

# ENFERMEDADES BACTERIANAS DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

Isabel Caballero Martín<sup>1</sup>

Dentro de las disciplinas interdependientes con la patología vegetal, la bacteriología es una de las que tienen íntima relación con ella, ya que existen en la actualidad cerca de 200 especies de bacterias identificadas como agentes productores directos de enfermedades. Además hay que agregar otras especies que aunque no dañen directamente la planta, pueden inhibir, estimular o acompañar a otros gérmenes patógenos y es de gran importancia su estudio como controladores de enfermedades.

## 1.— CARACTERÍSTICAS GENERALES DE BACTERIAS FITOPATÓGENAS.

### 1.1.— ESTRUCTURA INTERNA Y MORFOLOGÍA

Las bacterias son organismos de una gran simplicidad, formadas por una sola célula y visibles únicamente al microscopio. Muchas de ellas son móviles gracias a la existencia de unos orgánulos llamados flagelos que se pueden presentar en número variable y en distintas posiciones. En su cuerpo celular se pueden diferenciar varias partes:

- El citoplasma, lugar donde realizan sus reacciones vitales para obtención de energía.
- Una sustancia nuclear, llamada DNA, que lleva todas las órdenes para que dichas reacciones se realicen.
- Diferentes granulos que son probablemente reservas de nutrientes.

Todas estas estructuras, se encuentran encerradas por una membrana que permiten el paso sólo de determinadas sustancias y por una pared rígida que da la forma a la bacteria. Aún puede haber una estructura más exterior, la cápsula bacteriana, que da a la bacteria resistencia a la influencia externa (luz, radiación, temperatura, productos químicos...) y así pueden mantener su viabilidad por un largo periodo de tiempo.

Observadas al microscopio, las bac-

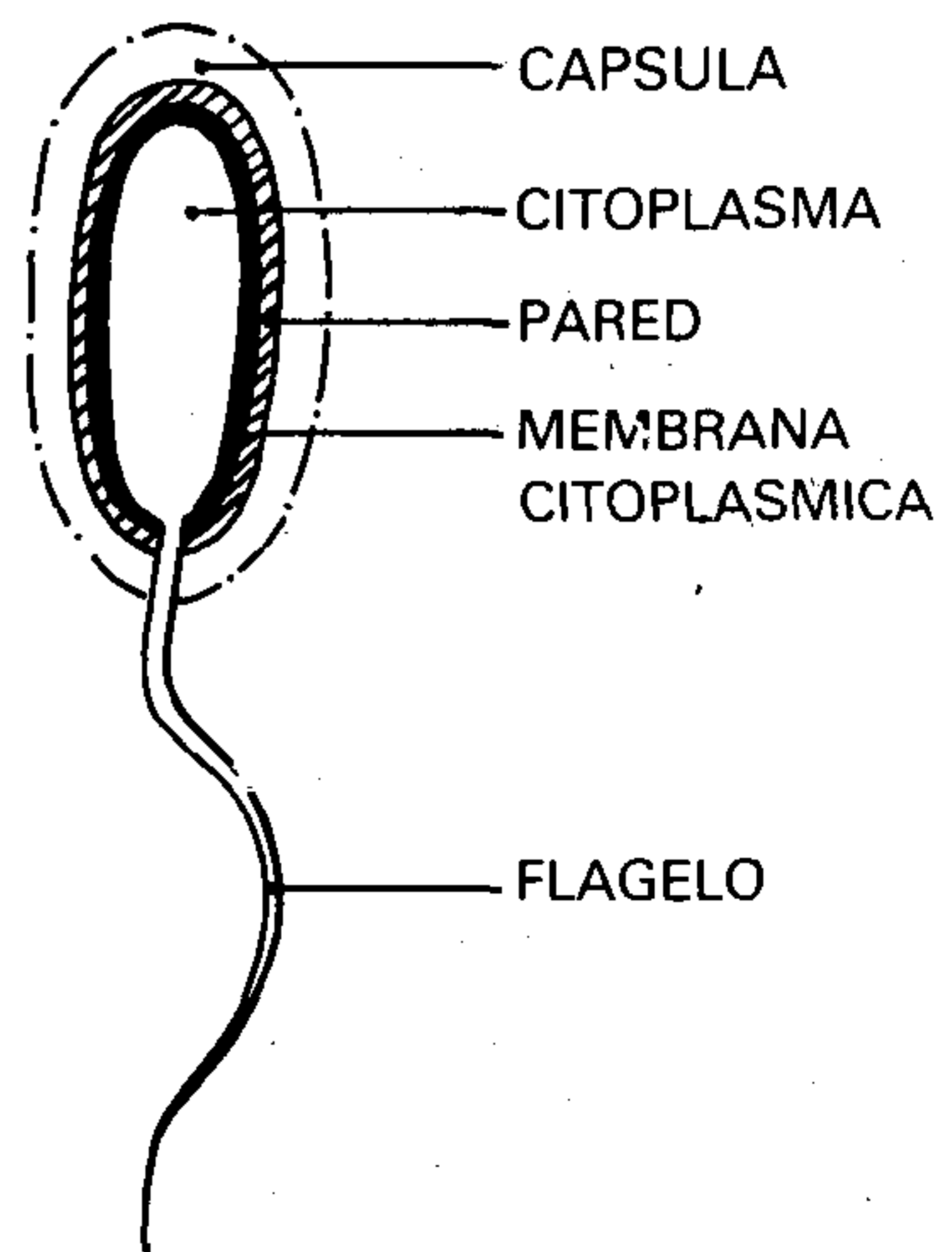
(1) La Srta. Isabel Caballero Martín realiza su tesina de Licenciada en Biología en el Departamento de Fitopatología del Servicio Agrícola.

terias pueden tener distintas formas: esféricas (cocos); alargadas (basilos o bastoncillos); incurvadas (vibrios); espiraladas (espirilos).

Los agentes patógenos bacterianos de las plantas, a excepción de las distintas especies de *Streptomyces*, son bastoncillos (fig. 1) que carecen de la facultad de formar esporas (otros orgánulos de resistencia). Su diferenciación en lo que a morfología se refiere, es difícil y los primeros sistemas de clasificación se basaban principalmente en el número y distribución de los flagelos. La posición de tales flagelos se indican mediante las siguientes expresiones:

- Monotrico: un flagelo en uno de los extremos.
- Lofotrico: más de un flagelo en uno de los extremos.
- Anfitrico: uno o más flagelos en cada uno de los extremos.

FIG. 1.



Bacteria Fitopatógena.

—Peritrico: flagelos distribuido en toda la superficie externa.

Este tipo de determinación es poco exacto, debido a la variabilidad de estos caracteres y a las dificultades técnicas que entraña la tinción de flagelos.

### 1.2.— REPRODUCCION.

Las bacterias se reproducen generalmente en virtud de un proceso asexual denominado "fisión binaria" es decir, división en dos partes iguales. El organismo se alarga, el núcleo se duplica y una membrana citoplasmática y una pared celular se forma transversalmente, quedando distribuido el núcleo en partes iguales en las dos células hijas.

El medio ambiente influye sobre la reproducción bacteriana. Así, unos determinados valores de temperatura y pH, la naturaleza de los nutrientes disponibles, la presencia o ausencia de oxígeno..., condiciona el que se multiplique o permanezca en estado latente, esperando que las condiciones le sean favorables.

### 1.3.— CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS: BASE PARA LA SISTEMÁTICA.

Como todo organismo vivo, la célula bacteriana realiza un conjunto de reacciones químicas encaminadas a la obtención de energía del medio ambiente para su posterior utilización en los fenómenos esenciales de la vida del organismo. Pero estas reacciones no se producen del mismo modo en los diferentes tipos de bacterias, bien sea porque no parten de las mismas sustancias, o bien por tener enzimas funcionalmente distintas con lo que los productos finales de la reacción varían.

Las diferencias morfológicas de las bacterias son tan pequeñas que para distinguirlas nos vemos obligados a acudir por un lado, a los síntomas que producen en las plantas atacadas y por otro, a características fisiológicas tales como fermentaciones, reducciones, facultad de teñirse con distintos colorantes, temperatura óptima de crecimiento... que sirven de base para la sistemática de este grupo de organismos. Además existen otros tipos de criterios que pueden servir de confirmación a la hora de determinar una especie, como son los estudios bioquímicos de la pared bacteriana, los serológicos

cas y los de patogeneidad.

## 2— CLASIFICACION DE BACTERIAS FITOPATOGENAS.

A continuación exponemos una clave abreviada, indicando la relación de géneros que incluyen agentes patógenos de las plantas, siguiendo el sistema de clasificación del Manual de Bergery (el más aceptado actualmente):

### —PROTOPHYTA (plantas unicelulares)

—Clase: Schizomycetes

—Orden: Pseudomonadales

Fam/Pseudomonadaceae

Gen: Pseudomona

Gen: Xantomona

—Orden: Eubacteriales

Fam/Rhizobiaceae

Gen: Agrobacterium

Fam/Enterobacteriaceae

Gen: Erwinia

Fam/Corinebacteriaceae

Gen: Corinebacterium

—Orden: Actinomycetales

Fam/Streptomycetaceae

Gen: Streptomyces

## 3.— TIPOS DE ENFERMEDADES BACTERIANAS.

### 3.1.— FORMAS DE PENETRACION

Las bacterias patógenas establecen relación con sus huéspedes de muy distintas maneras, y los efectos sobre las plantas varían notablemente. Hasta ahora no se conoce ningún caso, a excepción de algunas especies de Streptomyces, que sean capaces de atravesar directamente la cutícula, a no ser que esté rota o agrietada de alguna forma. Muchas especies penetran a través de los estomas; otras lo hacen principalmente atravesando los hidatodos; finalmente otras penetran por las heridas.

Algunas especies actúan con predilección en los espacios intercelulares, otras llegan a penetrar en el sistema vascular y son preferentemente parásitos de este sistema. (fig. 2)

### 3.2.— ENFERMEDADES

Basándose en el tipo de efectos principales sobre el huésped, las enfermedades bacterianas pueden agruparse en la forma siguiente:



—*Podredumbres blandas*: el efecto principal sobre el huésped es un reblandecimiento de los tejidos. La bacteria, generalmente, inicia su invasión por las heridas, y avanza mediante la secreción de un enzima que se difunde previamente y disuelve la laminilla media de las células. Como consecuencia de ello, las células mueren, y las bacterias crecen y se desarrollan más bien sobre tejidos muertos.

—*Manchas foliares*: se inicia con la invasión de los estomas de las hojas y otros órganos. La invasión y multiplicación de aquellos en la cámara subestomática y en los espacios intercelulares origina en ocasiones la necrosis de los tejidos vegetales invadidos.

—*Necrosis extensas*: Es un tipo de necrosis más rápida e invasora, dando lugar a un aspecto chamuscado y caído de los brotes atacados.

—*Marchitamiento*: en algunos casos los organismos que dan lugar a las manchas foliares o a podredumbres blandas, invaden igualmente al sistema vascular, llegando a ser sistémicos. En otros casos, la invasión puede iniciarse a través de los estomas, poros acuíferos o heridas, pero los organismos se concentran rápidamente y se multiplican en el sistema vascular, lo cual conduce a enanismo y a marchitese agudas. También suele ir acompañado de un amarillamiento de las hojas y una coloración parda del sistema vascular.

—*Tumoraciones y agallas*: el efecto principal del patógeno consiste en una estimulación de los procesos de división celular. Este tipo de anomalía da lugar a sobrecrecimientos, que generalmente toman la forma de agalla en las raíces, tallos y otros órganos.

#### 4.— AISLAMIENTO Y DETERMINACION DEL PATOGENO

La determinación del patógeno no se puede hacer simplemente por los síntomas de la enfermedad. Los mismos o similares síntomas pueden aparecer en especies que sistemáticamente se encuentren alejadas. El aislamiento e identificación del patógeno por medio de test bioquímicos, se deben llevar a cabo para la buena determinación.

En general, el procedimiento que se sigue en el laboratorio es el siguiente:

- 1.— Examen microscópico del tejido infectado.
- 2.— Aislamiento de cultivos puros de bacterias a partir del tejido enfermo.
- 3.— Inoculación de las bacterias aisladas en una planta susceptible, para obtener los síntomas originales.
- 4.— Reaislamiento de la bacteria que produce los síntomas desde el tejido inoculado.
- 5.— Comparación de la bacteria original y la reaislada identificándola por medio de test bioquímicos, y serológicos.

#### 5.— PROPAGACION DEL PATOGENO EN EL TERRENO DE CULTIVO

##### 5.1.— ORIGEN DE LA INFECCION

Generalmente, la aparición de la enfermedad en el terreno de cultivo tiene dos causas:

- que alguna planta esté infectada o
- que existan agentes patógenos en el suelo.

En el primer caso, muchas veces todo comienza por bacterias originarias de la contaminación de la propia estructura de la cama de semillero, de abono contaminado, de semillas que vienen ya infectadas o en las plantas leñosas a través de brotes y ramas muertas, en las cuales el patógeno pasa el invierno.

La enfermedad en el terreno de cultivo también se puede originar en el suelo que en años anteriores estuvo contaminado con bacterias patógenas. Numerosas bacterias fitopatógenas pueden mantenerse en el suelo por un largo periodo de tiempo, algunas durante años, sin multiplicarse. Estas bacterias pueden llegar a pasar a partes de algunas plantas provocando pequeños centros de infección.

##### 5.2.— CONDICIONES FAVORABLES PARA LA PROPAGACION

Los factores más importantes que afectan a la propagación son:

- La temperatura del aire y su humedad y
- la frecuencia e importancia de las precipitaciones.

En cuanto al primer factor, los agentes patógenos bacterianos de las plantas, se ven favorecidos por temperaturas

comprendidas entre 25-30° C y por una humedad elevada, condiciones que se dan fácilmente en invernaderos y camas de semilleros.

Por otro lado se ha visto que los inviernos muy fríos en los que las precipitaciones han sido abundantes, favorecen la rápida propagación del patógeno.

### 5.3.— PROPAGACION DEL PATOGENO POR TODO EL TERRENO

La enfermedad desarrollada en las jóvenes plantas de semillero o en las plantas infectadas por el suelo puede propagarse a las plantas vecinas, extendiéndose por todo el terreno bajo condiciones favorables. Aparte de la influencia del medio ambiente, la propagación puede estar favorecida también por la existencia de insectos vectores que llevan al patógeno de un lugar a otro, y por la zona y época de cultivo. Mientras no perjudique al desarrollo propio de la planta, se deben

elegir zonas y épocas de cultivo que no reúnan las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad.

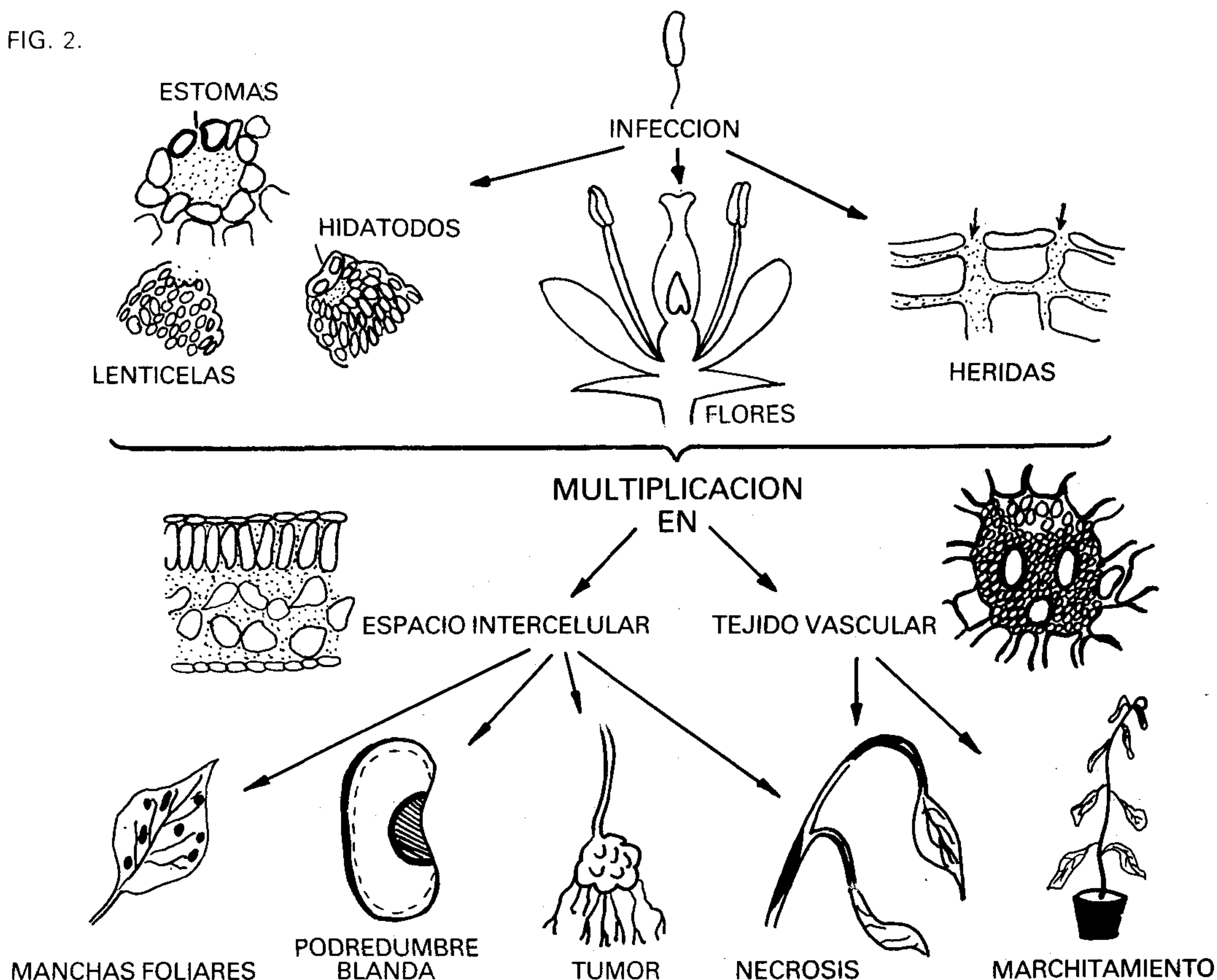
## 6.— CONTROL DE BACTERIAS FITOPATOGENAS

### 6.1.— MEDIDAS PREVENTIVAS

Para el control de las enfermedades bacterianas en plantas, la principal dificultad radica en que la bacteria se multiplica en el interior de los tejidos de la planta y difícilmente pueden ser alcanzadas con las sustancias químicas antibacterianas que han sido usadas hasta ahora. Por lo tanto el control no puede estar basado en el uso de sustancias defensivas sino que deben tomarse medidas preventivas para mantener al patógeno lejos de la planta.

En algunas áreas cerradas el patógeno se ha podido mantener fuera por una estricta regulación de cuarentena.

FIG. 2.



Modos y lugares de infección, multiplicación y tipos de síntomas.



En la prevención de enfermedades propagadas por semillas, es importante estar seguro que la semilla que se planta está sana. La necrosis bacteriana de las judías fue erradicada en Estados Unidos haciendo los semilleros en áreas secas de California para posteriormente transplantarlos en otras áreas. Con este control los daños causados por el patógeno han sido reducidos prácticamente a cero.

Las enfermedades se propagan en la cama de semillero por las condiciones de humedad y calor en que se encuentran. Por esta razón se debe tener una constante vigilancia de las plantas y si aparece algún signo de enfermedad, las plantas del semillero no deben ser transplantadas. Lo mejor es un constante tratamiento de las plantas en la cama de semillero con sustancias bactericidas.

En la actualidad está bastante generalizado el uso de antibióticos como bactericidas. Una considerable ventaja del uso de antibióticos con respecto a otros agentes protectores, es que pueden ser absorbidos por la planta y trasladados a través del sistema vascular. El antibiótico más usado es la Streptomycina y también una mezcla de este con oxitetracyclina (terramicina).

## 6.2.— USO DE VARIEDADES RESISTENTES

Desde la antigüedad se conocía la existencia de variedades de plantas que diferían en cuanto a susceptibilidad frente a las enfermedades. La resistencia a una determinada enfermedad depende del material genético de la planta, pero puede verse disminuida por las condiciones ambientales. Aparte de esto, el uso de variedades resistentes disminuye las posibilidades de enfermedad.

Actualmente se trabaja mucho en este campo y la resistencia a una cierta enfermedad trata de combinarse con las características agronómicas que han hecho apetible la variedad tipo, así como con la resistencia a otras enfermedades que pudiera haberse logrado.

## 6.3.— CONTROL BIOLÓGICO

A medida que se han ido utilizando antibióticos como bactericidas, han aparecido variedades de gérmenes patógenos resistentes a los mismos. Otro incon-

veniente es que el antibiótico elimina o reduce en número muchas bacterias no patógenas del suelo, con lo que el equilibrio ecológico del mismo queda destruído. En estas condiciones muchas especies patógenas que estaban controladas por las disminuídas o eliminadas, se ven libres para desarrollarse y llegar a la planta, apareciendo así nuevas enfermedades.

El control biológico básicamente consiste en poner al patógeno en interacción antagónica con otro ser vivo. En la zona más próxima a la raíz de la planta, la interacción antagónica más común entre los microorganismos es la competición por las sustancias nutritivas, espacio, oxígeno y otros elementos esenciales. Otra forma de interacción negativa en esa zona es el amensalismo, que consiste en que una especie es capaz de excretar productos que afecta de forma adversa el desarrollo de otros microorganismos. Aquí entrarían las bacterias productoras de antibióticos y los microorganismos que producen sustancias enzimáticas líticas. Por otro lado, los microorganismos al actuar en su metabolismo normal sobre ciertos sustratos, pueden modificar el pH, ello condiciona un efecto antagónico, inespecífico sobre los que son sensibles a este cambio.

El camino más actual de lucha por controlar las enfermedades de las plantas, sigue esta línea de buscar antagonistas al patógeno. En algunos casos ya ha dado resultados positivos como sucede en el cáncer o agalla del rosal y algunos frutales, producido por la bacteria *Agrobacterium radiobacter var. tumefaciens* que vive en el suelo. Se ha encontrado una raza de la misma bacteria, que produce un antibiótico (Agrocin-84) al cual es sensible la raza patógena. Inoculando semillas y raíces con la raza productora de Agrocin-84 se llega a un nivel de control de 100%, en suelos infectados naturalmente. Desde 1973 se está utilizando este control en Australia sin que la raza patógena halla adquirido resistencia al antibiótico.

Esto ratifica una vez más la importancia cada vez mayor que debe darse en los centros de experimentación e investigación al control biológico de plagas y enfermedades de las plantas.