desarrollo está presente en el país. No sucede lo mismo con el cáñamo industrial, pues, en este caso, no hay material genético sobre el que basar un mejoramiento de la especie en busca de una mejor

adaptación del germoplasma ya usado en producción para obtener fibras y granos.

Tampoco tendría objeto desaprovechar toda la tecnología desarrollada fuera del país en tantos años. Lo lógico sería construir alternativas a partir de incorporarla. Tomando la delantera en este sentido, una empresa local, Industrial Hemp Solutions, ha ingresado 15 variedades de distintos orígenes, las cuales se implantaron por primera vez en la campaña 2022/23 en diferentes regiones para poder evaluar su comportamiento en las condiciones locales.

Además de los materiales de destacable respuesta productiva y las prácticas que la favorecen, deben aprovecharse los modernos procesos industriales, ya que pasos como el decorticado y la limpieza se han visto favorecidos por muy buenos desarrollos tecnológicos en lo que hace al procesamiento de material de tallos enriados y secos.

El complejo camino de adaptación y mejora de variedades

Para la futura producción de cáñamo, el objetivo primario por satisfacer es seleccionar las variedades iniciales más apropiadas para cada ambiente. Para ello, se requiere caracterizar las variedades de cáñamo industrial mejoradas en el extranjero y poner en evidencia su interacción con diferentes ambientes productivos de nuestro país. Estos cultivares serían el primer pilar sobre el cual llevar adelante una estrategia de producción sustentable para ir desarrollando esta cadena de valor.

La información genética homogénea que existe entre las plantas que componen un cultivo de cáñamo industrial representa su genotipo. Esto es claramente así en variedades monoicas, clones o cultivos provenientes de semilla feminizada homogénea y estable. En variedades dioicas y subdioicas, se introduce la variabilidad propia del sexo, pero el resto de los caracteres están en equilibrio: en las primeras, el 50 % de los individuos será de cada sexo y, en las segundas, las plantas masculinas estarán en menor proporción.

Durante el ciclo del cultivo impera un ambiente, en el que crecerán las plantas, representado por las condiciones de clima, suelo, plagas -insectos y otros animales, enfermedades y malezas-. También habrá prácticas de manejo aplicadas por el ser humano. Todos estos elementos modularán ese genotipo y determinarán su expresión, lo que se conoce como fenotipo. Aspectos agronómicos importantes de ese fenotipo, como por ejemplo el rendimiento, están entonces determinados por el genotipo, el ambiente y la interacción entre ambos -interacción genotipo x ambiente o GxA-.

Los genotipos mejorados en otros países están mejor adaptados a las condiciones del ambiente para el

cual fueron seleccionados. Incluirlos en los sistemas de producción de la Argentina no ofrece garantías en relación con su capacidad de capturar recursos en forma eficiente para expresar valores de rendimiento y/o de calidad similares a los alcanzados en su lugar de origen. Para poder tener mayor certeza respecto del comportamiento fenotípico del cáñamo industrial en lo que hace a la producción de fibras de tallo, granos o cannabidiol (CBD) en sus inflorescencias, se requerirá mejoramiento genético local, incluso regional. Ese proceso no es rápido, y la cadena de valor del cáñamo industrial no puede esperar a que se obtengan resultados locales para comenzar a formarse y consolidarse. El camino, entonces, es comenzar utilizando aquellas variedades extranjeras que logren la mejor adaptación posible a nuestros ambientes y sistemas productivos.

Eso ya ocurrió en nuestro país. Durante muchos años en el siglo pasado, hasta la prohibición total del cultivo en los años 70, hubo variedades europeas, traídas a la zona pampeana por la empresa conocida como Linera Bonaerense, que demostraron un comportamiento aceptable. Desgraciadamente, no se conoce más de esa experiencia, salvo que eran poblaciones bastante heterogéneas (Carlos Remussi, comunicación personal), característica que las variedades europeas de hoy no tienen y que, seguramente, les otorgaba una cierta plasticidad.

Entre los aspectos más buscados cuando se selecciona un genotipo están el potencial productivo, la calidad del producto obtenido, la duración del ciclo, el buen comportamiento ante bajas o altas temperaturas en distintos momentos fenológicos, la capacidad de sobrellevar sin sufrir gran desmerecimiento condiciones de penuria hídrica, la habilidad competitiva en relación con las malezas y el buen comportamiento antes plagas locales. Las posibilidades de éxito en la primera etapa de expansión del cultivo con variedades extranjeras dependerán de un amplio testeo del comportamiento de los materiales importados -que incluya una adecuada caracterización de la variabilidad genotípica que se logre introducir- y del grado de conocimiento disponible sobre los ambientes donde se prueben.

Sin la realización de este trabajo previo que, bien hecho, demanda un mínimo de dos o tres años, aquellos que se lancen “a prueba y error” y tengan éxito sostenido se podrán considerar más que afortunados. No es imposible: de hecho, existen ejemplos en otras especies. Sin embargo, es más que infrecuente.

El planteo mínimo para establecer la influencia del genotipo, el ambiente y la interacción entre ambos usualmente consiste en la evaluación de un conjunto de genotipos en ambientes distintos, representados por lugares y años diferentes. La interacción GxA se advierte, por ejemplo, cuando el rendimiento de un genotipo es uno de los mejores en un ambiente dado, pero

resulta uno de los peores en otro y eso no ocurre con otro genotipo. Estas variaciones en la respuesta pueden darse también en características asociadas a la calidad.

Con esta metodología, en Europa se pudo observar que la cantidad y calidad de las fibras se ven más condicionadas en algunos tratamientos por el genotipo mientras que otros rasgos encuentran más asociación con la interacción GxA. Por ejemplo, el índice de cosecha de fibras y el principio de floración fueron más condicionados por el genotipo mientras que, en el peso seco de las fibras después de la separación o el porcentaje de residuos del leño, tuvo más influencia de la interacción GxA (Petit *et al.*, 2020).

Desde un punto de vista agroclimático, sin considerar los suelos, las posibles zonas de producción del cáñamo en la Argentina son extremadamente amplias (Mora y Sorlino, 2020). Existen posibilidades en zonas subtropicales, zonas templadas e incluso en partes de la Patagonia. La gran variabilidad de ambientes complica sustancialmente la elección de genotipos debido a la enorme influencia de las interacciones GxA. De allí que sea primordial dividir el país integrando sitios en regiones de cierta similitud interna respecto a las variables bioclimáticas e indagar la variabilidad interanual que poseen. Esto ya se ha hecho con cultivos de más recorrido en los sistemas de producción argentinos como, por ejemplo, el girasol (Chapman y De la Vega, 2002), pero, en comparación con esta oleaginosa, el cáñamo tiene recorrido nulo, hay que empezar de cero. Siguiendo esta pauta para las variables abióticas de los sistemas de producción, se podrá aspirar a un más rápido avance en la identificación tanto de las características como del grado de adaptación de los genotipos extranjeros a nuestros ambientes y, llegado el momento, a la elección de las variedades que serán padres de las variedades seleccionadas en el país.

Los análisis de regresión o los métodos no paramétricos aplicados al análisis de estos datos permitirán entender la magnitud de la interacción GxA para cada cultivar y con cada ambiente. Así, se constituirán en herramientas imprescindibles para la toma de decisiones robustas que permitan delinear con mayor certidumbre la estrategia agronómica para la generación del rendimiento en fibra y/o grano en cada ambiente.

Conjuntamente con las cifras de rendimiento, se requiere valorar aspectos de calidad de las fibras. Los parámetros utilizados para establecer esta calidad son múltiples -podemos hablar de características relacionadas con la forma, con el comportamiento mecánico, o de propiedades físicas y químicas- y aquellos por elegir dependen del destino que vayan a tener las fibras en los procesos industriales. Además de los valores medios de estos parámetros, la información que caracteriza a un atributo de calidad es la distribución de valores alrededor de la media, que se visualiza en histogramas.

Por ejemplo, la distribución de la finura de los haces de fibra elemental que componen las fibras técnicas de cáñamo influye en las propiedades mecánicas del biocompuesto resultante.

Müssig *et al.* (2010) desarrollaron una clasificación de estas propiedades.

Características de forma:

- i) propiedades relacionadas con la longitud de la fibra;
- ii) propiedades relacionadas con la fineza o forma del corte en sección;
- iii) enrizamiento;
- iv) forma de la superficie;
- v) propiedades relacionadas con irregularidades.

Características de comportamiento mecánico:

- i) fuerza de tensión;
- ii) módulo de Young;
- iii) extensión al punto de rotura;
- iv) absorción de energía de tensión.

Características de densidad:

- i) densidad propiamente dicha;
- ii) densidad aparente.

Otros:

- i) coloración;
- ii) cristalinidad;
- iii) comportamiento ante la humedad.

Las variables bióticas que afecten el cultivo en cada zona requerirán un esfuerzo adicional de valiosa prevención, pues, en muchos casos, el material genético extranjero no tendrá buen comportamiento ante estas ni, mucho menos, resistencia. Se deberá investigar mucho para proteger a los cultivos iniciales de cáñamo de todo tipo de plagas propias de nuestros sistemas productivos. Este aspecto puede limitar la producción inicial de *specialties* orgánicos o agroecológicos que tienen demanda mundial creciente.

La estructura de canopeo utilizada en otras zonas de producción del mundo (alto y denso) no alienta a imaginar a las malezas como un problema significativo, pero el caso de artrópodos y enfermedades luce diferente. En años húmedos, en la zona pampeana, por ejemplo, los canopeos altos y densos, que operan como una verdadera barrera al flujo de vapor de agua hacia la atmósfera, pueden crear condiciones predisponentes para ataques de agentes bióticos. Es de esperar que estas condiciones se acentúen hacia el norte del país y disminuyan hacia la región patagónica.

El logro de buen comportamiento o, incluso, resistencia ante enfermedades de cualquier índole (fúngicas, bacterianas o virales) sería uno de los objetivos de mejoramiento por priorizar a fin de obtener nuevas

variedades adaptadas a nuestras condiciones. Por ello, identificadas las más importantes adversidades, sería importante que el comportamiento ante enfermedades se incorpore a los descriptores de variedades utilizados para caracterizar a los genotipos que se inscriben en el INASE. Esto impulsará a contemplar también este aspecto al seleccionar. Mientras esto no ocurra, los genotipos deberán protegerse con medidas de control preventivo.

A modo de cierre

Como se ha dicho más arriba, quien desee sembrar genotipos monoicos y/o de semilla feminizada necesitará comprar nuevamente cada vez, pues la semilla cosechada y vuelta a sembrar comenzará a segregarse. Ambos sistemas de obtención de semilla certificada requieren mantenimiento y selección constante por parte de la industria semillera. Pero incluso para el caso más sencillo de los genotipos dioicos, todos deben cuidarse de la contaminación con polen de plantas con alto contenido de THC.

Sin duda, la reglamentación de la ley obligará a respetar ciertas distancias mínimas entre productores, pero, aun así, persistirá el problema de la fecundación accidental con polen proveniente de productoras y productores de cannabis para usos terapéuticos, especialmente de pequeña escala, que posean plantas macho. Este aspecto se hace verdaderamente crítico, pues la contaminación con polen de plantas con THC es hoy en día de más impacto que antes. En los últimos años, distintos investigadores han venido detectando incrementos que llegan a ser bastante pronunciados en el contenido de THC de los materiales cultivados. De acuerdo con Freeman *et al.* (2020), el aumento promedio entre 1970 y 2017 fue del 0,29 % por año en material seco, mientras que el análisis de la resina arrojó un crecimiento anual promedio que alcanza el 0,57%. Es decir, incrementos del orden del 500 al 600 %.

En semilla, los valores de THC son indetectables, dado que no hay síntesis de cannabinoides en ellas. Así es que la presencia de cannabinoides en plantas adultas en floración depende de la semilla que dio origen al cultivo. Sin duda, quienes produzcan deberán utilizar semilla certificada para evitar exponerse a dificultades en el caso de recibir una inspección.

Las redes regionales de experimentos para la valoración de la interacción GxA de materiales genéticos de cáñamo importados son una etapa inicial de vital importancia para caracterizar sus posibilidades de rendimiento y de calidad en el país. Es preciso llevar a cabo ensayos en diversos ambientes y condiciones.

Sobre la base de las características detectadas en esos estudios, se podrán establecer las bases del me-

joramiento genético local. Solo así será posible contar con variedades argentinas de completa adaptación en los sistemas productivos locales y de la región.

En nuestro país se están dando los primeros pasos de una nueva era productiva, una con gran futuro y también con grandes desafíos. Tenemos el privilegio de ser protagonistas de este momento. Sector privado, organismos de investigación, entes reguladores, cada cual tiene una enorme responsabilidad y un enorme desafío. Estamos haciendo historia.

Bibliografía

Chapman, S. C. y de la Vega, A. J. (2002). Spatial and seasonal effects confounding interpretation of sunflower yields in Argentina. *Field Crops Research*, 73(2-3), 107-120. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00185-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00185-X)

Clarke R. C. y Merlin, M. D. (2016). Cannabis domestication, breeding history, present-day genetic diversity, and future prospects. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35(5-6), 293-327. <https://doi.org/10.1080/07352689.2016.1267498>

Freeman, T. N.; Craft, S.; Wilson, J.; Stylianou, S.; ElSohly, M.; Di Forti, M. y Lynskey, M. T. (2020). Changes in delta 9 tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD) concentrations in cannabis over time: systematic review and meta analysis. *Addiction*, 116, 1000–1010. <https://doi.org/10.1111/add.15253>

Meijer, E.P. M. de (1995). Fibre hemp cultivars: A survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics. *Journal of the International Hemp Association*, 2(2), 66-73.

Mora, F. y Sorlino, D. (2020). Regiones Agroclimáticas de la Argentina para el cultivo de cáñamo. En Irigoyen, A. I.; Aguirre, C. A.; Penalba, O. C.; Kemerer, A. C. (Editores), *XVIII Reunión Argentina y IX Latinoamericana de Agrometeorología: Agrometeorología inteligente para una producción sustentable* (pp. 83-84). Paraná, Entre Ríos.

Müssig, J.; Fischer, H.; Graupner, N. y Drieling, A. (2010). Testing methods for measuring physical and mechanical fibre properties (plant and animal fibres). En Müssig, J. (Editor), *Industrial Applications of Natural Fibres - Structure, Properties and Technical Applications* (Chapter 13, pp. 269-309). John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470660324.ch13>

Petit, J., E. M. Salentijn, M. J. Paulo, C. Thouminot, B. J. van Dinter, G. Magagnini, H. Gusovius, K. Tang, S. Amaducci, S. Wang, B. Uhrlaub, J. Müssig, Trindade, L. M.. 2020. Genetic variability of morphological, flowering, and biomass quality traits in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 11, 102. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00102>