


Boletín Técnico N° 26



**Bacterias Patógenas al Cultivo
de la Papa en Chile:**
*Efecto sobre la Producción
y Control*



Luigi R. Ciampi
Ingeniero Agrónomo M. Sc.

ESTACION EXPERIMENTAL CARILLANCA

TEMUCO - CHILE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

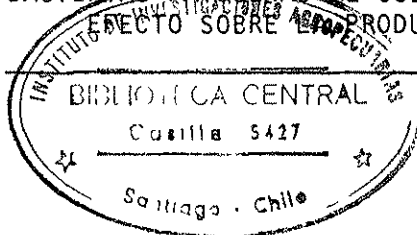
Boletín Técnico N° 26

BACTERIAS PATOGENAS AL CULTIVO
DE LA PAPA EN CHILE:
EFECTO SOBRE LA PRODUCCION Y CONTROL

Luigi R. Ciampi
Ingeniero Agrónomo M.Sc.

ESTACION EXPERIMENTAL CARILLANCA
Noviembre 1979

BACTERIAS PATÓGENAS AL CULTIVO DE LA PAPA EN CHILE:
EFFECTO SOBRE LA PRODUCCION Y SU CONTROL*



Luigi R. Ciampi **

I. PRINCIPALES GRUPOS BACTERIANOS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE LA PAPA.

Numerosas enfermedades bacterianas afectan la productividad del cultivo de la papa, de ellas sólo algunas se destacan por su importancia económica a nivel mundial. Para efectos prácticos se mencionarán las enfermedades más importantes, haciendo especial énfasis en las que afectan el cultivo en el Sur de Chile.

1. Actinomycetes y organismos relacionados.

Se destaca Corynebacterium sepedonicum (Spieckermann y Kotthoff) Skaptason y Burkholder, patógeno vascular que se transmite esencialmente por tubérculos. Esta especie afecta las plantas en el campo y provoca la conocida "pudrición anular" en tubérculos en el campo y el almacén. Su presencia no ha sido detectada en Chile, pero C. sepedonicum representa un poten-

* Tema presentado al Curso de Perfeccionamiento Profesional de Producción y Conservación de la Papa. (CIP-INIA) Temuco, Octubre de 1977.

** Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor de Ecología y Fisiología Bacteriana Avanzada. Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 Valdivia-Chile.

cial patógeno para la zona Sur de Chile. Esta bacteria, mundialmente distribuída, podría ingresar a Chile solamente a través de tubérculos de papa introducidos desde el exterior. Un eficaz control de este material sería a través de medidas de cuarentena y exigiendo certificados que indiquen ausencia de este patógeno en los tubérculos de papas que se importen.

Otra especie de Corynebacterium ha sido asociada con pudriciones húmedas en tubérculos de papas. Asimismo, esta misma especie se ha aislado del sistema vascular de tubérculos aparentemente sanos. A pesar de estos antecedentes, la frecuencia de esta especie es muy baja y su significado económico carece de importancia.

Otro miembro de este grupo es Streptomyces scabies (Thaxter) Waksman y Henrici (Specie incertae sedis). La presencia de este patógeno está bastante generalizada en el Sur del País. El único antecedente existente sobre la "sarna común" es la presencia establecida del patógeno en la región. Aunque el daño que provoca en los tejidos no es importante, el patógeno muestra su influencia en el aspecto comercial. Los tubérculos pierden valor al estar infectados con sarna. Aparentemente, la acidez de los suelos del Sur de Chile no han servido para controlar, en forma natural, esta enfermedad. Se desconocen métodos químicos eficientes. El mejor control se obtiene a través de resistencia varietal. A pesar de no existir antecedentes sobre resistencia a la sarna común en papas chilenas, algunas variedades cultivadas en Estados Unidos han mostrado cierta resistencia, tales como Cherokee, Norland, Progress y Sebago.

2. Bacterias aeróbicas Gram negativas

Dentro de esta categoría se destaca Pseudomonas solanacearum F.F.Sm., patógeno no específico de la papa, ya que infecta una variada gama de cultivos. La enfermedad causada por esta bacteria es conocida como "marchitez bacteriana". El patógeno se localiza en el xilema de la parte baja del tallo produciendo un bloqueo de los vasos conductores. Esta enfermedad se transmite a través de los tubérculos y subsiste en el suelo. En zonas tropicales y subtropicales ocasiona graves problemas al cultivo de la papa. Las Cepas de esta bacteria se han agrupado en razas en base al rango de sus huéspedes y la apariencia de las colonias en el medio CTT (2, 3, 5, Cloruro de trifeníl tetrazolio).

Raza 1 es patógena de muchas especies de solanáceas incluyendo papa, tabaco, tomate, berengena y ciertas bananas diploides. Raza 2 causa marchitez en bananas triploides y especies de Helicornia. Raza 3 es patógena a la papa y tomate, siendo menos patogénica para el resto de las solanáceas. Sólo las razas 1 y 3 atacan a la papa en forma natural. Raza 3 es típica de tierras altas frías de regiones tropicales y raza 1 está restringida a regiones cálidas tropicales y subtropicales.

En Chile no existen antecedentes que indiquen presencia de P. solanacearum. El peligro potencial está confinado a las provincias del norte que, por sus condiciones ecológicas podrían favorecer el desarrollo de la enfermedad. La zona Sur de Chile posee un clima adverso para este patógeno lo que representa una barrera natural para su establecimiento.

Existe en el sur P. fluorescens (Migula)

Biotipo II (Syn. P. marginalis). Esta bacteria se ha encontrado asociada con pudriciones húmedas en bodegas, siendo baja su frecuencia como patógeno. Representantes de esta especie han sido también aislados en escasa frecuencia de tejidos vasculares de tubérculos aparentemente sanos. Sin embargo, cuando las condiciones de almacenaje desarrollan condiciones ambientales anormales, estas bacterias pueden ocasionar daños de consideración.

3. Bacterias esporuladas aeróbicas.

En este grupo se destacan especies pectinolíticas del género Bacillus. Bacterias de este género se han encontrado asociadas con pudriciones húmedas y pie negro.

A pesar de que la frecuencia de estas bacterias es bastante baja, revisten importancia en bodegas donde la temperatura es elevada. Bajo estas condiciones Bacillus punilus Meyer y Gottheil puede provocar problemas en forma esporádica. En la actualidad, este grupo de organismos son considerados como patógenos "accidentales" con un bajo significado económico.

4. Bacilos anaeróbicos facultativos Gram negativos.

Desde el punto de vista económico es el grupo más importante durante el desarrollo del cultivo de la papa y en su almacenaje. Erwinia carotovora var. carotovora (Jones) Dye, es causante de pudriciones húmedas en hortalizas. Ataca a tubérculos de papas tanto en el campo como en bodega. Erwinia carotovora var. atroseptica (Hellmers y Dowson) Dye, es responsable del "pie negro" en plantas de papa y también se la puede asociar a pudriciones húmedas del tubérculo. A diferencia de la anterior, esta especie se encuen-

tra restringida al cultivo que nos preocupa.

5. Otras bacterias que afectan al cultivo de la papa.

Investigadores nacionales y del extranjero han determinado otras bacterias atacando, en especial, a los tubérculos. Se mencionarán como interés científico pues se desconoce su importancia económica en este cultivo. Tejidos internos de tubérculos de papas aparentemente sanos demostraron presencia de bacterias pertenecientes a los géneros Brevibacterium, Achromobacter y Miscrococcus. Otros géneros se han asociado a pudriciones húmedas, tales como: Xanthomonas, Clostridium y Corynebacterium saprófitos.

II. EL COMPLEJO ERWINIA.

Este grupo es de elevada importancia económica para la producción de papa en el sur de Chile. Como se mencionaba anteriormente, las dos bacterias de este grupo ocasionan problemas tanto a nivel de campo como en bodegas. E. carotovora var. carotovora y E. carotovora var. atroseptica se pueden diferenciar sobre la base de pruebas específicas, presentadas en el Cuadro N°1.

1. El proceso enzimático de las pudriciones húmedas.

Las Substancias pécticas, polímeros del ácido galacturónico, son componentes principales de la lámina media, estructura que une entre sí las células vegetales. La figura N°1 ilustra esquemáticamente dos células vegetales unidas por la lámina media, que es rica en pectatos.

Existen varios tipos de sustancias pécticas: formas no metiladas del ácido galacturónico denominadas ácido péctico; cadenas con menos del 75% de unidades metiladas se denominan ácido

pectínico; y aquellos con más del 75% de unidades metiladas son llamadas pectina. La fórmula estructural de esta última se muestra en la figura N°2.

Se reconocen cuatro grupos principales de enzimas pectinolíticas, que se diferencian por su modo de acción sobre las sustancias pécticas:

- a) Pectin - metil - estearasa : rompe el enlace éster (1 en la figura 2) y remueve los grupos metilos de la pectina y el ácido pectínico para producir ácido péctico y metanol.
- b) Dipolimerasa : en esta categoría encontramos varios tipos de endopolygalacturonasas. Actúan sobre cadenas de pectina catalizando la ruptura de los enlaces glucosídicos 1,4 (2 en la figura 2) produciendo poligalacturónicos.
- c) Polygalacturonasa : este es un tipo de exopolygalacturonasa. Actúa igual que las dipolimerasas transformando la pectina en unidades simples de ácido monogalacturónico.
- d) Pectin trans-eliminasa : conocida también como pectinliasa. Rompe los enlaces glucosídicos de ácidos poligalacturónicos a oligunrónidos. También remueve el hidrógeno del quinto carbón (3 de la figura 2) proyocando una insaturación del anillo.

Las bacterias causantes de pudriciones húmedas producen principalmente depolimerasa, En mayor grado se ha detectado pectin-trans-eliminasa. El primer paso en la pudrición húmeda bacteriana, mediante la acción de estas enzimas, es la disolución de la lámina media y la subsiguiente separación de las células de los tejidos

afectados. Como se forma poco o nada de celulasas, la celulosa de la pared celular permanece intacta. Finalmente la célula muere por plasmólisis del contenido celular. (Figuras 1 y 2).

2. Localización de las bacterias del grupo Erwinia en los tubérculos.

La mayor parte de las bacterias se localizan en la superficie y las lenticelas de los tubérculos. Nunca están presentes en el lúmen de aquellos, aunque pequeñas cantidades se hallan en el sistema vascular. Se ha encontrado además que, en general, el número de bacterias en la superficie del tubérculo tiende a disminuir mientras que en las lenticelas tiende a permanecer constante.

3. Fuentes de contaminación de los tubérculos en el potrero.

Las poblaciones de Erwinia tienden a desaparecer en el suelo, especialmente en aquellos casos donde no existen residuos de plantas y tubérculos. El tubérculo semilla es la fuente más importante de contaminación en las lenticelas de los tubérculos nuevos, dependiendo mayormente de la humedad del suelo.

Las lenticelas son estructuras anatómicas de la superficie del tubérculo que tienen como función el intercambio de gases. La humedad del suelo afecta claramente la apertura o cierre de ellas. Se abren con humedad alta y al disminuir ésta se cierran. Las siguientes condiciones favorecen la infección de las lenticelas:

a) Humedad en el suelo.

- b) Tubérculo semilla putrefacto
- c) Movilización de las bacterias desde el tubérculo semilla a otros lugares de la rizósfera.
- d) Lenticelas abiertas en los tubérculos nuevos.

Cuando la humedad en el suelo permanece baja, las lenticelas permanecen cerradas, por lo tanto no hay contaminación, o ésta es muy baja.

4. Ciclo de la enfermedad: pie negro y pudriciones húmedas.

Las bacterias sobreviven en el suelo en los restos vegetales en descomposición y en las lenticelas de los tubérculos. La penetración se efectúa comúnmente a través de heridas causadas por insectos, maquinarias y utensilios de labranza. Siendo posible la penetración directa de las bacterias a través de las lenticelas. Una alta humedad es indispensable durante la penetración de las bacterias. Películas de agua que produzcan condiciones anaeróbicas son muy favorables para la iniciación de estas pudriciones húmedas, en especial en las lenticelas.

Humedad elevada, aireación deficiente y temperaturas altas favorecen la infección de las bacterias en la superficie de los tubérculos y sus lenticelas, produciendo pudriciones húmedas durante el período de guarda. (1 en figura 3).

Los tubérculos empleados como semilla pueden llegar contaminados al campo. Heridas producidas por larvas e insectos, así como bacterias existentes en el suelo y las lenticelas, son causantes de pérdida de semillas (2 y 3 figura 3).

La pérdida de plantas jóvenes y adultas generalmente se debe a heridas causadas por insectos y bacterias en el tubérculo semilla. Las infecciones a través de los estolones provocan la

pérdida de tubérculos nuevos (4 y 5 Figura 3).

Antes de la cosecha las lenticelas de los nuevos tubérculos ya están infectados por las bacterias causantes de la descomposición de la papa-madre. Las condiciones lluviosas de la zona Sur juegan un papel determinante en estos procesos. Esto hace que los tubérculos sean almacenados ya infectados (7 de la Figura 3).

Las bacterias localizadas en las lenticelas o superficie de tubérculos sanos permanecen en estado hipobiótico o "estado de metabolismo reducido" durante el almacenaje por lo que se siembran estando contaminados en la temporada siguiente.

5. Situación de pie negro y pudriciones húmedas en Chile.

Las cepas chilenas han sido identificadas como Erwinia carotovora (Jones) Holland, incluyéndose las variedades que causan pie negro y pudriciones húmedas. Para diferenciarlas es necesario realizar pruebas específicas. (Cuadro 1).

Los problemas del cultivo de la papa están distribuidos a través de toda la zona productora de semilla de papa del sur del país. Las pérdidas mayores se producen en el almacenaje, perdiéndose en algunos casos hasta el 60% de los tubérculos por pudriciones.

Las condiciones de las bodegas juegan un papel muy importante durante el período de guarda. Bodegas mal ventiladas, que conduzcan a condiciones anaeróbicas, especialmente en los tubérculos localizados en el fondo de las pilas, son las que presentan mayores problemas. Si a esto se suma la carencia en el país de lugares de al-

macenaje refrigerado para este producto, es lógico esperar la mayor pérdida en los meses primaverales. Las temperaturas altas y los días más largos hacen brotar las papas y reactivan a los patógenos, produciéndose infecciones a través de lenticelas.

Pérdidas a nivel de campo son menores y normalmente alcanzan del 1 al 3% de las plantas. Sin embargo, bajo ciertas condiciones climáticas estivales, pueden manifestarse epifitias con pérdidas de 10-15% de las plantas.

6. Control de bacterias del grupo Erwinia.

El control de las bacterias causantes de pie negro y pudriciones húmedas es posible mediante medidas de manejo, el que comienza en el campo. Durante la cosecha debe evitarse daños mecánicos, heridas y contusiones del tubérculo. Estos, antes de ser llevados a bodegas, se deben secar y dar tiempo para la cicatrización de las heridas. Durante el almacenaje, buena ventilación y temperaturas bajas son necesarias como medidas preventivas. Las temperaturas de almacenaje deberían ser de 4-5°C, pero en Chile este tipo de instalación tendría un alto costo para el productor. Restos de tubérculos descompuestos en bodegas deben ser eliminados y las paredes de las bodegas desinfectadas con soluciones que contengan formaldehído, sulfato de cobre o cloruro de mercurio.

En el campo deberá evitarse el exceso de humedad. Los cultivos de papa deben, por tanto, realizarse en suelos con buen drenaje, además, debe considerarse una buena rotación para evitar el pie negro. En esta rotación es recomendable incluir cereales y/o praderas.

El uso de semilla certificada es reco-

mendable, aunque no garantiza la ausencia de esta bacteria en las lenticelas o superficie de los tubérculos. En lo posible debe evitarse el uso de papa partida, salvo que se adopten medidas para desinfectar los trozos antes de la plantación.

El control a través de material genético ha sido hasta la fecha infructuoso. Se desconocen clones resistentes y sistemas para evaluar material resistente.

Hasta ahora el método de producción de esquejes ha sido el control más exitoso. Este método consiste en utilizar plantas libres de virus, multiplicarlas vegetativamente por medio de esquejes en invernadero y una vez que las plántulas tienen el desarrollo necesario, se llevan al campo. De esta forma se elimina la contaminación de lenticelas al no utilizar tubérculos semillas.

CUADRO N° 1. Pruebas específicas para diferenciar entre Erwinia carotovora var. carotovora y Erwinia carotovora var. atroseptica.

	<u>E. carotovora</u>	<u>E. atroseptica</u>
CRECIMIENTO EN PECTATO DE CRISTAL VIOLETA	+	+
CRECIMIENTO EN METIL GLUCOSIDASA	-	+
PRODUCCION DE AZUCARES REDUCTORES A PARTIR DE SUCROSA	-	+
CRECIMIENTO A 36° C.	+	-

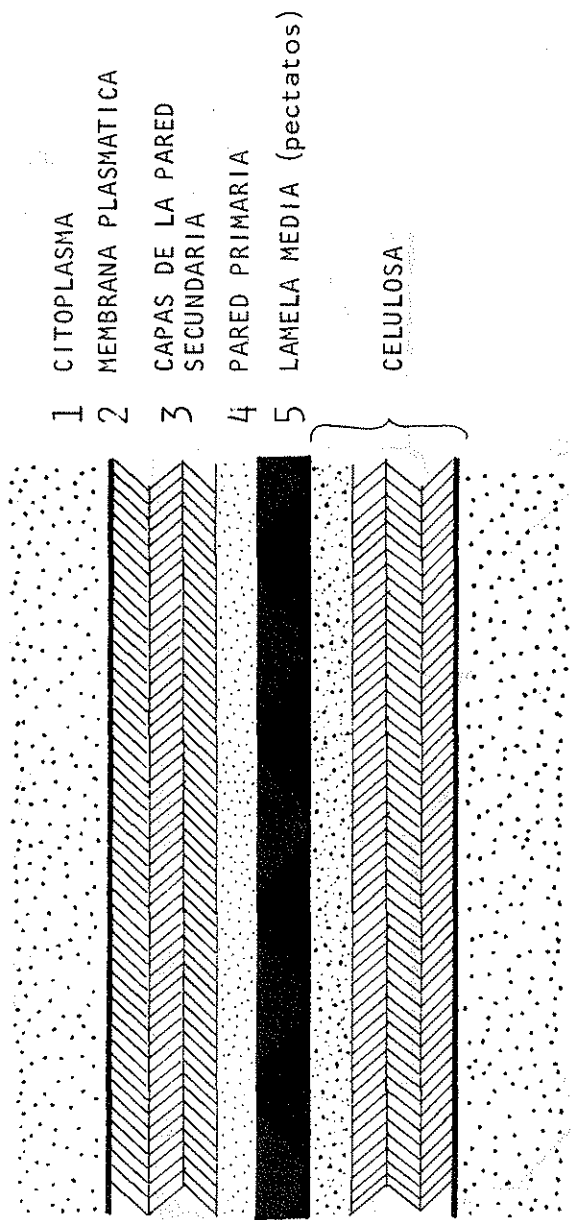


FIGURA 1. Representación esquemática de dos células vegetales unidas por la lamela media.

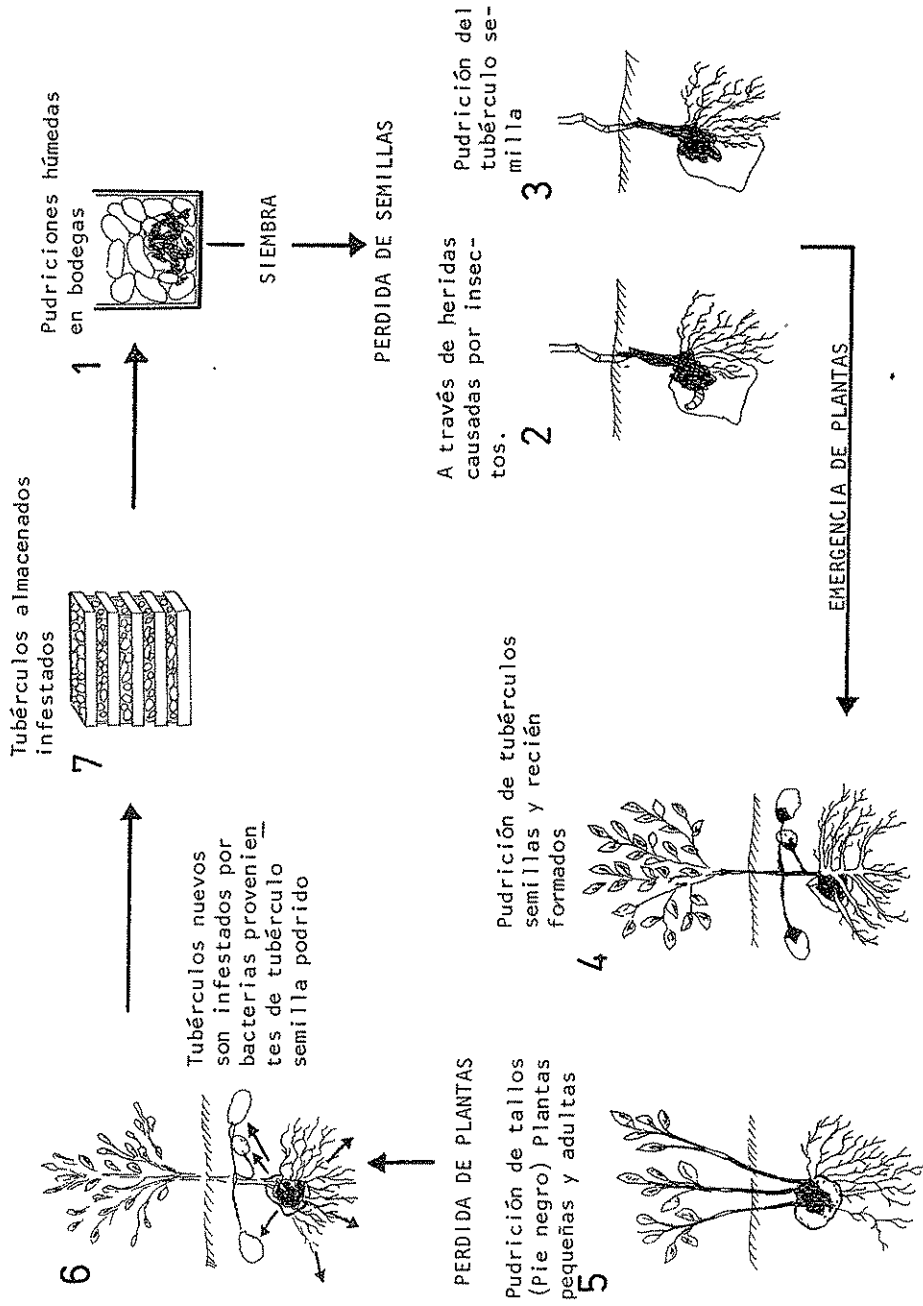


FIGURA 3. Ciclo de la enfermedad : Pudriciones húmedas y pie negro

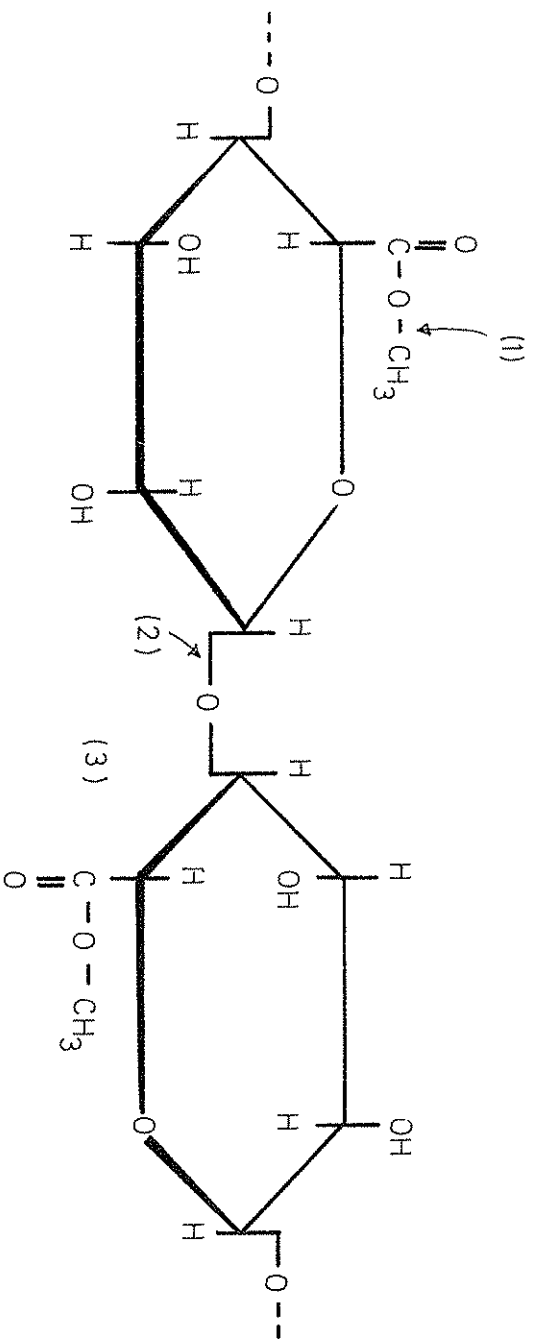


FIGURA 2.- FORMULA ESTRUCTURAL DE LA PECTINA.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGRIOS, C. N. 1969. Plant Pathology. Academic Press. New York. 629 pp.
- 2.- BUCHANAN, R. E., and N. E. GIBBONS. 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The Williams and Wilkins Co. Baltimore 1268 pp.
- 3.- CIAMPI, L. R. 1972. Enfermedades Bacterianas de la Papa en Chile: Ecología y Distribución. Fitopatología 7:8 - 14.
- 4.- CIAMPI, L. R., and J. E. Huguelet. 1975. The incidence of bacteria within healthy potato tissue and their relation to bacterial rots. Proceedings of the American Phytopathological Society, Volume 2: 83.
- 5.- CIAMPI, L. R., H. J. Dubin y C. JOFRE. 1976. La flora bacteriana vascular en tubérculos de papa en el Sur de Chile. Fitopatología 11: 57-61.
- 6.- PEROMBELOM, M. C. M. 1972. The extent and survival of contamination of potato stocks in Scotland by Erwinia carotovora var carotovora and E. carotovora var atroseptica. Ann. App. Biol. 11:111-117.
- 7.- PEROMBELOM, M. C. M. 1973. Sites of contamination and numbers of Erwinia carotovora present in stored seed potatoes in Scotland. Ann. App. Biol. 74: 59-65.

- 8.- ROBERTS, D. A., and C. W. BOOTHROYD. 1972. Fundamentals of Plant Pathology. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 402 pp.
- 9.- WALKER, J. C. 1969. Plant Pathology. Mc Graw-Hill Book Co. New York. 819 pp.