



FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Indap

MINISTERIO DE AGRICULTURA



Cartilla divulgativa

El Cultivo del Piretro



Gabriela Verdugo R

José Bugueño A

José Olaeta C

INTRODUCCION

El Piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*, Vis) es una planta herbácea y perenne, de la familia de las Asteraceae, de una altura entre 30 y 60 cms., con raíces abundantes, fibrosas y superficiales.

Los tallos o astas florales son de altura variable y termina en una inflorescencia solitaria. El capítulo posee flores centrales pequeñas, de color amarillo, hermafroditas y hacia la periferia (radicales), femeninas. Los frutos son aquenios glabros con 5 a 10 costillas y ligeramente aladas.



Figura 1 : Planta completa de piretro.

El principal órgano de la planta, respecto a la síntesis de piretrinas, corresponde a la inflorescencia, localizándose el mayor número de glándulas oleosas en la pared externa del ovario y solamente unas pocas en el tubo de la corola, determinaron también un cierto contenido de piretrinas en hojas, pero esta característica era muy variable con la edad de la hoja.

Se lograron identificar 6 esteroides de piretrinas en plántulas cultivadas *in vitro* (callo con emisión de tallo), después de un mes de cultivo y en relación (contenido) similar a plántulas proveniente de semilla de 4 semanas de edad.

En esta planta, también se describe la estructura y función de las glándulas oleosas. Estas consisten en cuatro hileras de células - con dos células por hilera. El par basal le confiere rigidez según la célula madura, la cutícula que cubre completamente la glándula, se separa desde la célula terminal hasta formar una cámara, la que será llenada con secreciones de las células inferiores, dándole la forma globosa.

Entre los productos naturales con efectos insecticidas, las piretrinas son las principales. Obtenidas desde el *Crysanthemum roseum* originalmente y luego desde el *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Piretro), hasta el día de hoy, es un producto de muy baja toxicidad para el hombre y animales de sangre caliente, además, los compuestos asociados en formulaciones con las piretrinas tampoco presentan peligro a mamíferos.



Figura 2 : Algunos usos de las piretrinas en productos comerciales.

Las piretrinas se emplean principalmente para la elaboración de insecticidas de uso doméstico y para lugares de almacenamiento de alimentos. También para proteger plantas ornamentales y hortalizas en jardines e invernaderos y en menor porcentaje, para fines sanitarios, controlando parásitos en el hombre.

Estas piretrinas se pueden formular con aerosoles, cremas y ungüentos repelentes de insectos, espirales y barras contra mosquitos, en shampoo para controlar pediculosis en seres humanos e incluso se puede comercializar directamente como polvo para su uso en medicina naturista (antiparasitario, antisármico, antipediculosis, control de pulgas en interiores y en animales domésticos y otros usos).

Pese a la elaboración de sucedáneos sintéticos de piretrinas, llamados piretroides, que poseen una mayor estabilidad en el ambiente y otras virtudes, como menores costos, estos no pueden sustituir al producto natural en todos sus usos finales, ya que no poseen todas sus características.

PROPAGACIÓN

El piretro puede propagarse por semilla (realizando almácigo y transplante) o vegetativamente, mediante enraizamiento de esquejes obtenidos de plantas adultas o separando estas en hijuelos.



Figura 3 : Almaciguera



Figura 4 : Cultivo in vitro.

Por este último método puede obtenerse entre 20 y 30 nuevas plantas partiendo de un solo ejemplar adulto; esto no afecta la producción futura de piretrinas.

La propagación por semillas presenta el inconveniente de la heterogeneidad de las plantas obtenidas y la de responder marcadamente a efectos ambientales como temperatura y luz. Respecto al contenido de piretrinas, se puede obtener plántulas de amplio rango de contenido de piretrinas, lo que repercute en el rendimiento de ingrediente activo por hectárea.

La germinación de la semilla generalmente no es alta, debido a la presencia de semillas no fertilizadas y no viables. La viabilidad se pierde al almacenarla por períodos muy largos. La germinación toma normalmente 10 a 15 días. Cien gramos de semilla dan origen a unas 3.000 plantas.

Después de realizar un programa de selección de plantas de alta producción de flores y de alto contenido de piretrinas el mejor sistema de propagación es el cultivo de meristemas o cultivo in vitro porque permite obtener una gran cantidad de plántulas conservando las características de producción y calidad, sistema muy usado en países productores de piretro.

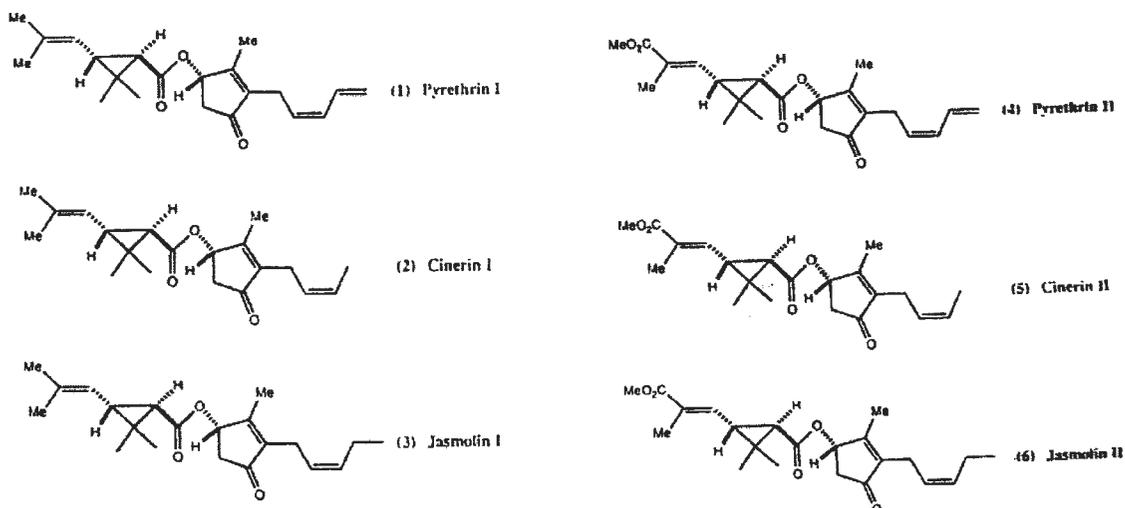
COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los intentos para identificar los principios activos de los extractos de flores de piretro solo fue posible hasta alrededor del año 1910. El año 1945 se aportan nuevos antecedentes respecto a la estructura química de alguno de los constituyentes. Finalmente el año 1960, se completa la identificación de los 6 compuestos al describirse la jasmolina II.

La exacta configuración espacial de los seis componentes que pueden ser aislados desde los extractos de piretro, fue establecida el año 1969.

La toxicidad como insecticida del piretro se debe a las sustancias conocidas colectivamente como Piretrinas: Piretina I y II, Cinerina I y II y Jasmolina I y II. La mayor toxicidad la posee la Piretrina I.

La estructura de las piretrinas es la siguiente:



Estructura de Piretrinas naturales

PLANTACIÓN

El piretro es una planta que requiere de suelos muy bien drenados, con texturas mas bien livianas y de preferencia ligeramente alcalinos. El sistema radicular es superficial, con abundantes raíces finas, muy sensible al exceso de humedad e incapaz de atravesar estratas de suelos compactadas, por lo mismo esta planta puede lograr buen desarrollo incluso en suelos delgados.

Cuando existen problemas serios de malezas en suelos que serán dedicados al cultivo de piretro, es recomendable reducir la población de malezas durante la preparación de suelos, aya sea con herbicida o con control mecánico (sucesivos rastrajes). Se debe considerar que el mayor item de costos después del costo de cosecha corresponde al desmalezado.

Al seleccionar un terreno para el establecimiento del cultivo se debe tener especial cuidado el considerar que el cultivo tiene una duración de a lo menos 5 años en el mismo sitio, por lo tanto se debe preveer: grado de infectación de malezas, pestes y enfermedades, posibilidades de riego si la situación lo requiere, conservación de suelos (este cultivo, después de establecerlo tiene por un tiempo - invierno- bajo cubrimiento o protección del suelo, por lo que lo hace susceptible a daños por erosión), donde se va a secar la producción.



Figura 5 : Densidad de Plantación.

Para la zona central del país es recomendable una distancia de plantación de 60 cms. entre hileras y de 40 cms. sobre la hilera con una densidad poblacional de 41.500 plantas por hectárea, hacia zonas más frías , sur del país, se recomienda mantener la distancia entre

hileras y reducir la distancia sobre la hilera a 30 cms., a objeto de tener un mayor cubrimiento del suelo, con una densidad de plantas de sobre 55.000 unidades. Otra alternativa es la plantación sobre “ mesas “ de 50 cms. de ancho donde se plantarían dos hileras de plantas a 30 x 30 cms. con pasillos de 50 cms. de ancho entre “ mesas “ obteniéndose con ello una densidad de 66.600 plantas por hectárea.

CONTROL DE MALEZAS

El éxito o fracaso del cultivo puede estar dado por el nivel de malezas, considerándose un óptimo económico de una desmalezada al mes, (ejemplo: considerando como maleza predominante gramínea s anuales) durante el primer año de establecimiento del cultivo, al segundo año esta frecuencia puede disminuir a una vez cada dos meses, debido al mayor cubrimiento del espacio por parte del cultivo, por un lado y de la frecuencia de control que se ha realizado de la maleza con la práctica mensual, por otro lado.

Este antecedente se deber considerar como referencial y adecuarse a la realidad local, especialmente por el tipo de malezas dominantes. El uso de caballo entre hileras se presenta como una muy buena alternativa, complementando con el desmalezado manual sobre la hilera, principalmente durante el primer año de establecimiento del cultivo, en que una alta competencia de malezas sería detrimento para la producción.

Otra alternativa factible de control es el uso de herbicidas, la literatura recomienda el desmalezado químico tanto en pre emergencia como post emergencia, siempre que su uso se justifique ya sea por falta de mano de obra o por mano de obra escasa.

La experiencia lograda en la Facultad de Agronomía, permite señalar que las plantas de piretro son altamente afectadas por la presencia de malezas durante su desarrollo. Especialmente agresivas son el “ pasto bermuda “ (*Cynodon dactylon*), el maicillo (*Sorghum halepense*), la chéptica (*Paspalum distichum*) y otras gramíneas estoliníferas. Frente a ellas el piretro tiende a desaparecer cuando no se controlan frecuentemente.

Las limpiezas de tipo manual resultan bastante efectivas, si se tiene el cuidado de no dañar en la operación el cuello de la planta.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

La principal plaga del piretro en el mundo la constituye los trips, especialmente *Trips tabaci*. Estos insectos perjudican fundamentalmente la flor, causando deformaciones y aún la muerte del capítulo floral. Sin embargo, la producción de piretrinas no es tan afectada como la producción de semillas. En la experiencia en el país, sólo ocasionalmente se encontró la presencia de trips en las inflorescencia, considerándose escaso el daño.

En algunos casos pudo determinarse la presencia de colembolos en la zona de la “ corona “ de la planta (base de los tallos casi a nivel del suelo), con poblaciones que dieron lugar a plantas débiles y con infestaciones secundarias de hongos del suelo (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.). Los colémbolos rara vez se constituyen en plagas, excepto cuando encuentran sustratos muy orgánicos y con humedad alta. Su aparato bucal de tipo estilete ocasiona heridas en cuello y raíces que permiten la entrada de hongos.

No se ha encontrado evidencia de otros daños que los mencionados en las investigaciones en el país. Ocasionalmente ha sido necesario controlar “ arañitas bimaclada “ (*Tetranychus urticae*).

El principal problema fungoso en el país ha sido el ocasionado por *Sclerotinia sp.*, hongo causante de la caída de plantas y traqueomicosis en plantas de piretro.

El mencionado hongo, especialmente *S. sclerotiorum*, se encuentra presente en numerosas regiones frías y humedad del mundo. su actividad se ve favorecida por la humedad y ataca principalmente tallos, hojas y flores, causando lesiones que llevan a la necrosis de los tejidos afectados.

En Chile, las pérdidas fueron proporcionales a la localidad y al tipo de suelo. En las zonas frías y humedad, las pérdidas fueron considerablemente mayores (Linares y San Fernando). En suelos de textura pesada, con alta retención de humedad, también se presentaron problemas (Til Til).

Cabe destacar que en suelos con alta retención de humedad, mal drenaje o cuando se produce daño físico en el cuello de las plantas, se presentan pudriciones por los hongos *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, habitantes comunes en muchos suelos. En estos casos, el control sólo puede ser preventivo, eliminando la causa del problema.

La literatura extranjera menciona también otros hongos como: *Ramularia bellunensis* (ocasiona fuerte ataque en hojas y flores, *Helminthosporium sp.* que produce ataques secundarios en flores, *Verticillium albo-atrum* que se manifiesta en una marchitez generalizada de la planta.

Desde Australia, se reportan además otros patógenos que podrían tener desarrollo en Chile, *Botrytis cinerea* que se manifiesta como un ataque generalizado a los capítulos florales que se tornan castaños, se trata de una enfermedad ocasional, no reportada en el país, *Pseudomonas sp.* probablemente *syringae*, manifestado como manchas café en hojas y tallos, bacteria que puede causar daño económico en cultivo comercial y ocasionalmente en viveros. Un tercer patógeno en estudio corresponde a *Agrobacterium tumefaciens* que sería el responsable de agallas del cuello, de ocurrencia aislada en cultivos comerciales.

NEMATODOS.

El hecho de cultivar Piretro contribuye a incrementar las poblaciones de nemátodos fitopatógenos en el suelo. En general las plantas de la familia de las Asteraceae son buenos huéspedes de nemátodos en sus raíces y al parecer el piretro no escapa a esta regla.

La literatura extranjera tanto como la experiencia nacional permiten concluir que el piretro es una planta tolerante a nemátodos y no se ha registrados casos de debilidad en las plantas correlacionados con infección; más aún, es posible encontrar plantaciones altamente atacadas por Meloidogine que tienen excelentes producciones de flores.

COSECHA

En estudios realizados con microscopio electrónico de las glándulas oleosas de flores de piretro, estableciendo tres estados de abertura de flor: estado 1, pétalos blancos en posición vertical (capítulo cerrado); estado 2, flores hermafroditas (amarillas), con algunos discos florales abiertos y estado 3, nido de piretrinas en flores, llega a su máximo, en el estado 2, decreciendo el contenido al aumentar la abertura de flores hermafroditas.



Figura 6 : Plantas en plena floración

Otros investigadores, trabajando con 9 estados de abertura de flores, en plantas de un clon, determinando piretrinas en cada uno de los estados, concluyen que el máximo nivel de contenido de piretrinas está en el estado 6, que corresponde a inflorescencia en las cuales las 3 / 4 partes de los discos florales (hermafroditas) , estaban abiertas.

La cosecha puede ser manual o mecanizada. El factor determinante será la disponibilidad y costo de la mano de obra, además se debe tener presente la capacidad de secado que posea

el agricultor, porque el secado debe iniciarse inmediatamente de cosechada la flor, ya que no resiste almacenaje en fresco. Considerando el rendimiento de la cosecha mecanizada, el agricultor requerirá de alta inversión en infraestructura de secado para ser usado en un tiempo limitado, a menos que tenga posibilidades de usos alternativos como por ejemplo, con otros productores y otros productos.



Figura 7 : Cosecha mecanizada.

La cosecha manual permite al productor hacer uso más eficiente de la mano de obra propia como familiar, requiriendo menor capacidad de secado, aprovechándolo más eficientemente en el tiempo. Otra ventaja, es la cosecha selectiva, donde el operario elige sólo las flores con madurez ideal, a diferencia de la cosecha mecanizada en que se debe establecer un término medio de madurez para realizarla.

PODA

Luego de cada floración, el Piretro debe ser sometido a una poda de rebaje, que permite el desarrollo de nuevo follaje y que en climas benignos da origen a una segunda floración, de bastante menor rendimiento en cantidad de flores que la primera.



Figura 8 : Poda otoñal, contraste entre podado y sin podar.

Durante los meses de invierno, es necesario efectuar también otra poda, de rebaje y limpieza de follaje, más intensa que la poda de post cosecha, debido a que el piretro, por su estructura morfológica, presenta en la base de sus hojas una zona oscura y húmeda muy susceptible a ser colonizada por hongos e insectos saprófitos (incluso fitoparasitos).

La poda puede realizarse en forma severa, dejando un crecimiento de aproximadamente 5 cms. sobre el suelo, o en forma suave, cortando solamente los pedúnculos florales que luego de la cosecha se han lignificado.

ALMACENAJE

La destrucción de las piretrinas es compleja, son inestables en la presencia de luz, humedad y aire. Las flores enteras se descomponen más lentamente que las flores molidas. La humedad debe ser tal que provoque fermentación y/o pardeamiento. La exposición al sol parece no influir en la destrucción de las piretrinas, ya que es una práctica habitual secar las flores al sol por un tiempo reducido (5 días), para luego usar secadores. También afecta la temperatura de secado, ya que a 80°C con un tiempo mínimo de secado de 3 a 5 horas, se produce una pérdida del orden de 8.6 % en el contenido de las piretrinas.

En polvo de piretro almacenado en un mes, el porcentaje de pérdidas de las piretrinas es del orden del 7%, y almacenado durante 6 meses, es de un 18%. Además se encontró que el polvo de piretro con un contenido de 0.8 a 1.0% peso / peso de piretrina, las pérdidas en el año son del orden del 220% y con un 1.1% o más de piretrina, las pérdidas al año aumentan a un 25%.

Contrario a esto, las flores secas almacenadas enteras, presentan bastante estabilidad, independiente de su concentración de humedad la que puede variar hasta un 35%, sin que sufran deterioro (fermentación y/o pardeamiento), por un tiempo prudente.

Para la extracción de piretrinas, las flores secas deben presentar un porcentaje de humedad del orden del 5% para una efectiva molienda.

Las flores secas pueden ser almacenadas por espacios de tiempo corto en envases de polietileno tejido, con el riesgo bajo que el producto se rehidrate, porque el producto es relativamente estable en niveles de humedad del 20%.

Se debe evitar el contacto del producto con agua líquida, y es recomendable que después del transporte, bajar la humedad a niveles cercanos al 10 %, donde el producto será más estable.

SECADO

Se puede efectuar al sol, durante 5 días, sobre bastidores de madera con fondo de malla, para permitir la circulación de aire y así hacer más efectivo el secado. La capa de flores no debe ser mayor a 2 cms. de espesor, para poder mover periódicamente las flores y evitar pardeamiento. Luego se procede a concluir el secado en horno a temperatura no superior de 60°C para reducir posibles pérdidas.



Figura 9 : Flores secas enteras y molidas.

El secado al sol requiere de una superficie amplia, ya que por metro cuadrado de terreno, permite procesar 5 Kl. de flores frescas por metro cuadrado en 5 días. Durante la noche se recomienda cubrir las flores para que el rocío no las humedezca de nuevo.

MOLIENDA

La molienda de la flor seca deberá realizarse con un porcentaje de humedad cercano al 5%. El tamaño de partícula que se desee está en directa relación con el sistema extractor que se implemente porque a menor tamaño de partícula, más largo será el proceso extractivo. Como dato se puede señalar que para análisis de laboratorio (determinaciones de piretrinas) se usa malla de 100 mesh.

Es recomendable moler las flores secas inmediatamente antes del proceso extractivo, de lo contrario se deberá lamentar la degradación de la piretrina en un porcentaje económicamente significativo.

La incorporación de antioxidantes durante el proceso de molienda de las flores demostró mantener la estabilidad del ingrediente activo por periodos prolongado de tiempo.

El polvo de piretro molido, contiene alrededor de 1% de piretrinas y constituye por si solo un insecticida, que puede ser utilizado a nivel doméstico contra hormigas, pulgas, baratas, piojos, etc. La industrialización de este polvo permite la fabricación de espirales y tabletas para quemar contra moscas y mosquitos y en menor escala, la fabricación de polvos preparados para uso doméstico.

EXTRACCION

Para la fabricación del concentrado de piretrinas es necesario tratar el polvo obtenido con solventes orgánicos, como por ejemplo: xileno, nafta, etc. Se requiere de una infraestructura que por su naturaleza es de alto costo.

Los pasos son los siguientes:

- Lavado de polvo de piretro, por solventes orgánicos.
- Decoloración.
- Acopio.
- Evaporación del solvente: obtención de concentrado.
- Recuperación del solvente.

El extracto de piretrinas obtenido es comercializado normalmente como concentrado de piretrina al 20% para luego ser reformulado como insecticida comercial. El extracto también puede ser comercializado directamente, con lo cual el costo de transporte es menor.