

CAPÍTULO 3

Morfología y ecofisiología del cultivo de lino

Griselda E. Sánchez Vallduví y Andrea V. Dellepiane

Origen y ubicación sistemática

No se conoce con exactitud la zona de origen del lino debido a la antigüedad del cultivo y a su siembra en regiones del mundo muy distantes entre sí, lo que dificulta delinear la evolución de la especie desde la forma silvestre a la cultivada (Acosta, 1980). Según Vavilov se establecen dos centros de origen primarios, uno de ellos, el de los linos del Mediterráneo con flores y semillas grandes (de esta región provienen los linos argentinos), y el segundo, ligado al sudoeste de Asia, con linos de flores y semillas pequeñas. También se señala un tercer centro de origen que podría ser ubicado en el oriente de África, lo cual no se puede asegurar (Robles Sánchez, 1991).

El lino cultivado, oleaginoso o textil, es el *Linum usitatissimum* L. Se supone que el ascendiente más cercano es el lino silvestre *Linum angustifolium*, que tiene igual número cromosómico (30 diploide) y es la única especie silvestre que posibilita su fácil cruzamiento. El género *Linum* pertenece al orden Geraniales, familia Lináceas. Su nombre proviene, posiblemente, del griego *Linon* (lino) o del celta *llin* (hilo) y el nombre latino *usitatissimum* (en latín: utilísimo) hace referencia a sus variadas utilidades. Según distintos autores hay numerosas divisiones de esta familia. De acuerdo a Dimitri (1959) las especies cultivadas son:

A. Flores rojas. Hojas alcanzando más de 5 mm de ancho.

L. grandiflorum Deaf. (ornamental)

B. Flores azules, celestes o blancas. Hojas generalmente no mayores de 5 mm de ancho.

1. Plantas anuales

L. usitatissimum L. (cultivada oleaginosa y/o textil)

2. Plantas perennes

L. perenne L. (ornamental)

Descripción morfológica

El lino oleaginoso es una planta anual, herbácea, que posee una raíz principal pivotante, delgada y abundantes raíces secundarias y terciarias que se desarrollan mayormente en los primeros 30-50 cm del suelo. La **raíz** principal puede llegar a 1,20 m de profundidad dependiendo entre otros factores de la textura del suelo. Posee un **tallo** cilíndrico, erecto, delgado (2-4 mm de diámetro) de una altura aproximada de 40-90 cm. El tallo puede ramificar en la base. Los linos oleaginosos generalmente pueden tener entre 1 y 3 ramificaciones. Éstas alcanzan una altura menor a la del tallo principal y tienen menor cantidad de frutos. Las características del tallo varían en función de factores genéticos, ambientales y de manejo. Sobre el mismo crecen numerosas **hojas** de estructura delicada, simples, lineares a lanceoladas, trinervadas, sésiles, enteras, de bordes lisos y ápice obtuso. Tienen una distribución opuesta en la base que pasa a ser en espiral, evidenciándose esto cuando se elonga el tallo. Las hojas son de color verde brillante a verde ceniza, de 12 a 37 mm de largo y 3 a 7 mm de ancho.

Las **flores** se disponen en la parte superior del tallo en inflorescencia en corimbo laxa. Cada flor es completa, con pedicelo, hermafrodita, con gineceo y androceo fértil, actinomorfa y pentámera. El color de la flor varía entre variedades y puede ser desde celeste oscuro a claro, blanca o rosa. Los cultivares actuales tienen flor celeste. El cáliz está formado por 5 sépalos imbricados, libres y persistentes. La corola tiene 5 pétalos libres, lisos, suavemente rizados, geniculados, más o menos superpuestos que se caen rápidamente. El androceo está constituido por 5 estambres con sus correspondientes anteras de color amarillo o azul y sus filamentos se hallan unidos en la base y provistos de nectarios. El gineceo es súpero, gamocarpelar y de placentación axilar. Está formado por 5 carpelos y cada carpelo contiene 2 óvulos, que están divididos por un falso tabique denominado septa, tiene 5 estilos claviformes terminados en estigmas alargados. La regla general es la autofecundación (autogamia), pero existe cierto porcentaje de fecundación cruzada. El porcentaje de alogamia más frecuente oscila entre 0,3 y 5%. La flor es el órgano que más se presta para la diferenciación de variedades por su color, tamaño, forma, androceo y gineceo de distintos colores (Dimitri, 1959; Acosta, 1980).

El **fruto** es una cápsula de forma casi esférica, cónica y deprimida, generalmente indehiscente. Habitualmente se lo denomina "bolilla", puede tener de 10 a 12 mm de diámetro en sentido transversal y de 8 a 15 mm en sentido vertical. Tiene 10 lóculos, en cada uno de ellos puede haber hasta una semilla. Las **semillas** son alargadas y puntiagudas, tienen un largo de 2,5 a 6 mm y su tamaño es carácter diferencial de variedades. Son más largas que anchas, comprimidas, lenticulares, de superficie lisa y brillante, sin olor y de sabor oleoso y mucilaginoso. El peso de 1000 semillas depende de la variedad, en los linos oleaginosos varía entre 5,5 a 7,8 gramos. Su color más común es el castaño o rojizo y posee brillo. Hay variedades que tienen semilla amarilla, generalmente esta característica se asocia con menor contenido de ácido linolénico en su composición. Contiene entre 37 y 46% de aceite secante (índice de iodo 165-200), posee una

sustancia mucilaginosa (6-15%) que es medicinal (emoliente), resina, tanino y aleurona (Acosta, 1980; Flax Council of Canada, 2021).

En la Figura 3.1 se muestran distintos órganos de la planta de lino.



Figura 3.1: Órganos de la planta de lino: a) semilla, b) tallo en crecimiento con y sin ramificaciones, c) inflorescencia y flor d) porción de tallo maduro, e) tallo y corimbo, f) frutos.

Fotos a, b, d, e y f de Amparo B. Andreoli y foto c de E. Mariel Oyhamburu)

Diseño y edición de imágenes por Amparo B. Andreoli

Crecimiento y desarrollo

Para un adecuado manejo del cultivo es necesario conocer su ritmo de crecimiento, las etapas en las cuales se divide el crecimiento y desarrollo, sus características morfológicas, sus requerimientos edafoclimáticos y los procesos que ocurren a lo largo de todo su ciclo. Asimismo, es necesario comprender los diversos factores ambientales, genéticos y culturales que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo, la cantidad y calidad de semilla producida y la sustentabilidad del sistema en el cual se inserta el cultivo.

Etapas de crecimiento y desarrollo

El lino se caracteriza por poseer un crecimiento muy lento y prolongado en el tiempo. Las variedades actuales no difieren mucho entre sí en la duración de su ciclo total, encontrándose en experiencias en La Plata un promedio de alrededor de 160 días desde la siembra. La duración del ciclo es variable de acuerdo a las características de la variedad y las condiciones en las cuales se desarrolle el cultivo. Es un cultivo de tipo indeterminado por lo que existe

superposición entre el desarrollo vegetativo y reproductivo. Por este motivo habrá al mismo tiempo crecimiento de la raíz, del tallo, formación de hojas, pimpollos, flores, frutos y semillas. La materia seca acumulada hasta iniciar la elongación del tallo es escasa, con un valor menor del 5% respecto de la materia seca total del ciclo. Al finalizar la floración este valor asciende aproximadamente al 65%. La raíz aumenta su peso hasta el final del ciclo, aunque el ritmo se estabiliza a partir de floración. Durante la última etapa la acumulación de materia seca ocurre a expensas del llenado de las cápsulas. Hacia el final del ciclo, el 75% del peso de las cápsulas corresponde a las semillas (Sánchez Vallduví y Flores, 2007) (Figura 3.2).

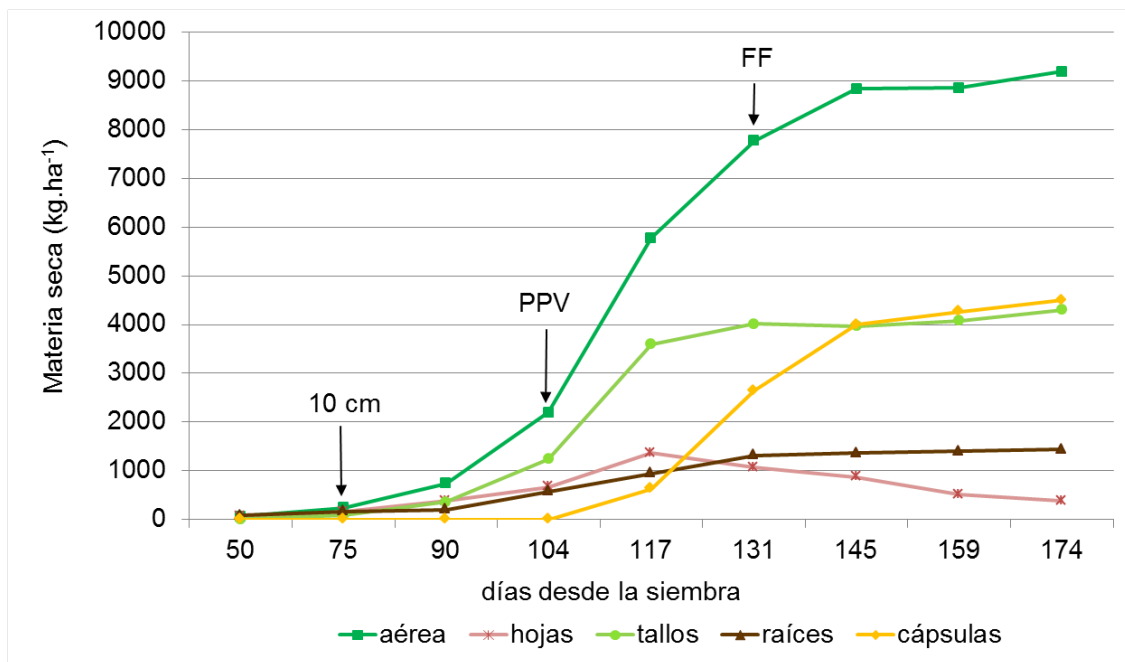


Figura 3.2: Evolución de la materia seca total de lino y su distribución por órganos en La Plata
(Adaptado de Sánchez Vallduví y Flores, 2007)

Referencias: 10 cm: 10 cm de altura de planta, PPV: primeros pimpollos visibles, FF: fin de floración.

Es importante poder identificar el estado en el cual se encuentra el cultivo y relacionarlo con los procesos que están sucediendo, los requerimientos para que ellos ocurran adecuadamente y la respuesta del cultivo a diferentes técnicas de manejo. En la tabla 3.1 se presenta una clave para identificar distintas etapas de crecimiento en linos invernales (Rabourdin, 2019).

Tabla 3.1: Etapas de crecimiento de lino utilizada por Terres Inovia (Rabourdin, 2019)

Denominación y descripción del estado fenológico
A1: Germinación-emergencia: Aparición de hipocótilos en arco (agrietamiento del suelo y emergencia inminente)
A2: Emergencia: cotiledones visibles
B1: Crecimiento juvenil. Dos primeras hojas abiertas
B2: Cuatro primeras hojas abiertas
B5: 5 cm de altura, n hojas completamente desarrolladas *
B9: 7 cm de altura
C1: Ramificaciones basales. Aparece la primera ramificación basal
C2: Aparece la segunda ramificación basal
D1: Crecimiento, elongación. 10 cm de altura
D2: 20 cm de altura
D3: 30 cm de altura
D4: 40 cm de altura
D5: 50 cm de altura
D6: 60 cm de altura
D7: 70 cm de altura
D8: 80 cm de altura
E1: Desarrollo de botones florales. Los primeros botones florales son visibles.
E5: Corimbo formado
E 9: Primeros pétalos visibles
F1: Inicio de floración. 10% de los botones florales florecieron
F5: Plena floración, aproximadamente el 50% de las flores están abiertas.
H1: Maduración de las cápsulas y de los granos. Las cápsulas se tornan amarillas
H5: 50% de semillas de color marrón
H9: Cápsulas marrones, secas y senescentes, las semillas suenan en la cápsula

* n: número de hojas

Esta clave fue elaborada para linos invernales, cultivados en ambientes fríos por su adaptabilidad a los mismos y su tolerancia a bajas temperaturas. Sin embargo, puede utilizarse para los linos primaverales que se siembran en el invierno de Argentina. En Francia, donde fue elaborada esta clave, en linos primaverales no registran la etapa correspondiente a la aparición de ramificaciones (C), debido a que en ese ambiente dichos linos no ramifican. Sin embargo, en Argentina, pueden observarse linos con tallo único o ramificado y en ese caso una planta puede tener más de dos ramificaciones. Es por esto que si eso ocurriera se puede considerar la denominación de acuerdo al número de ramificaciones aparecidas hasta Cn, de acuerdo a la aparición de las sucesivas ramificaciones

basales (en lino oleaginoso en Argentina generalmente hasta 3). Si bien la observación se realiza por planta, para definir el estado de un cultivo es necesario registrarlo cuando el 50% de la población de plantas ha alcanzado la característica descripta.

El uso de una clave para identificar la etapa de crecimiento del lino es de utilidad desde el punto de vista práctico. No obstante ello, el carácter indeterminado de dicho cultivo genera la ocurrencia de superposición entre ellas. Desde la siembra a la cosecha del lino, el cultivo transcurre por diferentes períodos de crecimiento y desarrollo los cuales se describen a continuación.

- **Implantación:** incluye desde la siembra hasta que los cotiledones se encuentran totalmente desplegados. En un primer momento la semilla seca absorbe el agua y comienza a embeberse, luego se hace visible la radícula y el hipocótilo se alarga hasta la emergencia de los cotiledones. El hipocótilo deja parcial o totalmente visibles a los cotiledones, los que se encuentran unidos y rodeados por el tegumento seminal. Luego empiezan a desplegarse desde la cubierta seminal la cual puede permanecer adherida a los mismos por algunos días. Por último, los cotiledones se expanden completamente y queda establecida la plántula (Freer, 1991).

La duración de esta etapa está regulada principalmente por la temperatura (suma térmica), la humedad, características de la semilla y profundidad de siembra. Algunos de los factores que definen la variación en la longitud de esta etapa son la zona donde se cultive y la fecha de siembra. En siembras realizadas en La Plata entre mediados de junio y de julio, se han registrado entre 14 y 22 días desde la siembra a la emergencia.

- **Vegetación:** se visualiza el primer par de hojas verdaderas entre los cotiledones. Luego comienza la elongación del tallo principal y a medida que esto sucede se desarrollan las hojas, que aparecen sobre el tallo en forma de espiral. Dicha espiral no es tan manifiesta durante los primeros estados y las hojas aparentan estar de a pares, pero luego del tercer par de hojas la disposición en espiral es fácilmente visible. Es difícil definir el número exacto de hojas debido a que la planta produce nuevas hojas a partir del punto de crecimiento terminal y donde están muy próximas una de la otra. Una hoja se cuenta como tal cuando está desplegada desde su punto de crecimiento. En esta etapa pueden aparecer ramificaciones basales, que alcanzan a ser una, dos o más dependiendo de la variedad, densidad de siembra, fecha de siembra, nivel de nitrógeno en el suelo o si el ápice es dañado y se pierde la dominancia apical (Flax Council of Canada, 2021). Las ramificaciones aparecen habitualmente desde los nudos más cercanos a la base de la planta. En las ramificaciones habrá menos número de hojas y serán registradas siguiendo el mismo criterio que para el tallo principal. Esta capacidad de ramificar que tiene el lino, sumada a su plasticidad en la determinación del tamaño del corimbo, lo convierte en un cultivo con capacidad para compensar el número de semillas. Si bien la ramificación ocurre tempranamente en el ciclo del cultivo, también puede ocurrir a lo largo del mismo, principalmente asociado a condiciones ambientales que la favorezcan. Si las ramificaciones aparecen avanzado el crecimiento del lino, alcanzarían una maduración muy despareja respecto al tallo principal y no llegarían a proveer grano maduro al momento de la cosecha que además aportaría humedad.

La duración de la vegetación dependerá principalmente de la suma térmica, la vernalización y el fotoperíodo y varía de acuerdo a la zona de cultivo, la fecha de siembra y los requerimientos de cada variedad. En promedio puede tener una duración de aproximadamente 40 días, pero

estos pueden ser muchos menos si la siembra es tardía, o más, si las condiciones ambientales en las cuales crece el cultivo hacen que se demore en cumplir sus requerimientos. Durante la vegetación se presentan dos subetapas:

Sub-etapa *juvenil*: en esta etapa la planta no percibe estímulo para diferenciar el ápice y sólo responde a la temperatura.

Sub-etapa *inductiva*: en esta etapa la planta percibe el estímulo para la diferenciación del ápice y pasa de estado vegetativo a reproductivo. La duración depende de la suma térmica, el fotoperíodo y la vernalización.

- **Elongación**: la elongación ocurre desde la diferenciación del ápice hasta la floración. La duración de esta fase está regulada por la temperatura y, en menor medida, por el fotoperíodo. En esta etapa aumenta la tasa de crecimiento del tallo (Sánchez Vallduví y Flores, 2007). Las ramificaciones, que al inicio de su crecimiento se encontraban casi horizontales al suelo, pasan a estar casi paralelas al tallo principal. Se alcanza entre un 50-60% de la altura final de la planta (Sorlino y Trapani, 2000). Al inicio de esta etapa, el cultivo tiene alrededor de 10 cm de altura con predominio de desarrollo foliar sobre caulinar. Se forma la masa radical y vegetativa (materia seca) en el tallo principal, ramificaciones, hojas y comienza la formación de las ramificaciones superiores que darán origen al corimbo. Aumenta el número de hojas sobre el tallo, se pueden observar alrededor de 40-60 hojas con una altura de tallo de unos 20 cm y 80-100 hojas cuando se visualizan los primeros pimpollos (PPV), cubriendo alrededor de un 30 y 60% del área de suelo respectivamente (Sánchez Vallduví, 2012). El área foliar cesa su crecimiento poco después de comenzada la floración (Larsen, 1969). Sobre los nudos de las hojas en la parte superior del tallo, próximos al punto de crecimiento, se forman los brotes florales los que en un primer momento se encuentran envueltos por las hojas viéndose el ápice engrosado. La identificación de este momento puede realizarse con atenta observación y al tacto. Luego, los pimpollos florales se hacen visibles, se extienden sobre un pedicelo desde las axilas de las hojas y empieza la formación del corimbo desde el centro hacia afuera. Posteriormente, en los primeros pimpollos formados, se comienzan a ver los pétalos cerrados. En ensayos en La Plata se registró una duración promedio de 35 días entre los 10 cm de altura de la planta de lino y los pimpollos florales visibles, con grandes variaciones de acuerdo a las condiciones de cultivo.

- **Floración-fructificación**: La aparición de las primeras flores se ve en número reducido, luego van abriendo nuevas flores durante 20 a 30 días. Las flores abren a la mañana, produciéndose la fecundación. Los pétalos caen al mediodía (si no está nublado). Inmediatamente los óvulos aumentan de tamaño y a los dos días comienza la formación de las cápsulas, en las cuales va creciendo el embrión. Durante la floración se verán simultáneamente pimpollos verdes, pimpollos en los cuales se ven los pétalos celestes en su extremo (por abrir), flores abiertas, comienzo de formación de frutos (al caer los pétalos se ven los estambres turgentes y luego secos) y al finalizar la floración ya se ven frutos completamente desarrollados. El área foliar continúa en aumento hasta poco después de iniciada la floración. Aunque las hojas son pequeñas, éstas son numerosas y el área generada dependerá de numerosos factores genéticos, ambientales y de manejo. El máximo índice de área foliar (IAF) se registra poco después de iniciada la floración y declina hacia la senescencia y se relaciona directamente con la materia seca acumulada y la duración del área foliar

(Diepenbrock y Pörksen, 1993). Hay registros variables respecto a los valores observados de IAF, es así que Giménez et al. (2006) mencionan un IAF máximo de 4 y Casa et al. (1999) encontraron variaciones entre 2,2 y 1,3 para alta y baja densidad. Sin embargo, se señala que con valores próximos a 3 se alcanza la máxima intercepción de la radiación (CETIOM, 1994). Esta variabilidad se relaciona principalmente con las condiciones de temperatura, disponibilidad hídrica y de nutrientes durante el período de definición del área foliar.

La floración se registra en función de la proporción de flores abiertas (10, 30 o 50% etc.). Se considera el final de la floración cuando resta un 10% de pimpollos por abrir y no hay nuevas ramificaciones del corimbo. En ese momento las cápsulas del centro de la inflorescencia tienen bandas color claro y en su interior las semillas son blancas y su tegumento no se separa de los cotiledones. La planta ya ha comenzado a perder hojas desde la base del tallo. El aceite comienza a acumularse en la semilla inmediatamente después de la apertura de la flor. En los primeros 10 días la acumulación es lenta, pero entre el día 11 y 20 se acumula la mayor proporción. Es así que las primeras camadas de flores determinan el % de aceite de los frutos. La fructificación se superpone con la floración, ya que mientras la planta está floreciendo se ha iniciado la etapa de cuajado y maduración en los frutos (Flax Council Canadá, 2021). La acumulación de nitrógeno y de fósforo en la semilla ocurre principalmente a expensas de los nutrientes en el suelo ya que es muy bajo el porcentaje de redistribución desde los órganos vegetativos (Hocking y Pinkerton, 1991; 1993).

Se considera inicio de fructificación cuando, en algún lugar de la inflorescencia, se visualiza/n fruto/s de color verde de más de 5 mm y las semillas tienen el tegumento blanco, en este momento continúa la floración. Las cápsulas viran de color verde a poseer bandas longitudinales más claras para luego tomar color amarillo-marrón oscuro, hasta el marrón dorado al madurar completamente. Las semillas en su interior viran de blanco a verde, amarillentas y luego marrón. La senescencia de las cápsulas avanza según su formación en el corimbo. La fructificación se registra de acuerdo a la proporción de cápsulas formadas (10, 30 o 50%) de manera semejante a la floración. La fructificación ha finalizado cuando la mayoría de las cápsulas tienen color pajizo. Esta etapa está regulada por la temperatura.

- **Maduración:** Por el carácter indeterminado del lino, a medida que avanza el proceso de fructificación va ocurriendo la maduración en los primeros frutos que se formaron. Esta superposición de etapas define que la maduración comience desde que culmina la floración, cuando ya hay frutos formándose, hasta que las cápsulas se tornan pardas, secas y senescentes. De floración a madurez amarilla median aproximadamente 30 días, lo que depende principalmente de la sumatoria de temperatura (tiempo térmico) y la humedad. De madurez amarilla a completa transcurren aproximadamente 15 días más. La madurez fisiológica se considera cuando el 75% de las cápsulas se tornan de color de madurez. Las cápsulas están completamente senescentes cuando las semillas se escuchan como sonajero en el interior de la cápsula al hacer temblar la planta. En este momento las semillas están color marrón brillante y los tallos están verdes y sin hojas (Flax Council Canadá, 2021).

La duración del ciclo total y de las subetapas de desarrollo del cultivo pueden variar en función de: la variedad utilizada, la época de siembra y las condiciones ecológicas durante el ciclo del cultivo. En la figura 3.3 se presentan imágenes de la planta en distintos estados de su crecimiento y desarrollo.

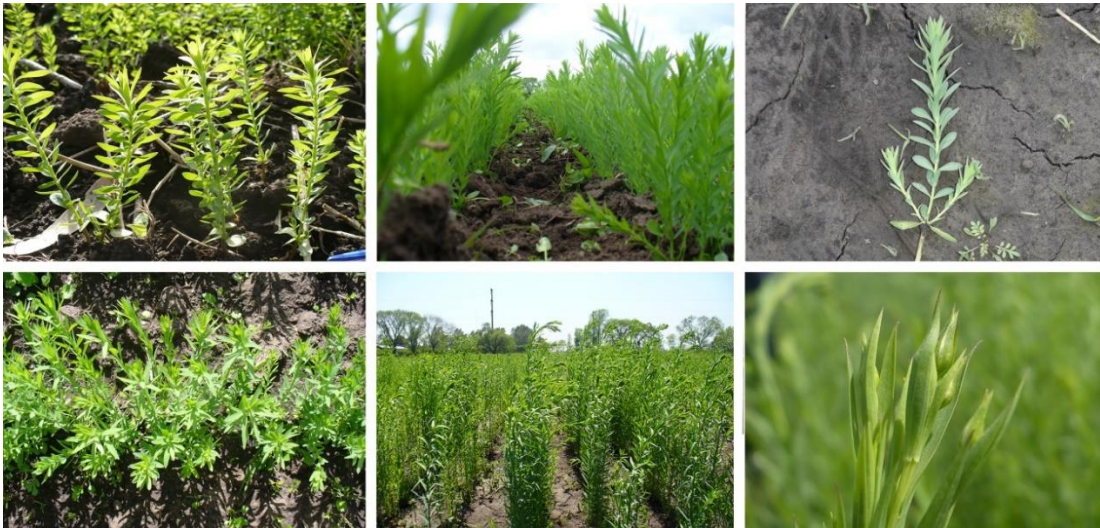
IMPLANTACION



VEGETACION



ELONGACION



FLORACION-FRUCTIFICACION



MADUREZ



Figura 3.3: Imágenes de lino en distintos estados fenológicos
Diseño y edición de imágenes por Amparo B. Andreoli

Requerimientos climáticos y edáficos

La disponibilidad de los factores relacionados a los requerimientos edafoclimáticos del cultivo, definen la posibilidad del cumplimiento del ciclo de crecimiento y desarrollo, la definición de los componentes del rendimiento y, en consecuencia, la producción de semilla y aceite.

Climáticos

Temperatura

La temperatura es un factor que afecta al cultivo determinando la ocurrencia y la calidad de los diversos procesos que suceden a lo largo del ciclo. La temperatura por debajo de la cual se detiene el crecimiento (cero vital o temperatura base), la suma de temperaturas sobre el cero vital que requiere para los distintos procesos, la susceptibilidad a bajas temperaturas o heladas y las más favorables para cada etapa varían a lo largo del ciclo. El lino es un cultivo que, por sus requerimientos térmicos, es de clima templado. En forma general se puede decir que al inicio del ciclo le son favorables temperaturas de 8-12°C, en floración es preferible el tiempo fresco (20°C) y temperaturas moderadas en madurez, existiendo cultivares de mayor o menor tolerancia al frío definiéndolos como primaverales a los menos tolerantes e invernales a los de mayor tolerancia. En Argentina se siembran los primaverales (Capítulo 4).

El lino es sensible a las heladas, el daño que se produzca dependerá de la intensidad, el momento en que ocurran y la condición hídrica del suelo. La germinación y emergencia es una etapa crítica para la ocurrencia de heladas, las que dañarán al cultivo de acuerdo a su intensidad. Transcurrida esa etapa y hasta que aparece el botón floral, la planta puede soportar heladas más intensas que en el período anterior y, si los brotes tiernos fueron dañados, puede emitir nuevas ramas y compensar el número de frutos sin afectarse el rendimiento. Llegada la floración el daño por heladas vuelve a ser crítico siendo la planta muy susceptible. El daño será diferente según la intensidad de las heladas, en esta etapa temperaturas de -1°C ocasionan importantes pérdidas, si la helada es benigna se perderán los botones florales de ese día, y si son más intensas se van a afectar también los pimpollos, flores y hasta cápsulas recién formadas (Acosta, 1980).

Las temperaturas elevadas también pueden afectar los procesos que ocurren en las distintas etapas. Temperaturas muy altas en floración, determinan un menor rendimiento en semilla y aceite. Con temperaturas altas se acelera el proceso de llenado, se anticipa la madurez de la semilla, habrá menor contenido de aceite e incluso pueden verse semillas chuzas y sin brillo (Acosta, 1980). Un estrés por altas temperaturas también puede reducir la viabilidad del polen y la polinización lo que generará menor número de semillas por cápsula y/o menos cápsulas por planta (Kandel y Keene, 2020). Con temperaturas elevadas durante el llenado de las semillas también se modifica la composición de los ácidos grasos, observándose un menor índice de iodo lo que se asocia con un aumento en el contenido de oleico y disminución del linoleico y linoléico, lo que modificaría la calidad del aceite obtenido (Dybing y Zimmerman, 1965; Mirshekari et al.,

2012). En un estudio en Dakota (EEUU) encontraron que cuando la floración transcurrió con 26,6°C disminuyó el contenido de ácido linolénico marcadamente y aumentó el ácido oleico (Yermanos y Goodin, 1965).

El cultivo de lino requiere acumular temperatura para cumplir las distintas etapas por lo cual este factor regula la duración de los distintos subperíodos. Sus requerimientos son menores que los de los cereales de invierno como el trigo, motivo que permitiría extender el área de cultivo a regiones algo más calurosas que dicho cereal. Se considera que, para la etapa de siembra a nacimiento, la temperatura base de crecimiento para el lino es de aproximadamente 4°C. La constante térmica (suma de temperatura requerida para determinar un proceso) sobre 0°C para esta subetapa es de alrededor de 100 y 120°C (Pascale et al., 1968). Este valor puede variar en función de la profundidad de siembra y la temperatura base considerada (Sorlino, 2001).

La suma térmica que requiere para florecer es menor cuanto mayor es la duración del día por encima de un umbral crítico. Para una duración del día dada, el lino debe haber percibido una determinada suma de temperaturas. De acuerdo a estudios realizados a campo en Argentina, la suma de temperatura con una base de crecimiento de 5°C. que el lino debió percibir en el momento de floración varió entre 900°C y 3290°C. El valor de la suma térmica será mayor o menor de acuerdo a la duración del fotoperíodo (De Fina, 1939). Los requerimientos en suma térmica para esta etapa varían entre materiales genéticos (Sánchez Vallduví et al., 2006).

Como se señaló, hay superposición entre la floración y fructificación. El tiempo transcurrido entre la floración y la madurez está regulado principalmente por la temperatura, por lo que la duración de la misma depende de lo que se demore en cumplir el tiempo térmico necesario, consecuentemente, a menor temperatura mayor duración (Sorlino, 1997). En ensayos realizados en Argentina se registró que, con una temperatura base de 5,4°C para este subperíodo, la suma de temperatura para el mismo fue de 460°C (Giménez y Sorlino, 2006).

Fotoperíodo

Según la clasificación de Vavilov, el lino es una especie de día largo cuantitativa, por lo que florece más rápido cuanto mayor es la duración del día y no lo hace por debajo de un umbral crítico para la iniciación floral, dicho umbral en lino es de alrededor de 12 h de luz por debajo del cual no ocurrirá dicho proceso. El fotoperíodo es el factor que más influye en la duración del período comprendido entre la emergencia y la floración. Existe una acción combinada entre el fotoperíodo y la temperatura. Todo fotoperíodo mayor al crítico determina una aceleración en el desarrollo, lo que produce una compensación en las horas acumuladas que necesita para florecer hasta alcanzar un valor de fotoperíodo a partir del cual el aumento en la duración del día disminuye muy poco el requerimiento de suma de temperatura. Según De Fina (1939) ello ocurre con una duración del día de 13.30 h. Pero no está claro cuál es el fotoperíodo óptimo, hay antecedentes que registraron valores del día mayores a los señalados por De Fina (1939) (Major, 1980; Sorlino, 1994).

Vernalización

El lino requiere horas de enfriamiento (vernalización) cuyo valor se encuentra entre 250 y 300 h de frío con una base 4 – 5°C para completar su desarrollo, esto lo define como una especie de reducida exigencia en horas de frío, las que se cumplen en condiciones de siembra normales. El cumplimiento de dicho requerimiento determina la duración de la etapa que va desde emergencia al cambio del ápice de vegetativo a reproductivo (Sorlino y D’Ambrosio, 1995). Existen diferencias en los requerimientos en vernalización entre cultivares, siendo los más tardíos o de ciclo más largo, más exigentes en horas de frío (Pascale et al., 1968; Sorlino, 1994).

Requerimientos hídricos

El lino desarrolla bien en zonas con precipitaciones anuales de 500-1000 mm. Necesita de 400 a 450 mm de agua bien distribuidas durante el ciclo. Es susceptible a la falta de humedad del suelo, el período de mayor sensibilidad al déficit hídrico es durante la floración. La disponibilidad de agua insuficiente en la siembra puede impedir la emergencia y si ocurre en primavera, cuando el cultivo florece, habrá menos flores, menos frutos, menos número y peso de las semillas y en consecuencia menos rendimiento (Mirshekari et al., 2012; Zingaretti et al., 2015).

Por otra parte, las lluvias excesivas son perjudiciales, el efecto que causen será distinto según el momento en el que ocurran. En el caso que se realice labranza convencional, pueden impedir la preparación del suelo ocasionando un retraso en la siembra. Una vez sembrado, una lluvia abundante y/o intensa provoca planchado del suelo dificultando e incluso impidiendo la emergencia. Una vez avanzado el ciclo del cultivo y con la ocurrencia de viento, puede producirse vuelco de las plantas. Si las lluvias excesivas son cuando el cultivo se encuentra en madurez de cosecha, pueden atrasarla o dificultarla, favorecer el desarrollo de enfermedades, el rebrote y la pérdida de calidad de la semilla, lo que también puede ocurrir si el exceso de precipitaciones se produce cuando el cultivo ya está hilerado para ser posteriormente trillado.

Edáficos

Los suelos más adecuados son los franco-arcillosos o franco-limosos ya que tienen mayor capacidad de retención de agua. Los suelos deben ser fértiles, de textura mediana y con buen drenaje, ya que en suelos pesados se puede dificultar el establecimiento del cultivo (Ehrensing, 2008) y además el lino es un cultivo propenso a la asfixia radicular. Tolera variaciones en el grado de acidez, pero el pH óptimo es entre 6 y 7. Es una planta sensible a la salinidad (Acosta, 1980). Los requerimientos nutritivos dependen de numerosas variables, entre ellas las características del cultivar, las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo, la biomasa total y consecuentemente, los rendimientos alcanzados. De acuerdo a dichas condiciones, el lino es un cultivo que puede remover cantidades apreciables de nutrientes desde el suelo.

En las tablas 3.2 y 3.3 se presenta la cantidad de nutrientes movilizados para distintos niveles de materia seca acumulada durante el ciclo del lino según datos de ensayos en el Institut Technique Agricole du Lin de Francia (Sultana, 2001).

Tabla 3.2: Movilización de macronutrientes en el cultivo de lino (tallos+hojas+fructificaciones) para tres niveles de biomasa en kg.ha⁻¹

Biomasa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
6,5 t.ha ⁻¹	70	12	70	7	23	6
9,3 t.ha ⁻¹	105	20	110	10	40	-
16,5 t.ha ⁻¹	123	30	230	14	64	17

Tabla 3.3: Movilización de micronutrientes en el cultivo de lino (tallos+hojas+fructificaciones) para tres niveles de biomasa en g.ha⁻¹

Biomasa	Mn	Zn	Cu	B
6,5 t.ha ⁻¹	130	120	32	100
9,3 t.ha ⁻¹	-	300	-	230
16,5 t.ha ⁻¹	113	264	73	290

La cantidad movilizada y extraída dependerá de la variedad, de la materia seca lograda por el cultivo y del rendimiento en semilla, es así que Bauer et al. (2015) registraron valores sensiblemente menores a los señalados en las tablas asociados a una menor biomasa acumulada. De acuerdo a datos obtenidos en el CETIOM (Albert, 1995), del total de nutrientes movilizados para un rendimiento de 2500 kg.ha⁻¹, la exportación de los mismos corresponde a alrededor de 70% de N, 75% de P y 20% de K₂O. En ensayos realizados en La Plata se registró que para producir 1000 kg de semilla de lino el cultivo necesitó movilizar 57 kg de N y extrajo 38 kg. Estos valores son promedio de cuatro años y fluctuaron de acuerdo al rendimiento en semilla y a la biomasa acumulada en cada año (Flores et al., 1998; Sánchez Vallduví et al., 1998; 2000; Sánchez Vallduví y Flores, 2007).

El ritmo de acumulación del N a lo largo del ciclo del cultivo es semejante al de la materia seca. En las etapas iniciales, la tasa de acumulación es baja y se hace máxima en el período comprendido entre primeros pimpollos visibles y fin de floración, momento donde ya acumuló más del 70% del N total al final de su ciclo. La acumulación de N sigue luego de la floración, lo que se relaciona con la formación de las semillas y llenado de las mismas. Esto se vincula con las pocas reservas que tiene en sus órganos vegetativos para ser redistribuidas durante el desarrollo de las cápsulas (Hocking y Pinkerton, 1991; Sánchez Vallduví y Flores, 2007).

En el lino oleaginoso el N favorece la acumulación de biomasa, el número de ramificaciones, el número de semillas y peso de las mismas y consecuentemente el rendimiento de semilla, aunque puede disminuir el contenido de aceite (Hocking, 1995; Flores et al., 1998) El fósforo

favorece la definición en el número de cápsulas por planta como consecuencia de una mayor ramificación y afecta el contenido de aceite en la semilla (Hocking y Pinkerton, 1993). El K incide en la calidad de la fibra (característica importante para lino textil) e incrementa la concentración de aceite y el índice de yodo (Hocking et al., 1987). El lino es muy sensible a la deficiencia de zinc, absorbiendo la mitad de lo que demanda durante todo el ciclo cuando alcanza 2 a 3 cm de altura, por lo cual se observan los síntomas de deficiencia en etapas tempranas de crecimiento observándose plantas con aspecto grisáceo (Terres Inovia, 2020). El boro también es un micro-nutriente de importancia para su buen crecimiento y desarrollo (Sultana, 2001).

El patrón de distribución de los nutrientes cambia a lo largo del ciclo. En etapas iniciales las hojas tienen la mayor proporción del N y P, pero durante la formación de las cápsulas y el llenado de las semillas, los órganos reproductivos (cápsulas) tienen el 70-80% del total. Respecto al K, en etapas tempranas el patrón de distribución es semejante al de N y P. Después de floración los tallos comienzan a ser tan importantes como las cápsulas y en madurez la distribución del K es equitativa entre tallos, hojas y cápsulas, es por este motivo que ocurre una alta restitución al suelo de este nutriente. La redistribución interna de algunos nutrientes ocurre desde los órganos vegetativos durante el desarrollo de las cápsulas y llenado de las semillas. El 85% del N y el 75% del P acumulado en la materia seca de las cápsulas, fue obtenido por redistribución de estos nutrientes desde hojas y tallos. La redistribución del K no es tan pronunciada como la de N y P. Las hojas son la fuente de redistribución del K destinado a las cápsulas y los tallos continúan acumulando K a lo largo del ciclo. La redistribución de Mg y Ca desde tallos y hojas es limitada (Hocking et al., 1987).

Adaptabilidad del cultivo de lino

El lino es un cultivo que presenta una gran elasticidad, puede desarrollar tanto en climas tropicales como subtropicales. Se lo cultiva desde el Ecuador (Etiopía) hasta el círculo polar (Rusia, Canadá) (Acosta, 1980). Si bien es un cultivo que se adapta a un amplio rango de condiciones ambientales, las temperaturas frescas en floración favorecen el rendimiento de semilla y la cantidad y calidad del aceite, por ello estas características generalmente son mejores en las latitudes más altas (Ehrensing, 2008). En Argentina, se cultivan variedades primaverales, aunque su crecimiento y desarrollo ocurre en invierno debido a que es el período del año que garantiza la disponibilidad de condiciones ambientales adecuadas, mientras que en latitudes mayores los cultivares primaverales crecen en verano.

Es un cultivo que requiere clima templado fresco. De las condiciones ecológicas que actúan sobre la planta, el clima es el factor menos controlable y marca los límites donde puede desarrollarse. En zonas donde mejor se satisfacen las exigencias bioclimáticas es donde puede manifestar mayor rendimiento, siendo el clima el que modifica las variaciones anuales de rendimiento. Por otra parte, este factor es el que determina la región potencial para el cultivo, la cual se superpone en gran parte con la región triguera y al ser menos exigente en horas de frío que dicho cultivo

puede sembrarse en zonas más cálidas. En el capítulo 2 se describió la evolución de la superficie sembrada con lino en Argentina, de donde surge que nuestro país fue linero por excelencia. En Argentina, se han realizado estudios que relacionan la superficie sembrada con lino, su distribución en distintas áreas y los rendimientos con los requerimientos bioclimáticos del cultivo (Pascalle et al., 1968). En 1980, Acosta describió zonas del cultivo de acuerdo a las características del suelo, del clima y las producciones predominantes en cada una de ellas. Posteriormente, este mismo autor, a partir de experimentos hechos en Pergamino, definió seis subregiones establecidas en base a los requerimientos del cultivo y las características ecológicas de cada una de ellas (Acosta, 1987) (Figura 3.4).

Si bien, estas zonas superan en valor de superficie al área actual sembrada con lino (Capítulo 2) y posiblemente hayan cambiado los sistemas productivos desde que fueron planteadas a la actualidad, dan cuenta de la potencialidad que tiene el cultivo para el desarrollo en Argentina desde el punto de vista ecológico. Conocerlas y entender la relación que existe entre las características que las definen y los requerimientos del cultivo permite tomar decisiones de manejo adecuadas (Ferrando, 2007) (Capítulo 4). Actualmente la mayor superficie con lino se encuentra en la provincia de Entre Ríos en las subzonas agroecológicamente homogéneas (ZAH) descritas por Papparotti y Gvozdenovich (2007) como VIII y XIII correspondientes al Sur oeste y Centro norte de la provincia.

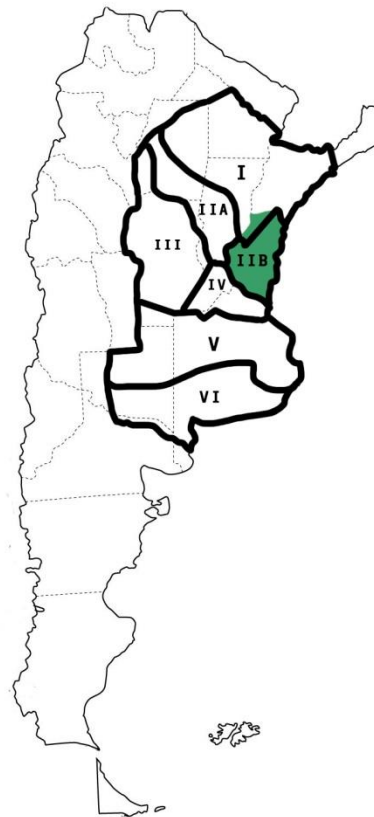


Figura 3.4: Regiones potenciales para el cultivo de lino en Argentina

(Adaptado de Acosta, 1987)

Diseño y edición de imagen por Amparo B. Andreoli

Definición del rendimiento del cultivo

La interacción entre las características morfológicas y fisiológicas propias del lino, sus requerimientos ecofisiológicos, el manejo y el ambiente en el cual suceda el ciclo del cultivo, será determinante en la definición del rendimiento en semilla y aceite, de la calidad del producto obtenido y la sustentabilidad del sistema en el cual se inserte. Generalmente hay una asociación positiva entre la definición de la producción de semilla y la materia seca acumulada, por lo cual aquellos factores que modifiquen la producción de materia seca también lo harán con el rendimiento expresado en kg de semillas y kg de aceite por unidad de superficie.

A lo largo del ciclo se van definiendo distintos componentes que hacen al rendimiento final, ellos son: las plantas logradas por unidad de superficie (m^2 o ha), el número de semillas por planta, el peso de mil semillas y el porcentaje de aceite en la semilla. Su determinación se relaciona con el manejo y el ambiente en el cual ocurren los procesos que los definen. Por este motivo es importante conocer cuáles son los requerimientos del cultivo para que los procesos que afectan la producción de semilla y aceite ocurran en un ambiente favorable, es por esto que es necesario tomar las decisiones del manejo del cultivo teniendo en cuenta dichas características y así disminuir la posibilidad de que los períodos más críticos para la definición del rendimiento ocurran en momentos desfavorables para el cultivo.

El primer componente del rendimiento que se define a lo largo del ciclo es el **número de plantas por unidad de superficie**. En principio, estará dado por la densidad de siembra que se decida utilizar de acuerdo a los criterios más adecuados a cada situación (Capítulo 4). No obstante ello, generalmente el número de plantas a cosecha en el cultivo de lino es mucho menor que la densidad teórica planteada al momento de la siembra. Esto ocurre por numerosos factores, uno de ellos es relacionado a características propias de la semilla (Freer, 1993) y puede ser afectada por las condiciones ambientales (baja temperatura, déficit o exceso de agua, tipo de suelo), presencia de adversidades (insectos de suelo, hormigas, patógenos) y/o profundidad de siembra excesiva.

A medida que transcurre el crecimiento del cultivo, al inicio muy lentamente, se produce el crecimiento de los órganos vegetativos y reproductivos. Cada planta crece en altura, produce hojas, ramas y diferencia su ápice de vegetativo a reproductivo. A medida que esto ocurre se acumula materia seca aérea y radical cuya estructura y volumen condicionará la capacidad para capturar recursos (agua, nutrientes y radiación) y convertirlos en materia seca. Estos procesos están definidos por características propias de la variedad, la disponibilidad de recursos y las condiciones ambientales en las cuales transcurren. Durante la floración y fructificación queda definido el subcomponente **número de cápsulas por planta** y el segundo componente del rendimiento que es el **número de semillas por planta**. Este componente es el más determinante del rendimiento y es muy variable ante diferentes condiciones ambientales y de manejo del cultivo. Se define a partir del número de flores, luego de las flores que llegan a formar fruto, y finalmente el número de semillas por cápsula. Está directamente relacionado con la biomasa acumulada en floración (Dybing y Grady, 1994). Esta variable se relaciona con la disponibilidad y uso

de recursos mientras ocurren los procesos mencionados, con la época de siembra y con la variedad (su longitud de ciclo y potencialidad de ramificar). En siembras tardías se acorta el ciclo, las plantas serán más chicas, con menos órganos vegetativos y reproductivos y, consecuentemente, menos materia seca (Hassan et al., 1999). También se reduce la duración de la floración y la capacidad de compensar situaciones de estrés al generarse la abscisión de órganos reproductivos que ya no pueden ser compensados (Sorlino et al., 2004). El estrés durante la floración e inicio de fructificación es crítico para la determinación del rendimiento en semillas, aceite y su calidad (Mirshekari et al., 2012). Lo mismo ocurre si el cultivo no tiene la posibilidad de utilizar los recursos necesarios para la definición del número de semillas por planta (Ceh et al., 2020). Este componente también es modificado por la temperatura, si ésta es muy alta será menor el número de cápsulas por planta y de semillas por fruto.

Por último, se define el **peso de las semillas**, esta variable tiene un gran componente genético (cada variedad tiene un peso de mil semillas potencial) pero también puede ser modificado por las condiciones ambientales en las cuales ocurre el proceso de llenado. La baja disponibilidad hídrica y las altas temperaturas durante dicho proceso afectan negativamente el peso de las semillas y también el contenido y calidad del aceite (Mirshekari et al., 2012). Si el llenado ocurre a temperaturas altas las semillas serán más livianas, tendrán menor porcentaje de aceite y menos contenido de ácido alfa linolénico (Gallardo et al., 2014).

En la figura 3.5 se muestran una curva de acumulación de materia seca de lino en La Plata y los períodos de definición del rendimiento y sus componentes.

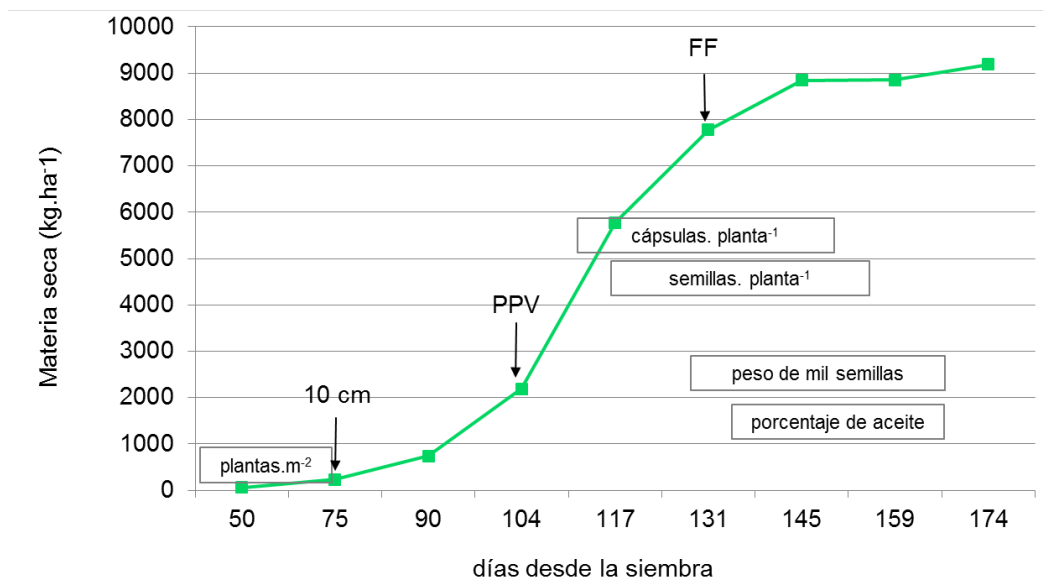


Figura 3.5: Determinación del rendimiento y sus componentes en un cultivo de lino
(Adaptado de Sánchez Vallduví y Flores, 2007)

Referencias: 10 cm: 10 cm de altura de planta, PPV: primeros pimpollos visibles, FF: fin de floración

Referencias

- Acosta, P. P. (1980). Lino para semilla y fibra. En: Dimitri, M. (Director) *Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería*. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 12-2. Editorial ACME S.A.C.I.
- Acosta, P. P. (1987). Consejos prácticos para la siembra del lino. Boletín de divulgación Técnica N° 64. INTA. EEA, Pergamino, 1-20.
- Albert, C. (1995). Lin graine. Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (CETIOM), 1-4.
- Bauer, P. J., Stone, K. C., Foulk, J. A. y Dodd, R. B. (2015). Nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and zinc in Southeastern USA harvested flax. *Crop, forage and turfgrass management*, 1-5.
- Casa, R., Russell, G., Lo Cascio, B. y Rossini, F. (1999). Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. *European Journal of Agronomy*, 11, 267-278.
- Ceh, B. Straus, S., Hladnik, A. y Kusar A. (2020). Impact of linseed variety, location and production year on seed yield, oil content and its composition. *Agronomy*, 10, 1-13.
- CETIOM. (1994). Lin Oleagineux: La Recherche progresse. *Oléoscope. Le Bulletin du CETIOM* N° 20, 1-4.
- De Fina, A. L. (1939). Sumas térmicas y duraciones del día que determinan la floración del lino (*Linum usitatissimum* L.). *Pyysis (XVIII)*, 290-315.
- Dieprenbrock, W. y Pörksen, N. (1993). Effect of stand establishment and nitrogen fertilization on yield and yield physiology of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Industrial Crops and Products*, 1, 165-173.
- Dimitri, M. J. (1959). Lináceas. En: Parodi, L. R. (Director). *Enciclopedia Argentina e Agricultura y Jardinería*, Descripción de las plantas cultivadas, V (I) (pp. 518-519). Buenos Aires, Editorial ACME S.A.C.I.
- Dybing C. D. y Grady, K. (1994). Relationships between vegetative growth rate and flower production in flax. *Crop Science*, 34, 483-489.
- Dybing, C. D. y Zimmerman, D. C. (1965). Temperature effects on flax (*Linum usitatissimum* L.) growth, seed production, and oil quality in controlled environments. *Crop Science*, 5, 184-187.
- Ehrensing, D. T. (2008). Flax. Oilseed crops. Extension Service, EM 8952-E, 1-9.
- Ferrando, J. P. (2007). El cultivo de lino. *Agromercado*, 266, 4-7
- Flax council of Canada. (2021). Growth and Development. En: *Growing flax* (pp 15-17) Recuperado de: <https://flaxcouncil.ca/growing-flax>
- Flores. C.C., Sánchez Vallduví, G. E. y Dorado, I. (1998). Modificaciones en la producción y partición de materia seca en lino oleaginoso (*Linum usitatissimum* L.) por efecto de la fertilización nitrogenada. *III Reunión Nacional de oleaginosos*, Bahía Blanca, Argentina, 221-222.
- Freer, J. B. S. (1991). A development stage for linseed (*Linum usitatissimum*). *Aspects of Applied Biology*, 28: 33-40.

- Freer, J. B. S. (1993). Linseed husbandry, a UK perspective. *Industrial Crops and Products*, 1, 211-217.
- Gallardo, M. A., Milisich, H. J., Drago, S. R. y González, R. J. (2014). Effect of cultivars and planting date on yield, oil content and fatty acid profile of flax varieties (*Linum usitatissimum*). *International Journal of Agronomy. Hindawai Publishing Corporation*, (2014) pp 7, Article ID150570.
- Giménez, P. I. y Sorlino, D. M. (2006). Lino. En: De la Fuente, E. B., Gil, A., Gimenez, P. I., Kantolic, A. G., Lopez Perieira, M., Ploschuk, E. L., Sorlino, D. M., Vilariño, M. P., Wassner F. F. y Windauer, L. B. (Editores) *Cultivos Industriales*. (pp. 215-239). Buenos Aires, Argentina, Editorial Facultad de Agronomía.
- Hassan, F. U., Leitch, M. H. y Ahmad, S. (1999). Dry matter partitioning in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Agronomy & Crop Science*, 183, 213-216.
- Hocking, P. J. (1995). Effects of nitrogen supply on the growth, yield components, and distribution of nitrogen in linola. *Journal of plant nutrition*, 18 (2), 257-275.
- Hocking, P. J. y Pinkerton, A. (1991). Response of growth yield components of linseed to the onset or relief of nitrogen stress at several stages of crop development. *Field Crop Research*, (27), 83-103.
- Hocking, P. J. y Pinkerton, A. (1993). Phosphorus nutrition of linseed (*Linum usitatissimum* L.) as affected by nitrogen supply: effects on vegetative development and yield components. *Field Crop Research*, 32, 101-114.
- Hocking, P. J., P. J. Randall y A. Pinkerton. (1987). Mineral nutrition of linseed and fiber flax. *Advances in agronomy* (41), 221-296.
- Kandel, H. y Keene, C. (2020). Flax production in North Dakota. NDSU Extension, A1038, 1-6. Recuperado de: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/flax-production-in-north-dakota/a1038-flax-production-nd.pdf>
- Larsen, A. (1969). Experiments on the net assimilation rate flax (*Linum usitatissimum*). *Acta Agriculturae Scandinavica*, 10, 226-236.
- Major, D. J. (1980). Photoperiod resposete characteristics controlling flowering of nine crop species. *Canadian journal of plant science*, 60, 777-784.
- Mirshekari, M. Amiri, R., Nezhad, H. I. (2012). Effects of planting date and water deficit on quantitative and qualitative traits of flax seed. *American-Eurasian Journal Agriculture & Environmental Science*, 12 (7), 901-913.
- Paparotti, O. y Gvozdenovich, J. (2007). Caracterización de zonas y subzonas del proyecto Red de información agropecuaria (RIAP) Entre Ríos. *Informe EEA Paraná Entre Ríos* (pp. 1-26). Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-de-zonas-y-subzonas-riap-entre-rios-1>.
- Pascale, A. J., Remussi, C. y de Rosbaco A. M. (1968). 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*, 16 (3), 5-28.

- Rabourdin, N. (2019). Les stades du lin. Terres Inovia. Recuperado de: https://www.terresinovia.fr/7les_stades_reperes_du_lin
- Robles Sánchez, R. (1991). Cultivo de linaza (*Linum usitatissimum* L). En: Robles Sánchez, R. Editor), *Producción de oleaginosas y textiles* (553-572), 3ª edición. D. F. México: LIMUSA Grupo NORIEGA Editores.
- Sánchez Vallduví, G. E. (2012). *Manejo de malezas en lino. Evaluación de la competencia cultivo-maleza con un enfoque agroecológico*. (Tesis doctoral). Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26043>
- Sánchez Vallduví, G. E. y Flores, C. C. (2007). Acumulación y partición de la materia seca y del nitrógeno en el cultivo de lino (*Linum usitatissimum* L). *Revista Científica Agropecuaria*, 11 (2), 77-86.
- Sánchez Vallduví, G. E., Chamorro, A. M., Tamagno, L. N., Signorio, R. D. y Miranda, W. R. (2006). Suma térmica para el cumplimiento del subperíodo emergencia-visualización del corimbo en distintos cultivares de lino Oleaginoso (*Linum usitatissimum* L). *XI Reunión Argentina de Agrometeorología*, La Plata, Argentina, 115-116.
- Sánchez Vallduví, G. E., Flores, C. C., Dorado I. y Golik, S. I. (1998). Acumulación y partición de nitrógeno en el cultivo de lino oleaginoso (*Linum usitatissimum* L.): influencia de la fertilización nitrogenada. *III Reunión Nacional de oleaginosos*, Bahía Blanca, Argentina, 223-224
- Sánchez Vallduví, G. E., Schalamuk, S., Pollini, L. M. y Herrero, R. C. (2000). Materia seca y N acumulado por el cultivo de lino (*Linum usitatissimum* L). Efecto de distintos patrones de siembra. *XXIII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*, Río Cuarto, Argentina. 84-85.
- Sorlino, D. (1994). Factores que regulan la duración de la etapa fenológica emergencia-principio de floración de lino (*Linum usitatissimum* L). *VI reunión Argentina de Agrometeorología*, Argentina, 1-2.
- Sorlino, D. (1997). Fenología de la floración en lino (*Linum usitatissimum* L). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 17 (1), 7-12.
- Sorlino, D. (2001). Efecto de la temperatura y la profundidad de siembra sobre la duración de la etapa siembra-emergencia en lino (*Linum usitatissimum* L). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21 (2), 129-134.
- Sorlino, D. M., Giménez, P. I. y Babboni, M. (2004). Dinámica de la floración y la absorción de órganos reproductivos en lino. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24 (3), 211-216.
- Sorlino, D. y D'Ambrogio, A. (1995). Variación de la duración de la etapa vegetativa en lino (*Linum usitatissimum* L) como respuesta a tratamientos de vernalización de distinta extensión. *II Reunión Nacional de oleaginosas*, Pergamino, Argentina, 131-138.
- Sorlino, D. y Trápani, N. (2000). Escala para la determinación de estadios fenológicos de lino oleaginoso (*Linum usitatissimum* L.) a campo. *VIII Congreso Nacional y Segundo Latinoamericano de Agrometeorología*, Argentina, 1-5.
- Sultana, C. (2001). *Flax (Linum usitatissimum L). World Fertilizer use manual*. Institut Technique Agricole du Lin, 1-4. Recuperado de: <http://www.fertilizer.org>
- Terres Inovia. (2020). *Guía de cultura. Lin oleagineux*. Recuperado de: www.terresinovia.fr

- Yermanos, D. M. y Goodin, J. R. (1965). Temperature effects on vegetative growth and oil quality of flax. *Agronomy Journal*, 57 (5), 453-456.
- Zingaretti, O., Fernández, M. A. y Steffanazzi, R. (2015). Evaluación de cultivares de lino oleaginoso, en un año normal y un año húmedo en la región semiárida de la pampa central. *Semiárida. Revista de la Facultad de Agronomía UNLAPam*, V (25), 67-68.