

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE EL SALVADOR

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA
PASSFLORA SALVADORENSI
(CALZONCILLO)

T E S I S

Presentada en el Acto Público de su Doctoramiento por
FERNANDO ARTEAGA MEJIA



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA
San Salvador, El Salvador C. A.

T
381.634
A726C
S.F.
FCC QQ.
EJ 2



062834

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE EL SALVADOR.

Rector:

DR. CARLOS A. LLERENA.

Secretario:

DR. SALVADOR ARAUJO



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

Decano:

DR. EDUARDO LEMUS ARCE

Secretario:

DR. ROBERTO ANTONIO MACHADO

JURADOS:



Primer Privado.

DR. ELIAS MENJIVAR.
DR. ELIAS ALVARADO.
DR. FRANCISCO A. MARTINEZ.

Segundo Privado.

DR. FRANCISCO FLORES GONZALEZ.
DR. ELISEO VENTURA.
DR. JULIO CESAR MENDOZA.

Doctoramiento Público.

DR. FRANCISCO FLORES GONZALEZ.
DR. JULIO CESAR MORAN RAMIREZ.
DR. ELIAS ALVARADO.



ACTA DE APROBACION DE LA TESIS

Nosotros, los abajo firmados, Presidente y Vocales que integramos el Tribunal de Doctoramiento Público, en la Facultad de Química y Farmacia, nos hemos reunidos en el Decanato de dicha Facultad, a fin de dictaminar sobre la Tesis presentada por el Bachiller Fernando Antonio Arteaga Mejía e intitulada *Contribución al Estudio de la "Passiflora Salvadorensi"* y encontramos que dicha Tesis reúne los requisitos exigidos por el Art. 151 de los Estatutos Universitarios vigentes, la aprobamos **POR UNANIMIDAD DE VOTOS**.

En fe de lo cual firmamos la presente, en la ciudad de San Salvador a los veinte y cinco días del mes de Noviembre de mil novecientos cuarenta y nueve.

DR. FRANCISCO FLORES GONZALEZ

Presidente.

DR. JULIO CESAR MORAN RAMIREZ

Primer Vocal.

DR. ELIAS ALVARADO

Segundo Vocal.

DEDICATORIA



El Acto Público de mi doctoramiento lo dedico a la memoria de mi padre:

ANTONIO ARTEAGA.

Con todo cariño y en testimonio de reconocimiento y gratitud a mi madre:

ROSARIO MEJIA v. DE ARTEAGA.

A mi inolvidable abuelita:

ENGRACIA MEJIA.

A la memoria de mis tíos y en especial a la del

DR. FERNANDO MEJIA G.

Con ascendrado afecto a mis hermanos.

Con estimación a todos mis familiares.

Con aprecio y respeto a mis profesores, compañeros y amigos.

FERNANDO ARTEAGA MEJIA.

PRIMERA PARTE

BOTANICA

SINONIMIA CIENTIFICA

PASSIFLORA SALVADORENSIS

SINONIMIA VULGAR

Ala de murciélago, Ala de tordo, Calzoncillo, Hierba de Murciélago, Sandillita de pájaro, Granadilla montés, Granadilla colorada, Sandilla de culebra, Granadilla silvestre, Granadilla de culebra, Granadilla ácida, Cama carlata, Pasionaria o Flor de la Pasión.

CLASIFICACION

REINO	VEGETAL
TIPO	FANEROGAMAS
SUB-TIPO	ANGIOSPERMAS
CLASE	DICOTILEDONEAS
SUB-CLASE	DIALIPETALAS SPEROVARIEAS
ORDEN	VIOLIDAS
FAMILIA	PASSIFLORASEA
GENERO	PASSIFLORA
ESPECIE	PASSIFLORA SALVADORENSIS

FAMILIA PASSIFLORASEA

Plantas herbáceas o leñosas, pueden ser rastreras o trepadoras estas ayudadas por urilos con hojas opuestas, simples con estipulas persistentes o caducas. Flores hermafroditas de color rojo que viran al magento al marchitar. Con cáliz y corola concrentes en su base y sobre su borde libre; tanto en los pétalos como en los sépalos se encuentran varios círculos de apéndices que forman una múltiple corona, en el centro de ésta están elevándose en una larga columna con estambres y pistilo con carpelos uniloculares y multiovolutaes con placentación periestal. El fruto en cápsula o baya.

Es una familia que presenta unas especies conocidas por sus propiedades bequicas y diuréticas. Con las hojas se prepara un emplasto.

PASSIFLORA

El nombre científico de esta planta se conoce el denominado PASSIFLORA SALVADORENSIS y entre la gente del campo con el nombre vulgar de CALZONCILLO por la forma característica que tienen sus dos lóbulos. Su uso parece haber sido enseñado por los Padres Jesuitas de Guatemala. No es al especie que llaman en Guatemala Camarlata, la que tiene lóbulos largos y angostos, a las que también dan los nombres de Pasionaria o Flores de la Pasión.

EL CALZONCILLO, se encuentra bastante distribuido en la parte Central y Occidental de la República, pero se ve con más abundancia en esta última región. También se encuentra algunas especies en México, Honduras y Guatemala.

Entre nosotros se halla en los lugares semi-tropicales y bastante húmedos, en las quebradas de los departamentos de San Salvador y Ahuachapán es donde con mayor abundancia crece. La planta que vamos a describir y analizar se encuentra en terrenos situados alrededor de la Capital al lado de la Ciudad de Mejicanos en los Cantones de Zacamil y San Miguelito. Planta que se desarrolla sin ningún cuidado especial y que presta grandes servicios a los campesinos por las propiedades medicinales de sus hojas, que son diuréticas las cuales se aprovechan por la infusión. Las hojas con manteca se emplean como emplastos, propiedad que es muy poco usada.

La especie de México la parte que se usa es la raíz, con la cual se hace un cocimiento para las afecciones bronquiales y pulmonares.

Las principales especies son:

- Passiflora Allatophilla Masters.
- Passiflora Biflora. Lamarck.
- Passiflora Capsularis. L.
- Passiflora Coriacea. Jussieu.
- Passiflora Filipes. Bentham.
- Passiflora Foetida. L.
- Passiflora Gossypiifolia. Desvaux.
- Passiflora Ligularis. Jusseu.
- Passiflora Ornithoura. Masters.
- Passiflora Platyloba. Killip.
- Passiflora Pulchella. H. B. K.
- Passiflora Quadrangularis. L.
- Passiflora Standleyi. Killip.
- Passiflora Salvadorensi. Donn Emith.
- Passiflora Suberosa. L.

Para investigar la presencia de alcaloides hicimos pruebas de reacciones de coloración, siguiendo los métodos empleados por el Profesor F. Kopatschek y haciendo uso de los reactivos de De Froehde, De Ermand y de Rosenthaler.

Para este método hice uso de las distintas partes de la planta: Raíz, Tallo y Hojas, cada una de estas partes las colocamos en alcohol, eter y agua y las dejamos en maceración durante 10 días, agitándolas de vez en cuando, al estado fresco para mejores resultados en el trabajo de las investigaciones.

Pesando 10 gramos de cada una de las partes las colocamos en 100 centímetros cúbicos de los disolventes ya enumerados.

De Froehde cuya composición es la siguiente: Preparar soluciones frescas de 0.01 gramos de molibdato de Amonio o de Sodio (solución débil) o 0.05 de lo mismo (solución fuerte) en 1 centímetro cúbico de ácido sulfúrico concentrado.

Sobre un fondo blanco colocamos vidrios de reloj perfectamente lavados con agua destilada y estéril y después secamos.

De Froehde en Agua:

Hoja	amarillo claro
Tallo	inoloro
Raíz	inoloro

ETER:

Hoja	amarillo claro
Tallo	amarillo claro
Raíz	amarillo claro

ALCOHOL:

Hoja	amarillo ligero
Tallo	amarillo ligero
Raíz	amarillo ligero

REACTIVO DE ERDMANN

Diluir X gotas de Acido Nítrico concentrado en 100 de agua; mezclar X de esta preparación con 20 grs. de Acido Sulfúrico puro y concentrado

De Ermand en Agua:

Hoja	amarillo claro
Tallo	Inoloro
Raíz	Inoloro

ETER:

Hoja	amarillento
Tallo	amarillo ligero
Raíz	amarillo ligero

ALCOHOL:

Hoja	amarillo verde
Tallo	amarillo suave
Raíz	amarillo pálido

Reactivo de Rosenthaler y Turk. Solución de ácido arsénico al 1% en ácido sulfúrico puro concentrado.

Reactivo de Rosenthaler y Turk en:

AGUA

Hoja	amarillo claro
Tallo	inoloro
Raíz	inoloro

ETER:

Hoja	amarillo
Tallo	amarillo ligero
Raíz	amarillo ligero

ALCOHOL:

Hoja	amarillento
Tallo	amarillo claro
Raíz	incoloro

Estas pruebas nos demostraron la presencia de los alcaloides siguientes: Colchicina, Veratrina y Hidrastina, creyendo con certeza haberlos identificado contando con los pocos recursos de que dispone nuestra Facultad de Química y Farmacia. Resultando con mayor claridad la Colchicina que los otros dos por las reacciones de coloración. Sin duda alguna a ésta debe su acción la planta, tan usada por nuestros campesinos.

ANÁLISIS QUÍMICO

A continuación vamos a describir el análisis químico de la planta, tanto orgánico como mineral, exponiendo a continuación el resultado final obtenido de los mismos.

ANÁLISIS ORGÁNICO

Para verificar este análisis, se trata la muestra siguiendo el método de los disolventes sucesivos, los cuales arrastran los distintos de naturaleza orgánica, que forman parte de la constitución del vegetal.

Los disolventes que se hacen actuar son los siguientes:

- I)—Eter de Petróleo
- II)—Eter de Etilico
- III)—Alcohol Absoluto
- IV)—Agua Neutra
- V)—Agua Alcalina

PREPARACION DE LA MUESTRA

Se pulverizan finamente en un mortero, las raíces previamente desecadas y limpias, 20 gramos de este polvo me sirvieron de muestra, habiendo procedido de la manera siguiente:

I

TRATAMIENTO CON EL ETER DE PETROLEO

Por este medio se extraen las sustancias grasas como ceras, aceites fijos y volátiles y esencias.

Procedimiento.—Se pone a macerar la muestra en dos veces y media su volumen de éter de petróleo durante ocho días. Terminado este tiempo se lleva a cabo la filtración.

La solución etérea se recibe después de filtrada en una cápsula cerrada y se deja al aire libre para que se evapore el éter, quedando entonces

como residuo, un líquido débilmente amarillento y de olor casi muy débil. Es un aceite esencial.

II

TRATAMIENTO CON EL ÉTER ETÍLICO

Este disolvente arrastra materias colorantes, trazas de ciertos alcaloides, resinas, ácidos orgánicos.

Procedimiento.—El residuo que queda de la operación anterior, se trata por maceración con éter etílico en la proporción de dos veces y media su volumen durante diez días.

Terminado el tiempo se filtra y se coloca el líquido filtrado en un embudo de decantación, a manera de obtener un extracto que se somete a la acción sucesiva de los disolventes.

a).—Por agua neutra, que disuelve algunos ácidos orgánicos, como elgálico, salicílico y benzoico que se investigan por las reacciones características.

b).—Por agua acidulada en la que se identifican los alcaloides por los reactivos generales.

c).—Por alcohol y luego por éter, disolvente, en los que se investigan las resinas por sus reacciones propias.

TRATAMIENTO CON ALCOHOL ABSOLUTO

El alcohol absoluto nos permite separar Tanino, materias resinosas, alcaloides insolubles en éter etílico, algunos ácidos orgánicos como el malico.

Se procede a macerar en alcohol absoluto la muestra residual del filtrado anterior, durante 48 horas. Después se filtra.

Se evapora a calor suave la solución alcohólica obtenida de este filtrado, quedando un residuo que se trata:

I).—Por agua neutra, que disuelve los taninos, los cuales se precipitan al ser tratados por acetato de plomo amoniacal.

II).—Por agua acidulada por ácido sulfúrico.

Esta solución obtenida es tratada sucesivamente:

a).—Por éter de petróleo que disuelve algunos ácidos orgánicos que se investigan por sus reacciones características.

b).—Por bencina, que disuelve algunos alcaloides que se investigan por reacciones generales.

TRATAMIENTO CON EL AGUA NEUTRA

Del agua neutra nos servimos para la extracción de Gomas, Mucílagos y Albúminas.

Maceración de la muestra agotada ya por el éter de petróleo, éter etílico y alcohol absoluto en agua neutra destilada. En la solución obtenida investigar las Gomas, Mucílagos y Albúminas de la siguiente manera: Macerar el residuo obtenido del tratamiento por el alcohol absoluto, en agua destilada neutra, durante 48 horas, luego filtrar y la solución obtenida concentrada a volumen reducido.

Se investiga la presencia de gomas por intermedio del acetato de plomo que las precipita.

Las albúminas se identifican.

a).—Porque coagulan al ser calentadas.

b).—Con el reactivo de Millon dan un precipitado rojizo.

c).—Por la reacción del Biuret, dan una coloración violeta.

TRATAMIENTO CON EL AGUA ALCALINA

El agua alcalina disuelve sustancias albuminoides que se pueden caracterizar muy bien por sus reacciones propias como la reacción de Tanret, reacción de Millon, reacción de Biuret.

RESIDUO DE EXTRACCION

Después de los tratamientos que acabamos de describir todavía nos queda un residuo que le llamamos Residuo de Extracción, donde se puede investigar Celulosas y Almidones que se caracterizan por sus reacciones con el Lugol, reactivo de Switzer.

INVESTIGACION DE LA GLUCOSA

La glucosa se investiga por medio del Licor de Fehelling, reactivo de Benedict y el reactivo de Nilander.

a).—Al calentar con el Licor de Fehelling la solución formará un rojo ladrillo debido a la reducción de la sal de cobre a cobre metálico.

b).—A la solución se le agregan unas gotas de reactivo de Nilander y se calienta, dará primero una coloración amarillenta de transición y luego tomará color negro debido a la reducción del sub-nitrato de Bismuto.

c).—Se calienta la solución con el reactivo de Benedict hasta la ebullición y dará una coloración que varía del amarillo al rojo debido a la reducción de la sal de cobre.

INVESTIGACION DE LA SACAROSA

La sacarosa no es reductora, pero puede llegar a serlo si se invierte. La operación tiene por objeto desdoblarse en Glucosa y Levulosa y queda predominando el poder levógiro de la Levulosa sobre el dextrogiro que antes poseía la Sacarosa, (es por esto que se llama azúcar invertida). Para invertir la Sacarosa se le agregan unas gotas de ácido sulfúrico diluido, se alcaliniza con soda y se verá que es reducido por cualquiera de los reactivos de Fehelling, Nilander y Benedict.

INVESTIGACION DE LA CLOROFILA

La clorofila se extrae de las plantas machacando las hojas verdes de las mismas en un mortero y el jugo obtenido se neutraliza con una disolución diluida de carbonato sódico y después exprimidos. La clorofila queda en la masa prensada; ésta se trata entonces con alcohol de 55 grados, se vuelve a prensar y el residuo se pone a digerir en alcohol frío de 83 grados, que disuelve la clorofila junto con cierta cantidad de cera, grasa y resina. La disolución se trata entonces con negro animal en la proporción de 15 gramos por litro, y el residuo de negro animal que es apoderado de la clorofila se trata con un exceso de éter que disuelve esta sustancia. Evaporando la disolución etérea filtrada, deja como residuo la clorofila, que puede hacerse cristalizar disolviéndola en una mezcla de alcohol absoluto y éter y dejándola evaporar lentamente.

La clorofila existe en la proporción de 0.5 al 1 por ciento del peso de sustancia seca.

ANÁLISIS MINERAL

Para verificar este análisis, se procede primero a destruir la materia orgánica del vegetal, para dejar únicamente las materias minerales.

Procedimiento.—20 gramos de la muestra ocupada para el análisis orgánico se reducen a cenizas por el calentamiento al rojo sombra y se procede de la manera siguiente.

ANÁLISIS POR VIA SECA.—con estas cenizas se verifica en primer término ensayos por vía seca, por medio del asa de platino, tratada previamente con ácido clorhídrico para mayor garantía.

Estos ensayos demostraron la presencia de los siguientes elementos.

POTASIO.—La llama toma un color morado, visible a través del vidrio de cobalto.

SODIO.—El sodio colorea la llama de amarillo. La coloración es absorbida por una solución de cloruro cobaltoso en ácido clorhídrico concentrado.

CALCIO.—Da una llama de color rojo anaranjado.

MAGNESIO.—Las sales de Magnesio por el rojo sombra son descompuestas casi todas.

HIERRO.—Color verde botella en la llama de reducción.

ANÁLISIS POR VIA HUMEDA.—Una vez verificado el análisis por vía seca se procede a practicar el análisis por vía húmeda, para lo cual se sigue la marcha sistemática, que expongo a continuación someramente.

Procedimiento.—En primer lugar se tratan las cenizas por agua destilada hervida, con el fin de disolver lo más posible.

En una parte de esta solución se investiga primero amoníaco, para lo cual se coloca en un Erlenmeyer, se le agrega hidrato sódico en exceso y se calienta, colocándole en la boca un papel rojo de tornazol, que cuando hay amoníaco debe azularse.

En otra parte de la solución anterior se investigan los metales del 1er. Grupo. (Pb, Hg y Ag). Se le trata por ClH, cuando se encuentran dichos metales precipitan. En el precipitado se pueden caracterizar estos metales por sus reacciones características y en el filtrado, que llamamos filtrado —AA—, se investigan los metales del 2o. Grupo.

El filtrado —AA— colocado en un Erlenmeyer se somete a una corriente de ácido sulfúrico; primero bastante ácido y en frío; después bastante ácido y caliente y por último diluido en su volumen de agua y caliente. Con la primera operación se consigue precipitar los sulfuros menos solubles como los As y Cu; con la segunda, precipitan los sulfuros de Bi, Sb, Sn y Hg y con la tercera precipitan los sulfuros de Cd y Zn.

Al filtrar obtenemos un precipitado —B— y una solución —BB— que pasa al 3er. Grupo. El precipitado —B— contiene los sulfuros de: As, Sn, Sb, Hg, Cu, Bi, Pb, y Cd. Al tratarlo con una cápsula de porcelana por poli-sulfuro de amonio, obtenemos un residuo y una solución —Z. En el residuo que lo tratamos por NO₃H diluido y concentrado investigamos: en la solución que él da: el Pb, Cu, Bi y Cd y en el residuo que queda, de filtrar la solución nítrica obtenida por disolución del residuo anterior en el NO₃H investigamos el Hg, Pb, en forma de sulfato de Plomo y S. En tanto que la solución —Z—obtenida al tratar el precipitado —B— por poli-sulfuro de amonio, investigamos por procedimientos especiales el As, Sb y Sn.

La solución —BB— obtenida anteriormente y que contiene los metales del 3er. Grupo, se trata en caliente por cloruro de amonio y amoníaco líquido y al filtrar obtenemos un precipitado —C— y una solución —CC— que pasa al 4o. Grupo.

El precipitado —C— que contiene los metales del 3er. Grupo y para

aislarlos lo colocamos en una cápsula, lo tratamos con ClH , 2N , después de frío filtramos y obtenemos un residuo y una solución —X—.

Con este residuo preparamos una solución clorhídrica, al tratarlo por ClH concentrado y un poco de NO_3H . En una parte de esta solución clorhídrica investigamos el Ni y el Co.

Otra parte de la misma solución clorhídrica le evaporé casi a sequedad después diluí con NO_3H , le añadí a la solución nítrica, solución de molibdato de amonio y al calentarlo me dió un precipitado amarillo de ácido fosfórico. Las reacciones de los otros ácidos orgánicos verificadas con partes de la misma solución clorhídrica no dieron positivas.

De la solución antes mencionada —X— obtenemos al tratarla con NO_3H y NaOH un residuo y una solución. En este residuo investigamos por métodos especiales el Fe, Mn y Cr. En la solución el Al y el Zn.

Una parte se disuelve con ácido clorhídrico concentrado, se hierve, dilúyese con agua, y se añade ferrocianuro de Potasio, que dará un precipitado azul de Prusia o sulfocianuro de Potasio que decolorará de rojo intenso la solución, que nos indica existencia de hierro.

Al tratar la solución —CC—, que viene del 3er. Grupo por HCl se precipita el S del grupo anterior. Después de eliminados se le añade NH_3 líquido y carbonato de amonio. Al filtrar obtenemos un precipitado —D— y un filtrado —DD— que pasa al 5o. Grupo.

El precipitado —D— al ser tratado por ácido acético diluído se disuelve. En una parte de esta solución investigamos el Ba, en otro el Sr y en otra el calcio que en el oxalato amónico dió precipitado blanco.

En el filtrado —DD— investigamos primero Magnesio, a una parte se le añade fosfato disódico y forma un precipitado que nos indica la presencia de dicho elemento. Cuando se duda que el precipitado es cristalino se puede redissolver en ácido clorhídrico diluído, evitando un exceso; luego se añade con una pipeta dos centímetros de amoníaco, haciéndolo resbalar por las paredes del tubo con cuidado, para que sobrenade, y no se mezclen los dos líquidos; se deja en reposo y al cabo de algunas horas, se encontrarán hermosas agujas cristalinas.

En otra parte del mismo investigamos después Potasio que con el acetato de cobalto, ácido acético y nitrato sódico da después de calentado y de largo reposo un precipitado amarillo.

El sodio nos dió apenas su reacción característica por su reactivo que es muy difícil de preparar.

H O J A S

PREPARACION DE LA MUESTRA

Se prepara la muestra de 20 gramos de hojas de la planta fresca para el análisis, lavándolas con agua destilada y después secándolas completamente.

Así con esta muestra preparada procedí al Análisis Orgánico de ella, siguiendo el mismo procedimiento empleado con las raíces.

Con otra muestra de 20 gramos de las hojas así preparadas, verifiqué el Análisis Mineral siguiendo las técnicas y la marcha sistemática como en el caso de las raíces.

ANALISIS ORGANICO.—A continuación expongo los principales y más importantes cuerpos encontrados en este análisis: HOJAS.

CLOROFILA
SACAROSA
GLUCOSA
RESINA
TANINO

ANALISIS MINERAL:

POTASIO
SODIO
CALCIO
MAGNESIO

ANALISIS ORGANICO: RAIZ

ACEITE VOLATIL
RESINA
TANINO
ACIDO MALICO
ALBUMINA
ALMIDON
CELULOSA

ANALISIS MINERAL:

POTASIO
SODIO
CALCIO
MAGNESIO
HIERRO

FISIOLOGIA DEL DESARROLLO VEGETAL

CICLO NORMAL DEL DESARROLLO DE LAS PLANTAS SUPERIORES PLANTAS ANUALES Y PEREMNES CORRELACION ENTRE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

La vida de una planta superior, así como la de cualquier organismo, comienza con la primera división del óvulo fecundo y termina con la muerte. Las características iniciales del ciclo vital son el crecimiento y el desarrollo de los órganos. Sigue después la fase reproductiva y por fin se suceden la declinación y la muerte.

La duración de la vida de las plantas varía entre amplios límites. Si solo se consideran las vegetales superiores, pueden citarse casos de efemérfitas, como *Stellaria media*, cuyo desarrollo se completa en pocas semanas, y el de los grandes árboles que viven varios cientos, y hasta varios miles de años, como las especies de *Sequoia* de California.

Conviene hacer notar aquí la gran diferencia que existe entre la senilidad de los animales y la de los vegetales. En un organismo animal, casi todos sus tejidos y órganos tienen la misma edad; en cambio, en un árbol milenario, todas las partes activas, hoja, yemas, ápices caulinares y raíces, sólo duran poco tiempo, siendo reemplazadas, luego, por otras nuevas. Las hojas de un roble centenario, por ejemplo, sólo tienen unos pocos meses de edad; únicamente las capas más internas del tronco del árbol, por lo general muertas se han originado en las primeras épocas del vegetal. Los árboles y otras plantas peremnes poseen, como regla, la capacidad de rejuvenecer anualmente; de ahí que su vida no tenga una duración definida. Cada año mueren algunas de sus partes, pero luego son regeneradas.

Las células meristemáticas de un árbol milenario son tan jóvenes como las de una plantita de un año. Por lo menos, en muchos de ellos no ha sido posible descubrir aún los signos inequívocos del envejecimiento. Lo que caracteriza el ciclo vital de una planta, antes que la duración total de su vida, es la relación definida entre su crecimiento vegetativo y reproducción.

Desde este punto de vista, las plantas se pueden dividir en dos grandes grupos; las que fructifican sólo una vez y las que fructifican repetidamente. Al primero pertenecen las plantas anuales, que terminan su ciclo en un solo período vegetativo. Por razones de comodidad, se considera que el ciclo de desarrollo comienza a partir de la germinación seminal y no desde el punto en que se origina el embrión, es decir que se excluye el peculiar período del desarrollo de la semilla.

He aquí las etapas que caracterizan la vida de una planta anual: la semilla germina; la plantula desarrolla rápidamente sus órganos vegetativos y luego florece; aparecen los frutos, que maduran, y por fin todos los órganos del vegetal envejecen muy pronto y mueren. En esta forma el vegetal se deseca. Como la desecación ocurre frecuentemente en otoño, parecería que las condiciones externas son las que ocasionan la muerte de las plantas anuales. Este fenómeno, sin embargo, depende en realidad de causas internas. Muchas plantas anuales que maduran con rapidez, como son las variedades precoces de las plantas cultivadas, producen semillas y se secan mucho antes que finalice la estación de crecimiento. Esta característica acentúa aún más en las efemérfitas.

La floración y la fructificación no siempre se suceden durante el primer año de vida. A menudo ocurren durante el segundo año; es el caso de todas las plantas bienales, como zanahorias y remolachas, que pasan el invierno en estado de vida latente y recién vuelven a crecer en la próxima primavera. Pero también en estas plantas la fructificación precede a la muerte. Finalmente, existen ciertos vegetales que, por muchos años, no forman

otra cosa que órganos vegetativos, alcanzando así un desarrollo considerable; luego fructifican en abundancia. Del mismo modo que en los otros casos, la fructificación es seguida por el desecamiento de las plantas. Las especies de Agave, a veces llamadas "plantas centenarias" pertenecen a este grupo. En México, su país de origen, florecen a los 8 ó 10 años de edad. Bajo condiciones menos favorables, como en la costa del mar Mediterráneo o en los invernáculos, requieren un período más prolongado de 20 á 50 años, para cumplir el desarrollo previo a la floración. Algunas palmeras, como la famosa palmera de sombra de Ceilán (*Corypha umbraculifera*) muestran un comportamiento similar.

No ha sido posible, hasta ahora, descubrir los procesos internos que acarrear la muerte de las plantas, una vez verificada la fructificación.

Empero, numerosos experimentos han demostrado que entre esos dos últimos fenómenos existe una íntima relación de causa a efecto. La vida de muchas especies puede prolongarse considerablemente suprimiendo los botones florales y evitando, así la fructificación. Por este método es posible, por ejemplo, como lo hiciera Molisch, hacer vivir una planta común de reseda, dos o tres años, en vez de uno, como es la regla; adquiere, entonces, el aspecto de un pequeño arbusto. Por otra parte, cuando por cualquier circunstancia las plantas bienales fructifican en el primer año, como en la remolacha y otros vegetales cultivados por sus raíces, los órganos vegetativos mueren prontamente.

Otros tipos de plantas se caracterizan por flores muchas veces. Aquí corresponde incluir la gran mayoría de las especies perennes y arbóreas, que florecen y fructifican anualmente, lo que no impide su crecimiento vegetativo ulterior. Tienen, por lo tanto, una vida prácticamente ilimitada. Hasta hoy se ignora que clase de equilibrios fisiológicos internos facultan a dichos vegetales para proseguir su crecimiento vegetativo después de la fructificación. En algunos, como el tomate y las especies de Cucurbitáceas, pueden sucederse ciclos alternados de crecimiento y fructificación; parece que en estos casos el contenido y las exigencias del fruto son los factores que dirigen el crecimiento.

Aunque el desarrollo del ciclo vital de una planta acompañe, de ordinario, al crecimiento de la misma, ambos fenómenos distan mucho de ser idénticos. El crecimiento consiste fundamentalmente en un aumento de tamaño y en la formación continua de órganos vegetativos: tallos, hojas y raíces, cuya tarea principal es la de participar en la acumulación ulterior de sustancias orgánicas. El síntoma más importante del desarrollo de una planta, su evolución hacia la reproducción sexual, debe considerarse el origen de una cualidad nueva, o sea de su aptitud para reproducirse por semilla como resultado de una serie de cambios cuantitativos. De acuerdo a las investigaciones de Lysenko, la evolución de la planta hacia la fase reproductiva no se realiza repentinamente, sino en forma gradual, por una serie de etapas de transición, a través de períodos definidos de desarrollo, y finaliza al madurar la semilla, que es similar pero no idéntica a la que dió origen a la planta. Por medio de la reproducción sexual el individuo muere, pero la especie continúa existiendo y desarrollando en la alternación de las generaciones.

CONDICIONES PARA LA FORMACION DE LOS ORGANOS REPRODUCTIVOS.— HIPOTESIS DE KLEBS SOBRE LA IMPORTANCIA DE LOS CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS PLANTAS

Para que en una planta se produzca la transición de la fase vegetativa a la reproductiva, deben cumplirse las condiciones determinadas. Sin ellas es imposible el pasaje a la reproducción, y la planta permanece estéril

durante un período indefinido. El conocimiento de estas condiciones es de gran importancia teórica y práctica, pues de dominarlo, se puede orientar el desarrollo de la planta en dirección deseada es decir puede gobernarse el ciclo del desarrollo de las plantas cambiando dichas condiciones. Como se ha visto, uno de los principales problemas de la fisiología vegetal consiste en llegar a dirigir tal regulación.

Durante mucho tiempo se supuso que el ciclo de desarrollo está regido exclusivamente por una periodicidad hereditaria interna, y que, estando ya predeterminado, este ciclo o ritmo de desarrollo es estrictamente constante e insensible a la influencia de los agentes externos.

Se consideraba, así mismo, que la edad de la planta es el factor principal que motiva la aparición de la faz reproductiva. Así algunas variedades son precoces y maduran mucho antes que otras tardías. Entre los árboles y arbustos hay especies que florecen a los 5 o 10 años, tal como muchos frutales; otras, por lo contrario como el tilo y alerce lo hacen a los 25 ó 30; por fin, especies como el roble, el olmo y el castaño, recién fructifican entre los 40 y 50 años de edad. Si bien en horticultura se aplican muchos los métodos para anticipar la fructificación, sobre todo mediante el injerto sobre patronos enanos, hasta ahora no se han emprendido estudios serios para encontrar procedimientos que permitan dirigir la duración del período vegetativo.

Fué Klebs el "pioneer" en el estudio de la fisiología del desarrollo vegetal. Sus investigaciones, llevadas a cabo a fines del siglo pasado y a principios de la actual, le permitieron afirmar, por primera vez que el hombre puede dirigir a voluntad el ciclo del desarrollo vegetal. De acuerdo con estas ideas, el desarrollo de la planta, así como otros procesos vitales, son influídos notablemente por las condiciones mesológicas; de ahí que si se modifica a éstas, sea posible alterar el desarrollo, retardándolo o acelerándolo. La alternación de las condiciones del ambiente no actúa en forma directa sobre los procesos reproductivos sino a través de cambios que tienen asiento en el estado interno de la planta.

Según Klebs, uno de los factores fundamentales para la transición a la fase reproductiva es una intensidad lumínica apropiada. De modo que si una planta crece en su medio completamente favorable excepto en lo que a intensidad de iluminación se refiere, el florecimiento se retrasará en forma considerable y hasta puede no producirse en algunos casos.

Klebs por ejemplo, mantuvo con luz difusa ejemplares de *Glechoma hederacea*, los que permanecieron estériles por varios años; pero en cuanto los colocó ante una luz más intensa, comenzaron a florecer. Estos experimentos también dieron resultados positivos con otras plantas. En efecto de la luz, si nembargo, es más bien indirecto. Así plantas con reservas abundantes de materia orgánica, especialmente hidratos de carbono, florecen aún en la oscuridad; el jacinto y otras especies de bulbos son buenos ejemplos a este respecto. De igual modo, si se colocan en una cámara oscura algunas ramas de planta expuesta a la luz intensa, en forma tal que se conserve intacta la unión de las mismas con la planta madre, es posible que aquella florezcan. Basado en tales hechos, Klebs concibió la idea de que la luz acelera el período de floración, sobre todo porque ayuda a la planta a concentrar glucidos, y este acopio es la causa directa de la transición de la fase vegetativa a la reproductiva.



Todo ello ha sido confirmado por vía experimental, con plantas que crecían bajo diferentes clases de vidrios coloreados, cada uno de los cuales correspondía a una cierta parte del espectro. Con luz roja, las plantas florecían casi tan rápidamente como ante la luz blanca; en cambio la de color azul dilataba la floración, a pesar de que el efecto formativo de la luz depende principalmente de la exposición a los rayos azules. Los análisis químicos demostraron después que las plantas crecidas bajo luz roja eran más ricas en hidratos de carbono tanto almidón como azúcares que aquellas crecidas bajo luz azul.

Además de los glúcidos, también tiene importancia para fijar la época de fructificación, la cantidad de principios minerales y de diversos compuestos nitrogenados. Desde hace tiempo se ha demostrado que los abonos aumentan el crecimiento vegetativo de una planta a costa de sus funciones reproductivas. De acuerdo con Klebs, lo que determina la fructificación no es la cantidad absoluta de cada una de las substancias, sino su relación proporcional. Una preponderancia de los glúcidos sobre el nitrógeno y los minerales lleva a la floración y a la fructificación; una relación inversa conduce al desarrollo vegetativo. De ahí que combinando ciertos abonos y mediante otros métodos culturales, se puede lograr en la planta una concentración de hidratos de carbono o un aumento en los compuestos nitrogenados, que hace posible dirigir, en cierta medida, el desarrollo y comportamiento de aquella.

Muchos métodos practicados por los fruticultores con objeto de acelerar el florecimiento o de acrecentar las cosechas, se funda también en la relación entre los glúcidos y los principios nutritivos edáficos.

Pueden mencionarse, como ejemplos, el trasplante, el corte de raíces o el abandono temporario de las labranzas. Sin embargo, estos procedimientos tienen la desventaja de que reducen el desarrollo general de las plantas. Por eso son más razonables las prácticas basadas en restringir en el tallo o ramas individuales, la circulación de las sustancias elaboradas. Esto puede llevarse a cabo haciendo una atadura en la corteza o presión, nándola mediante un alambre o torciendo o rompiendo las ramas. El método más efectivo para lograr este propósito es, quizá el del ceñidor, muy usado en Alemania. Consiste en fijar firmemente con un alambre, alrededor de la corteza del tallo, una delgada tira de zinc; la presión que se produce modera el descenso de la savia elaborada, como lo demuestra el hinchamiento que aparece encima del ceñidor. Esto no aporta ningún perjuicio definitivo a la corteza y en cualquier momento puede ser retirado. El aumento de productividad que se observa en los injertos debe atribuirse, al menos en parte, a las dificultades circulatorias de la savia descendente en la zona de unión del injerto.

También tienen cierto efecto sobre la fructificación las relaciones de las plantas con el agua. Un aire seco favorece, por lo general, este proceso, mientras que humedad elevada lo atrasa o lo suprime por completo. Un suelo falto de agua parece serle menos favorable que otro húmedo. Por eso, las condiciones óptimas para la fructificación son las que caracterizan a las regiones áridas, bien irrigadas y con gran número de días brillantes, como por ejemplo California y Asia Central. En éstos habitan los árboles frutales rindiendo generalmente cuantiosas cosechas.

La teoría de Klebs sobre la importancia de la relación entre los hidratos de carbono y las sustancias nitrogenadas, ha adquirido popularidad en Estados Unidos de Norteamérica. Kraus y Krybill contribuyeron, en forma notable, a establecer la importancia de este concepto, estudiando la fructificación del tomate. En los últimos 10 ó 15 años se ha demostrado

que hay otras relaciones proporcionales entre las sustancias nutritivas cuya significación es tan importante como la del carbono y el nitrógeno.

Aún cuando la acumulación de un nutrimento ejerce cierta influencia sobre la abundancia de la fructificación, proceso que también depende de las condiciones alimenticias, el momento de la transición hacia la fase reproductiva no es una función de dicho acopio, sino que puede estar regido por factores específicos que actúan, probablemente, como catalizadores del florecimiento.

TEORIA DE LYSENKO SOBRE LAS FASES DEL DESARROLLO VEGETAL.— FUNDAMENTO TEORICO E IMPORTANCIA PRACTICA DE LA VERNALIZACION.

El adelanto de mayor importancia registrado en la fisiología del desarrollo es el método de acortar el período vegetativo, elaborado por Lysenko y que se ha difundido ampliamente con el nombre de "yarovización" o "vernalización".

El método de vernalizar las plantas es muy simple y conveniente; se basa en el principio de que las semillas que recién comienzan a germinar están sujetas a influencias externas determinadas que, al acelerar ciertos procesos fisiológicos, ocasionan la transición a la fase reproductiva. El primer caso de vernalización que se estudió es la transformación de los cereales invernales en primaverales; mejor dicho, se trató de conseguir que la fructificación de los cereales invernales se verificara en la misma estación en que son sembrados, tal como acontece con los de primavera. En este caso el factor principal de la vernalización es la disminución de la temperatura durante un período suficientemente largo.

Según Lysenko, la causa determinante de que los cereales invernales sembrados en primavera no fructifiquen reside en que, durante un cierto período de su desarrollo, período que oscila entre 20 y 50 días, según la variedad, dichos vegetales necesitan una temperatura baja. Esta temperatura debe ser inferior a 10 C. pero es preferible que fluctúe entre 2 y 0 C. Cuando los cereales invernales son sembrados en otoño sufren, por las mismas condiciones naturales, la acción térmica indispensable al proceso vernalizador. Una vez que han permanecido suficiente tiempo bajo el influjo de las temperaturas bajas, ya no requieren ninguna exposición ulterior para completar su desarrollo. Mientras tanto, si se les siembra en primavera la falta de frío necesario para que tenga lugar el paso hacia la reproducción, impide que fructifiquen; permanecen entonces, todo el verano en estado vegetativo, es decir que macollan profusamente, produciendo, de continuo, nuevas hojas pero no cañas. No ocurre esto si se les vernaliza artificialmente, es decir si se les somete mientras germinan, a la acción del frío durante un tiempo bastante largo; en tal caso, habiéndose cumplido la condición que exige una temperatura baja durante una parte del estado vegetativo, fructificarán sin retardo, no obstante haber sido sembrados en primavera.

El método Lysenko de vernalización artificial, se funda en la interesante característica de hacer sufrir a las plantas la influencia del complejo de factores externos indispensables para su transición hacia la reproducción tan pronto como comienzan a germinar y no durante la madurez; en este último período ya es difícil reproducir tal complejo en el laboratorio, y en cuanto al campo, es casi imposible. Con el objeto de dilatar el crecimiento durante el período relativamente prolongado, de 20 a 50 días, que abarca la vernalización, sólo se da a las semillas el agua que necesitan para germinar. Con semejante humedad, mayor parte de los procesos bioquímicos que tienen asiento en las células durante la germinación, continúan su des-

arrollo, al par que el crecimiento se retarda en forma considerable. Esta detención del crecimiento se impone por razones de comodidad en el transporte y siembra de las semillas vernalizadas, pues, de lo contrario, podrían lastimarse las plántulas que ya muestran un desarrollo avanzado.

Lysenko apoya su método de vernalización en los siguientes conceptos.

1o.)—El crecimiento y el desarrollo no son fenómenos idénticos.

2o.)—El desarrollo de una planta anual que la semilla consta de estados diferentes.

3o.)—Dichos estados se suceden siempre en un orden estricto, en forma tal, que un estado no puede comenzar hasta tanto no haya finalizado el que le precede.

4o.)—Los diversos estados del desarrollo de una misma planta requieren distintas combinaciones de los factores externos.

Lysenko insiste, sobre todo, en la idea de que el crecimiento y el desarrollo son dos fenómenos diferentes. El **primero** consiste en el aumento del tamaño de la planta, sin que se produzcan cambios cualitativos profundos de las partes en crecimiento. El desarrollo es, de acuerdo con Lysenko, la mudanza de los distintos estados que van conduciendo la planta hacia la reproducción. Profundas variaciones cualitativas acompañan la transición de un estado a otro pero no es necesario que aquellas se revelen externamente por evidencia morfológica alguna.

De ahí que los estados fisiológicos del desarrollo difieren profundamente de sus notables fases externas, que son las que se tienen en cuenta en las observaciones fenológicas, cuando se describe el ciclo vegetativo de una planta. Así la aparición de las plántulas, la apertura de la primera y segunda hoja, el macollaje, el encañado, la espigazón, son todos fenómenos que, si bien señalan distintas fases del crecimiento, nada tienen que ver con las fases del desarrollo; por ejemplo, las plantas invernales no vernalizadas pueden macollar profusamente, formar muchas hojas y acopiar grandes cantidades de materia orgánica, pero no por ello abandonarán el estado vegetativo del desarrollo. La transición al estado siguiente sólo será posible una vez que haya cumplido las condiciones favorables a la vernalización, es decir después de que se haya hecho sentir sobre las plantas la influencia de las bajas temperaturas, acompañadas de un acceso suficiente de oxígeno.

Hasta ahora no se han establecido bien todos los estados internos del desarrollo. Lysenko describe dos: "el estado de vernalización" a cuyas condiciones ya se ha pasado revista, "el Fotoestado" que le sigue inmediatamente. Para cumplir el fotoestado, los cereales de invierno necesitan un largo período diurno de iluminación de 11 a 12 horas, pero los mejores resultados se obtienen con luz continúa. Ya no es necesaria una temperatura baja; por lo contrario, son los altos registros térmicos los que apresuran el fotoestado. En cambio, si una vez vernalizadas, las plantas reciben una iluminación insuficiente, por ejemplo de 10 horas diarias o menos, no llegan a fructificar y continúan macollando, tal como las plantas no vernalizadas.

Las condiciones indispensables para la transición de un estado a otro varían según el tipo fisiológico de la planta. Al vernalizar las semillas de mijo, por ejemplo, debe someterse por 5 a 7 días a una temperatura de 3.8 C a -6.6 C y su fotoestado ocurre con días cortos o mejor todavía en absoluta oscuridad. La vernalización del maíz, del algodón y de otras plantas termófilas de latitudes bajas requiere condiciones similares. De acuerdo con la teoría de Lysenko, cada estado del desarrollo es acompañado por cambios cualitativos irreversibles, que tienen lugar en el protoplasma de las células vegetales. Todavía no se ha establecido con exactitud la naturaleza de dichos cambios. Ha podido observarse que durante el termoestado varía el potencial de óxido-reducción de las células meristemáticas. Algunos

autores presumen que se acumulan hormonas específicas de la reproducción, similares a las hormonas sexuales de los animales.

Hasta ahora la teoría de la vernalización no ha sido desarrollada en forma completa. Lysenko y otros investigadores trabajan actualmente en aclararla y es muy posible que tarde o temprano, sufra algunos cambios mientras tanto, tal cual es, representa un gran paso en el esclarecimiento de las leyes del desarrollo vegetal y suministra métodos útiles para dirigirlo en la dirección deseada.

La aplicación práctica de los métodos de vernalizaciones es muy diversa. El acortamiento del período vegetativo en los cereales es uno de los medios más importantes para eludir la sequía, especialmente en aquellas regiones donde este fenómeno ocurre al finalizar el verano, como en las grandes llanuras centrales del norte de Estados Unidos de Norteamérica y en el sur y el sureste de Rusia, cuyo suelo está reseco en otoño, aún en los años relativamente húmedos. En tales regiones es posible ahora sembrar las valiosas variedades tardías de trigo, pues como se les acorta el período vegetativo mediante la vernalización, escapan a la época seca; en cambio, cuando aquellas no se conocían, sólo podían sembrarse las variedades precoces, de menos valor.

La vernalización tiene así mismo gran importancia en las latitudes alejadas del ecuador, donde los veranos son cortos, pues permite producir en ellas excelentes variedades tardías de trigo, avena y otras plantas cultivadas. La vernalización del mijo, algodón, maíz y otras plantas termófilas es también muy importante, porque hace posible su cultivo en latitudes más elevadas.

La significación práctica de la vernalización acentúase aún más por el hecho de que no sólo acelera el desarrollo de las plantas cultivadas, sino también porque aumenta sus rendimientos.

La influencia de la vernalización se revela muy pronto en las plantas obtenidas de semillas tratadas; las plantitas crecen con mayor rapidez y uniformidad, lo cual es ya, de por sí, una gran ventaja. El aumento del rendimiento en las plantas vernalizadas se pone de manifiesto no sólo en regiones particularmente frías y secas, sino en cualquier parte. Experiencias masales de vernalización de trigo practicadas en 1934 en las granjas colectivas de toda Rusia, dieron un promedio de 51 kg. de aumento por hectárea, a favor de las plantas vernalizadas; en algunos casos el aumento alcanzó a 90 a 136 por hectárea.

INFLUENCIA DE LA DURACION DEL DIA SOBRE EL DESARROLLO VEGETAL.— FOTOPERIODISMO

Los estudios de Garner y Allard, confirmados por muchos otros investigadores, revelaron que en el señalamiento de la época de floración debe atribuirse gran importancia a la longitud relativa del día y de las noches. Ciertos vegetales, por ejemplo muchas variedades de soja, algodón y entre los cereales el mijo, el sorgo y el arroz florecen tanto antes cuanto más cortos son los días y más largas las noches. Por eso, bajo las condiciones naturales, estas plantas sólo florecen en otoño, o sea cuando los días se acortan. Si se disminuye artificialmente la iluminación diaria llevando las plantas, por ejemplo, a una habitación oscura durante parte del día o cubriéndolas con una tela opaca, el florecimiento se producirá a principios del verano. Estas son las llamadas plantas "de días cortos" que, en su gran mayoría, son oriundas de latitudes bajas, donde el día estival es comparativamente corto. Sin embargo, hay muchas especies, como el trigo, la avena y otros cereales, que florecen tanto más pronto cuanto más largos son los

días y más cortas las noches.

Al iluminarlas con luz eléctrica en parte de la noche o en toda ella, es posible inducir las a florecer mucho antes. Estas plantas han sido denominadas "de días largos" y presentan su máxima intensidad de desarrollo cuando reciben una iluminación continua; en las latitudes elevadas donde los días de verano son muy largos, tienen un período vegetativo más corto, pues allí la duración del día prepondera sobre el efecto negativo de la temperatura baja.

Se conoce con el nombre de Fotoperiodismo a la reacción de las plantas ante la duración del día y de la noche. Importa advertir aquí, que la naturaleza de la reacción del vegetal al fotoperíodo depende en grado sumo del origen geográfico de la planta. En tesis general, las especies requieren días largos, de ahí que muchas plantas de zonas templadas no florezcan cuando se les lleva a los trópicos.

Las reacciones fotoperiódicas pueden ser diferentes para cada variedad de una misma especie. Se ha visto ya que la soja es una vegetal de días cortos; sin embargo, algunas de sus variedades, la Biloxi por ejemplo retarda considerablemente su desarrollo cuando el día se alarga. Si en vez de una iluminación de 12 horas recibe otra de 16 horas, eleva al doble la duración del período vegetativo. Otra variedad como el Mandarín son indiferentes tales cambios y florece en ambos casos. Las mismas diferencias varietales pueden obtenerse en plantas de días largos, ejemplo el trigo. Ello es una prueba de que semejantes cambios se deben al origen geográfico de las variedades. Los trigos del norte de Europa prolongan excesivamente su desarrollo cuando se les cultiva en el sur de dicho continente, donde los días son más cortos, mientras que otras variedades del mismo cereal son insensibles a un acortamiento del día.

El fenómeno del fotoperiodismo es de una importancia capital en la distribución de las variedades de las plantas agrícolas en las diversas localidades, así como en el traslado de las mismas de una región a otra. Plantas de días largos, como el trigo, no detienen su desarrollo cuando se les lleva hacia latitudes alejadas del ecuador, sino que lo apresuran, dado el incremento luminoso que a diario reciben. Esta conducta facilita su cultivo en las altas latitudes y compensa la desventaja que allí representa la escasa duración del verano. Más difícil es, en cambio, trasladar hacia regiones de latitudes elevadas las plantas de días cortos, pues a los inconvenientes antes citados, que se refieren a la brevedad del verano, se une el del alargamiento de los días, que en este caso acrecienta el período vegetativo. Se impone, entonces, la selección de variedades especiales que reaccionan en grado mínimo ante un aumento de la duración del día, es decir que revelen una reacción fotoperiódica más débil. Este conocimiento de la reacción fotoperiódica varietal es de gran importancia.

La duración del día no sólo es básica en el señalamiento de la época de floración, sino que también influye, en forma notable, sobre el desarrollo de los órganos somáticos. La paralización del crecimiento vegetativo, por efectos del fotoperíodo, se conoce con el nombre de "inhibición fotoperiódica". Las plantas de días cortos, por ejemplo, desarrollarán una superficie foliar mayor y tendrán, en general, órganos vegetativos más vigorosos si crecen con días largos. Cuando se les cultiva en latitudes elevadas no maduran, pero como producen una cantidad grande de hojas, pueden utilizarse para obtener heno y ensilado. Este vigoroso desarrollo foliar se debe a que cuando se retrasa la floración, las sustancias orgánicas sintetizadas se emplean exclusivamente para formar las nuevas hojas, aún cuando en muchos casos, la inhibición fotoperiódica es motivada directamente por la longitud del día. Por las mismas razones, las plantas de días largos desarrollan ma-



yor foliar y adquieren un peso más elevado cuando crecen bajo días cortos, a pesar de que la disminución del número de horas de fotosíntesis reduce el acopio de sustancias orgánicas.

La longitud del día ejerce una influencia muy poderosa sobre el desarrollo de los tubérculos, bulbos y otros órganos subterráneos de reserva. En muchos vegetales, como la cebolla, los días largos determinan la formación de bulbos, no así los días cortos, que estimulan el desarrollo foliar. Para que el efecto de un fotoperíodo determinado se haga sentir en todo el ciclo vegetativo de una planta, no es necesario someterla permanentemente a la influencia del mismo. Basta con que el fotoperíodo deseado actúe durante los 10, 15 o 20 primeros días del desarrollo. Si después se coloca la planta bajo condiciones lumínicas opuestas el desarrollo continuará siempre de acuerdo con el efecto fotoperiodístico. Este fenómeno se ha llamado "inducción fotoperiódica"; al par de su gran importancia teórica desempeña un papel de primer orden en la práctica agrícola; gracias a él puede limitarse el tiempo de acción del fotoperíodo, lo que facilita la sensibilización, pues se le realiza con plantas crecidas en camas calientes.

Las longitudes relativas del día y la noche ejercen una influencia considerable sobre el crecimiento de los árboles. La reacción difiere según el origen geográfico de las especies; las de regiones vecinas al ecuador retardan su crecimiento en los largos días de las latitudes altas; si bien los vástagos adquieren entonces un tamaño mucho mayor, no maduran a tiempo y son dañados, en consecuencia, por las heladas invernales. Las especies provenientes de las grandes latitudes maduran normalmente sus ramas, cuando la exposición lumínica que reciben es largo. El efecto de la duración del día sobre el desarrollo es de gran importancia en la Naturaleza.

De acuerdo con Lysenko, el fotoperiodismo es la manifestación de las exigencias definidas de luz y oscuridad de las plantas, durante el segundo estado del desarrollo, al que se designa "fotoestado" y que sucede directamente al "ternoestado" o estado de vernalización. Para que se produzca el paso a la reproducción algunas plantas requieren en el fotoestado un cierto período de oscuridad completa, mientras que otras exigen que el día tenga una longitud determinada. Las primeras se denominan "plantas de noches largas", pues cuanto más duren las noches, tanto antes se habrá cumplido la exigencia requerida de oscuridad; las del segundo grupo en cambio, que durante su fotoestado no necesitan oscuridad, sino una longitud definida del día, han sido denominadas "plantas de días largos". Como este efecto de la luz y la oscuridad es independiente de la fotosíntesis, el fotoestado puede cumplirse, al menos en las plantas de días cortos, a una edad temprana, aún durante la germinación de la semilla, cuyo crecimiento se retarda. Así, cuando se siembra bajo condiciones de días largos semillas ya sensibilizadas de plantas de días cortos, la floración tiene lugar rápidamente cualquiera sea la duración del día y aún bajo una iluminación continua. Hasta ahora no ha sido posible hacer cumplir a todas las plantas el fotoestado durante la germinación, obstáculo éste que restringe grandemente la aplicación práctica del fotoperiodismo. El aumento de la longitud del día mediante la luz eléctrica es de empleo muy limitado y se usa principalmente para plantas de invernáculo. El descubrimiento de la vernalización y el fotoperiodismo ha cambiado completamente el concepto sobre plantas tardías. Hasta ese momento se suponía que la longitud del período vegetativo de una y otra variedad estaba regido por la rapidez intrínseca de su desarrollo, siendo en un todo independientemente del medio externo. Se sabía que la velocidad del desarrollo depende de la temperatura y que en climas cálidos es mayor que en climas fríos, pero existía la creencia de que la precocidad de las variedades respondía a un orden sucesivo invariable.

A C C I O N T E R A P E U T I C A

Comenzaremos por hacer mención del empleo popular que desde hace muchos tiempos tiene la *PASSIFLORA SALVADORENSI*.

La especie que describimos sin duda es una de las más eficaces y activas en atención a su composición química. Siendo una de las plantas, según parece la especie *PASSIFLORA SALVADORENSI* la que más comúnmente se emplea y a las cuales nuestros curanderos le atribuyen virtudes casi específicas que le han sido reconocidas por la generalidad. Parece sin embargo que se ha exagerado un poco en sus propiedades diuréticas en este sentido. Se emplean todas las partes de la planta, para hacer una infusión, como generalmente se dice pero se prefieren las hojas, que son las que mejor resultado dan.

Conviene recordar que su raíz usada en cocimiento se usa en las afecciones bronquiales y pulmonares; cuando se toma bastante concentrada y en mucha cantidad puede producir náuseas y vómitos. Se prefiere la planta al estado fresco, porque produce mayor efecto que al estado seco.

Entre la gente del campo es muy corriente el uso de las hojas en infusión como agua de tiempo ya que el sabor del líquido no tiene ninguna repugnancia y es una de las ventajas que ofrece el uso de esta planta, en los lugares donde tienen la suerte de poseerla.

Casos concretos de las propiedades curativas de las hojas del *CALZONCILLO*, se encuentran no sólo entre la gente del campo sino por el contrario entre mucha gente de las ciudades, que lo buscan para dichos fines. Hay otra forma para administrar las hojas la cual consiste en combinarlas con hojas de laurel y hacer con ellas la infusión y tomarlas por agua de tiempo dando magníficos resultados. La hoja de calzoncillo tiene la ventaja de ser tolerada perfectamente bien por las gentes de bastante edad como por los jóvenes. Se emplea también como sudorífico; teniendo propiedades diuréticas no cabe duda que se emplea contra ciertas afecciones reumáticas y contra la gota y se debe seguir el uso de la infusión bastante tiempo al notar la mejoría y el alivio que proporciona la acción terapéutica de las hojas.

Otra acción de las hojas se refiere a que da muy buenos resultados como emenagogo, cuando el período esta parado a causa de un estado congestivo del útero.

MANERA DE USARLO Y DOSIS

Todas las partes de la planta, pueden usarse pero se prefieren las raíces, tallos y las hojas. Las raíces y los tallos, pero principalmente las hojas bajo la forma de infusión o de decocción, para lo cual se toman unas pocas y se infunden durante una hora o más en un litro de agua. Si se quiere se puede endulzar por pocos.

Se puede administrar bajo la forma de tintura alcohólica, dando en este caso gotas y la otra forma es el extracto acuoso.

De gotas se dan de 20 a 25 de tintura en alcohol de 70 grados.

Infusión o decocción 10 para 1000 tomar como por agua de tiempo durante varios días.

PROPOSICIONES

Materia médica. Belladona, Beleño Aconito.
Química Orgánica. Urea.
Galénica. Pomadas y Ungüentos.

