

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA



ENFERMEDADES DE LA PAPA
(Solanum tuberosum)
EN EL ALMACEN

S E M I N A R I O

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

Alejandro Tovar Rodriguez

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1983

T
SB608
.P8
T6
C.1



1080063396

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA



ENFERMEDADES DE LA PAPA
(Solanum tuberosum)
EN EL ALMACEN

S E M I N A R I O

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

Alejandro Tovar Rodriguez

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1983

5995

T
SB 608
.P8
T6

040.635
FA12
1983
e.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis

BURAU R TIGELFIS
U RV
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES:

SR. JOSE BENJAMIN TOVAR RUBERT

SRA. CARMEN RODRIGUEZ DE TOVAR

Por su cariño, apoyo y enseñanza
que me dieron en cada una de las
etapas de mi vida.

A MIS SUEGROS:

SR. JOSE LUIS AGREDANO BRAMBILA

SRA. MIREYA ELIZONDO DE AGREDANO

Por su confianza y cariño.

A MIS HERMANOS:

MIGUEL

ANA MARIA

ANTONIO

MARIA DEL CARMEN

BENJAMIN

DORA ELVA

VICTOR

VIRGINIA

A MI HERMANO Y MAESTRO

ALFONSO

Por su ejemplo y guia

A MI ESPOSA:

QUIEN ME ACOMPAÑO TODA LA CARRERA
ALENTANDO Y ANIMANDOME PARA SEGUIR
ADELANTE.

POR SU AMOR Y CONFIANZA, QUE SON
EL MOTIVO DE MI SUPERACION

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	i
LAS ENFERMEDADES DE LA PAPA EN EL ALMACEN	1
I.- ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA PAPA	2
II.- IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO	7
III.- IMPORTANCIA DEL FRIO EN LA CONSERVACION DE ALIMENTO	8
IV.- CARACTERISTICAS IDEALES DEL ALMACEN	10
V.- METODOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION	10
VI.- ENFERMEDADES DEL ALMACEN	11
1.- Alteraciones en la respiración o sub- oxidación	12
2.- Corazón Negro de la Papa	13
3.- Pierna Negra y Pudrición Suave	16
4.- Pudrición Anular de la Papa	19
5.- Ojo Rosado	22
6.- Roña Polvosa	23

	Pág.
7.- Verruga, Roña Negra	25
8.- Pudrición Rosada	26
9.- Pudrición Basal	27
10.- Rhizoctoniasis, Costra Negra	29
11.- Pudrición Blanda	31
12.- Sarna de la Papa	31
13.- Mancha de la Cáscara	33
14.- Tizón Tardío	35
15.- Costra Plateada	36
16.- Pudrición Carbonosa	38
17.- Gangrena	39
18.- Pudriciones Secas	40
VII.- Sugerencias	43
VIII.- Conclusiones	45
IX.- Bibliografía	46

I N T R O D U C C I O N

El cultivo de la papa es considerado en algunos países como un alimento básico, ya que posee un alto valor proteínico, vitamínico y energético; de tal forma que su cultivo en México, se ha incrementado notablemente en los últimos años. Debido a que posee uno de los más altos rendimientos por hectárea; ha pesar de sus altos costos de producción. Según datos proporcionados en 1981 por el Banco de Crédito Rural, en el Distrito de Riego N° 50, bajo un cultivo introductorio de papa en condiciones óptimas de manejo, los costos de producción fueron de \$ 170,000/Ha., teniendo una producción media de 25 toneladas/ Ha . . . bajo un precio unitario de \$ 10,000/Ton.

Dichos valores nos dan una idea de lo redituable del cultivo; provocando con esto una gran fuente de ingresos para el agricultor.

Por otra parte, considerando que solamente en los E.E.U.U. se pierden más de 1,000 millones de Dlls. por año en productos vegetales en almacenamiento y mercadeo, es necesario tomar en cuenta la importancia que posee el manejo de la papa en los períodos de post-cosecha.

La papa almacenada, de igual manera, presenta una gran cantidad de patógenos que provocan enfermedades que merman el ingreso del productor y comerciante, causando con ello un aumento de los costos del cultivo en el mercado.

En vista de lo anterior, este trabajo trata de enfocarnos hacia una mayor atención de los problemas ocasionados por los patógenos durante el almacenamiento de la papa.

LAS ENFERMEDADES DE LA PAPA EN EL ALMACEN

La historia de la papa va ligada al proceso evolutivo del hombre, originaria de Sudamérica e introducida a España a finales del siglo XVI fué dispersada por todo Europa e inclusive en la Gran Bretaña que fué y es uno de los alimentos básicos. Incluso puede decirse que este cultivo caracteriza la agricultura de algún país, como en Irlanda. La mayor parte de la producción de papa se usa para consumo humano aunque -- también se utiliza como alimento para el ganado. Si bien este cultivo se ha extendido por todo el mundo, el 90% de la -- producción proviene de Europa incluyendo la URSS.

En datos proporcionados por la SARH mencionan que solamente el estado de Nuevo León la producción de papa fué en 1978 de 35,940 toneladas, produciendo un rendimiento de 20 toneladas/Ha. con un valor total de 342,128 millones de pesos.

(16)

La papa es típicamente un cultivo propio de regiones frías o templadas y altitudes de aproximadamente 2,000 metros o más en los trópicos. El cultivo requiere de noches frías y suelos bien drenados con humedad adecuada. Las papas cultivadas, constituidas por un número de especies o híbridos, pertenecen a la familia Solanaceae, la cual comprenden aproximadamente 150 especies tuberíferas. La más común de las papas -- Solanum tuberosum L. es un tetraploide compuesta por las subespecies tuberosum y andigenum. (10)

De acuerdo con los datos publicados por el Departamento General de Economía Agrícola (16) en 1979, los cultivos de mayor importancia en México eran, en ese año: maíz, trigo, -- arroz, cebada y sorgo. A este respecto, Cabrera (3) en 1980 indicó que aunque la papa no es un alimento básico genera los mayores rendimientos por hectárea, lo cual hace que su cultivo sea un negocio atractivo.

El propio Cabrera op. cit. señaló que en México el cultivo de la papa se extiende desde Baja California hasta Chiapas, y diferencia dos regiones productoras: los valles y las sierras. En el caso de los valles, la papa se cultiva bajo riego, con un alto índice de tecnificación, pues se usa semilla certificada e insumos de alto costo; mientras que en las sierras, la papa se cultiva bajo condiciones de temporal, en superficies reducidas y dispersas que representan en conjunto el 89 por ciento de la superficie destinada a este cultivo, constituyendo, en la mayoría de los casos, la principal fuente de ingresos del productor agrícola. Los rendimientos de papa en estas últimas regiones, apunta el mismo autor, son reducidos, pues van de 8 a 10 toneladas por hectárea; sin embargo, aquí se genera el mayor volumen de la producción nacional, como va lo señaló en 1970 Campos (4).

Estructura y composición de la papa.

Artschwager, citado por Talburt and Smith (21) en 1967, indicó que entre los principales tejidos de un tubérculo maduro se encuentra la cáscara, la cual cubre la periferia y tiene la función de retardar la pérdida de humedad y resistir el ataque de hongos, en su tejido se encuentran las yemas que pueden dar origen a nuevas plantas, y las lenticelas que facilitan el intercambio gaseoso del tubérculo con el exterior.

El tejido situado inmediatamente debajo de la cáscara se denomina parénquima cortical externo; ésta es una zona poco rica en almidón, pero con buen contenido de proteína. Por su parte, el parénquima vascular de almacenamiento, que constituye la mayor parte del tubérculo, contiene las mayores cantidades de almidón. En el centro del tubérculo se forma una especie de corazón, que contiene pocas cantidades de almidón y además, presenta angostos rayos que apuntan a cada uno de los "ojos". El corazón representa la médula de

una nueva planta, lo cual coincide con lo informado por Hittier, citado por Vázquez (23).

Schwimmer et al, mencionado por Talburt and Smith (21), señalaron que cuando un tubérculo normal retoña, es la yema del ojo apical la que origina el nuevo tallo, el cual tiene su crecimiento inicial lento, a pesar de la dominancia existente. Cuando un tubérculo se corta en pedazos para sembrarse, el desarrollo puede ocurrir en uno o más ojos de cada fracción.

Proteína. Asimismo, Talburt y Smith, citado por Vázquez (23) informaron que la proteína del tubérculo tiene un elevado valor biológico, lo cual se evidencia al analizar un aminograma, en donde puede observarse que ésta contiene todos los aminoácidos esenciales; de la cantidad total de nitrógeno presente en un tubérculo, aproximadamente de un medio a un tercio es proteína, lo cual representa el 2.1 por ciento en peso fresco y el 10.4 por ciento del total de sólidos de la papa. En 1978 Harris mencionado por Cabrera (3), realizó un estudio a través del cual encontró que de la producción de una hectárea sembrada de papa se pueden obtener 226 kilogramos de proteína, cuyo contenido de lisina es similar al de la proteína animal.

Chick y Slack, citados también por Talburt y Smith (21), encontraron que el valor proteínico de la papa es ligeramente mejor que el del trigo integral, y que generalmente sus aminoácidos limitativos son metionina y cistina. En 1977 Smith (19) confirmó lo anterior.

Lípidos. Diversos autores, citados por Talburt y Smith (21), manifestaron que el contenido medio de grasa en la papa oscila alrededor del 0.10 por ciento de su peso fresco. Sin embargo, indicaron que este valor puede ser afectado por diversos factores (por ejemplo, las papas precoces contie

nen más lípidos que las variedades tardías) y que algunos de los ácidos grasos presentes en la papa son palmítico, oléico y linoléico.

Sólidos totales. Cullen y Wilson (8), con base en estudios realizados en 1971, consideraron ventajoso utilizar en la industria tubérculos con alto contenido de sólidos, ya que son de fácil aplastado, dan productos más harinosos, más compactos y con alta viscosidad; además, estos autores subrayaron que los rendimientos del producto final son mayores.

Porter et al, citados por Talburt y Smith (21), encontraron que la variación presente en la relación gravedad específica sólidos totales se debe al espacio poroso del tejido en el tubérculo, y tal vez a otras causas no mencionadas, por lo que dudan de la confiabilidad absoluta de los valores individuales de sólidos totales determinados por medio de la gravedad específica.

Almidón. Talburt y Smith (21) señalaron que el almidón constituye entre el 65 y 80 por ciento del peso seco de un tubérculo; es calóricamente el componente nutricional más importante de la papa y está formado principalmente por amilasa y amilopectina, en la proporción de 1:3.

Vitaminas. Talburt y Smith (21) mencionaron que de las seis vitaminas incluidas en las recomendaciones para la dieta diaria de la tabla nutricional de alimentos (Food and Nutrition Board of the National Research Council, EUA), la papa ofrece cantidades substanciales de cuatro de ellas, como son: ácido ascórbico o vitamina C, y tres vitaminas del complejo B: niacina, tiamina y riboflavina.

Carbohidratos. El contenido de azúcares presentes en la papa puede variar desde pequeñas cantidades hasta un 10 por ciento de su peso seco, según afirmaron Talburt y Smith (21), quienes también aseveraron que el principal constituyente es -

el almidón, el cual se transforma en azúcares cuando los tubérculos se almacenan a bajas temperaturas; a temperatura ambiente esta reacción es reversible, con lo que se reduce en este caso el sabor dulce del tubérculo.

Burton, citado por Talburt y Smith (21), indicó que sustancias como sacarosa, glucosa y fructuosa están normalmente presentes en el tubérculo en la misma proporción, y consideró además que las variedades con baja gravedad específica generalmente tienden a acumular más azúcares que aquellas con alta gravedad; el mismo fenómeno ocurre en los tubérculos pequeños.

Ceniza. Lampitt y Goldenberg, citados por Talburt y Smith (21), mostraron que la papa contiene cantidades considerables de potasio y es una buena fuente de fierro, magnesio, azufre, cobre, zinc, bromo, cloro, sodio y boro. Aunque la papa contiene sólo una pequeña cantidad de calcio, se ha demostrado que tiene un efecto benéfico sobre el metabolismo humano, debido a que contiene pequeñas cantidades de fósforo en forma de ácido fítico.

Fibra cruda. Con base en las investigaciones realizadas por Kroner y Volksen, señaladas en el trabajo de Talburt y Smith (21), se sabe que la fibra cruda de la papa está constituida principalmente por componentes de la pared celular, y además por lignina y suberina, que son constituyentes de la cáscara. El contenido de fibra cruda en la papa representa en promedio el uno por ciento del peso seco; este valor se incrementa durante la maduración y el almacenamiento posterior a la cosecha.

Usos generales de la papa. Las formas de consumo en fresco de la papa son muy variadas, ya que pueden servirse -- horneadas, asadas, hervidas, fritas, en puré, en crema, en ensaladas, sopas, panqués y todo tipo de repostería, en croque-

tas y en otras formas más.

Harris (14) citado por Vazquez (23) en 1978 señaló - que los platillos preparados con papas frescas tienen un valor nutritivo superior a aquellos preparados con papas proce-sadas, especialmente con papas deshidratadas, ya que el pro-ceso destruye la mayor parte del ácido ascórbico; además in-dicó que el puré de papas hervidas en ocasiones llega a con- tener hasta 20 veces más vitamina C que las papas deshidratadas.

Por su parte, Talburt y Smith (21), afirmaron que la industrialización de las papas permite que se les encuentre en el mercado como frituras, congeladas tipo francés, cubi-- tos y dados fritos o deshidratadas, hojuelas fritas, hebra-- dos, escamas, harina, enlatadas, etc.

En 1970 Campos (4) informó que en algunos países eu- ropeos el tubérculo se sigue usando como forraje, para lo -- cual es indispensable someterlo a cocción previa, a fin de - eliminar las substancias tóxicas presentes en los tubérculos, especialmente en los verdosos.

Este mismo autor dijo que además de su consumo directo, la papa se usa en la fabricación de alcoholes y en la ex-tracción de almidones, y que la fécula de la papa se utiliza en las industrias textiles y del papel; en la fabricación de dextrinas, maltosa, glucosa, ácido acético y láctico; en la fabricación de cerveza, en la tenería, en la industria enoló-gica y en medicina.

El incremento de la producción ha ocasionado un au-men-to de los problemas patológicos tanto en el campo como en el almacenamiento, lo que ocasionan pérdidas hasta de un - - 21.8% a nivel mundial. (8)

El valor económico de un cultivo cualquiera, determini-

na hasta que punto pueden ser justificadas las medidas preventivas. Considerando esto; la papa que es un cultivo de alto valor, posee una gran gama de problemas de producción, almacenaje y utilización, por lo que se hace justificada el uso de medidas preventivas apropiadas y el conocimiento de los agentes que los causan. (5)

En este trabajo se trata de dar un panorama amplio de uno de los factores que afectan a la papa y estos son los - - problemas de enfermedades dentro del almacén o bodega.

Importancia del almacenamiento.

Uno de los problemas más graves que existen en los -- productos de hortalizas y frutas, es que los mismos productos son perecederos y de consumo inmediato; consecuentemente las pérdidas son muy grandes para ellos y las garantías son mayores para los intermediarios. --
comerciales y determina la condición económica de la indus- --
tria. Todo lo anterior se mueve dentro de la ley de oferta y demanda.

Los ejidatarios, también sufren los efectos como to-- dos de esta ley. La especulación desmedida, la gran capaci-- dad de compra de los intermediarios, y el bajo poder adquisi-- tivo del pequeño consumidor, hace que a veces no se recupere ni siquiera el costo fijo y las pérdidas se hacen presentes.

Actualmente se cuentan con pocas bodegas donde almace-- nar los productos en el campo, y esto hace que muchas veces el producto se venda antes de cosechar a muy bajo precio ó -- también, si este no se ha verdidó, dura algún tiempo en el -- campo a pesar de estar listo para cosechar, esto ocasiona que se presenten alteraciones en el producto, ya sean fisiológi-- cos o por patógenos, esto sucede en la región de Navidad, N.L. y en otros lugares del país productores de papa.

Las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser resultados de muchos factores distintos: a) Conocimientos insuficientes de la naturaleza de los productos básicos en relación con las condiciones climáticas; b) Locales inadecuados y prácticas deficientes de almacenamiento; c) Falta de medidas para combatir plagas y enfermedades; d) Medios deficientes de transporte y escasez de personal debidamente instruido.

Importancia del frío en la conservación de alimentos.

Potter (17) nos dice que actualmente uno de los mejores indicios del desarrollo tecnológico de una sociedad, es la amplitud de sus instalaciones para el procesamiento, transporte, almacenamiento y venta de alimentos refrigerados y congelados e influye notablemente en las prácticas agrícolas y comerciales y determina la condición económica de la industria alimentaria.

La refrigeración y el almacenamiento en frío han hecho que los precios sean uniformes durante todo el año. Sin ellos los productos serían baratos en la época de la cosecha y muchos más caros después y, en algunas épocas no se podría sostener el precio.

Por otra parte, el almacenamiento en frío constituye el método más benigno de conservación de alimentos, pues ejerce pocos efectos negativos en el sabor, la textura, el valor nutritivo.

La colocación de los vegetales en cámaras frías permite frenar el desarrollo de fenómenos vitales como la respiración, la transpiración pero sin llegar a bloquearlos; sin embargo existen algunas alteraciones como la pérdida de firmeza y vigor. (11 y 24)

En general, el almacenamiento se refiere a cualquier -- condición bajo la cual se mantienen los productos agrícolas -- luego de la cosecha. Incluye, entonces, la conservación de -- los productos en el mismo campo o granja en que se cosechan, - en los cobertizos de embalaje, en el transporte, almacenes de los centros de distribución, fábricas y plantas de elaboración, en los comercios mayoristas y minoristas y en el hogar. Todo esto constituye el almacenamiento "convencional" y en cada etapa puede ocurrir pérdidas debidas a los deterioros.

Las mayores pérdidas debidas al deterioro de los pro-- ductos vegetales se producen durante el almacenamiento conven-- cional, cuyos tres tipos principales son:

1. Almacenamiento común, en el cual los productos vegetales, desecados o frescos, son mantenidos en cajones, graneros o trojes, silos u otras construcciones desprovistas de dispositivos especiales que permitan el control de las condiciones ambientales.
2. Almacenamientos de productos secos, como son granos, tabaco, algodón y azúcar, en elevadores o depósitos en los cuales hay algún control de la temperatura, humedad y ventilación.
3. Almacenamiento en frigoríficos de órganos carnosos de las plantas en condiciones de temperatura, humedad y ventilación más o menos controladas. (20)

El almacenamiento es un estado anormal de las plantas vivas (14 y 20). Comprende el amontonamiento de grandes masas de elementos vegetales, que se hallan en íntimo contacto, en -- espacios limitados. Los frutos almacenados, las hortalizas y los granos están vivos, y las condiciones antinaturales del almacenamiento los predisponen a varias clases de enfermedades. Estas pueden tener un caracter que no sea estrictamente patogé

nico, o ser ocasionados por la intervención directa de microorganismos patogénicos. Con frecuencia el estado final de los productos almacenados es el resultado de trastornos fisiológicos y patogénicos.

Características ideales del almacén.

En un almacén es conveniente eliminar la humedad haciendo que el techado, las paredes, las puertas y cualquier abertura de ventilación sea impenetrable al agua, y que el piso sea a prueba de absorción tanto del agua freática como del vapor acuoso del suelo subyacente.

En las zonas tropicales, el aumento excesivo de calor se impide por medio de: reflexión de la radiación solar, orientación correcta, sombreado de las paredes, aislamiento térmico y ventilación regulada.

A los insectos se les combate por medio de fumigación de todo el edificio, con lo que se mata a estas plagas presentes no solo en los productos, sino también en paredes, piso y techo de la estructura. Para que se asegure este efecto, las superficies han de ser lisas, han de estar libres de grietas y hendiduras y han de ser fáciles de limpiar.

Los roedores y aves quedan excluidos cerrando los aleros, poniendo mallas en cualquier abertura de ventilación, reduciendo al mínimo los huelgos o clavos en torno de las puertas y tomando todas las medidas necesarias que impidan el acceso de roedores como la utilización de trampas y rodenticidas periódicamente. (11)

Métodos y materiales de construcción

La determinación del terreno (donde va a estar el alma

cén), es de suma importancia para asegurar que esté localizado en un lugar seco y libre de grietas. Han de evitarse los lugares bajos, en los que el agua freática tiene su nivel cerca de la superficie del suelo. El emplazamiento ideal es aquel en que el suelo no forma pendiente en torno de la base del piso. Deberán evitarse los suelos artificiales, los inestables de arcilla y limo, puesto que reclaman técnicas especiales para el tendido de buenos cimientos. Se necesitan también buenos caminos de acceso para vehículos pesados.

Los pisos habrán de ser lisos, con la superficie libre de polvo y deberán contener una barrera contra el vapor acuoso.

Por regla general el piso se hace de cemento, que habrá de ser de buena calidad. Si el cemento es de alta calidad no hay necesidad de ningún tratamiento de endurecimiento superficial, pero es posible impedir la formación de polvo en la superficie de los pisos tratando éstos con una solución adecuada.

Las paredes también deberán ser lisas, sin poros e impermeables al agua. El cemento colado, los bloques de cemento y los ladrillos son buenos materiales, siempre que en las uniones de las paredes se haya utilizado un buen mortero. A las superficies interiores deberá darseles un acabado liso. Las láminas de cements y amianto (asbesto) resultarán menos adecuadas, debido a que su baja capacidad térmica es causa de altas temperaturas interiores. (8, 11)

Enfermedades del almacén.

Las enfermedades que se presentan dentro del almacén y que atacan a la papa las podemos agrupar en:

I.- Enfermedades causadas por factores abióticos o también -- llamadas enfermedades fisiológicas.

II.- Enfermedades causadas por factores bióticos o por agentes patogénicos.

Entre las primeras tenemos aquellas que son autoinducidas o los que resultan de la actividad metabólica tisular de los productos almacenados, así como las que son ocasionadas -- por las fluctuaciones de los factores ambientales, tanto externos como los provocados en el almacén, presentando síntomas -- muy característicos, dependiendo del grado de afección, tales como desfiguraciones, decoloraciones y varios tipos y grados de pudrición. (1). Estos síntomas están en relación directa -- al tiempo de exposición del factor adverso.

Las enfermedades causadas por factores bióticos o por agentes patogénicos como bacterias, hongos y virus, pueden actuar independientemente o en combinación. A causa de desórdenes fisiológicos, los hospedantes se hallan predispuestos, con frecuencia, al ataque de los patógenos. Por ello, para conocer una enfermedad de productos almacenados, provocada por organismos patógenos, se requiere realizar un estudio detallado de todos los hechos que han conducido a la manifestación de -- los síntomas. (20)

A continuación se establecerán algunas de las enfermedades abióticas mas importantes sobre la papa:

Alteraciones en la respiración o suboxidación.

Las plantas vivientes almacenadas continúan respirando y realizando determinados procesos metabólicos. El proce-

so respiratorio es especialmente crítico y requiere una regular y adecuada administración de oxígeno. La acumulación de un exceso de anhídrido carbónico en las cámaras de almacenamiento retarda la respiración normal y, en casos extremos, -- fuerza a los tubérculos a realizar una respiración anaeróbica. Cualquier estado de suboxidación causa trastornos fisiológicos que reducen la calidad de los productos almacenados. (1, 20 y 25)

Corazón negro de la papa .

Las condiciones bajo las que aparece esta enfermedad, pueden ser muy variadas. Una de ellas es la que se presenta en el transporte durante el invierno o en el almacén.

Los síntomas más comunes se presentan como una tendencia al ennegrecimiento de la parte central del tubérculo con una sucesión de cambios de color en la superficie de los cortes que variaba de blanco a rosa, hasta el pardo.

Esta enfermedad también se ha localizado en el campo, especialmente en aquellas zonas donde la temperatura se eleva mucho durante el período de tuberización y maduración del tubérculo. La principal causa de este problema es la deficiencia de oxígeno (9). Bartholomew (2) demostró que se trataba de un fenómeno enzimático en el cual algunos aminoácidos, especialmente la tirosina, a través de una serie de transformaciones intermedias, a compuestos conocidos como melaninas.

Esta reacción es muy corriente en la naturaleza, pero no muy común en la papa en condiciones normales. Se trata -- por lo tanto de un proceso fisiológico anormal, entrañando todas ellas una suboxidación, trastornando el equilibrio de la célula y permitiendo que se produzca el proceso enzimático -- descrito anteriormente.

Las altas temperaturas dan lugar a este fenómeno estimulando la respiración celular en el interior del tubérculo,

disminuyendo el contenido adecuado de oxígeno. Esto da lugar a la muerte de dichas células, pero como no mueren las enzimas, los trastornos en el metabolismo celular permiten la continuación de los fenómenos de oxidación de los aminoácidos.

Cuando la temperatura de los tubérculos (60° C), es su ficientemente alta como para provocar la destrucción de las en zimas, no aparecen las decoloraciones y los tubérculos están simplemente carbonizados. La conservación durante largos pe-- ríodos en almacenes con ventilación defectuosa favorece la apa-- rición de la enfermedad, debido a que la respiración de las cé lulas de los tubérculos, aunque sea a un ritmo muy bajo, utili za gradualmente todo el oxígeno que tiene a su disposición y - la degeneración celular permite el desencadenamiento de todo - el proceso proteolítico que entraña la decoloración. Los sín-- tomas de "corazón negro" no aparecen hasta unos 40 días des-- - pués de haber agotado el oxígeno. (15)

La diferencia en tiempo en la aparición de la enferme-- dad se debía principalmente a la diferenciación en la permeabi-- lidad de la piel.

Cuando esta enfermedad se presenta en el campo es fac-- tible que se deba al aumento en la temperatura y es factible - que se desarrolle en suelos arenosos y cálidos, Larson y Al-- bert, citados por Walker (25), mencionan que se puede reducir los daños logrando distribuir una capa de paja menuda durante el período de tuberización de la papa.

Davis (9) encontró que podían producirse decoloracio-- nes similares a las del corazón ennegrecido, por medio de des-- cargas eléctricas, congelación, inmersión de tolueno o gliceri-- na y mediante la infección de ciertos patógenos.

Enfermedades de la papa que se encuentra en almacenamiento causada por factores bióticos o por agentes patogénicos.

Las enfermedades de almacenamiento de este grupo pueden tener su punto de partida en el campo o en cualquiera de las etapas sucesivas del manejo de los productos frescos hasta que son consumidos o elaborados.

Todos los tubérculos llevan una pesada carga de esporas cuando dejan el campo. Algunos de estos microorganismos son patógenos y en condiciones favorables de desarrollo provocan "enfermedades de mercado". El manipuleo de los productos vegetales destinados a almacenamiento predispone para el ataque de organismos patógenos. Varios tipos de lesiones, como grietas, cortes, magulladuras y punturas, pueden infligirse antes del almacenamiento, y cada una de ellas actúa como campo de infección. Los trastornos fisiológicos debilitan, a menudo, las defensas externas de los productos almacenados, hasta un grado tal que pueden ser atravesadas por microorganismos. La infección por un patógeno, abre el camino a la penetración y desarrollo de otros. (1, 22, 25)

Las enfermedades del almacén pueden ser: (22,25)

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL
Pierna negra y Pudrición -- suave.	<u>Erwinia carotovora</u> y <u>E. atroseptica</u>
Pudrición anular de la papa	<u>Corynebacterium sepedonicum</u>
Ojo rosado	<u>Pseudomonas fluorescens</u>
Roña polvosa	<u>Spongospora subterranea</u>
Verruga, Roña negra	<u>Synchytrium endobioticum</u>
Pudrición rosada	<u>Phytophthora erythroseptica</u>

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL
Pudrición basal	<u>Sclerotium Rolfsii</u>
Rhizoctoniasis, Costra negra	<u>Rhizoctonia solani</u>
Pudrición blanda por Rhizopus	<u>Rhizopus</u> spp.
Sarna de la papa	<u>Streptomyces scabies</u>
Mancha de la cáscara	<u>Oospora pustulans</u>
Tizón tardío	<u>Phytophthora infestans</u>
Costra plateada	<u>Helminthosporium solani</u>
Pudrición carbonosa	<u>Macrophomina phaseoli</u>
Gangrena	<u>Phoma exigua</u>
Pudriciones secas por Fusarium	<u>Fusarium solani</u>

PIERNA NEGRA Y PUDRICION SUAVE.- Erwinia carotovora (L.R. -- Jones) Holland y E. atroséptica (Van Hall) Jennison.

Síntomas.-

El ataque a los tubérculos se produce en el almacén o en el suelo antes de la cosecha y aquellos tubérculos que se usan como semilla se deterioran después de la siembra. La infección se realiza a través de las lenticelas, o heridas o -- por el extremo del estolón que se comunica con la planta madre. Las lesiones asociadas con las lenticelas se presentan en forma de áreas circulares húmedas, ligeramente hundidas, - de color canela a castaño, de aproximadamente 0.3 a 0.6 centímetros de diámetro.

El tejido afectado es humedo, de color crema a canela y de consistencia blanda ligeramente granular. Existe una -- profunda demarcación entre el tejido sano y enfermo, por lo - que la parte afectada puede desprenderse con facilidad. Cerca de los márgenes de las lesiones se forman a menudo un pigmento de color castaño a negro. Aunque el tejido comprometido es inicialmente inodoro, a medida que la pudrición avanza adquiere un olor desagradable y toma consistencia viscosa o - pegajosa, debido a la invasión de organismos secundarios.

Histopatología.-

El nombre vulgar de la enfermedad proviene del tipo - característico de descomposición de los tejidos carnosos. -- Las zanahorias, los tubérculos de papa, los bulbos de cebolla y las células están en condición de latencia o semilatencia, siendo muy alto su contenido de hidratos de carbono y compuestos nitrogenados.

Cuando estos tejidos están afectados por la pudrición blanda, se reblandecen ; su consistencia se hace acuosa o mucilaginosa y al avanzar la pudrición exudan el agua; en condiciones atmosféricas secas los tejidos pierden agua rápidamente por evaporación. Algunos tejidos como los de la cebolla, repollo y papa exhalan un olor sulfuroso desagradable, fenómeno que puede deberse en parte a la acción de las bacterias secundarias. (12)

Las bacterias invaden los espacios intercelulares donde se multiplican y producen enzimas pectolíticas, incluyendo pectin-metil-esterasa, depolimerasa y pectin-liasa; también - producen enzimas celulolíticas, pero en mucho menor proporción; las enzimas pectolíticas maceran el tejido, destruyendo la lámina media y las enzimas celulolíticas reblandecen parcialmente la celulosa de la pared celular, por lo que el agua difunde desde las células hacia los espacios intercelulares, ocasionando el desfallecimiento y muerte de las células. El

almidón también es destruido pero ya en estado de pudrición - avanzada. (25)

Organismo causal.- Los agentes patógenos son bastoncillos -- con los extremos redondeados, sin capacidad de esporular, -- aproximadamente de 1.5 x 0.7 micra. Son gram negativos y móvi-- les con 1 a 6 flagelos peritricos. La E. atroseptica provoca síntomas de pie negro sobre papa. E. carotovora utiliza el - alcohol etílico, la dulcita, sales sódicas del ácido lipúrico, malonato sódico y urato sódico. Mientras E. atroseptica no - las utiliza. Ambas especies provocan pudriciones blandas de distintos tejidos de reserva vegetales.

Ciclo de la enfermedad.-

El inóculo primario se encuentra sobre o dentro de la semilla y la diseminación se realiza eficientemente por medio del agua que se usa para lavar los tubérculos. (1)

Epidemiología.-

La falta de maduración de los tubérculos, la presen-- cia de heridas, los daños causados por heladas y los insectos son los factores de predisposición más corrientes y favorecen la incidencia de pudrición blanda en los tubérculos; además, si la cosecha se realiza cuando la temperatura del suelo está por encima de 20 a 25° C, la susceptibilidad del tubérculo au-- menta. La descomposición del tubérculo es favorecida por tem-- peraturas superiores a 10° C y retarda a temperaturas más ba-- jas. Entre 25 a 30° C, el deterioro por causa de Erwinia es óptimo. Las condiciones anaeróbicas resultantes de una mala aereación, inundación del suelo o presencia de una película - de agua en la superficie de los tubérculos después de lavar-- los, favorecen el desarrollo de la enfermedad. La fertiliza-- ción con dosis excesivas de nitrógeno también aumentan la sus-- ceptibilidad.

Prevención.-

- a) Enfriar los tubérculos a 10° C ó menos, tan pronto como - sea posible después de la cosecha y luego almacenarlos a temperatura baja (preferente entre 1.6 y 4.5° C). Es muy importante también mantener buena ventilación en el recinto de almacenaje, con el fin de evitar la acumulación de CO₂ y la formación de una película líquida en la superficie de los tubérculos.
- b) Evitar la presencia de agua libre en la superficie de los tubérculos, la que se forma como consecuencia de la con-- densación producida cuando se almacenan tubérculos cuyos tejidos se encuentran a diferentes temperaturas, en recintos con humedad relativa por encima de 90%.
- c) Los tubérculos no deben lavarse antes de ser almacenados, y en caso de hacerlo antes del mercadeo, deben ser seca-- dos tan pronto como sea posible y luego hay que empaque-- tarlos y colocarlos en recipientes bien aereados.
- d) Usar solamente agua limpia y tratado con cloro para el lavado de los tubérculos, con el objeto de reducir la cantidad de inóculo. Los tanques o reservorios que se usan para remojar la semilla, casi aseguran la infección en caso de estar contaminados. (22 y 25)

PUDRICION ANULAR DE LA PAPA (Corynebacterium sepedonicum - (Spieck y Kolth) Skapt y Burk).

Síntomas.-

En primaveras y veranos frescos los síntomas apicales pasan inadvertidos hasta la recolección. En el caso de primaveras frescas y veranos calurosos aparece una clorosis del -- limbo de los foliolos con necrosis de los bordes, en la mitad

de la estación o hacia final del verano, seguida a menudo por una detención del crecimiento o incluso la muerte del tallo. Presentan coloraciones parduzcas de los elementos vasculares. Mediante presión puede formarse un exudado bacteriano viscoso de aspecto lechoso. Al aumentar la exudación bacteriana se produce la desintegración de los tejidos del anillo vascular, dando lugar a la formación de cavidades macroscópicas. Posteriormente aparecen fenómenos de deshidratación y las lesiones más antiguas presentan un aspecto seco y pulverulento. Las hojas inferiores presentan un marchitamiento y enrollamiento de los márgenes y adquiriendo un color verde pálido.

Aunque los síntomas típicos son invariablemente evidentes al momento de la cosecha en lotes infectados, algunos tubérculos pueden no mostrar síntomas por muchas semanas, -- cuando son almacenados en frío.

Agente causal.- Corynebacterium sepedonicum (Spieck y Kolth) Skapt y Bork, presenta células de 0.4 - 0.6 x 0.8 - 1.2 micras. Gram positiva, no móvil.

Ciclo de la enfermedad.-

El organismo subsiste de ciclo a ciclo en los tubérculos. La invasión inicial se lleva a cabo a través de las heridas. Puesto que la bacteria soporta la desecación en las porciones de barro adheridas a los tubérculos o a cualquier otro elemento, la maquinaria de labor, así como los cuchillos contaminados son la fuente de inóculo primario. Las heridas ocasionadas durante la recolección y manipulación en almacén agravan y provocan las infecciones.

Prevención.-

El único medio de control es el uso de semilla libre de infección, acompañado de estrictas medidas sanitarias, lo cual involucra:

- Extracción de todos los tubérculos de papa del campo durante la cosecha en todos aquellos lugares donde se encuentra presente la enfermedad.
- Completa desinfección de los depósitos, material de empaque, maquinaria para siembra, cosecha, labores culturales, etc.
- Usar semilla libre de infección. Los programas de certificación de semilla regularmente rechazan el producto en el cual se ha encontrado algún tubérculo infectado.
- No se deben sembrar semillas en campos donde persisten -- plantas voluntarias provenientes de cultivos previos infectados. (22, 25)

DIFERENCIAS ENTRE: (18, 22)

Pseudomonas solanacearum

Corynebacterium sepedonicum

- | | |
|---|---|
| - Marchitez bacteriana. | - Pudrición anular. |
| - Gram-negativa. | - Gram positiva. |
| - Goteo abundante de exudado bacteriano del tejido vascular sin necesidad de que se ejerza presión. | - Exudado bacteriano del tejido vascular cuando se presiona. |
| - Exudado bacteriano -- blanco plumizo. | - Exudado bacteriano blanco -- lechoso. |
| - Las plantas se marchitan rápidamente sin -- dar tiempo a que se haga evidente clorosis -- previa. | - Las plantas se marchitan -- previa clorosis o amarillamiento, posteriormente necrosis entre las nervaduras. |

-
- El exudado bacteriano que sale de los tubérculos hace que partículas de suelo se adhieran a los ojos.
 - En la superficie de los tubérculos generalmente no se presentan cuarteaduras.
 - No hay suelo adherido en los ojos.
 - Cuando se presentan cuarteaduras en la superficie del tubérculo están distribuidas al azar.

OJO ROSADO.- Pseudomonas fluorescens.

La enfermedad se presenta en la forma de áreas rosadas que circundan los ojos, las que posteriormente toman una coloración castaña. Las áreas decoloradas son particularmente abundantes en la parte apical del tubérculo y aunque generalmente son superficiales, pueden extenderse a una profundidad de 0.8 mm. o más, dentro del tubérculo. El color del tejido afectado es muy similar al que se observa en tubérculos atacados por el tizón tardío. Las áreas decoloradas pueden terminar formando cavidades. Los síntomas son más evidentes al momento de la cosecha, particularmente si el nivel de humedad del suelo ha sido alto durante el período de formación de los tubérculos. Cuando la humedad relativa del almacén es baja, el tejido afectado se deshidrata rápidamente, tornándose escamosos e inconspicuo. Bajo condiciones humedad de almacenaje, especialmente a temperatura alta, puede producirse pudrición posterior al ataque de ojo rosado. La infección se realiza como consecuencia de abolladuras y contribuye generalmente a la descomposición del tubérculo-semilla. La enfermedad se presenta con frecuencia en tubérculos provenientes de plantas que han sido atacadas por *Verticillium*, sin embargo, ambas enfermedades se presentan en forma independiente. La infección también ha sido relacionada con *Rhizoctonia* y con

la fase de pudrición del tizón tardío.

Pseudomonas fluorescens Migula, bacteria abastionada de 1.0 a 1.3 micras, Gram-negativa, se presenta solitaria o en pares; las células son móviles, poseen un flagelo polar, y pueden ser ocasionalmente no móviles. Las enzimas productivas por P. fluorescens son aparentemente activas en la patogenesis.

El patógeno no constituye problema en el caso de ciertas variedades, mientras que en las variedades muy susceptibles la incidencia puede ser muy alta.

Prevención.-

Almacenar los tubérculos en ambiente seco y fresco con el objeto de desecar el tejido atacado y prevenir que la infección avance durante el almacenaje. (22, 25)

ROÑA POLVOSA.- Spongospora subterranea.

Síntomas.-

La infección de los tubérculos en las lenticelas, heridas y con menos frecuencia en los ojos del tubérculo se presenta a manera de pústulas de color castaño púrpureo, de 0.5 a 3 mm. de diámetro, que se extienden lateralmente debajo del peridermo, formando lesiones levantadas en forma de granitos. El aumento de tamaño y división de las células parasitadas empuja y rompe el peridermo, formando proyecciones de color blanco con apariencia de verrugas. Debajo de la lesión se forma peridermo de cicatrización, el que se va oscureciendo gradualmente y se deteriora, dejando una depresión superficial, llena de una masa polvorienta de esporas aglutinadas o "quistosoros", de color castaño oscuro. La lesión está generalmente circundada por los bordes levantados del peridermo desgarrado.

Durante el almacenaje la roña puede derivar en pudrición seca o dar lugar a la formación de un mayor número de -- pústulas o úlceras.

Las lesiones verrucosas pueden facilitar el ingreso - de organismos como el causante de el tizón tardío o de otros patógenos de heridas. (25)

Ciclo de la enfermedad.-

Las masas de esporas (quistosoros), constituidas por un conjunto de esporas de descanso (quistes) se conservan en el suelo. Estimuladas por la presencia de raíces de plantas susceptibles germinan produciendo zoosporas primarias, las -- cuales ingresan a las células epidérmicas de las raíces, esto_lones o pelos radiculares, donde producen masas multinuclea-- das (plasmodio esporangial) que originan las zoosporas secundarias. Estas últimas diseminan la infección hacia las raí-- ces y tubérculos. (1, 18 y 25)

Epidemiología.-

El inóculo se disemina por el viento y por los tubérculos portadores de esporas de descanso. La infección temprana de los tubérculos y raíces es favorecida por la presencia de humedad y temperatura baja en el suelo y las infecciones - tardías por una gradual pérdida de humedad. Los quistes pueden persistir en el suelo por más de 6 años.

El tiempo requerido desde el inicio de la infección - de las raíces y tubérculos, hasta la formación de las agallas es de menos de 3 semanas a una temperatura de 16 a 20° C. La roña se presenta en suelos con pH entre 4.7 y 7.6.

Prevención.-

No se han desarrollado todavía medidas de control que

responden en forma completamente adecuada. Si bien se recomienda el uso de variedades resistentes, no se tiene conocimiento aún sobre la existencia de variedades inmunes.

Uso de semilla libre de la enfermedad.-

El remojo de los tubérculos-semilla infectados en soluciones de formaldehído o bicloruro de mercurio reduce la cantidad de inóculo. (25)

VERRUGA, ROÑA NEGRA.- Synchytrium endobioticum.

Síntomas.-

En la base del tallo se observan sobrecrecimientos verrucosos o tumores que varían entre el tamaño de una arveja y el de un puño. Las agallas que se forman en la superficie son de color verde a castaño, volviéndose negras a la madurez y posteriormente se deterioran.

Los tubérculos afectados pueden llegar a desfigurarse completamente o ser reemplazados íntegramente por agallas.

Histopatología.-

Los soros o conjuntos de esporangios se desarrollan en las células epidérmicas de tejido meristemático de los puntos de crecimiento, yemas, extremo de los estolones o primordio de las hojas jóvenes. Las células invadidas y las que rodean a estas se agrandan. La rápida división celular después de la infección provocada ya sea por zigotos o por zoosporas haploides ocasiona el incremento del tejido meristemático, proporcionando nuevos puntos de infección.

Ciclo de la enfermedad.-

Cuando las condiciones para la patogenesis son adversas.

el hongo sobrevive en el suelo en su forma de esporangio de descanso; esta supervivencia puede ser hasta de 38 años. La dise-
minación del inóculo en el campo se realiza por medio de tubér-
culos infectados, implementos agrícolas, recipientes, etc. El
inóculo que va a dar inicio a la infección está constituido por
los esporangios de descanso que germinan irregularmente produ-
ciendo zoosporas. A partir de la infección inicial se desarro-
llan los esporangios de verano que tienen la forma de sacos mem-
branosos, dentro de los cuales se encuentran las zoosporas móti-
les.

El período de vida de una zoospora es de aproximadamen-
te 2 horas antes de enquistarse sobre el tejido susceptible y -
de su penetración a través de las células epidérmicas. Después
de haberse desarrollado, las zoosporas son liberadas del tejido
infectado y pueden reinfectar el tejido meristemático circundan-
te en un ciclo secundario o pueden conjugarse, formando de esta -
manera zygote que reinfecta células más en invierno (esporan-
gios de descanso).

Epidemiología.-

El hongo tiene mayor actividad durante la producción de
tejido susceptible en la etapa de crecimiento de los brotes, es-
tolones, yemas y ojos.

Prevención.-

Se pretende ejercer una campaña mundial contra la dise-
minación de la enfermedad por medio de medidas legislativas de
cuarentena. (1, 18, 20, 22, 25)

PUDRICION ROSADA.- Phytophthora erythroseptica.

Síntomas.-

Los tubérculos generalmente se infectan a través de los

estolones enfermos, pero en algunos casos la acción parece iniciarse en las yemas y lenticelas. La pudrición se extiende uniformemente en el tubérculo, con el margen de avance delimitado por una línea oscura muy tenue, visible a través de la epidermis.

El tejido comprometido se mantiene intacto pero adquiere consistencia esponjosa. Cuando se cortan tubérculos recientemente o parcialmente afectados, el tejido interno es cremoso, inodoro, de textura de jebo o esponjosa y cuando se comprime -- emana un líquido de color claro. Cuando no seccionan los tubérculos enfermos y se espone la superficie de corte al aire, el tejido toma progresivamente una coloración rosado salmón entre 20 y 30 minutos y cambia al castaño, luego al negro después de una hora. Los tubérculos deteriorados por cierto tiempo presentan el tejido de color negro.

Epidemiología.-

La enfermedad se propaga en suelos cercanos a la saturación que puede ser la consecuencia de la falta de drenaje, precipitación excesiva o irritación. El exceso en el suelo de residuos vegetales en descomposición, favorece la absorción de -- agua, su retención y la incidencia de la enfermedad. En suelos húmedos la enfermedad se presenta en un amplio rango de temperaturas, pero es más severa entre 20 y 30° C.

Prevención.-

Sembrar los tubérculos-semilla en suelos con buen drenaje. Evitar exceso de riegos al final de la campaña de cultivo.
(7, 18, 22, 25)

PUDRICION BASAL.- Sclerotium rolfsii.

Síntomas.-

Los tallos se infectan a nivel del cuello, por encima y por debajo de la superficie del suelo.

La infección de los tubérculos se realiza a través de los estolones, o también puede ser a través de las lenticelas, si es que hay micelio creciendo sobre la superficie del tubérculo. La pudrición se extiende formando círculos simétricos alrededor de las lenticelas.

Las lesiones iniciales de las lenticelas son húmedas, semiduras, con apariencia de queso y pueden desprenderse con facilidad, dejando una cavidad cóncava. Cuando las lesiones del tubérculo se secan adquieren consistencia de tiza. La formación de muchas lesiones en los tubérculos puede ser la causa de su destrucción antes de la cosecha. A través de las lesiones provocadas por S. rolfsii pueden invadir otros organismos secundarios como Erwinia spp. y acelerar el proceso de destrucción del tubérculo. Las infecciones que se inician al momento de la cosecha continúan desarrollándose durante el tránsito y almacenaje, observándose a menudo desarrollo denso de micelio blanco, superficial que forma cordones radiales a partir del punto de infección.

La infección natural de la semilla después de la siembra puede ocasionalmente causar su destrucción y por lo tanto reducir la población de plantas en el campo.

Histopatología.-

Las hifas son inter e intracelulares y presentan constricciones en el punto de penetración de la pared celular. Las células del hospedante mueren con anticipación al avance de las hifas del hongo que producen ácido oxálico en gran cantidad y las enzimas poligalacturonasa y celulasa, las cuales hidrolizan y rompen la pared celular.

Epidemiología.-

La germinación de los esclerocios y desarrollo del micelio son favorecidos por condiciones aeróbicas, temperatura (28 a 30° C) y humedad relativa altas. La supervivencia del hongo en su forma vegetativa se realiza en la capa superficial del suelo o a relativa profundidad si el suelo está suficientemente seco y bien aireado.

Los climas fríos (altitudes superiores a 1,000 m. en los trópicos) no son favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Prevención.-

Usar Pentacloronitrobenceno (PCNB) para el tratamiento de la semilla. (1, 18, 20, 22, 25)

RHIZOCTONIASIS, COSTRA NEGRA.- Rhizoctonia solani.

Síntomas.-

En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerocios de color negro o castaño oscuro. Los esclerocios pueden ser chatos y superficiales o grandes e irregulares en forma de terrones, de ahí el nombre de "costra negra". Generalmente la epidermis del tubérculo por debajo de los esclerocios no presenta ninguna anomalía. Otros síntomas en los tubérculos incluyen agrietaduras, malformaciones, concavidades y neurosis en el extremo de unión con el estolón.

Rhizoctonia produce una toxina con efecto regulador del crecimiento, la cual puede ser parcialmente responsable de las malformaciones. Tubérculos atacados severamente por Rhizoctonia desarrollan con frecuencia un tipo de malforma-

ción que no está ligada directamente al ataque del hongo en sí y de cuyo mecanismo no se tiene conocimiento cabal. Se cree que esta condición es consecuencia del desarrollo miceliario del hongo en el extremo del tubérculo que está todavía muy joven, crecimiento retardado del tejido que se encuentra debajo del área de infección y deformación con decoloración del tejido superficial, el que a menudo adquiere apariencia escamosa. (12)

Ciclo de la enfermedad.-

El patógeno se mantiene de una campaña a otra en su forma de esclerote en el suelo y sobre los tubérculos o como micelio en restos vegetales en el suelo, sin embargo, el desarrollo máximo ocurre después de que se ha matado la planta, cuando los tubérculos permanecen aún enterrados.

Epidemiología.-

El usar semilla fuertemente infestada de esclerotes, también favorece el incremento del inóculo en el suelo. -- Las condiciones ambientales que favorecen al patógeno son temperatura del suelo baja y alto nivel de humedad. El óptimo para el desarrollo de la enfermedad es 18° C, disminuyendo cuando la temperatura del suelo aumenta.

Todavía no ha sido posible identificar un alto nivel de resistencia que contrarreste la enfermedad en papa.

Prevención.-

Usar semilla libre de la enfermedad como medida combinada con el tratamiento de la semilla con fungicidas sistémicos (Benomyl, Tiabendazole o Carboxin), o mercuriales en lugares permitidos. (1, 22, 25)

PUDRICION BLANDA POR Rhizopus.- Rhizopus spp.

Síntomas.-

Inicialmente se presentan lesiones húmedas pequeñas en la superficie de los tubérculos y luego se expanden rápidamente penetrando en la pulpa, donde producen pudrición - - acuosa blanda. El tejido deteriorado se coloca de castaño a castaño chocolate. En la superficie de las lesiones se forman esporangioforos plumizos que luego se oscurecen. El tejido comprometido forma marcas zonas y a humedad relativa baja se convierte en pudrición seca.

A baja temperatura se inhiben marcadamente la germinación de las esporas y crecimiento del micelio, retardándose por lo tanto la enfermedad, la que en cambio es más severa entre 20 y 40° C.

La temperatura óptima que favorece el crecimiento de la mayoría de especies de Rhizopus, está por encima de los - 20° C, generalmente entre 30 y 35° C.

Prevención.-

El enfriar los tubérculos a 2.5° C a menos, inmediatamente después de la cosecha, inactiva la germinación de -- las esporas y el crecimiento del micelio.

Ha dado buenos resultados el tratamiento de los tu--bérculos con desinfectantes. Evitar heridas en los tubérculos. (1, 22)

SARNA DE LA PAPA.- Streptomyces scabies (Thaxt) Whaksman y Hernici 1948)

Esta enfermedad provoca modificaciones y deformacio-

nes del tubérculo con la consiguiente reducción de categoría y valor comercial de los mismos. En suelos con acidéz, rara vez se presenta.

Síntomas.-

Presenta 2 modificaciones es sintomatología, una en zonas superficiales de aspecto áspero, unas veces protuberantes y otras deprimidas, con respecto a la superficie de la piel no atacada. Las lesiones varían ampliamente en cuanto a forma y tamaño; son generalmente de un color un poco más oscuro con relación a la piel.

La segunda, presenta lesiones profundas entre 1-3 mm. Estas lesiones presentan a veces coloraciones más oscuras que las lesiones superficiales. Estas lesiones están suberizadas.

Agente Causal.-

Streptomyces scabies, es un Actinomiceto que se encuentra formado por micelios filamentosos ramificados rastreos. Las hifas esporógenas son en forma espiralada. Las esporas se producen por la formación de septos a intervalos regulares a lo largo de las hifas.

Ciclo de la enfermedad.-

El agente causal puede subsistir en terrenos favorables.

Su diseminación se realiza principalmente a través de la semilla de tubérculos infectados y por el suelo. También es diseminado por el estiércol de los animales. Los tubérculos son los más susceptibles a la infección. La penetración tiene efecto a través de lenticelas, estomas heridas

e incluso a través de la cutícula. Las células adyacentes a la infección, reciben un estímulo que provoca una división celular de gran rapidez, lo cual provoca un nuevo desprendimiento de células muertas, en las que el patógeno continúa subsistiendo. Parece ser que la invasión de los tejidos vivos es de escasa importancia, pero las lesiones de sarna se deben a la proliferación de estos últimos. El pH es un factor limitante, puesto que en pH ácidos este Actinomyceete no se desarrolla. Este patógeno es un organismo con enorme capacidad de variación, lo que puede justificar, en parte, la complejidad de sus reacciones ante las condiciones del medio ambiente. (1, 22, 25)

MANCHA DE LA CASCARA.- Cospora pustulans.

Síntomas.-

En tubérculos almacenados se observan manchas individuales o en grupos, de color negro púrpura, ligeramente levantados, de 2 mm. de diámetro, distribuidas ya sea al azar o reunidas alrededor de los ojos, cicatrices del estolón o epidermis lesionada. Los brotes de los tubérculos almacenados en condiciones húmedas también pueden presentar lesiones de color castaño.

Histopatología.-

Las conidias germinan e infectan los tubérculos a través de las lenticelas, ojos y heridas de la epidermis. El hongo ingresa e invade el tejido del tubérculo hasta alcanzar una profundidad de 12 células y al cabo de 2 semanas es detenido por la formación de cambium corchoso; después de 2 meses, el tejido infectado se deteriora y las manchas se hacen visibles.

Ciclo de la enfermedad.-

Las infecciones de las partes subterráneas antes de la cosecha y de los tubérculos durante la cosecha y almacenaje, se originan a partir de las conidias que se han formado abundantemente en los tejidos infectados. Los tubérculos infectados generalmente no presentan síntomas durante la cosecha y tanto las manchas de la epidermis como las yemas necróticas de los ojos se observan recién después de 2 meses, incrementándose durante el almacenaje.

Epidemiología.-

La mancha de la epidermis o cáscara es común en aquellos cultivos en que los tubérculos han sido recogidos húmedos y almacenados en frío (4° C). Las conidias que se producen en las manchas diseminan la enfermedad en el almacén.

Prevención.-

- a) Las manchas de la cáscara y el daño a los ojos del tubérculo se pueden prevenir almacenado en ambientes secos -- (75% de humedad relativa) y abrigado (15° C), pero aún -- en estas condiciones el hongo permanece viable en las -- porciones infectadas.
- b) Desinfectar con fungicidas los tubérculos-semilla inmediatamente después de la cosecha. Los organomercuriales y el 2-aminobutano son efectivos para prevenir la enfermedad durante el almacenaje.
- c) El Benomyl o Tiabendazole aplicados al momento de la cosecha también disminuyen la enfermedad. Debido a que estos productos persisten en la cáscara del tubérculo y -- previenen la esporulación de O. pustulans en la semilla, reducen enormemente las infecciones posteriores de plan-

tas y tubérculos progenie.

- d) Se pueden producir tubérculos libres de O. pustulans propagando plantas a partir de estacas de tallo, aunque para mantener la sanidad de los pasteles es necesario prevenir la enfermedad durante la multiplicación comercial.
(7, 14, 22)

TIZON TARDIO.- Phytophthora infestans.

El tizón tardío es probablemente la enfermedad más importante de la papa en el mundo. La hambruna de Irlanda en 1840 se debió al ataque de Phytophthora infestans, hongo causante de esta enfermedad.

Síntomas.-

En condiciones de almacenamiento frío y húmedo, las lesiones se desarrollan lentamente y pueden volverse ligeramente hundidas después de varios meses. Dentro del tubérculo, extendiéndose aproximadamente hasta una profundidad de 15 mm. y variando de acuerdo a la temperatura, tiempo que ha transcurrido después de la infección y cultivar, se presenta una pudrición granular seca de color canela castaño. El límite entre los tejidos sano y enfermo no es muy definido, pero se puede observar una especie de prolongamientos delgados en forma de clavijas de color castaño que penetran a diferentes profundidades.

En las áreas tropicales donde se cultiva papa todo el año, la fase de invernación de P. infestans no tiene importancia, sin embargo, en lugares donde la diferencia de las estaciones es marcada, la invernación de P. infestans se hace en su forma de micelio, ya sea en los tubérculos desechados que se apilan cerca del campo de cultivo y de almacenes o en los que se almacenan para semilla.

Epidemiología.-

Cuando se realiza la cosecha bajo condiciones de humedad, la infección puede producirse por contacto de los tubérculos con esporangios provenientes de la planta madre o del aire. En condiciones óptimas de almacenaje la diseminación de P. infestans es muy limitada a nula.

Prevención.-

- a) Remoción de los tubérculos afectados antes de almacenarlos.
- b) Circulación adecuada de aire en el almacén, manteniendo además la temperatura tan baja como lo permita compatibilidad con otros factores.
- c) Uso de variedades resistentes donde sea posible. (1, 7, 14, 22, 25)

COSTRA PLATEADA.- Helminthosporium solani.

Síntomas.-

La enfermedad se presenta inicialmente como pequeños puntos circulares definidos de color castaño claro y márgenes indefinidos que se agrandan hasta cubrir áreas considerables del tubérculo. Las áreas afectadas presentan un brillo plateado característico especialmente si la superficie del tubérculo está húmeda. Si el área comprometida es muy extensa los tubérculos pueden arrugarse durante el almacenaje, debido a la pérdida excesiva de humedad. Las variedades de epidermis roja tienden a perder su coloración normal.

Tanto la antracnosis como la costra plateada producen

el mismo tipo de manchas en la superficie del tubérculo y ambas enfermedades pueden presentarse juntas, pero en el caso de la antracnosis generalmente se observa la presencia de esclerocios sobre las lesiones y con la costra plateada, los márgenes de las lesiones jóvenes son más definidos y presentan frecuentemente una especie de hollín en la superficie, debido a la presencia de conidióforos y de conidias.

Ciclo de la enfermedad.-

La transmisión del hongo es mayormente por medio de la semilla infectada; en menor proporción puede transmitirse por el suelo. La infección se realiza antes de la extracción de los tubérculos del suelo a través de las lenticelas y del peridermo. El micelio se desarrolla solamente en la capa que conforma el peridermo, invadiendo inter e intracelularmente. (1, 22, 25)

Epidemiología.-

Para el desarrollo de la enfermedad se requiere de la presencia de alta humedad. Cuando mayor es el tiempo que permanecen los tubérculos maduros dentro del suelo mayores son las probabilidades de infección y severidad de la enfermedad. Las condiciones mínimas para la infección son 3° C y 90% de humedad relativa. La enfermedad continúa incrementándose en el almacén, donde pueden producirse mayor número de infecciones si los tubérculos se guardan a humedad relativa y temperaturas altas. (14, 22)

Prevención.-

Ventilar el almacén con aire caliente que tiene efecto de desecación y almacenar a temperaturas suficientemente bajas que permitan la cicatrización de las heridas y evitan el desarrollo de otras enfermedades de almacén. Jellis (13) encontró que el Benomyl aplicado en polvo redujo la incidencia de la in

fección de "Costra Plateada".

PUDRICION CARBONOSA.- Macrophomina phaseoli.

Síntomas.-

El patógeno ataca la parte subterránea de muchas plantas cultivadas y silvestres. A temperaturas altas puede atacar al tallo, causando marchitez súbita de la planta y amarillamiento. La infección al tallo no es generalmente de importancia, pero sí ataca al tubérculo, ya sea antes de la cosecha o durante el almacenaje, causa la destrucción íntegra del producto, los síntomas se inician alrededor de los ojos, cerca de las lenticelas (especialmente de aquellas que se han agrandado) y frecuentemente en el punto de inserción del tubérculo con el estolón. En un principio, la epidermis no muestra ningún cambio, pero el tejido interno aproximadamente a 10 mm. de profundidad toma apariencia ligeramente de humedad y color plumizo claro, luego se forman cavidades de color negro llenas de micelio y esclerocios. Los tubérculos afectados que han sido rápidamente invadidos presentan el tejido de consistencia fofa y al cortarlos cambian de color del amarillo al rosado, luego castaño y finalmente negro.

Epidemiología.-

La infección de los tubérculos se realiza por heridas, por infección proveniente del estolón, a través de las lenticelas o alrededor de los ojos. A temperaturas de 32° C ó mayores los tubérculos están predispuestos a la infección. Aparentemente no se producen diseminación secundaria durante el almacenaje. La pudrición se restringe a temperaturas bajas; el desarrollo del patógeno es lento entre 20 y 25° C y es mucho más rápido a 36° C ó más. Los tubérculos infectados se pudren cuando se almacenan a temperatura alta, lo que puede -

prevenirse con el almacenamiento bajo refrigeración, pero si se restituye la temperatura, la pudrición continúa, es por esto que cuando se usa semilla refrigerada, ésta debe ser sometida a mayor temperatura antes de la siembra con el objeto de desechar los tubérculos infectados.

Prevención.-

No almacenar los tubérculos a altas temperaturas. (7, 22, 25)

GANGRENA.- Phoma exigua.

Síntomas.-

Pequeñas depresiones de color oscuro se hacen evidentes en la superficie del tubérculo, generalmente en las heridas, ojos o lenticelas y pueden agrandarse para formar lo -- que se conoce como "huellas del dedo pulgar" o lesiones irregulares más grandes de bordes definidos, cuya área superficial no guarda relación con la profundidad que abarca la pudrición. Internamente el tejido afectado es bien diferenciado del tejido sano. La pudrición causada por Phoma exigua var. foreata es generalmente extensa, de color castaño o rojizo y cavidades de forma variada; en cambio la pudrición -- causada por Phoma exigua var. exigua, es más pequeña de color negro y forma cavidades restringidas. Las picnidias pueden formarse solitarias o agrupadas sobre las lesiones o en el micelio que tapiza las cavidades. Excepcionalmente las -- lesiones pueden restringirse al grosor de la epidermis o volverse extensivas, oscuras y de forma irregular, condición -- que se conoce como necrosis de la cáscara.

Epidemiología.-

Las condiciones de alta humedad en el suelo, heladas

nocturnas o temperaturas bajas durante el día (menor de 12° C) al momento de la cosecha y temperaturas bajas de almacenaje -- después del recojo, clasificación y traslado, incrementan la incidencia de gangrena.

Prevención.-

Desinfectar los tubérculos sumergiéndolos en productos organomercuriales (en los lugares donde está permitido su uso); por fumigación con 2 aminobutano, o por asperjado con Tiabendazole dentro de las 3 semanas de producida la cosecha. (7, 22, 25)

PUDRICIONES SECAS POR Fusarium.- Fusarium solani.

Síntomas.-

La pudrición seca por Fusarium afecta a los tubérculos en almacenaje y a los que se usan como semilla propagativa. - En los tubérculos las lesiones que se inician en las heridas, se hacen evidentes alrededor de un mes después de almacenaje. La infección se va extendiendo lentamente y el peridermo correspondiente a las partes lesionadas se hunde y arruga, formando a veces anillos concentricos a medida que el tejido se va secando. Del peridermo muerto pueden emerger pústulas que contienen micelio y esporas. Los tubérculos podridos se arrugan y finalmente se momifican.

Cuando la humedad relativa de almacenaje se aproxima o alcanza el punto de saturación, los tubérculos son invadidos por Erwinia spp. como infección secundaria, a través de las lesiones causadas por Fusarium, deteriorando lo que queda del tubérculo. El líquido que emana como producto de la pudrición blanda y que contiene bacterias en suspensión, pone en peligro a los tubérculos circundantes.

El tubérculo entero que se usa como semilla se infecta durante el almacenaje a través de heridas, o durante la siembra por las heridas que se provocan durante la operación del enterrado.

Histopatología.-

El patógeno no tiene capacidad para infectar el peridermo o lenticelas de los tubérculos enteros. Las heridas provocadas durante la cosecha, almacenaje, clasificación, transporte o fraccionamiento de la semilla son las principales vías para que produzca la infección.

Epidemiología.-

Los tubérculos son resistentes a la infección al momento de la cosecha la susceptibilidad aumenta durante el almacenaje y adquiere su máximo a principios de la primavera o alrededor del tiempo de la siembra.

La pudrición seca se desarrolla bajo condiciones de alta humedad relativa y entre 15° y 20° C. La humedad relativa por encima del 70% no altera el desarrollo de la pudrición, pero a menor humedad la infección y desarrollo de la enfermedad se retardan. La enfermedad continúa desarrollándose lentamente a temperaturas más frías, las que a su vez son convenientes para la papa.

Cuando se guarda semilla cortada contaminada por varios días o semanas antes de la siembra, se aumentan las pérdidas por pudrición, sometiendo la semilla proveniente de almacenaje frío a temperatura entre 20 y 25° C por una semana, antes de cortarla, se reduce la producción y se acelera el desarrollo y emergencia de los brotes.

Prevención. -

- a) Usar todas las precauciones con la maquinaria y equipo, para prevenir las heridas durante las operaciones de cosecha y almacenaje.
- b) Proporcionar alta humedad y buena ventilación a comienzos del período de almacenaje, para facilitar la cicatrización de las heridas.
- c) Las semillas deben ser tratadas con fungicidas en polvo en líquido antes de almacenarla.
- d) No movilizar los tubérculos hasta el momento de la siembra o comercialización.
- e) Calentar los tubérculos provenientes de almacenamiento frío a unos 20 a 25° C por una semana antes de sembrarlos o fraccionarlos como semilla. (22, 25)

SUGERENCIAS

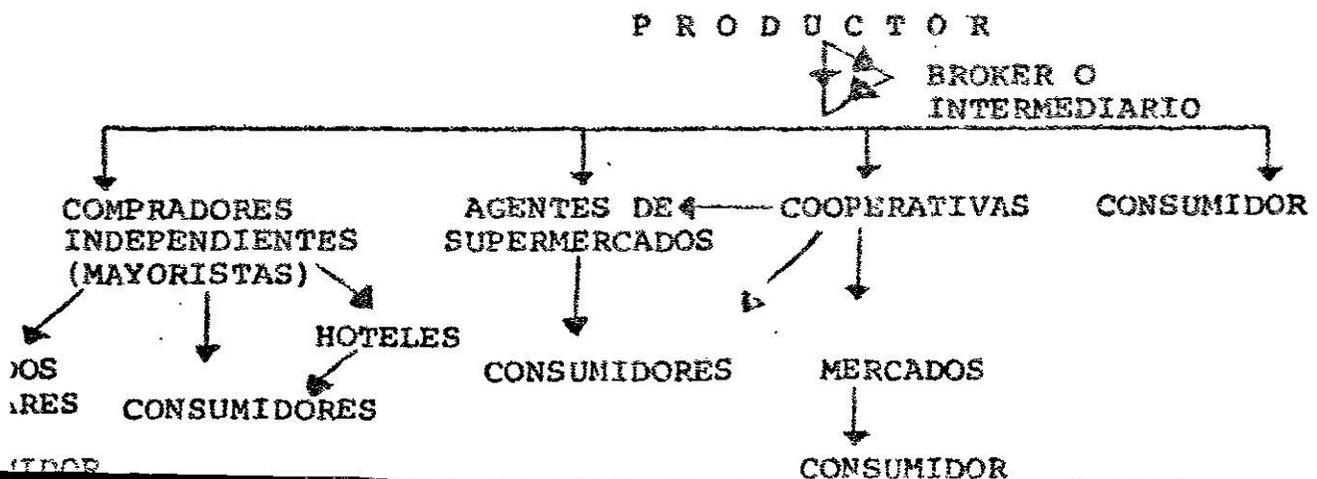
La meta del agrónomo y biólogo agrícola no termina al lograr las cosechas; una serie de factores adversos se manifiestan después de obtener nuestros productos con las consiguientes pérdidas (del producto y económicas), entre las cuales podemos considerar a las enfermedades (definiéndose esta como la suma de las desviaciones anatómicas o fisiológicas del organismo y de duración más o menos prolongada que resultan con la consiguiente pérdida económica).

En México es nulo el conocimiento que ocasionan las enfermedades del almacén; sus daños y la evaluación de pérdidas. Por lo tanto, es conveniente establecer un programa -- tendiente a informar al productor, comerciante y consumidor de la importancia que implica el conocimiento de estas y del buen manejo de los productos.

SUGERENCIA PARA INICIAR UN PROGRAMA DE INVESTIGACION DE ESTE TIPO.

Considerándose que, aproximadamente, el 80% de los patógenos son llevados a los mercados desde las zonas productoras. Por tal motivo se sugieren los siguientes caminos para iniciar una investigación de este tipo.

- A) Establecer cuales son las rutas por las cuales el grueso de la producción llega a la ciudad y finalmente al consumidor.



CONCLUSIONES

- B) Establecer el origen y cantidades de los productos que llegan a la ciudad mediante la utilización de encuestas previamente diseñadas, por nutritivo al consumidor.
- C) Diagnósis de las enfermedades a nivel de laboratorio y establecimiento del grado de infestación por localidad y origen.
- D) Reconocimiento cabal de todos los lugares en que se descargan las remesas, el tiempo en que los mayoristas, supermercados y cooperativas mantienen la producción en sus almacenes; y de cuándo, como y en qué cantidad el producto pasa de los intermediarios minoristas al consumidor. Lo anterior es evitar que las muestras se dupliquen y que se tengan plena confianza en que son muestras totalmente al azar.
- 5.- La mayor parte de las enfermedades de la papa en almacén son llevadas del campo a éste, aunque algunas son obtenidas en el manipuleo y transportación del producto.
- E) Establecidas las rutas de distribución y mercadeo, así como las posibles enfermedades de los vegetales, es conveniente iniciar un período informativo de estas, a nivel de productor, comerciante (mayorista y minorista) y consumidor; mediante la utilización de folletos, desplegables y figuras localizadas en los principales centros de consumo.

Por otra parte, es conveniente establecer clínicas de diagnóstico, prevención e información en los Centros de Abastos, para evitar las pérdidas en los productos almacenados.

C O N C L U S I O N E S

- 1.- La papa es un cultivo altamente remunerable al agricultor y de gran valor nutritivo al consumidor.
- 2.- La importancia en el proceso de almacenamiento estriba en el manejo del producto y del acondicionamiento adecuado del local.
- 3.- Se tienen poco conocimiento de las enfermedades de la papa en almacén en México.
- 4.- El alto costo de la producción implica un manejo adecuado del producto y del reconocimiento de los factores bióticos y abióticos que merman el producto dentro del almacén o bodega.
- 5.- La mayor parte de las enfermedades de la papa en almacén son llevadas del campo a éste, aunque algunas son obtenidas en el manipuleo y transportación del producto.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Agrios, G.N. 1974. Plant Pathology. Academic Press. Inc. N.Y.
- 2.- Bartholomew, E.T. 1913. Blackheart of Potatoes. *Phytopathology*, . 3. 180-182.
- 3.- Cabrera, S.J. 1980. La Producción de Papa en México. México, INIA.
- 4.- Campos, G.R. 1970. Zonas de Producción de Papa. Chapingo México. ENA.
- 5.- Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES) 1976. La Papa, Algunas Consideraciones sobre su Comercialización y Cultivo. México, - CAADES.
- 6.- Chalenko, G.J. et al. 1979. Resistence of Potato Tubers to Phytophthora infestans During Sorage. *App. - - Bioch. and Microbiology*.
- 7.- Chauhan, R.K.S. and B.L. Sharma. 1977. A New Method for - Measuring Disease Intensity and Crop-loss Estimates in Potato Diseases During Sorage. *Abst. of Papers Presented at 29 Annual Meeting of the Indian Phytopathological Society. Bangalore.*
- 8.- Cullen, J.C. y Willson, A.R. 1971. Producción Comercial - de Patatas y su Almacenamiento. Zaragoza, Esp.
- 9.- Davis, W.B. 1926. Physiological Investigation of Black- - heart of Potato Tuber. *Bot. Gaz.* 81, 323-338.

- 10.-Delgado, S.S, 1968. Mejoramiento del Cultivo de la Papa en México. 3er. Congreso Nacional de Fitogenética. - México. INIA.
- 11.-Desrosier, N.W. 1977. Conservación de Alimentos. CECSA. - México.
- 12.-Goodman, R.N., Z. Kiraly y M. Zaitlain. 1967. The Biochemistry and Physiology of Infectious Plant Diseases. Van Nostrand.
- 13.-Jellis, G.J. y G.S. Taylor. 1977. Control of Silver Scurt (Helminthosporium solani) Disease of Potato With - Benomyl and Thiabendazole. Ann Appl. 86, 59-67.
- 14.-Logan, C. 1973. Potato Storage Diseases. Agriculture in Northern Ireland.
- 15.-Mann, H.H. y B.M. Joshi. 1920. Achemical Study of "Heart rot" o "Backheart" of Potato. Bombay Dept. Agr. - Bul. 102.
- 16.-México. Departamento General de Economía Agrícola. 1979. Consumo Aparente de Productos Agropecuarios. SARH. México.
- 17.-Potter, N.N. 1973. La Ciencia de los Alimentos. EDUTEX, S.A. México.
- 18.-Sarassola, A.A. y M.A. Rocca de Sarassola. Moderno de Fito patología. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur. Buenos - Aires.
- 19.-Smith, O.D. 1977. Potatoes: Production, Storing, Proces-- sing. Westport, Conn., The AVI Publishing Co., -- Inc.

- 20.- Stakman, E.C. y J.G. Harrar. 1965. Principios de Patología Vegetal. The Ronald Press Co. N.Y.
- 21.- Talburt, W.F. y O. Smith. 1967. Potato Processing. Westport, Conn. The AVI Publ. Co. Inc.
- 22.- The American Phytopathological Society. 1980. Compendium of Potato Diseases. State Foundation. St. Paul, Minn. USA.
- 23.- Vázquez, C.M.G. 1982. Opciones para Incrementar el Consumo de Papa y Disminuir Importaciones de Maíz y Trigo. SARH. Folleto N° 62.
- 24.- Vochelle, J. 1969. Frío Industrial y Doméstico. Ed. AEDOS, Barcelona, España.
- 25.- Walker, J.C. 1965. Patología Vegetal. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.

