

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Universidad Nacional de La Plata



Informe de trabajo final de carrera Ingeniería Agronómica

Título:

**Trasplante de variedades locales de apio e hinojo en fechas escalonadas con vistas a la selección de plantas con altos requerimientos de acumulación de horas de frío para la vernalización.**

**Modalidad:** Trabajo de investigación

**Alumno:** Ignacio Suarez

**Número de legajo:** 27358/4

**DNI:** 38790484

**Correo electrónico:** suareznico-12@hotmail.com

**Teléfono:** 2920 515123

**Director:** Andrés Nico

**Co – Director:** Jeremías Otero

**Fecha de entrega:** 09/02/2018

## **RESUMEN.**

El objetivo de este trabajo fue probar el efecto que sobre la manifestación de la floración en apio e hinojo tienen diferentes épocas de trasplante y establecer alguna fecha que permita discriminar en una población aquellos individuos sensibles al bolting de otros más resistentes. Con este propósito se dispusieron tres fechas diferentes de siembra y trasplante, para cada uno de los cultivos. En plantas de hinojo de la población 'Frisenda' la floración tuvo lugar en el 100 % de los individuos, independientemente de la fecha de trasplante. Las pruebas realizadas con la población 'Apio fajado Binci', sí mostraron, en cambio, diferencias según la fecha de trasplante considerada. Cuando el trasplante se realizó el 18 de mayo el 100% de los individuos florecieron; cuando se realizó el (26 de junio) el porcentaje fue de 93 % y cuando se efectuó en la tercera fecha (22 de julio) floreció el 57 %. La fecha de trasplante del 26/6/2018 resulta, por lo tanto, válida para discriminar dentro de la población "Binci" de plantas de apio individuos con mayor requerimiento de horas de frío, a fin de seleccionarlos, mantenerlos en estado vegetativo y replantarlos a la campaña siguiente para obtener semilla.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
Las hortalizas locales.....	4
<b>EL APIO Y EL HINOJO.....</b>	<b>6</b>
Floración prematura en apio e hinojo.....	6
Producción de semilla.....	8
<b>HIPOTESIS: .....</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS: .....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>9</b>
Conducción del cultivo: .....	9
Registro de la presencia de órganos florales visibles.....	11
Cálculo de las unidades de frío.....	11
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
Plantas con presencia de órganos florales visibles.....	12
UF acumuladas.....	14
Observación de la presencia de escapos florales.....	16
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>19</b>

## **INTRODUCCION.**

### **Las hortalizas locales.**

Las variedades locales de cultivos —también conocidas como cultivares típicos o nativos— pueden ser esenciales para la seguridad alimentaria, nutricional y económica de muchas personas, especialmente pequeños agricultores y comunidades agrícolas de las zonas rurales marginales. La diversidad de estas variedades puede ofrecer una protección frente a condiciones de estrés y amplias ventanas de cultivo, mientras que los productos de cosecha pueden ser esenciales para la cocina local tradicional y determinadas necesidades alimentarias. Además, estas variedades constituyen una fuente importante de genes localmente adaptados para la mejora de otros cultivos. Por otra parte, otorgan a los agricultores la posibilidad de reducir parcialmente su dependencia de insumos, ya que les brindan la oportunidad de producir su propia semilla.

A pesar de que se reconoce ampliamente la importancia de las variedades locales de cultivos y la función que desempeñan los agricultores y otros actores en su conservación, el entorno propicio para la defensa de la continuación de su cultivo se ha visto amenazado, en parte debido a la promoción y adopción generalizada de cultivares híbridos de alto potencial de rendimiento (Sarandón *et al.*, 2016). En consecuencia, buena parte de los materiales que estaban disponibles comercialmente se han perdido junto con el conocimiento asociado a su cultivo y utilización (Ver Figura 1). Afortunadamente en muchas ocasiones, cuando las empresas productoras de semillas interrumpían la producción de ciertos cultivares eran los agricultores particulares quienes los conservaban.

El cinturón hortícola de La Plata, en particular, ha ofrecido la posibilidad de mantener diversas variedades locales de hortalizas de polinización abierta que corrían el riesgo de perderse ante la sustitución casi total en el cultivo comercial por los cultivares ofrecidos por los proveedores habituales de insumos (Nico *et al.*, 2006). Se incluyen dentro de estas hortalizas locales, cultivares de hortalizas de hoja de ciclo otoño-invernal que podrían contribuir a la provisión de opciones comerciales a determinados productores que suelen utilizar semilla producida por ellos mismos para la iniciación de algunos de sus cultivos. Se incluyen, en este grupo, variedades locales de apio, hinojo y cebolla de verdeo (Nico *et al.*, 2006). En particular una población del grupo de los apios verdes conocida como “Apio fajado”, fue conservada por reproducción y selección a partir de materiales comerciales de la variedad ‘Pascal Gigante’, y otro tanto ocurrió con una población local de hinojo conservada a partir de variedades comerciales. De esta manera ambos cultivares se volvieron disponibles para su adopción por los horticultores platenses. Un grupo de docentes e investigadores de la FCAyF-UNLP (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata) nucleados en la Unidad Promocional de Investigación y Desarrollo de Semillas Hortícolas Locales del Cinturón Verde Platense (en adelante, UPID) recolectaron entre algunos productores de la región semilla de estos cultivares para mantenerlos, multiplicarlos y evaluar su potencial de adopción entre los productores del Cinturón Hortícola, especialmente aquellos que conducen establecimientos familiares. Así se pudieron recuperar las poblaciones de apio e hinojo conocidas respectivamente con los nombres de “Binci” y “Frisenda”, en

reconocimiento a los productores que efectuaron su selección y conservación. Sobre estas poblaciones es que se trazaron los objetivos del presente trabajo.

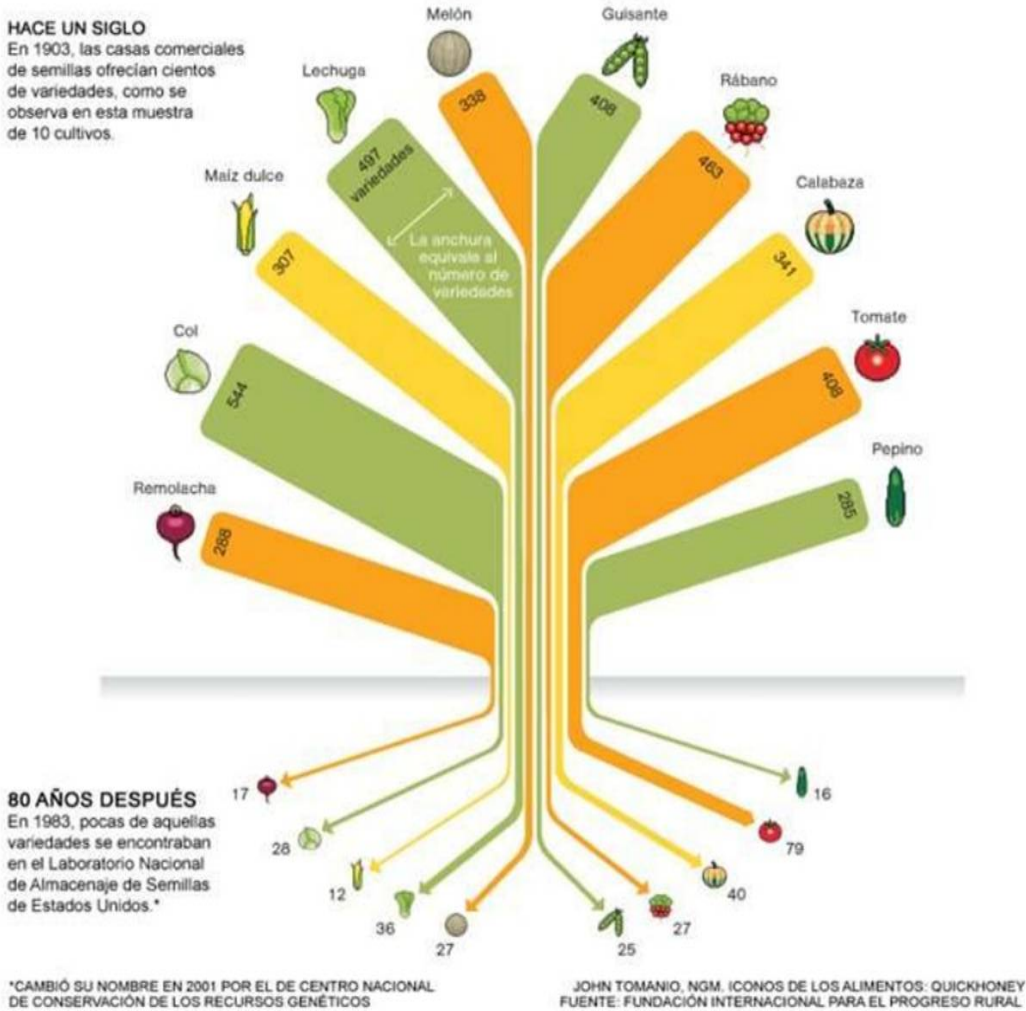


Figura 1: representación esquemática de la desaparición de variedades comerciales de hortalizas.

## EL APIO Y EL HINOJO.

El apio (*Apium graveolens*) y el hinojo (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) son dos hortalizas cultivadas desde hace décadas en los cinturones verdes argentinos. Si bien el apio presenta tres variantes culturales (la variedad. *rapaceum* o apio-nabo, la var. *secalinum* o apio de hoja y la var. *dulce* o apio de penca) sólo ésta última presenta difusión significativa en Argentina (Del Pino, 2019). El hinojo y el apio de penca comparten entre sí buena parte de sus características botánicas, agronómicas y culinarias. Por su pertenencia a la familia de las Apiáceas o Umbelíferas, ambas presentan la condición de poseer aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas y medicinales ampliamente reconocidas. Por otra parte, los hábitos de consumo son similares para ambas hortalizas, de las cuales se consumen los pecíolos preferentemente en crudo. Ambas plantas, de hábito bienal, presentan en su etapa vegetativa un tallo en forma de disco con entrenudos cortos, alrededor del cual se disponen hojas con pecíolos hiperdesarrollados que van apareciendo de acuerdo con un hábito centrífugo de crecimiento. Como aspectos diferenciales se destaca, en el apio de penca, el acostillamiento de los pecíolos o “pencas”, que presentan longitudinalmente cordones esclerenquimáticos, El hinojo, en cambio, se destaca la compacta imbricación de los pecíolos en su base, que hace a la parte inferior del follaje merecedora de su denominación de “pseudobulbo” o “falso bulbo”.

### Floración prematura en apio e hinojo.

En tanto plantas bienales de floración primaveral, el apio y el hinojo comparten entre sí demandas similares de estímulo ambiental para la inducción floral (Pilatti y Favaro, 1995). En efecto ambas se comportan como especies de requerimiento brevilingidurno que demandan por otra parte, para la diferenciación de la yema apical de vegetativa en reproductiva, la satisfacción de una sumatoria de unidades de frío. Este estímulo térmico de bajas temperaturas debe verificarse en coincidencia con noches de larga duración, lo que explica el prefijo “brevi” en el término “brevilingidurno”. Sin embargo, una vez cumplida esta primera etapa de vernalización, la manifestación final de la floración, que implica el alargamiento de los entrenudos y la transformación del tallo discoide achatado en uno cilíndrico alargado que porta en su ápice los primordios florales, requiere de una segunda etapa de estímulo ambiental. La misma en esta ocasión se verifica con un fotoperíodo por encima de las doce horas –que explica el “longi” del “longidurno” y temperaturas templadas. En el caso de no haber cumplido los requerimientos estas plantas vegetan durante el siguiente año, para efectivamente cumplir con sus requerimientos vernalizantes y florecer en la primavera.

El hecho de que el evento reproductivo requiera la satisfacción consecutiva de los dos estímulos explica la adaptación evolutiva que evita que la floración tenga lugar

anticipadamente en invierno, mientras persiste el riesgo de heladas. Los requerimientos de la vernalización han sido bien estudiados en el caso del apio. Para que se produzca la vernalización la planta debe superar el período juvenil, o sea, debe tener más de 5 hojas desarrolladas. A partir de ese momento la planta se vuelve sensible a la acumulación de unidades de frío. El umbral por debajo del cual tiene lugar esa acumulación está entre los 14 y 16°C, aunque en la práctica se emplea una temperatura de 15 °C para el cálculo de los días necesarios para que un determinado cultivar cubra sus requerimientos de frío (Sendra *et al.*, 2011).

El cálculo de las unidades de frío acumuladas en un día determinado se efectúa según la siguiente fórmula, para un límite de vernalización de 15° C:

$$\text{Unidad de frío (UF)} = (15 - \text{temperatura promedio}) \times 24\text{hs}$$

Sin embargo, el fenómeno de la vernalización involucra fenómenos más complejos que la simple acumulación de unidades de frío. En efecto, en ocasiones altas temperaturas previas a la primavera pueden provocar una “desvernalización”, vale decir la pérdida de algunas unidades de frío sumadas previamente. Las UF recibidas pueden ser contrarrestadas por altas temperaturas nocturnas (22 o 28°C) que provocan una reversión en el proceso de vernalización (Pilatti y Favaro, 1995). Por otro lado, el efecto de la acumulación de estas unidades de frío no es meramente cualitativo, vale decir que no desata una simple respuesta de “ocurrencia” o “no ocurrencia”. En efecto, si bien tenemos la seguridad de que en primavera luego de la vernalización ocurrirá la floración, la misma puede adelantarse o retrasarse según la cantidad de unidades de frío que se hayan acumulado por encima del umbral mínimo. Bajo condiciones de vernalización sub-óptimas (bajas horas de acumulación de frío) el apio requiere de un fotoperiodo más largo para florecer (Sendra *et al.*, 2011).

Los requerimientos del hinojo para la floración son mucho menos conocidos. La interacción entre fotoperiodo y fenología está bien determinada en lo que respecta a su influencia sobre la formación del falso bulbo, la parte comestible de la hortaliza. En efecto Chaux y Foury (1994) consideran que la bulbificación del hinojo se ve claramente favorecida por la acción de los días cortos y/o temperaturas relativamente bajas. Los cultivares de ciclo corto suelen requerir fotoperiodos más largos que los de ciclo medio o largo para formar el «bulbo» u órgano de aprovechamiento (Peron, 1981). También se acepta incuestionablemente que el fotoperiodo largo es el principal agente climático desencadenante de la subida a flor (Peron 1981), sobre todo conjuntamente con temperaturas elevadas. Sin embargo, existen controversias acerca de si la floración prematura requiere una fase previa de vernalización con bajas temperaturas y día corto. Peron (1981) afirma que las temperaturas bajas no son inductivas de la floración en el hinojo. Lorenz y Maynard (1980) declaran, en cambio, que el hinojo es una planta bienal y que para producir su semilla es necesaria una exposición prolongada de plantas inmaduras a temperaturas por debajo de los 7°C. Sin embargo, la duración y el momento de ocurrencia de tal exposición está pobremente definida (Douglas y Follet, 1985).

Tanto en el apio como en el hinojo el momento de cosecha depende de la oportunidad de comercialización y de la posibilidad de floración (bolting). Cuando una planta comienza a elongar el disco caulinar significa que ha comenzado el proceso de

alargamiento del escapo floral y a partir de ahí se cuenta con aproximadamente 7-10 días para cosechar. Una planta con escapo floral no tiene destino comercial, ya que se afecta la estructura de la planta, y la movilización de nutrientes desde los pecíolos determina que éstos queden fibrosos y sin parénquima (Sendra *et al.*, 2011).

Por lo dicho anteriormente la floración es una de las principales limitantes de las plantas de apio e hinojo a la hora de ser cosechadas, para lo cual es sumamente importante conocer de su fisiología y los factores que inducen a la floración.

### **Producción de semilla.**

En la producción de las plantas bienales de floración primaveral de las cuales se cosechan órganos vegetativos y que por lo tanto presentan el bolting como inconveniente comercial, existe un conflicto de interés entre la producción de semilla, para la cual la floración es un evento favorable, y la producción de hortalizas, para la cual el bolting es un evento desfavorable. Para las especies hortícolas que presentan esta particularidad normalmente se recurre a la producción comercial de semilla en regiones con inviernos fríos que garantizan la floración en toda la población de las plantas. Sin embargo, en el proceso de producción propia de semilla por parte de los agricultores familiares, se presenta el inconveniente de que la vernalización tiene lugar en zonas con inviernos templados. De esta forma aquellas plantas con altos requerimientos de acumulación de unidades de frío no llegan a florecer, mientras que sí lo hacen aquellas que presentan exigencias más bajas. La repetición recurrente del proceso campaña tras campaña provoca como efecto indeseable la selección de individuos con bajos requerimientos de acumulación de horas de frío, vale decir, altamente susceptibles al bolting. Esta circunstancia no constituye un obstáculo para la producción estival o invernal de apio e hinojo, vale decir aquella en la que las plantas alcanzan su tamaño comercial con suficiente anticipación al comienzo de la primavera. Sin embargo, restringen la producción primaveral ante una elevada incidencia de floración prematura.

El problema descrito se resuelve parcialmente efectuando un mecanismo de selección “inversa” en la producción de semilla, que implica someter la población a un estímulo moderado de vernalización y, al llegar la primavera, conservar sólo las plantas no florecidas. Las mismas o bien se mantiene en su sitio hasta la primavera venidera, o bien se implantan al año siguiente mediante técnicas vegetativas o clonales en fechas de plantación suficientemente anticipadas como para garantizar su vernalización y posterior floración. Este es el fundamento del método bienal empleado en la producción de cebolla para la depuración de las poblaciones que se conoce con el nombre de “semilla-bulbo-semilla” (Gaviola y Oliva, 1997). En el presente trabajo se propone probar el efecto que sobre la manifestación de la floración en apio e hinojo tendrían diferentes épocas de trasplante, buscando establecer alguna fecha que permita discriminar en una población aquellos individuos sensibles al bolting de otros más resistentes.

### **HIPOTESIS:**



1- Existe una diferencia genotípica para los caracteres de vernalización dentro de la población de semillas de la población “Binci” de apio y de la población “Frisenda” de hinojo.

2- Existen fechas de trasplante que determinan acumulaciones subóptimas de unidades de frío para la vernalización y permiten discriminar fenotípicamente dentro las poblaciones de apio “Binci” e hinojo “Frisenda” individuos con resistencia al bolting.

### **OBJETIVOS:**

*General:* contribuir a la mejora de la calidad de la semilla de variedades locales de apio e hinojo que la institución ofrece a los agricultores familiares.

#### *Específicos:*

1- Seleccionar plantas de apio e hinojo con resistencia al bolting.

2- Detectar la fecha de plantación que permite discriminar dentro de la población de plantas a aquellas que presenten mayor requerimiento de unidades de frío.

### **MATERIALES Y METODOS.**

En los ensayos del presente trabajo se empleó semilla botánica de apio e hinojo, obtenida y conservada por la UPID. Los cultivares corresponden a la población ‘Binci’ de apio y a la población ‘Frisenda’ de hinojo.

Se probaron tres fechas diferentes de siembra y plantación, tanto para el apio como para el hinojo. Las fechas de siembra en almácigos fueron 3 en ambos casos (16 de marzo; 4 de abril; 19 de abril). El trasplante a campo se efectuó cuando las plantas tuvieron 5 hojas desarrolladas.

#### **Conducción del cultivo:**

##### *Almácigo:*

La conducción del ensayo se llevó a cabo en el invernáculo del INFIVE (Instituto de Fisiología Vegetal).

Para cada fecha de siembra se utilizó 1 bandeja de 128 celdas, cada una con un volumen de 24 centímetros cúbicos. La siembra se realizó de forma manual empleando 2 semillas por celda, a una profundidad de 0,2 centímetros. El sustrato empleado fue turba. Las bandejas de germinación estuvieron apoyadas sobre mesadas ubicadas a 1,2 metros de altura, sobre las cuales se realizaron 2 a 3 riegos semanales por el sistema de aspersión. El invernadero contó con temperatura controlada para mantenerla dentro del rango de  $24 \pm 2$  °C.

De cada fecha de siembra se extrajeron 50 plantines en condiciones de total desarrollo los cuales fueron llevados a campo.

**Tabla 1. Fechas de siembra y de trasplante de los ensayos realizados, para los cultivos de apio e hinojo.**

	Fecha de siembra	Fecha de trasplante
Apio Población: "Binci"	16/03/2018	18/05/2018
	4/04/2018	26/06/2018
	19/04/2018	22/07/2018
Hinojo Población: "Frisenda"	16/03/2018	4/04/2018
	4/04/2018	18/05/2018
	19/04/2018	26/06/2018

*Preparación del terreno y trasplante:*

Los plantines obtenidos en la etapa de almácigo se implantaron en un lote conducido por la UPID en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (ubicada en Los Hornos) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. El lote se labró de manera de conformar una cama de trasplante apropiada con la posterior formación de surcos a 70 cm.

El trasplante se realizó cuando las plantas tenían 5 hojas desarrolladas, de forma manual, hundiendo en la tierra el cepellón de la plántula hasta la zona del cuello. La plantación se realizó de manera similar para ambas especies, a tresbolillo, en dos líneas por surco separadas a 30 cm entre sí y 30 cm de separación entre plantas.

*Operaciones complementarias:*

Previo al trasplante se realizó una fertilización de base con fosfato diamónico a razón de 50 kg/ha.. Se realizaron riegos semanales de forma manual con una regadera. Las malezas fueron controladas de forma manual con azada. Las carpidas se realizaron en intervalos de 15 en invierno y 7 días en primavera.

Las plantas fueron monitoreadas semanalmente a fin de detectar presencia de plagas y enfermedades, pero no fue necesario realizar controles.

### **Registro de la presencia de órganos florales visibles.**

Se realizó un registro de la ocurrencia del evento floración en todas las fechas de trasplante para las poblaciones de apio e hinojo. El mismo consistió en comprobar semanalmente la presencia visible de órganos florales y el comienzo de la elongación caulinar, hasta el día 20 de diciembre de 2018, fecha más allá de la cual se consideró que las plantas sin florecer ya no lo harían hasta la primavera del año siguiente. La observación individual de cada planta con comenzó mediante la observación de la presencia de escape floral a mediados de septiembre. En caso de observarse elongación del mismo se registró la longitud tomando como base el suelo.

Las plantas que permanecieron sin florecer dentro de una población con manifiesta mayoría de plantas florecidas se seleccionaron y se reservaron con vistas a su conservación.

### **Cálculo de las unidades de frío.**

Con el objetivo de obtener un parámetro del nivel de resistencia al bolting que presentan las plantas de apio, se realizó el cálculo de las UF a las que fue sometido el conjunto de individuos de cada fecha de trasplante. Los datos meteorológicos se registraron con una estación automática marca Davis Instruments modelo Davis Advantage Pro2, ubicada en lat, 34° 59" S y long, 57° 59" W a. 45 m de altura sobre el nivel del mar y procesados por el Ing. Agr. H. Martin Pardi de la sección Agrometeorología dependiente de la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" y la cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la FCAYF, U.N.L.P. Como en los dos casos las plantas contaban al momento del trasplante con cinco hojas verdaderas desarrolladas, se consideró que ya habían superado la etapa juvenil durante la cual no se verifica la acumulación de horas de frío. En consecuencia, el registro de las horas de frío se consideró a partir del momento del trasplante.

El número de unidades de frío acumuladas en un día determinado se cálculo de la siguiente manera:

Unidad de frío (UF) = (15 – temperatura promedio diaria) x 24hs.

Se realizó el cálculo de las UF acumuladas desde el día del trasplante en adelante, para cada uno de los días que presentaron temperaturas promedio menores a 15°C.

Luego se realizó la sumatoria de las UF. La acumulación de unidades de frío se detiene en el momento en que se registran 7 días consecutivos con temperaturas medias superiores a 15 grados (Sendra *et al.*, 2011), por lo cual se fijó como fecha límite para la acumulación de UF el día 21/09/2018, día en el cual cumplió con dicho registro. Casualmente coincidió con un fotoperiodo de 12 horas, el cual es umbral desencadenante de la floración. Para el cálculo del fotoperíodo se recurrió a una hoja de cálculo de Excel de dominio público provista en Internet.

Este cálculo se realizó para las fechas de trasplante 26/06/2018 y 22/07/2018, ya que en ambos casos presentaron individuos sin florecer. A modo de ejemplo también se expondrán las UF, a las que estuvieron sometidos los individuos del trasplante del 18/05/2018.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Plantas con presencia de órganos florales visibles.

A fin de discriminar aquellos individuos que florecieron de los que no, se realizó un registro de la presencia de órganos florales visibles para cada una de las fechas de trasplante, estableciendo el día 20/12/2018 como fecha límite.

Para el caso de la población local de hinojo “Frisenda” los resultados se presentan en la Figura 2.

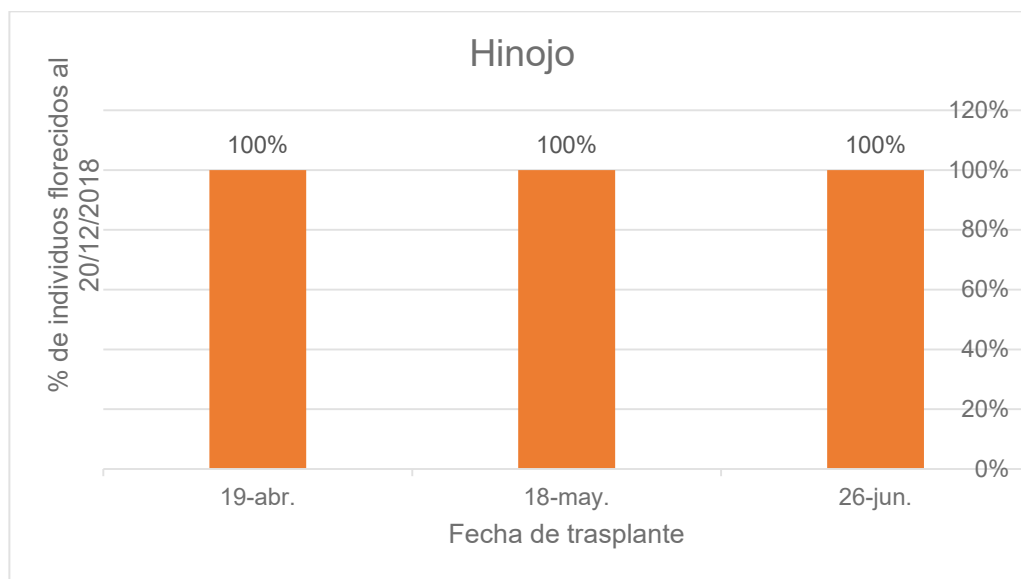


Figura 2: porcentaje de plantas de hinojo florecidas al 20 de diciembre para cada una de las fechas de siembra

Para las tres fechas de trasplante la totalidad de los individuos de la población local “Frisenda” de hinojo presentaron a la primavera órganos florales visibles. Este resultado, presenta dos explicaciones posibles. Una de ellas es que las fechas de siembra-trasplante no hayan sido las adecuadas para la discriminación de individuos resistentes al bolting. La otra es, tal como plantea Peron (1981), las temperaturas bajas no son inductivas de la floración en el hinojo. De todos modos, el hinojo es una planta de hábito bienal (Pilatti y Favaro, 1995), por lo que si se retrasara la fecha de siembra-trasplante, en alguna fecha más tardía estas no deberían florecer, lo que nos abre el interrogante de cómo es la interacción de estas con el fotoperiodo, en el caso de que lo que plantea Peron (1981) sea válido.

Para el caso de la población local “Binci” de plantas de apio los resultados se presentan en la Figura 3.

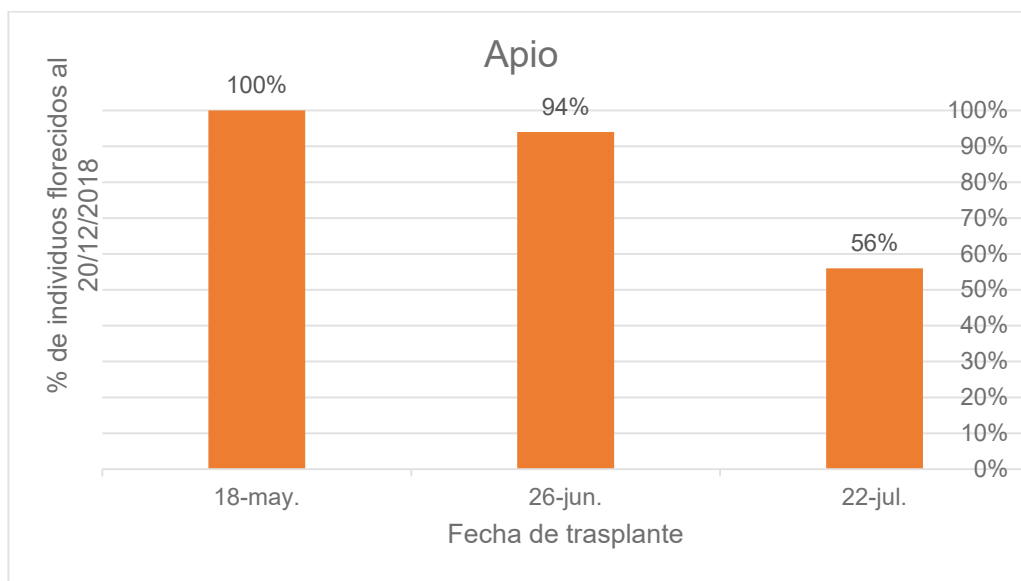


Figura 3: porcentaje de plantas de apio florecidas al 20 de diciembre para cada una de las fechas de siembra

El 100 % de los individuos de la población de plantas de apio que fueron trasplantados el 18 de mayo del 2018 florecieron. El 94% de los individuos que fueron trasplantados el 26 de junio del 2018 florecieron, quedando un 6 % del total sin florecer. El 56 % de los individuos trasplantados a campo el 22 de julio del 2018 florecieron, quedando un 44% sin florecer.

Estos resultados, muy alentadores, nos llevan a cumplir con 1 de los objetivos específicos planteados para el trabajo que es el de seleccionar plantas con algún grado

de resistencia al bolting. Las plantas seleccionadas serán conservadas, ya que este es un trabajo que se enmarca en un proyecto más grande, que es llevado a cabo por la UPID.

La hipótesis número 2 (*“Existen fechas de trasplante que determinan acumulaciones subóptimas de unidades de frío para la vernalización y permiten discriminar fenotípicamente dentro las poblaciones de apio “Binci” e hinojo “Frisenda” individuos con resistencia al bolting”*)- se cumplió para el caso de las plantaciones de apio. Asimismo, el objetivo específico número 2 –(*“Detectar la fecha de plantación que permite discriminar dentro de la población de plantas a aquellas que presenten mayor requerimiento de unidades de frío”*)- también se cumple. Las dos últimas fechas de trasplante resultarían igualmente válidas para la selección de individuos resistente al bolting. Sin embargo, cabe pensar que los que no florecieron con el trasplante de la segunda fecha (26 de junio) acumularon más horas de frío y por lo tanto su requerimiento de horas de frío es mayor que aquellas que quedaron sin florecer en la tercera fecha. Como el número de individuos que no florecieron en el caso de la fecha de trasplante del 26/06/2018, es reducido, se presenta la elección de una solución de compromiso entre el grado óptimo de resistencia al bolting y la necesidad práctica de contar con más plantas a fin de obtener mayor cantidad de semilla. No se descarta la posibilidad de que existieran otros factores que generaron que estos individuos no florezcan, uno podría ser el de la desvernalización (Pilatti y Favaro, 1995), por lo que se resalta la necesidad de continuar con los trabajos.

### UF acumuladas.

Las UF acumuladas por los individuos de ambos cultivos difirieron de acuerdo con la fecha del año en que se hubiese realizado el trasplante. Las plantas trasplantadas a la primera fecha (18 de mayo) acumularon 13543 UF, las de la segunda fecha (26 de junio) 9026 UF y las de la tercera fecha (22 de julio) 5762 UF (Fig. 4 y 5).

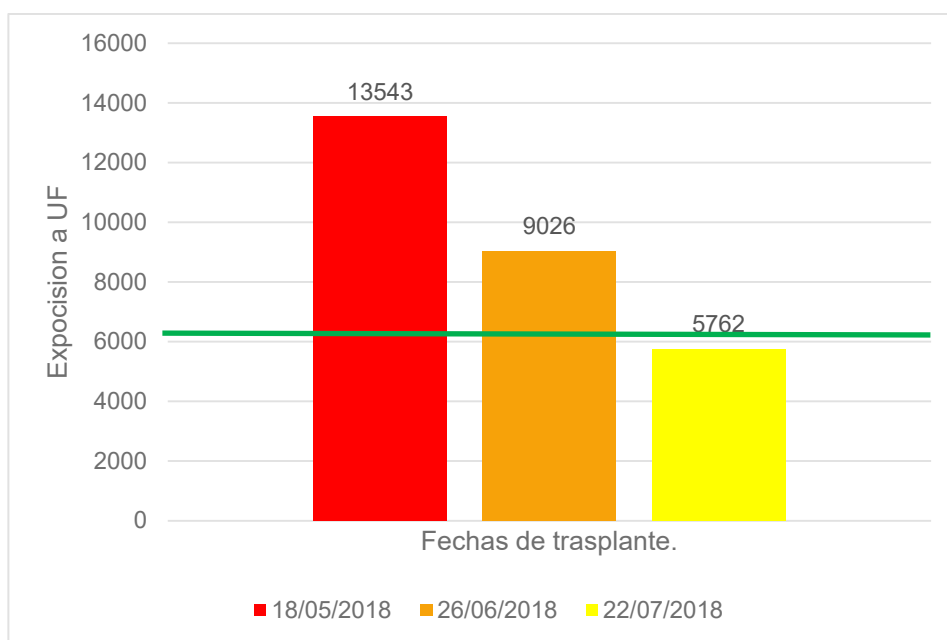


Fig. 4: unidades de frío (UF) acumuladas por cada cultivo en cada una de las tres fechas de trasplante ensayadas

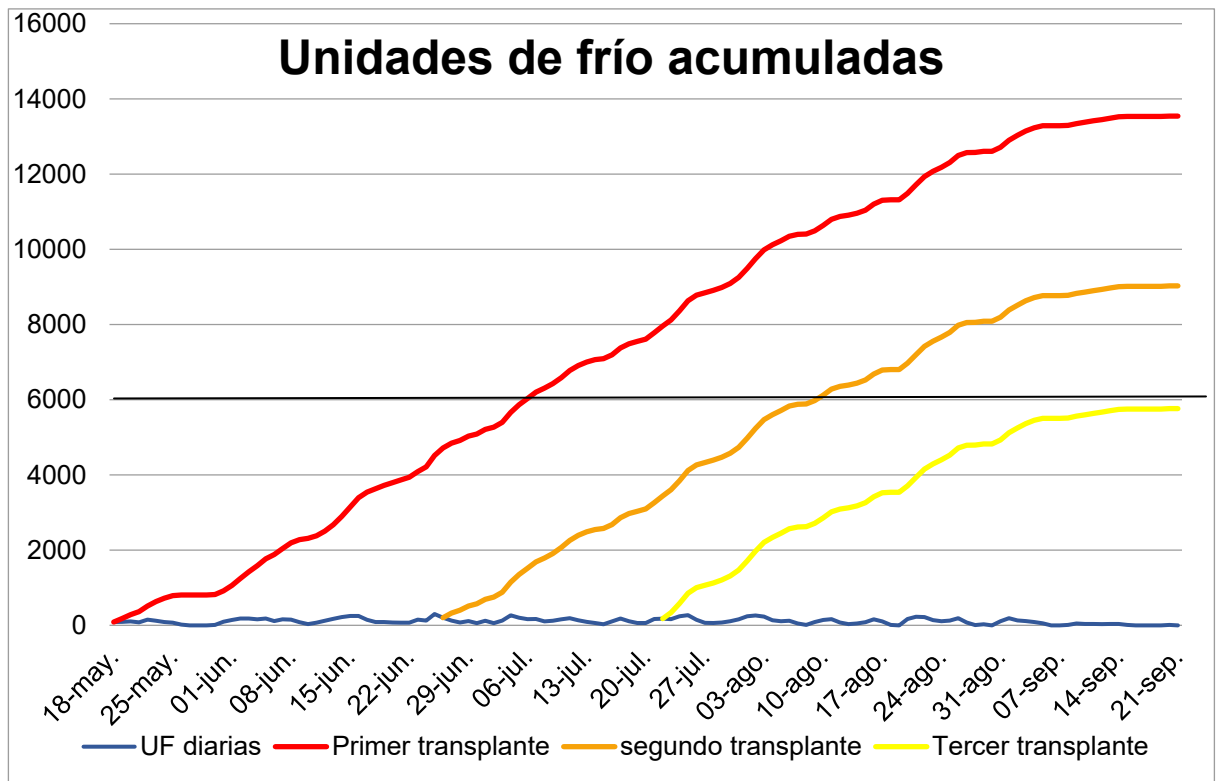


Fig. 5: marcha diaria de acumulación de horas de frío para cada una de las tres fechas de trasplante

La observación de los gráficos expuestos en las Fig. 4 y 5 nos permite comprobar la relación entre la acumulación de UF y el porcentaje de floración registrado. Se ha

señalado que las plantas que acumulan más de 6000 UF florecen al llegar a un fotoperiodo de 12 horas (Sendra *et al.*, 2011). En ambos gráficos se coloca una línea auxiliar que permite comparar este umbral con la acumulación verificada en las condiciones de nuestro ensayo para las tres fechas de trasplante. Pero es posible que la cantidad de UF que estos individuos pueden acumular sea aún mayor, por lo que sería muy interesante probar su descendencia en fechas de trasplante aún más anticipadas, de modo de realizar una presión de selección aún mayor.

### Observación de la presencia de escapos florales.

En la Fig. 6 se representa para cada una de las tres fechas de trasplante el porcentaje de plantas que muestran elongación del escapo en función de la fecha, a partir del 21 de septiembre. Tal como se ha señalado previamente acumulaciones subóptimas de unidades de frío determinan que la elongación del escapo requiera fotoperíodos mayores de 12 horas. Esto, sumado a la variabilidad presente en la base genotípica de la población, explica que la floración se presente en forma escalonada.

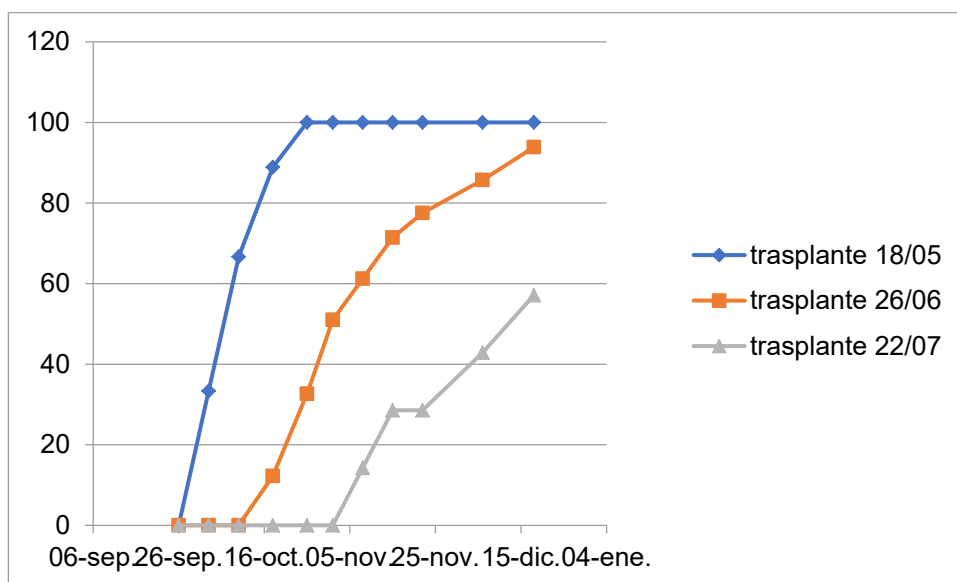


Fig. 6: marcha del porcentaje de aparición de escapos florales en plantas de apio a partir del 21 de septiembre para cada una de las tres fechas de trasplante.





Fig. 7: planta de apio con presencia de escapo floral.



Fig. 8: órganos florales visibles en planta de hinojo.

## **CONCLUSIONES.**

Las conclusiones a las que hemos arribado luego del análisis de resultados, son dispares para el caso del apio y del hinojo.

El en caso del hinojo como el 100 % de los individuos florecieron, no fue posible cumplir con los objetivos propuestos. Este resultado nos sugiere distintas posibilidades. Una de ellas es que no exista una diferencia genotípica para el carácter de vernalización, otra es que las fechas de siembra-trasplante no hayan sido las adecuadas para expresar esa diferencia genotípica posible, y la otra es que como dice Peron (1981) las temperaturas bajas no son inductivas de la floración y el fotoperiodo es el principal agente climático desencadenante de la misma. En definitiva, la conclusión número 1, también teniendo en cuenta los planteos en la discusión, es que hace falta un mayor estudio de los requerimientos para la floración en el hinojo.

Para el caso del apio las conclusiones son que efectivamente existe una diferencia genotípica para los caracteres de vernalización dentro de la población de plantas estudiada, la misma sería muy importante ya que existieron 2 fechas de trasplante en las cuales fue posible discriminar individuos que no florecieron, de otros que si lo hicieron. Esta importante diferencia genotípica sería reafirmada por el cálculo del nivel de UF que determina que las plantas florezcan. Las fechas de trasplante fueron correctas para expresar dicha diferencia genotípica, por lo cual se cumplieron los 2 objetivos específicos propuestos para el trabajo, y asimismo se realizó un pequeño aporte al objetivo general de contribuir a la mejora de la calidad de la semilla de variedades locales de apio que la institución ofrece a los agricultores familiares.

## BIBLIOGRAFIA.

**Chaux, C., Foury, C. L. (1994)** *Les productions légumières Tome 2 : Légumes feuilles, tiges fleurs, racines, bulbes.* 640 pp. Coll. Agriculture d'Aujourd'hui. Lavoisier, París

**Del Pino, M. (2019)** *Guía didáctica: Cultivo y producción de apio.* 9 pp. Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Argentina

**Douglas J.A., Follett, J.M. (1985)** Florence fennel - preliminary research on a possible new crop for the Waikato. *Proceedings Agronomy Society of New.Zealand* 15:107-110.

**López Marin, J. (2015)** Apio. pp. 315-388. En: *Cultivos hortícolas al aire libre* (Jose Maroto. V. y Baixauli C., Eds.). Fundación Cajamar, Cajamar, Almería

**Gaviola, J. C., Oliva, R. N. (1997)** Alternativas en la multiplicación de cebolla. *Avances en Horticultura* 2:4-14.

**Lorenz, O.A., Maynard, D.N. (1980)** *Knotts Handbook for Vegetable Growers.* John .Wiley and Sons Inc., New York. 621 pp.

**Nico, A.I., Garat, J.J., Castro, A., Gramuglia, S., Ahumada, A., Gamboa, S., Sarandón, S. (2006)** Recursos genéticos de plantas hortícolas alóctonas en el cinturón verde metropolitano (La Plata, Buenos Aires, Argentina) *Plant Genetic Resources Newsletter.* 148:44-48.

**Peron, J.Y. (1981)** Le Fenouil: Une production deficitaire en France à promouvoir sous abris. Pép. Hort. et Mar. *Revue Horticole* 217; 21-40.

**Pilatti, R.A., Favaro, J.C. (1995)** *Cultivos bajo invernaderos: tomate, pimiento, frutilla y apio.* 48 pp Guía didáctica. Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Santa Fe.

**Sarandón, S.J., Bonicatto, M.M., Gargoloff, N.A. (2016)** Rol de la agrobiodiversidad para un manejo sustentable y resiliente de los agrosistemas: importancia del componente cultural. *Cuadernos de la Biored* 1: 21-33.

**Sendra, N., Tonelli B., Alí, S. (2011)** *El cultivo del apio.* Cátedra de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Paraná, Entre Ríos. 14 pp.