



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores

“CUAUTITLAN”

“La PAPA (Solanum tuberosum L)
y su cultivo en México”

T E S I S
QUE PARA OBIENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTAN:

IRMA SYLVIA ASPRA ROMERO
HUMBERTO MEJIA ZARAZUA

Director de Tesis:

ING. AGUSTIN AGRAZ MERINO

1985

Cuautitlán Izcalli, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

	Pág.
5.3.1.2.1.- Variación de la temperatura para romper la dormancia	61
5.3.1.2.2.- Métodos químicos para romper la dormancia	61
5.3.1.3.- Brotación	63
5.3.2.- Desarrollo del follaje	66
5.3.2.1.- Fase preemergente	66
5.3.2.2.- Desarrollo de la planta	66
5.3.3.- Tuberización	68
5.3.3.1.- Formación de estolones	68
5.3.3.2.- Tuberización	68
5.3.4.- Floración	72
5.3.5.- Factores que controlan el desarrollo del tubérculo	72
5.3.5.1.- Fotoperíodo y temperatura	72
5.3.5.2.- Intensidad luminosa	73
5.3.5.3.- Suministro de agua y concentración de CO ₂	76
5.3.5.4.- Nutrientes	78
5.3.5.4.1.- Nitrógeno	79
5.3.5.4.2.- Fósforo	81
5.3.5.4.3.- Potasio	83
5.3.5.4.4.- Magnesio, calcio y azufre	86
5.3.5.4.5.- Movimiento de nutrientes en la planta	89

	Pág
6.- Ecología del Cultivo de Papa	93
6.1.- Temperatura	93
6.2.- Luz	94
6.3.- Humedad	95
6.4.- Suelo	96
7.- Prácticas Agronómicas del Cultivo de Papa	97
7.1.- Preparación del Terreno	97
7.1.1.- Epoca de Preparación del Terreno	97
7.1.2.- Labores de Preparación del Terreno	98
7.1.2.1.- Rastra	98
7.1.2.2.- Aradura	98
7.1.2.3.- Nivelación	99
7.1.2.4.- Surcado	99
7.2.- Siembra	99
7.2.1.- Selección del Tubérculo para Semilla	99
7.2.2.- Peso y Tamaño del Tubérculo para Semilla	100
7.2.3.- Preparación de la Semilla para la Siembra	100
7.2.4.- Variedades de Papa usadas en México	101
7.2.5.- Siembra	103
7.2.5.1.- Densidad de siembra	104
7.2.5.2.- Cantidad de semilla	105
7.2.5.3.- Distancia de siembra	105
7.2.5.4.- Profundidad de siembra	106
7.2.5.5.- Métodos de siembra	106
7.2.5.5.1.- Método manual	106
7.2.5.5.2.- Método mecánico	106

	Pág.
7.2.6.- Fechas de Siembra	107
7.3.- Fertilización	109
7.3.1.- Dosis de Fertilización	109
7.3.2.- Métodos de Aplicación de Fertilizantes	110
7.3.2.1.- Aplicación en banda	110
7.3.2.2.- Aplicación en mata	110
7.3.2.3.- Al voleo	111
7.3.3.- Epocas de Aplicación de Fertilizantes	111
7.3.3.1.- En la presiembra	111
7.3.3.2.- Al sembrar	111
7.3.3.3.- A la cobertura	111
7.3.4.- Fertilizantes Químicos	112
7.3.5.- Abonos Orgánicos	113
7.4.- Labores Culturales	114
7.4.1.- Aporque	114
7.4.1.1.- Objetivos del aporque	114
7.4.1.2.- Epocas y métodos de aporque	115
7.4.2.- Control de Malezas	116
7.4.2.1.- Objetivos del control de malezas	116
7.4.2.2.- Epoca de control de malezas	116
7.4.2.3.- Métodos de control de Malezas	116
7.4.2.2.1.- Control mecánico	116
7.4.2.2.2.- Control químico	117
7.5.- Riego	118
7.5.1.- Métodos de riego	118
7.5.1.1.- Riego por gravedad o surcos	118
7.5.1.2.- Riego por aspersión	119
7.5.2.- Periodicidad de Riego	120

	Pág.
7.6.- Cosecha	120
7.6.1.- Corte del Follaje	120
7.6.2.- Epoca de recolección de Tubérculos	121
7.6.2.1.- Recolección temprana	121
7.6.2.2.- Recolección media y tardía	121
7.6.3.- Métodos de Cosecha	122
7.6.3.1.- Cosecha manual	122
7.6.4.- Cuidado y Selección de Tubérculos	123
7.6.4.1.- Cuidados del tubérculo a la cosecha	123
7.6.4.2.- Selección de tubérculos	123
8.- Enfermedades de la Papa	124
8.1.- Enfermedades virosas	124
8.1.1.- Mosaico rugoso (VYP)	124
8.1.1.1.- Generalidades	124
8.1.1.2.- Síntomas	124
8.1.1.3.- Etiología	125
8.1.1.4.- Epifitiología	125
8.1.1.5.- Métodos de control	126
8.1.2.- Virus Latente (VXP)	126
8.1.2.1.- Síntomas	126
8.1.2.2.- Etiología	127
8.1.2.3.- Epifitiología	127
8.1.2.4.- Métodos de control	128
8.1.3.- Virus del Enrollamiento de la Papa	128
8.1.3.1.- Síntomas	128

	Pág.
8.1.3.2.- Etiología	129
8.1.3.3.- Epifitiología	129
8.1.3.4.- Métodos de control	130
8.1.4.- Virus del Mosaico Suave (VAP)	130
8.1.4.1.- Síntomas	130
8.1.4.2.- Etiología	131
8.1.4.3.- Métodos de control	131
8.1.5.- Mosaico Crespo (VMP)	132
8.1.5.1.- Generalidades	132
8.1.5.2.- Síntomas	132
8.1.5.3.- Etiología	132
8.1.5.4.- Epifitiología	132
8.1.5.5.- Métodos de control	133
8.1.6.- Virus S	133
8.1.6.1.- Síntomas	133
8.1.6.2.- Etiología	133
8.1.6.3.- Epifitiología	134
8.1.6.4.- Métodos de control	134
8.2.- Enfermedades Causadas por Nematodos	134
8.2.1.- Nematodo Dorado (<u>Heterodera</u> (<u>glodobera</u>) spp)	134
8.2.1.1.- Síntomas	135
8.2.1.2.- Etiología	135
8.2.1.3.- Epifitiología	136
8.2.1.4.- Histopatología	137
8.2.1.5.- Métodos de control	138
8.2.2.- Nematodo del Nudo (<u>Melodogyne</u> spp)	138
8.2.2.1.- Síntomas	139
8.2.2.2.- Etiología y Epifitiología	139

	Pág.
8.2.2.3.- Métodos de control	140
8.2.3.- Nematodo de la Lesión Radicular (<u>Praty-</u> <u>lenchus spp)</u>	141
8.2.3.1.- Síntomas	141
8.2.3.2.- Etiología y epifitiología	141
8.2.3.3.- Método de control	142
8.2.4.- Nematodo de la Pudrición de la Papa --- (<u>Ditylenchus destructor</u>)	142
8.2.4.1.- Síntomas	143
8.2.4.2.- Etiología y epifitiología	143
8.2.4.3.- Métodos de control	144
8.2.5.- Falso Nematodo del Nudo (<u>Nacobus aberrans</u>)	144
8.2.5.1.- Síntomas	144
8.2.5.2.- Etiología y epifitiología	145
8.2.5.3.- Métodos de control	146
8.3.- Enfermedades Bacterianas	146
8.3.1.- Marchitez Bacteriana (<u>Pseudomonas sola--</u> <u>nacearum</u>)	146
8.3.1.1.- Generalidades	146
8.3.1.2.- Síntomas	147
8.3.1.3.- Etiología	147
8.3.1.4.- Epifitiología	147
8.3.1.5.- Métodos de control	148
8.3.2.- Pierna Negra (<u>Erwinia carotovora</u> , var -- atroséptica y van. canotovora).	148

	Pág.
8.3.2.1.- Generalidades	148
8.3.2.2.- Síntomas	149
8.3.2.3.- Etiología	150
8.3.2.4.- Epifitiología	150
8.3.2.5.- Métodos de control	151
8.3.3.- Podredumbre anular de la papa (<u>Coryne-</u> <u>bacterium sepedonicum</u>)	151
8.3.3.1.- Generalidades	151
8.3.3.2.- Síntomas	152
8.3.3.3.- Etiología	152
8.3.3.4.- Epifitiología	153
8.3.3.5.- Métodos de control	153
8.4.- Enfermedades Fungosas	154
8.4.1.- Tizón tardío (<u>Phytophthora infestans</u>)	154
8.4.1.1.- Generalidades	154
8.4.1.2.- Síntomas	155
8.4.1.3.- Etiología	156
8.4.1.4.- Epifitiología	157
8.4.1.5.- Métodos de control	158
8.4.1.5.1.- Evitación	158
8.4.1.5.2.- Control químico	158
8.4.2.- Tizón temprano (<u>Alternaria solani</u>)	159
8.4.2.1.- Generalidades	159
8.4.2.2.- Síntomas	159
8.4.2.3.- Etiología	160

	Pág.
8.4.2.4.- Epifitiología	160
8.4.2.5.- Métodos de control	161
8.4.3.- Marchitez por <u>Verticillium</u> (<u>Verticillium</u>	
<u>albo-atrum</u> y <u>verticillium dahliae</u>)	161
8.4.3.1.- Síntomas	161
8.4.3.2.- Etiología	162
8.4.3.3.- Epifitiología	162
8.4.3.4.- Métodos de control.	163
8.4.3.4.1.- Evitación	163
8.4.3.4.2.- Control químico	163
8.4.4.- Marchitez por fusarium (<u>Fusarium eumartii</u>)	
<u>Fusarium oxysporium</u> y <u>Fusarium avenaceum</u>)	164
8.4.4.1.- Síntomas	164
8.4.4.2.- Epifitiología	164
8.4.4.3.- Métodos de control	165
8.4.5.- Pudriciones Secas por <u>Fusarium</u> (<u>Fusarium</u>	
<u>solani</u> y <u>Fusarium roseum</u>)	165
8.4.5.1.- Generalidades	165
8.4.5.2.- Síntomas	166
8.4.5.3.- Epifitiología	167
8.4.5.4.- Métodos de control	167
8.4.6.- Pudrición por <u>Rhizoctonia</u> (<u>Rhizoctonia so-</u>	
<u>lani</u>)	168
8.4.6.1.- Generalidades	168
8.4.6.2.- Síntomas	168
8.4.6.3.- Etiología	169

	Pág.
8.4.6.4.- Epifitiología	170
8.4.6.5.- Métodos de control	170
8.4.6.5.1.- Evitación	170
8.4.6.5.2.- Control químico	171
8.4.7.- Podredumbre basal (<u>Sclerotium rolfsii</u>)	171
8.4.7.1.- Generalidades	171
8.4.7.2.- Síntomas	171
8.4.7.3.- Etiología	172
8.4.7.4.- Epifitiología	172
8.4.7.5.- Métodos de control	173
8.4.8.- Sarna común (<u>Streptomyces scabies</u>)	173
8.4.8.1.- Generalidades	173
8.4.8.2.- Síntomas	174
8.4.8.3.- Etiología	174
8.4.8.4.- Epifitiología	175
8.4.8.5.- Métodos de control	176
8.4.8.5.1.- Evitación	176
8.4.8.5.2.- Control químico	176
8.4.9.- (<u>Synchytrium endobioticum</u>) Sarna Verrugosa	176
8.4.9.1.- Generalidades	176
8.4.9.2.- Síntomas	177
8.4.9.3.- Etiología	177
8.4.9.4.- Epifitiología	178
8.4.9.5.- Métodos de control	179
8.4.10.- Roña de la papa (<u>Spongospora subterranea</u>)	179

	Pág.
8.4.10.1.- Generalidades	179
8.4.10.2.- Síntomas	179
8.4.10.3.- Etiología	180
8.4.10.4.- Epifitiología	181
8.4.10.5.- Métodos de control	181
8.4.11.- <u>Esclerotiniosis (ESclerotinia sclerotium)</u>	181
8.4.11.1.- Síntomas	182
8.4.11.2.- Etiología	182
8.4.11.3.- Epifitiología	183
8.4.11.4.- Métodos de control	183
8.4.12.- <u>Carbón (Thecaphora solani)</u>	184
8.4.12.1.- Generalidades	184
8.4.12.2.- Síntomas	184
8.4.12.3.- Etiología	184
8.4.12.4.- Epifitiología	185
8.4.12.5.- Métodos de control	185
8.4.13.- <u>Raya (Puccinia pitteriana)</u>	186
8.4.13.1.- Generalidades	186
8.4.13.2.- Síntomas	186
8.4.13.3.- Etiología	186
8.4.13.4.- Epifitiología	187
8.5.- Enfermedades Causadas por Micoplasmas	187
8.5.1.- Punta Morada	187
8.5.1.1.- Síntomas	187
8.5.1.2.- Etiología y epifitiología	188
8.5.1.3.- Métodos de control	189

	Pág.
8.5.2.- Escoba de Bruja	189
8.6.- Enfermedades Fisiológicas	190
8.6.1.- Corazón Hueco	190
8.6.1.1.- Síntomas	190
8.6.1.2.- Histopatología	190
8.6.1.3.- Métodos de control	191
8.6.2.- Corazón Negro	191
8.6.2.1.- Síntomas	191
8.6.2.2.- Causas de la enfermedad	192
8.6.2.3.- Métodos de control	192
8.6.3.- Verdeamiento	192
- Plagas de la Papa	193
9.1.- Pulgones (<u>Myzus persicae y macrosiphum euphorbiae</u>)	193
9.1.1.- Ataque	193
9.1.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga	193
9.1.3.- Métodos de control	194
9.1.3.1.- Control cultural	194
9.1.3.2.- Control químico	195
9.2.- Palomilla de la Papa (<u>Phorimea operculella</u>)	195
9.2.1.- Ataque	195
9.2.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga	196
9.2.3.- Métodos de control	196
9.2.3.1.- Control cultural	196
9.2.3.2.- Control químico	198
9.3.- Catarinita de la Papa (<u>Leptinotarsa decemlineata</u>)	198
9.3.1.- Ataque	198

	Pág.
9.3.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga	199
9.3.3.- Métodos de control	199
9.3.3.1.- Control cultural	199
9.3.3.2.- Control químico	199
9.3.3.3.- Control biológico	200
9.4.- Pulga Saltona (<u>Epitrix cucumeris</u>)	200
9.4.1.- Ataque	200
9.4.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga	201
9.4.3.- Métodos de control	201
9.4.3.1.- Control cultural	201
9.4.3.2.- Control químico	201
9.5.- Guano de Alambre (<u>Agriotes</u> spp y <u>malonotus</u> spp)	202
9.5.1.- Ataque	202
9.5.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga	202
9.5.3.- Métodos de control	203
9.5.3.1.- Control cultural	203
9.5.3.2.- Control químico	203
9.6.- Gusano Soldado (<u>Spodoptera exigua</u>)	203
9.6.1.- Ataque	203
9.6.2.- Descripción de la plaga	204
9.6.3.- Métodos de control	204
9.6.3.1.- Control químico	204
9.7.- Gallina Ciega (<u>Phyllophaga</u> spp)	204
9.7.1.- Ataque	204
9.7.2.- Descripción de la plaga	205
9.7.3.- Métodos de control	205

	Pág.
9.7.3.1.- Control biológico	205
9.7.3.2.- Control químico	205
10.- Mercadeo de la Papa	206
10.1.- Canales de Comercialización	206
10.2.- Agentes de la Comercialización	206
10.2.1.- Productor	206
10.2.2.- Mayorista	208
10.2.3.- Comisionista foráneos	208
10.2.4.- Hoteles y restaurantes	209
10.2.5.- Industria	209
10.3.- Márgenes de Mercadeo	209
10.3.1.- Productor	209
10.3.2.- Mayorista de central de abasto	210
10.4.- Servicios de Mercadeo	210
10.4.1.- Almacenamiento	210
10.4.2.- Selección	211
10.4.3.- Empaque	211
10.4.4.- Lavado	211
10.4.5.- Créditos	212
10.4.6.- Transporte	212
10.5.- Fijación de precios	212
11.- Mejoramiento Genético de Papa	214
11.1.- Antecedentes	214
11.2.- Objetivos del Programa de Mejoramiento de Papa	215
11.3.- Mejoramiento Genético	215

	Pág.
11.4.- Resultados del Mejoramiento Genético	216
12.- Producción de Tubérculos para Semilla de Papa	218
12.1.- Zonas Productoras	218
12.2.- Producción de Semilla Certificada	220
12.3.- Requisito para la Producción de Semilla Certifi <u>ca</u> cada	223
12.4.- Métodos de Producción de Semilla Básica	227
12.4.1.- Selección cloral	228
12.4.2.- Esquejes	228
13.- Usos e Industrialización de Papa	230
13.1.- Usos de la Papa	230
13.2.- Industrialización	232
13.2.1.- Mercadeo	232
13.2.2.- Productos	232
13.2.3.- Procesos de Deshidratación	233
13.2.3.1.- Procesos de elaboración de - puré instantáneo en forma de gránulos (A.dd- Back)	233
13.2.3.2.- Elaboración de puré instánta <u>ne</u> neo en forma de hojuelas	234
14.- Conclusiones	237
15.- Bibliograffa	241

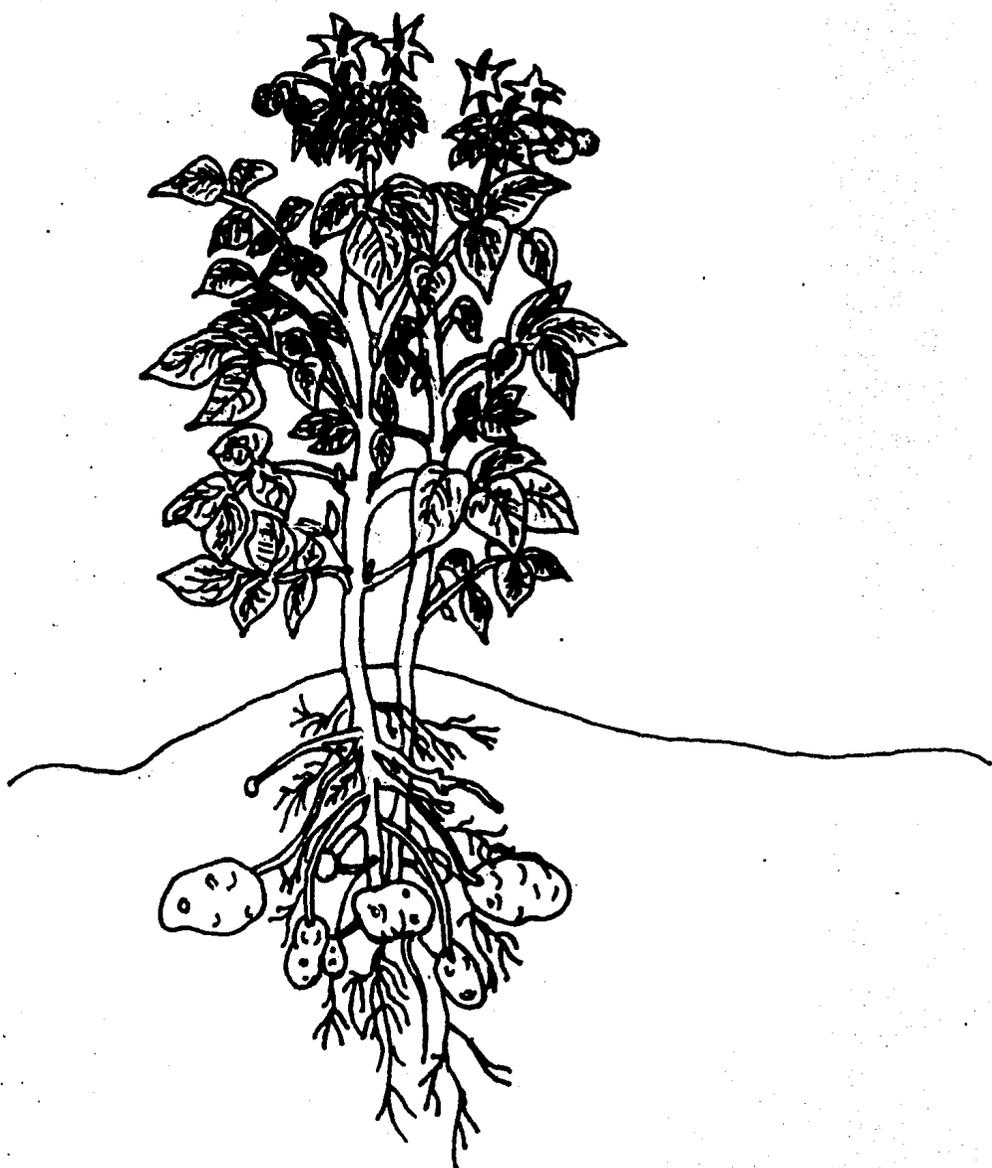


FIGURA No. 1 PLANTA DE PAPA

(Solanum tuberosum L.)

1.- INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum L), es un cultivo del cual se aprovechan los tubérculos, principalmente como alimento humano. Esta planta es originaria de la región andina de Sudamérica y su importancia se remonta a épocas precolombinas, ya que junto con la quinua (Chenopodium quinoa) fué el principal sustento alimenticio que permitió el desarrollo de antiguas sociedades, entre las cuales destaca la civilización Inca (5).

La papa fué llevada a Europa por los españoles en el siglo XVI, y para el siglo XVII ya era ampliamente cultivada en Irlanda, donde tal era su importancia, que prácticamente podía considerársele su monocultivo. Actualmente, como cultivo alimenticio, a nivel mundial ocupa el cuarto lugar en importancia después del maíz, trigo y arroz. Asimismo, ocupa el primer lugar entre los cultivos que se reproducen vegetativamente en lo que se refiere a producción y superficie (8,37).

Puesto que esta planta es originaria de regiones con climas frescos, su adaptación a los países del centro y norte de Europa no representó grandes dificultades. Actualmente, en lo que se refiere a su adaptabilidad climática, se puede considerar como un cultivo versátil, ya que a través de múltiples investigaciones de los cuales ha sido objeto, se han encontrado variedades con resistencia al frío de hasta -8°C ; asimismo, el

Centro Internacional de la Papa (CIP) con sede en Perú ha realizado importantes trabajos en la Cuenca Baja del Amazonas con el fin de adaptar este cultivo a regiones con climas cálidos, de manera que ya es cultivada en casi todos los países del mundo ---- (8,59).

En gran parte la importancia del cultivo de la papa radica en el valor alimenticio del tubérculo, en el cual de acuerdo con algunos estudios bromatológicos, se comprobó la presencia de la vitamina A, C, G, complejo B y hierro, un mínimo porcentaje de grasa y un 78% de contenido de agua del peso total. Además, la proporción de aminoácidos es semejante al de la leche materna, puesto que en el tubérculo se encuentran los 16 aminoácidos, básicos, incluyendo la lisina (aminoácido deficiente en el maíz normal); en algunas variedades de papas peruanas estudiadas, el contenido de proteínas en base a materia seca fué del 4.7 al 15.3%. La papa es el segundo cultivo, después de la soya, en mayor producción de proteínas y calorías por hectárea, y en cuanto a fuente de energía, produce de dos a cuatro veces más que el maíz y de seis a diez veces más que los cereales de grano de pequeño (5, 36, 51, 59, 65).

Como se sabe la papa tiene una gran versatilidad culinaria puesto que se puede cocinar de diversas maneras, y se siguen realizando investigaciones por parte del CIP con el objeto de sustituir la harina de trigo por harina de papa en algunos ali-

mentos elaborados, tales como fideos, pan y tortillas, utilizando proporciones del 20, 40 y 50% respectivamente, encontrándose que dichos alimentos conservan su calidad y son aceptados con agrado por el consumidor. Además de su utilización como alimento humano, la papa tiene usos forrajeros e industriales puesto que de esta planta se obtienen productos tales como el alcohol, harina, almidones y alimentos para ganado, de manera que actualmente existen variedades de papa específicas para cada uso (5, 59, 75).

El factor económico es uno de los limitantes del cultivo de la papa, ya que se requiere de altas inversiones relacionadas con gastos de semilla, mano de obra, control de plagas y enfermedades y almacenaje; en lo que se refiere a la semilla-tubérculo, en países donde no hay programas de producción de semillas, su importación abarca del 50 al 75% de los costos totales de producción; además, en cultivos establecidos a alturas menores de 1,000 msnm no se puede destinar parte de la cosecha para utilizarla como simiente, por lo que es necesario renovar por lo menos cada dos años los tubérculos destinados a la siembra, Asimismo debido a la cantidad de tubérculos que se cosechan se requiere de maquinaria especializada o de considerable utilización de mano de obra; además, la papa está expuesta al ataque de múltiples plagas y enfermedades, entre las cuales destaca el tizón tardío (Phytophthora infestans), enfermedad que puede llegar a causar la pérdida total de la cosecha si no se previene a tiempo, de manera que es necesario el uso continuo de fungicidas e insecticidas (8, 26, 28, 67).

Así como el cultivo de la papa es uno de los más costosos, también puede ser uno de los más redituables, especialmente en países tropicales y subtropicales en donde las condiciones climáticas no permiten una gran producción, y por lo tanto se tiene una alta demanda de este producto e inclusive llega a considerarse un alimento de lujo (8.75).

La producción mundial de papa en 1978 fué de 275,511,000 toneladas y en 1980 de 225,718,000 toneladas, siendo los principales productores la U.R.S.S., Polonia y Estados Unidos. A pesar de que a nivel mundial la producción ha descendido, en los países en vías de desarrollo ha aumentado, sobre todo en Africa y Asia (8, 42).

En México la producción en 1980 se estimó en 916,000 toneladas, con un rendimiento promedio de 13.3 ton/ha, observándose que de 1978 a 1980 la superficie se incrementó en un 23% y la producción en un 5% (53).

Los rubros de consumo en México para 1980 fueron los siguientes:

10% semilla

81% papa fresca

6% industria

3% miscelanea (pérdidas y forrajes)

Existen tres tipos fundamentales de sistema de cultivo de papa en México:

- 1) Bajo condiciones de riego: abarca aproximadamente el 55% de la superficie total cultivada. Las regiones más representativas donde se ubica este sistema de cultivo son: el Valle de Zamora, el Bajío, Valle de Navidad, Los Mochis, Valle del Mayo, Jalisco y Mexitlán Hgo (56).

Entre las características más relevantes de este sistema de cultivo se encuentran la siembra de variedades mejoradas, el uso de agroquímicos para la prevención de plagas y enfermedades, labores agrícolas mecanizadas y rendimientos generalmente mayores de 25 ton/ha (6,47).

- 2) Bajo condiciones de temporal: básicamente las regiones temporales para el cultivo de papa se localizan en los estados de Michoacán, México, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Chihuahua y Veracruz; estas zonas se encuentran en alturas de 1,500 a 2,500 msnm. En general este sistema de cultivo está semitecnificado, ya que aún se siembran variedades criollas, se utiliza la tracción animal y en ocasiones es nula o deficiente la aplicación de pesticidas (56).

- 3) Cultivo en las sierras: Este sistema de cultivo se localiza en la Mesa Central, la cual comprende los estados de México, Puebla, Veracruz, Tlaxcala, abarcando

una extensión aproximada de 25,000 has; la altitud en la cual se establecen estos cultivos va de 2,750 a -- 3,400 msnm. Debido a lo accidentado del terreno, en estas regiones no se usa maquinaria agrícola y en general el grado de tecnificación es bajo. Sin embargo, debido a las condiciones ecológicas, estas zonas, tienen un potencial amplio debido a que son adecuadas para la producción de tubérculos para semilla. Sin embargo, este potencial no ha sido aprovechado (56).

2.- OBJETIVOS

Actualmente existe una gran cantidad de información bibliográfica sobre la papa y su cultivo en México. Sin embargo, dicha información tiene la característica de estar dispersa en diferentes publicaciones y con diferentes objetivos, puesto que el contenido de estas es generalmente de carácter específico. El presente trabajo es un intento de conjuntar información sobre dicho cultivo, que a nuestro parecer, tenga la importancia necesaria para lograr los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Desarrollar un esfuerzo para ofrecer al personal técnico, profesional y demás a fines a las actividades relacionadas, con la carrera de Ingeniería Agrícola, un conjunto de conocimientos básicos sobre el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L), mismos que permitan brindar un panorama global sobre dicho cultivo; buscando con ello contribuir a la ampliación de la bibliografía que sobre la materia exista, a efecto de apoyar con material técnico bibliográfico el proceso académico en el área agronómica.

Lo anterior se apoyará en la recopilación, sistematización y análisis de la información bibliográfica referente a la papa y su cultivo en México, integrando y ordenando resultados y conclusiones obtenidas a través de diversas investigaciones que sobre el cultivo de papa se hayan realizado.

3.- ORIGEN E HISTORIA

3.1.- ORIGEN DE LA PAPA CULTIVADA

La papa era ya un cultivo tradicional en Sudamérica a la llegada de los españoles al Nuevo Mundo, esto es fácilmente comprobable al conocerse restos arqueológicos dejados por las culturas que se desarrollaron en la región andina, especialmente Perú.

De la cultura Tiahuanaco que se desarrolló en los Valles Altos del Perú, se conocen figuras abstractas que representan diferentes cultivos, entre los cuales se encuentran la papa (Solanum tuberosum), quinua (Chenopodium quinua), pimiento (Capsicum spp) y otros cultivos; esta serie de vasijas ceremoniales se conocen con el nombre de "Pacheco", y datan del siglo IX D.C. Asimismo, los pueblos Mochica y Chimú también representaron a la papa en figura de cerámica, las cuales datan del siglo IV D.C. --- (61).

Por otro lado, cerca del lago Titicaca en Chiripa Perú, en las ruinas de una casa se encontraron restos de papa almacenada en forma de chuño (tubérculos deshidratados que se obtienen dejándolos a la intemperie una noche y luego expuestos al sol para exprimirlos por apisonamiento expulsando buena parte del contenido de humedad, para su posterior almacenamiento). Además, en el Valle de Chilca se ha logrado identificar, gracias al ---

microscopio electrónico y a las pruebas de radio-carbono, papas - con una antigüedad de 8,000 años (66, 89).

Los nombres indígenas utilizados para designar a la papa son una prueba más de la antigüedad de este cultivo en Sudamérica, así tenemos que en la lengua Chibcha se le llamaba *iomza* e *iomuy*; en la tribu Aymará la llamaban *amka* y *choqui*; los Araucanos la conocían como *poñi* y los Incas como *papa*; esta última palabra desplazó a otras más antiguas, tales como *impari* y *ajsu*, esto debido a que los Incas conquistaron otras tribus en las cuales el cultivo de papa era ya antiguo (Tiahuanaco Nazca y Chimu, entre otras), y a las cuales se les impuso otro idioma. Además es muy probable que los incas extendieran el cultivo a casi toda Sudamérica, ya que su imperio abarcó el sur de Colombia, todo Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Argentina y Chile (20,61).

Tomando en cuenta las evidencias arqueológicas y el principio de la teoría Genética, la cual establece que el Centro de Origen de un cultivo es el lugar donde se encuentra la mayor variación genética del mismo, se puede concluir que el Centro de Origen de la papa es la región Andina: Perú, Ecuador, Colombia y Norte de Chile y Bolivia (Fig. No. 1), y más específicamente la zona del Lago Titicaca y el Cuzco en Perú en donde se encuentra un número excepcionalmente alto de especies cultivadas, y donde el parecer, es la región que se considera como cuna de la civilización Inca y el lugar del nacimiento de la agricultura en Sudamérica (20).



Figura No. 2. Centros de Origen de la Papa
Cultivada (Solanum tuberosum L)

3.2.- HISTORIA

Como ya se mencionó, a la llegada de los españoles a Sudamérica, en el siglo XVI, la papa ya era cultivada para su utilización como alimento en todo el imperio Inca, así como en algunas tribus como la Araucana y la Chibcha. Sin embargo, los conquistadores sólo le dieron importancia como curiosidad botánica, tal como puede constatarse en las frecuentes menciones de cronistas, entre los cuales se encuentra Castellanos, quien en 1537 la conoció en el Valle de Magdalena, Colombia, junto con la trufa (hongo subterráneo); asimismo Pedro Cieza de León reportó haberla vista en 1550 en Quito, Ecuador, y en los Valles altos de Perú. Por último Fray Antonio de Vázquez de Espinoza menciona haber observado esta planta en varias partes de los Andes en su Compendio Descripción de las Indias Occidentales, escrita en 1628 (20).

La papa fué introducida a Europa por dos lugares: Primero llegó por la parte sur de España, entre los años de 1570 a 1573, de donde se extendió a casi toda la región continental de Europa (Francia, Italia, Portugal, Alemania y Países Bajos) y parte de Asia. La Segunda introducción fué por Inglaterra, entre los años de 1586 a 1590, de donde se propagó a Irlanda, Gales, Escocia, el Norte de Europa y las colonias Británicas en América (20, 59, 60).

La papa introducida a España era de una calidad muy rudimentaria y el sabor de los tubérculos era desagradable, por lo que solo era sembrada como ejemplar curioso, utilizándose los tubérculos como alimento para cerdos. Sin embargo, con el paso del tiempo y al ser cultivada continuamente, mejoró la calidad por medio de un proceso de selección natural, lo cual permitió el consumo humano del tubérculo (29,61).

Algunos botánicos que visitaron España se interesaron en el cultivo de la papa y lo estudiaron, fué así como Caspar Bahuin en 1596 le dió el nombre científico de Solanum tuberosum, al que posteriormente agregó el adjetivo de esculentum, asimismo hizo la primera descripción botánica de esta planta, que se encuentran en el libro Phitopinax, Bahuin recibió los ejemplares que estudio de Clusius, que a su vez los había recibido de Philippe de Sivery en 1588, el cual conocía a la papa con el nombre de "taratuufli", (20, 59).

La papa se pasó de España a Italia por medio de los frailes carmelitas, en donde el botánico Clusius menciona que ya era cultivada en gran escala antes de 1587. De Italia, Clusius la envió a botánicos de Alemania, Austria y Suiza, en éste país fué donde Bahuin hizo la clasificación botánica de la papa y posteriormente la envió a Francia, en donde a pesar de las ventajas que podría representar su cultivo no fué aceptada por la mayoría del pueblo, y solo era cultivada en muy pequeña escala para satisfacer los gustos de la Corte; no fué sino hasta 1773 en que gracias a los esfuerzos de Parmentier (quien era primer ministro

en esa época) la papa se hizo popular. Algo parecido sucedió en Rusia, donde fué llevada la papa procedente de Holanda, por el Zar Pedro el Grande a finales del Siglo XVII; sin embargo, también en Rusia originalmente solo se cultivaba la papa para la corte, situación que se prolongó hasta mediados del siglo XVII, para 1764 ya era cosechada en los alrededores de San Petesburgo en cantidades considerables. En 1885 el gobierno ruso estimuló el cultivo de la papa por medio de premios y donaciones para sus productores, y fué así como este cultivo se extendió a las provincias de Rusia donde pudiera ser cultivada (61).

Se cree que Checoslovaquia, Polonia y Bulgaria recibieron la papa de Alemania, ya que las palabras que utilizan para designar este cultivo son de origen Alemán (kartoffel y Grandborne) (61).

La existencia de la papa en Inglaterra fué mencionada por primera vez por Gerard en su Herball de 1586 (al parecer la introducción de la papa a Inglaterra no ocurrió antes de ese año, ya que Clusius visitó este país en 1581 con el propósito de estudiar la flora del lugar y no hizo mención de esta planta), y afirmaba que la papa había llegado a Inglaterra de Virginia, colonia Inglesa en Norteamérica, lo cual resultó ser falso, ya que posteriormente se confirmó que no existieron cultivos de papa en Estados Unidos antes del año de 1621, a donde fué llevada de las Bermudas. Se cree que Gerard confundió la papa con alguna planta tuberosa proveniente de Virginia, y que fué llevada a Inglaterra

por Heriot en el año de 1586 (20).

Es posible que la papa fuera llevada a Inglaterra por Walter Drake en 1586, año en que viajó a las costas de Sudamérica; siendo fácil para el obtenerla al saquear el puerto de Cartagena, Colombia, lugar tradicionalmente productor de papa (20, 61).

En Inglaterra, como sucedió en otros países, la papa solo era cultivada en poquísimas extensiones y casi exclusivamente para la corte, en este caso la de Jaime I (Es posible que la primera ocasión que se cultivo para mercadeo no haya sido sino hasta 1623). De Inglaterra la papa pasó a Escocia, Gales e Irlanda; en Escocia debido a prejuicios religiosos no fué aceptada, y el cultivo de la papa sólo alcanzó su auge hasta 1743 (20, 61).

Especial mención merece Irlanda, a donde en 1610 fué introducida la papa por Raleigh, y su cultivo fué rápidamente aceptado debido principalmente a que su nivel de vida era muy bajo, de manera que la papa junto con el pan de centeno llegó a ser su alimentación básica. El establecimiento de la papa como monocultivo en Irlanda, ocasionó que en los años de 1845 y 1846 al ser atacadas las siembras por el "tizón tardío" (Phytophthora infestans), se provocara la muerte de cerca de un millón de personas a causa de hambre, ya que no había otros alimentos para consumo humano. Asimismo, la debilidad física causada por la desnutrición facilitó al desarrollo de enfermedades que en otras circunstancias habrían sido menos severas. Por suerte el tizón tardío -

quedó limitado a Irlanda, ya que debido a la barrera que ofrece el mar, esta enfermedad no se propagó a otros países europeos, en donde su ataque a los cultivos de papa hubiera ocasionado también serias consecuencias (2, 20, 28, 61).

A la India, Japón y Africa fué llevada por unos misioneros británicos a fines del siglo XVII; a Nueva Zelanda fué introducida por el explorador Francés Surville en 1749, estableciéndose su cultivo de manera definitiva hasta 1840. Es a partir del siglo XIX que la papa se cultiva considerablemente en casi todos los países, debido a su gran consumo como alimento y a su uso en la industria (59, 61).

Los científicos Juzpezuck y Bukasov consideran que la papa europea llegó del Norte de Colombia. Por otro lado, es necesario aclarar que las plantas descritos por Clusus y Bahuin eran diferentes variedades, ya que los tubérculos descritos por el segundo eran de color café claro y los descritos por Clusius eran rojizos, lo cual permite suponer que debido a la selección artificial ejercida de 1570 a 1750 (año en que Linneo describe la Solanum tuberosum europea), la papa pudo variar de una subespecie a otra (20, 61).

3.3.- HISTORIA DE LA PAPA EN MEXICO

Es posible que el cultivo de la papa en México haya sido poco conocido en la antigüedad, ya que no existen referencias en

las crónicas acerca de su cultivo; por otro lado Bitter y Pittier afirman que la papa era ampliamente cultivada hacia el norte, hasta Florida; Humbolt por el contrario niega la posibilidad de su cultivo fuera de Sudamérica (3).

Lo que si se puede afirmar es que la papa comenzó a cultivarse con amplitud desde hace cerca de 250 años, es decir, después de la conquista, sobre todo en la parte alta de las sierras, ya que son los lugares que presentan las mejores condiciones climáticas para el buen desarrollo del cultivo; sin embargo la importancia que tiene este cultivo data de 1950 a la fecha, ya que a partir de entonces se abrieron nuevas zonas al cultivo y se crearon nuevas variedades (6).

4.- IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION DEL CULTIVO DE PAPA

4.1.- IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION MUNDIAL

El cultivo de la papa se ha extendido notablemente en todos los continentes en los últimos años, esta ampliación abarca inclusive países tropicales como la India, Corea del Sur y Etiopía; y aunque en estas naciones la papa no forma parte de su dieta tradicional, esta planta se cultiva debido a su capacidad de adaptación y a las ventajas económicas que representa su cosecha, ya que la papa es aceptada por el público consumidor y considerada como alimento de lujo (8,23).

En los cuadros 1 y 2 se encuentran los países con mayor producción y área cosechada en los años 1978, 1979 y 1980. Es notable la producción de Europa, ya que este continente produce el 70% de la producción mundial y ocupa también el 70% de la superficie cosechada; en cuanto a producción le sigue Asia con el 15.26% y América con el 11.85%; el resto (2.73%) lo produjeron - Africa y Oceanía.

El principal productor de papa es la U.R.S.S. con una producción promedio mundial de 1978 a 1981 de 30.07%, le siguen Polonia y Estados Unidos con 15.7% y 5.80% respectivamente.

En Europa se ha registrado una reducción en la superficie cosechada, puesto que de 15.2 millones de hectáreas cosechadas

en el período de 1969-1971, se redujo a 13 millones en 1978 y a 12.6 millones en 1980, lo que significa una reducción de 2.6 millones de hectáreas.

En el cuadro 3 se muestra la superficie y producción de los principales países productores de 1978 a 1981, se hace notar también la reducción o aumento en el área de cultivo.

En el cuadro No. 4 se observa la reducción o aumento en la cantidad de toneladas en 1981 con respecto a 1978, pudiéndose observar que cambia el orden de los países, ya que los rendimientos son diferentes. Lo anterior se observa más fácilmente en el cuadro No. 5, en donde se muestra el rendimiento medio por hectárea para el período 1978-1981, notándose que Estados Unidos obtiene el rendimiento más alto por hectárea y Yugoslavia el más bajo, con 30.64 ton/ha. y 9.96 ton/ha. respectivamente.

En el cuadro No. 6 se presentan los principales países exportadores de papa, observándose que los Países Bajos ocupan el primer lugar; le siguen Francia e Italia con el 31,84, 15.50 y 7.26 respectivamente.

En lo que respecta a los países importadores de papa (cuadro No. 7), se observa que Alemania Federal importa el 26.44% del total mundial; el segundo lugar lo ocupa el Reino Unido con el 8.34% y después Italia con 7.72%.

CUADRO No. 1 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE

PAPA (Solanum tuberosum L.)

Producción 1978-1980

Miles de toneladas

CONTINENTE Y PAIS	1978	1979	1980	% de producción respecto al - total mundial de 1980
TOTAL	275,511	283,542	225,718	100.00
Europa	207,362	213,322	158,389	70.17
U.R.S.S.	86,124	90,956	66,900	29.64
Polonia	46,648	49,572	26,400	11.70
Alemania R.D.	10,510	8,716	8,568	3.80
Francia	7,467	7,450	7,485	3.32
Alemania R. F.	10,510	8,716	6,694	2.97
Reino Unido	7,330	6,485	6,327	2.80
Países Bajos	6,231	6,277	6,267	2.77
España	5,364	5,637	5,876	2.60
Rumania	4,465	4,562	4,000	1.70
Italia	2,843	3,020	3,072	1.36
Checoslovaquia	3,995	3,725	2,713	1.20
Yugoslavia	2,501	2,724	2,387	1.06
Hungría	1,883	1,512	1,400	0.62
Belgica/Luxemburgo	1,575	1,236	1,240	0.55
Suecia	1,339	1,284	1,153	0.51
Portugal	1,225	1,012	1,115	0.49

CONTINENTE Y PAIS	1978	1979	1980	%de producción respecto al total mundial de 1980
Otros	5,684	5,417	5,528	2.45
Asia	32,866	35,521	34,434	15.26
China	12,529	12,536	12,537	5.56
India	8,135	10,125	8,306	3.68
Japón	3,316	3,381	3,330	1.46
Turquía	2,750	2,870	3,330	1.46
Corea R.D.P.	1,450	1,500	1,550	0.69
Otros	4,686	5,109	5,377	2.38
América	29,958	28,998	26,779	11.86
U.S.A.	16,616	15,538	13,653	6.05
Canadá	2,518	2,760	6,532	1.12
Colombia	1,996	1,996	2,038	0.90
Brasil	2,014	2,149	1,932	0.85
Argentina	1,593	1,694	1,568	0.69
Perú	1,713	1,716	1,480	0.66
México	923	1,049	1,053	0.47
Otros	2,585	2,129	2,535	1.12
Africa	4,275	4,666	4,918	2.10
Egipto	773	1,019	1,157	0.51
Sudáfrica	713	653	650	0.25
Argelia	473	501	500	0.22

CONTINENTE Y PAIS	1978	1979	1980	% de producción respecto del -- total mundial - de 1980
Marruecos	250	340	390	0.17
Kenya	361	360	360	0.16
Otros	1,071	1,793	1,861	0.83
Oceanía	1,051	1,034	1,199	0.55
Australia	772	795	913	0.41
Nueva Zelandia	273	234	280	0.12
Otros	6	5	6	----

Fuente: Anuario FAO de producción; Colección FAO, Estadísticas, No.40
Roma 1982.

CUADRO No. 2. PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE
 PAPA (Solanum tuberosum L)
 SUPERFICIE COSECHADA 1978-1980
 MILES DE HECTAREAS

CONTINENTE Y PAIS	1978	1979	1980	% respecto al total mundial de 1980
TOTAL	18,444	18,380	18,030	100.00
Europa	13,020	12,836	12,590	69.83
U.R.S.S.	7,042	6,970	6,933	38.44
Polonia	2,360	2,241	2,336	12.96
Alemania R.D.	579	549	519	2.18
Francia	277	273	254	1.41
Alemania R.F.	355	274	264	1.44
Reino Unido	214	204	205	1.14
Países Bajos	162	166	173	0.96
España	371	352	360	2.00
Rumania	305	294	300	1.66
Italia	172	169	166	0.92
Checoslovaquia	220	213	190	1.05
Yugoslavia	298	296	286	1.59
Hungría	116	105	90	0.50
Austria	57	58	53	0.29
Bélgica/Luxemburgo	37	38	38	0.21

CONTINENTE Y PAISES	1978	1979	1980	% respecto del total mundial_ 1980
Suecia	45	42	48	0.23
Portugal	130	113	110	0.61
Otros	280	274	275	1.53
Asia	3,042	3,201	3,129	17.36
China	1,453	1,454	1,464	8.12
India	665	795	693	3.85
Japón	128	125	123	0.68
Turquía	179	169	175	0.97
Corea R. D. P.	118	120	125	0.69
Otros	449	543	549	3.04
América	1,801	1,739	1,670	9.26
E.U.A.	556	514	468	2.60
Canadá	111	113	107	0.59
Colombia	142	148	168	0.93
Brasil	211	203	181	1.00
Argentina	115	110	105	0.58
Perú	255	255	250	1.38
México	69	86	79	0.44
Otros	342	309	312	1.73
Africa	535	581	595	3.30
Egipto	55	60	78	0.43
Sudáfrica	50	50	50	0.28
Argelia	73	77	80	0.44

CONTINENTE Y PAIS	1978	1979	1980	% respecto del total mundial 1980
Marruecos	20	24	27	0.15
Kenya	48	48	48	0.27
Otros	289	302	312	1.73
Oceania	46	43	46	0.26
Australia	36	35	38	0.21
Nueva Zelandia	9	8	8	0.05

Fuente: Anuario FAO de Producción 1980; Colección FAO: Estadística,
No. 40,; Roma 1982; FAO: 306 pp.

CUADRO No. 3.- PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE PAPA (Solanum tuberosum L.)

AREA COSECHADA 1978-1981

MILES DE HECTAREAS

PAIS	1978	1979	1980	1981	Reducción o Incremento en el Area de 1981 con respecto de 1978 (miles hectáreas)
TOTAL	18,444	18,515	17,978	17,861	
U.R.S.S.	7,042	6,970	6,936	6,854	-188
Polonia	2,360	2,441	2,344	2,258	-102
China	1,453	1,558	1,504	1,505	52
India	665	807	685	732	67
Alemania R.D.	579	549	513	513	- 66
E.U.A.	556	514	468	498	- 58
España	371	355	356	337	- 36
Rumania	305	294	300	296	- 19
Yugoslavia	298	296	286	300	2
Alemania R.E	355	325	307	277	- 78

Fuente: Anuario FAO de Producción, 1981; Colección FAO, Estadística, No. 40: Roma, 1982; FAO;

CUADRO No. 4.- PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE PAPA (Solanum tuberosum L.)
 PRODUCCION 1978-1981
 MILES DE TONELADAS

PAIS	1978	1979	1980	1981	Reducción o Incremento en la Producción de -- 1981 con respecto a -- 1978 (M de Ton.)
TOTAL					
U.R.S.S.	275,511	288,294	230,122	156,978	- 18,956
Polonia	86,124	90,956	67,023	72,023	- 5,972
China	12,529	15,536	15,036	15,039	- 497
India	8,135	10,133	8,327	9,599	- 1,943
Alemania RD.	10,777	12,443	12,443	9,214	- 400
E.U.A.	16,616	15,535	13,737	15,135	- 134
España	5,364	5,637	5,737	5,771	35
Rumania	4,465	4,562	4,135	4,500	- 274
Yugoslavia	2,501	2,724	2,240	2,500	- 2,160
Alemania.RE.	10,510	10,205	7,970	8,045	

Fuente: Anuario FAO de Producción, 1981; Colección FAO, Estadística, No. 40; Roma, 1982; FAO:
 306.

CUADRO No. 5.- PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

RENDIMIENTO MEDIO POR HECTAREA

PAIS	1978	1978	1980	1981
U.R.S.S.	12.23	13.05	9.66	10.50
Polonia	19.76	20.31	11.26	18.86
China	8.62	9.98	9.99	9.99
India	12.22	12.55	12.15	13.11
Alemania R.D.	18.62	22.29	17.95	20.46
E.U.A.	29.87	30.22	29.40	30.36
España	14.58	15.87	16.13	16.53
Rumania	14.62	15.53	14.43	15.71
Yugoslavia	8.39	9.20	8.50	8.33
Alemania R.F.	29.57	31.14	25.92	29.00

Fuente: Anuario FAO de Producción 1981; Colección FAO, Estadística,
No. 40; Roma, 1982; FAO; 306 pp

CUADRO No. 6.- PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

1978 - 1981

MILES DE TONELADAS

PAIS	1978	1979	1980	% Relativo con respecto al total en 1980
Países Bajos	1,045	1,381	1,559	31.84
Francia	608	434	759	15.50
Italia	344	404	373	7.62
Canadá	140	163	254	5.17
Reino Unido	117	143	191	3.90
Polonia	190	469	176	3.59
Bélgica/ Luxemburgo	117	229	172	3.52
Chipre	140	146	172	3.51
Alemania R.F.	143	162	159	3.25
Líbano	40	35	125	2.56
Otros	1,080	1,028	956	19.52

Fuente: Anuario FAO de Comercio, 1980; Vol. 34; Roma, 1982; FAO;

CUADRO No. 7 PRINCIPALES PAISES IMPORTADORES DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

1978- 1980

(Miles de Toneladas)

PAIS	1978	1979	1980	% Relativo -- con respecto al total en_ 1980
TOTAL.	3,894	4,550	4,833	100.00
Alemania R.F.	1,014	1,089	1,278	26.44
Reino Unido	327	372	403	8.34
Italia	359	401	373	7.72
Bélgica/ Luxemburgo	212	214	260	5.38
Países Bajos	208	230	202	4.18
Argelia	128	193	200	4.14
Francia	178	227	169	3.50
U.R.S.S.	139	418	140	2.90
Líbano	26	50	96	1.99
Otros	1,272	1,326	1,612	33.34

Fuente: Anuario FAO de Comercio, 1980; Vol. 34; Roma, 1982; FAO;

308 pp.

4.2.- IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION NACIONAL

4.2.1.- Importancia Nacional

En México se estableció el cultivo de la papa en condiciones de temporal en las Sierras y Valles Altos de la República, es decir, esencialmente en zonas marginadas. Fué hasta 1957 en que se inició el Programa Nacional de Mejoramiento de Papa, con el cual se incorporaron nuevas áreas al cultivo en zonas bajo riego, lo que dió como resultado el mejoramiento en la producción.

En el cuadro No.8, se observan algunos datos de producción promedio por quinquenio, a partir de 1925 y hasta 1980.

CUADRO No. 8.- PRODUCCION NACIONAL DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L)
PROMEDIO DE PRODUCCION DE 1925 a 1980

Por Quinquenios

AÑOS	SUP. COSECHADA (ha.)	RENDIMIENTO (Kgs./ha)	PRODUCCION (Ton.)	CONSUMO	
				Nacional (Ton.)	Per capita (Kgs.)
1925-1929	14,784	3,080	45,540	47,389	3.049
1930-1934	11,890	4,320	51,362	51,952	3.025
1935-1939	14,937	4,640	69,313	70,476	3.760
1940-1944	24,203	4,376	103,918	108,010	5.220
1945-1949	27,898	4,578	127,710	133,035	5.665
1950-1954	30,948	4,062	142,410	156,970	5.680
1955-1959	41,006	4,966	203,620	205,929	6.307
1960-1964	46,081	7,710	360,826	360,961	9.352
1965-1969	41,888	9,364	392,259	393,989	8.594
1970-1974	51,020	11,083	565,472	568,525	10.443
1975-1979	64,652	12,298	796,661	791,624	12.428
1980-	71,398	12,627	901,574	930.094	13.412

Fuente: Econometría Agrícola, Sept. 1981; México, 1982.

Es necesario anotar que los mayores incrementos en la producción fueron en el quinquenio de 1940-1944, en donde se registró un aumento de 49.92% con respecto al quinquenio anterior, y a partir de 1960 este promedio fué del 25% aproximadamente. El aumento en el rendimiento fué del 309 % de 1926 a 1980; la superficie cosechada aumentó en un 382% y el consumo per cápita en un 339.88% - en el mismo período.

La papa ocupa el primer lugar en superficie cosechada de las 43 hortalizas cultivadas en México, ya que ésta superficie es de 16.78% como promedio de 1970-1980, y el 0.44% con respecto al total de cultivo anuales, (Cuadro No.9).

En el mismo período el valor de la producción de papa fué del 14.58% de las hortalizas cultivadas y el 2.26% con respecto al total de cultivos anuales; estos datos se observan en el cuadro -- No. 10.

4.2.2.- Distribución Nacional

La papa es producida en 27 estados de México, esto refleja la importancia de su cultivo; de estas 27 entidades, 15 de ellas producen el 90% del total nacional (fig. No. 3); en el cuadro No. 11 se observan los promedios de 1970-1974, 1975-1979 y 1980; en el cuadro No. 12 se enumeran las entidades productoras de papa, así como el porcentaje que representa su producción y superficie cosechada con respecto al total nacional, en el período comprendido entre 1970-1980 (promedio).

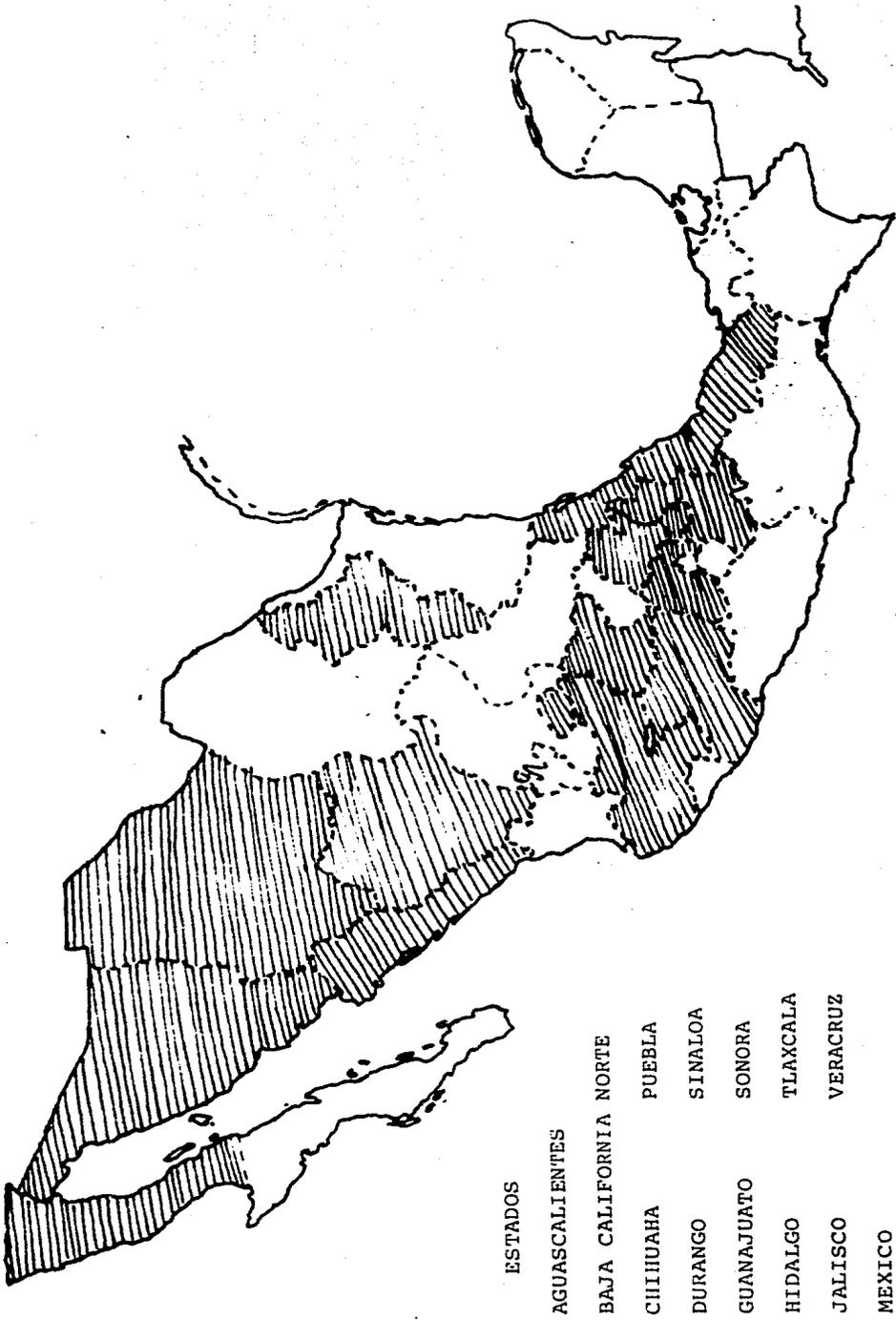


Figura No. 3.- Principales Estados Productores

CUADRO No. 9.- SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA
(Solanum tuberosum L)

Hectáreas

AÑOS	SUPERFICIE COSECHADA		% de superficie cosecha da de papa con respecto al total de cultivos -- anuales
	CULTIVOS ANUALES	PAPA	
1970	13,172,655	48,180	0.36
1971	13,604,135	43,465	0.31
1972	13,334,272	53,788	0.41
1973	13,875,893	55,226	0.39
1974	12,903,956	54,439	0.40
1975	13,369,581	57,108	0.42
1976	12,604,210	55,896	0.44
1977	14,135,386	54,063	0.38
1978	13,869,599	69,481	0.50
1979	12,190,639	85,473	0.70
1980	13,570,669	80,165	0.59

Fuente: Econotécnica Agrícola; Vol. IV; México, 1981.

Econotécnica Agrícola; Vol. V; México, 1982.

CUADRO No. 10.- VALOR DE LA PRODUCCION NACIONAL DE
 LA PAPA (Solanum tuberosum L)
 MILES DE PESOS

ANO	VALOR DE LA PRODUCCION CULTIVOS ANUALES	PAPA	% del valor de la -- papa con respecto al -- total de cultivos -- anuales
1970	22,693,768	495,005	2.18
1971	24,862,411	477,607	1.92
1972	26,267,409	521,894	1.98
1973	36,010,898	722,855	2.00
1974	47,025,412	881,802	1.87
1975	53,818,939	998,197	1.85
1976	60,600,985	1,329,667	2.19
1977	89,830,706	1,709,138	1.90
1978	108,052,628	3,786,971	3.50
1979	115,170,409	3,615,052	3.13
1980	174,413,385	3,335,824	2.34

Fuente: Econotécnia Agrícola, Vol. IV; México, 1981.

CUADRO No. 11.- PRODUCCION NACIONAL DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

PROMEDIO DE SUPERFICIE COSECHADA

Hectáreas

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA		
	1970-1974	1975-1979	1980
AGUASCALIENTES	447	175	7
B.C.NORTE	1,081	1,197	1,074
B.C. SUR	48	196	204
COAHUILA	174	226	905
CHIAPAS	894	1,144	620
CHIHUAHUA	6,856	4,452	2,349
DISTRITO FEDERAL	63	270	37
DURANGO	804	658	591
GUANAJUATO	3,750	3,469	1,231
GUERRERO	73	98	50
HIDALGO	1,131	1,404	950
JALISCO	811	252	597
MEXICO	3,510	7,272	18,539
MICHOACAN	3,800	2,482	2,692
MORELOS	123	65	93
NAYARIT	584	538	568
NUEVO LEON	1,648	1,526	1,610
OAXACA	563	613	2
PUEBLA	11,942	15,950	23,647
QUERETARO	148	49	65
S.L.P.	112	17	---
SINALOA	2,221	4,506	5,811
SONORA	698	1,319	1,412
TLAXCALA	1,547	2,565	2,677
VERACRUZ	7,495	13,034	12,998
YUCATAN	6	6	---
ZACATECAS	460	370	25
TOTAL	51,019	64,707	79,508

Fuente: Econotécnica Agrícola, Vol. III; México, 1984.

CUADRO No. 12.- PRODUCCION NACIONAL DE PAPA
(Solanum tuberosum)

PROMEDIO DE PRODUCCION
TONELADAS

ESTADO	PRODUCCION		
	1970-1974	1975-1979	1980
AGUASCALIENTES	8,954	2,965	1,918
B.C. NORTE	23,832	24,781	52,802
B.C. SUR	3,246	4,299	3,201
COAHUILA	3,919	6,785	28,960
CHIAPAS	4,910	6,001	3,918
CHIHUAHUA	65,025	83,696	33,249
DISTRITO FEDERAL	1,075	4,676	444
DURANGO	7,894	5,791	4,657
GUANAJUATO	67,219	65,350	26,516
GUERRERO	636	881	355
HIDALGO	14,442	16,243	11,886
MEXICO	37,256	74,256	234,458
MICHOACAN	54,916	40,773	88,147
MORELOS	1,245	893	1,765
NAYARIT	4,949	3,038	7,829
NUEVO LEON	31,269	6,337	51,880
OAXACA	2,366	6,890	26
PUEBLA	85,182	133,134	193,033
QUERETARO	2,902	539	456
S.L.P.	1,167	309	---
SINALOA	39,338	93,496	138,045
SONORA	12,122	21,726	34,558
TLAXCALA	7,340	22,318	40,179
VERACRUZ	69,543	121,264	123,446
YUCATAN	42	42	---
ZACATECAS	5,619	5,841	497
TOTAL	545,472	797,522	1,093,235

Fuente: Econotécnia Agrícola, VOL. III; México, 1984.

CUADRO No. 13.- ESTADOS PRODUCTORES DE PAPA

(Solanum tuberosum)

PRODUCCION Y SUPERFICIE COSECHADA

PROMEDIO 1970-1980

ESTADO	SUPERFICIE COSE CHADA (Ha.)	%	PRODUCCION (Ton.)	%
México	9,773	15.01	115,291	14.19
Veracruz	11,176	17.17	104,916	12.91
Puebla	17,180	26.39	93,786	11.54
Sinaloa	4,179	6.42	93,596	11.52
Michoacán	2,993	4.59	61,278	7.54
Chihuahua	4,552	6.99	60,657	7.46
Guanajuato	2,817	4.32	53,028	6.52
B.C. Norte	1,328	2.03	37,138	4.57
Nuevo León	1,595	2.45	29,828	3.67
Tlaxcala	2,263	3.47	23,279	2.86
Sonora	1,143	1.75	22,802	2.80
Hidalgo	1,161	1.78	14,190	1.74
Jalisco	553	0.83	8,926	1.09
Durango	684	1.05	6,114	0.75
Total	61,397	94.54		89.72

Fuente: Econotecnia Agrícola, México, 1984.

Como se observa los estados que más producen son México, -- Veracruz, Puebla y Sinaloa, ellos solos producen el 48.15% del total nacional; se debe hacer notar que Sinaloa tiene un alto rendimiento por hectárea, de 18 ton/ha. y el estado de México incrementó su superficie de 1978 a 1980 de 3,288 a 18,539 hectáreas, lo -- que los hace estar en los primeros lugares de producción. (Cuadro No. 13).

Cabe señalar que la producción de papa se divide en dos ciclos, Primavera-Verano y Otoño-Invierno, en los cuadros 14 y 15 se indica el promedio de producción de papa en los principales estados,

de 1977 a 1980 por ciclo agrícola, por orden decreciente de producción así como el porcentaje que esa producción representa frente a la producción total nacional promedio en el mismo ciclo.

CUADRO No. 14.- ESTADOS PRODUCTORES DE PAPA
(Solanum tuberosum)

PRODUCCION Y SUPERFICIE COSECHADA
CICLO OTOÑO/INVIERNO
Promedio 1977/1980

ESTADO	SUPERFICIE COSECHA CHADA	COSECHA (Has.)	PRODUCCION (Ton.)	RENDIMIENTO (Kgs/ha.)	%
Sinaloa	5,054		111,319	22.03	32.32
Guanajuato	2,434		48,042	19.73	13.91
México	3,305		41,052	12.42	11.88
Sonora	1,327		29,747	22.41	8.61
Puebla	3,508		29,925	8.53	8.66
Veracruz	7,522		25,410	7.37	7.35
Michoacán	1,695		25,453	14.42	7.08
Hidalgo	1,008		13,331	13.22	3.86
Tlaxcala	702		7,506	10.69	2.17
Nayarit	541		6,947	12.84	2.01
Jalisco	193		2,710	14.04	0.78
B.C. Sur	148		2,518	17.01	0.72
TOTAL	23,571		345,346		99.26

Fuente: Anuario Estadístico Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos de 1977, 1978, 1979 y 1980; México.

Como se observa en los cuadros 14 y 15 los estados productores cambian en cada ciclo agrícola, en el ciclo otoño/invierno, Sinaloa, Guanajuato y México, produjeron el 58% de la producción nacional, asimismo cabe mencionar que la mayor parte de la producción, en promedio el 83% se produce en tierras de riego, y el total de este porcentaje es fertilizado, en cambio el 17% restante, el cual es producido en tierras de temporal, solo es fertilizado el 25%.

En el ciclo primavera verano, los estados que más producen son Puebla, Veracruz y México, los cuales producen el 55% del total. En este ciclo sucede lo contrario del de otoño/invierno, ya que se produce el 66% en tierras de temporal de las cuales el 75% se fertiliza; el 34% restante de la producción se obtiene en tierras de riego, de las cuales el 100% se fertiliza.

En el aspecto de rendimiento por hectárea se hace notar que los más altos rendimientos se obtienen en el ciclo primavera-verano, en los estados de Baja California Norte (32.44 ton/ha.), Coahuila (31.44 ton/ha.) y Nuevo León (29.66 ton/ha.); es necesario mencionar que en estos estados se siembra casi exclusivamente por riego, además de que se cuenta con más tecnología que en otros estados. En el ciclo otoño-invierno, los estados que más produjeron fueron Sinaloa, Sonora y Guanajuato, con rendimientos promedios de 22.02, 22.41 y 19.17 ton/ha.

En México existen aproximadamente 170 municipios productores, de los cuales 123 producen el 90 al 100% de la producción en los estados en los cuales la papa tiene importancia. En el cuadro Núm 16 se mencionan los estados y municipios que más produjeron para el año de 1981.

CUADRO No. 15.- ESTADOS PRODUCTORES DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCION

CICLO PRIMAVERA/VERANO

PROMEDIO 1977/1980

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA (Ha.)	PRODUCCION (Ton.)	RENDIMIENTO (Kgs./ha.)	%
Puebla	14,922	122,305	8.19	21.14
Veracruz	10,591	101,434	9.57	17.78
México	8,337	86,661	10.39	15.19
Chihuahua	3,914	80,006	20.44	14.02
B.C. Norte	1,514	49,117	32.44	8.61
Nuevo León	1,482	43,965	29.66	7.70
Tlaxcala	2,064	21,687	10.50	3.80
Coahuila	469	14,702	31.32	2.57
Guanajuato	561	11,499	20.49	2.01
Michoacán	938	10,902	11.62	1.91
Chiapas	1,118	6,306	5.64	1.10
Hidalgo	435	5,312	12.21	0.93
Durango	674	5,017	7.44	0.87
Jalisco	254	4,712	18.55	0.82
Zacatecas	239	4,039	16.89	0.70
Sonora	259	3,596	13.88	0.63
B.C. Sur	113	2,424	21.89	0.42
Total	49,217	570,328		100.00

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos de --
1977, 78, 79 y 80 México.

CUADRO No. 16.- MUNICIPIOS PRODUCTORES DE PAPA

(*Solanum tuberosum* L)
 SUPERFICIE Y PRODUCCION
 1981

ESTADOS Y MUNICI PIOS	SUPERFICIE COSE		PRODUCCION	MUNICIPIOS PRODUCTORES
	CHADA	(Has.)	(Ton.)	
VERACRUZ	9,865		111,847	25
Ayahualco	3,030		42,420	
Perote	2,388		24,055	
Coscomatepec	1,152		12,633	
Rafael Ramírez	800		8,000	
Calcahualco	700		6,400	
Alpatlahua	670		6,160	
Otros	1,125		11,654	
PUEBLA	22,756		152,912	30
S. la Fragua	6,635		41,202	
Tlachicháca	4,170		26,800	
Cd. Serdán	2,189		13,134	
Libres	1,063		13,957	
Atzintla	1,463		8,778	
Tlatlanquitepec	795		7,953	
Gpe. Victoria	1,275		5,646	
Otros	5,166		36,432	
CHIHUAHUA	6,582		70,580	
Jímenez	370		12,765	
Aldama	280		9,764	
Carichic	1,145		8,286	
Gómez Farfás	948		6,837	
Guachochi	712		5,121	
Gpe. y Calvo	697		5,014	
Valle de Allende	96		3,312	
Madera	368		2,657	
Urique	328		2,356	
Otros	1,638		15,016	

ESTADOS Y MUNICI PIOS	SUPERFICIE COSE		PRODUCCION (Ton.)	MUNICIPIOS PRODUCTORES
	CHADA	(Has.)		
GUANAJUATO	1,245		26,510	7
Sn Fco. del Rincón	645		14,259	
Silao	303		5,763	
Romita	104		1,945	
Purísima de Bustos	64		1,420	
León	63		1,264	
Villagrán	11		156	
San Felipe	45		1,710	
SINALOA	3,533		74,793	4
Ahome	1,247		28,845	
Guasave	1,274		22,589	
El Fuerte	843		19,527	
S. de Leyva	168		3,832	
MICHOACAN	2,064		35,058	9
Zamora	1,039		15,819	
Jacona	407		6,302	
Tanguacicuaro	172		4,973	
Maravatio	177		4,973	
Ixtlán	150		2,340	
Venustiano Carranza	34		888	
Cheran	60		720	
Vista Hermosa	20		400	
Pajacuarán	5		100	
MEXICO	11,102		136,290	24
San Felipe del P.	2,344		32,816	
Zinacatepec	1,981		26,794	
Temascaltepec	1,890		23,621	
Tenango del Valle	1,312		18,061	
Valle del Bravo	826		8,623	
Amalco	428		5,047	
Acambay	334		4,676	
Villa Victoria	224		3,136	
Otros	1,713		13,516	
NUEVO LEON	1,157		34,937	1
Galeana	1.157		34,937	

ESTADOS Y MUNICI PIOS	SUPERFICIE COSE CHADAS (Has.)	PRODUCCION (Ton,)	MUNICIPIOS PRODUCTORES
B. C. NORTE	1,529	31,678	1
Ensenada	1,529	31,678	
SONORA	1,478	34,511	2
Valle del Mayo	1,398	32,643	
Valle del Yaqui	80	1,868	
HIDALGO	789	14,402	1
Meztitlán	789	14,402	
TLAXCALA	2,137	36,557	9
Huamantla	531	10,134	
Terrenate	594	9,447	
Cupixtla	470	8,386	
Tlaxco	420	6,660	
Alzayanca	79	1,367	
Otros	39	637	
AGUASCALIENTES	134	3,575	
Rincón de Romos	80	2,240	
Cosío	20	500	
Pabellón de Arteaga	16	360	
Aguascalientes	10	300	
Asientos	8	167	
DURANGO	554	3,616	12
Durango	96	1,020	
Otaéz	135	899	
Pueblo Nuevo	98	426	
S. Papasquiario	76	416	
Canelas	45	234	
Topia	30	216	
Otros	74	330	
JALISCO	306	6,368	
Tizapán	258	5,173	
Tatalpa	40	996	
Teocuitlán de Corona	5	125	
Ocotlán	3	74	

Fuente: Econotecnia Agrícola, México, 1984;

5.- CARACTERISTICAS DE LA PLANTA
DE PAPA

5.1.- CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino: Plantae
 Subreino: Embryobionta
 División: Embryophita
 Clase: Dicotiledoneae
 Orden: Tubiflorales
 Familia: Solanaceae
 Sección: Tuberarium
 Subsección: Hyperbasarthum
 Serie: Tuberosa
 Género: Solanum
 Especie: Tuberosum (29)

La papa cultivada pertenece al género solanum, el cual está constituido por más de 2,000 especies, de las cuales 200 son --tuberíferas y se encuentran distribuidas principalmente en Centroamérica, Sudamérica y Australia (29)

Las 200 especies tuberosas pertenecen a la sección Tuberarium o Petota, las cuales tienen como base haploide el número 12, --encontrándose diploides de 24 cromosomas, triploides de 36, tetraploides de 48, pentaploides de 60 y hexaploides de 72 cromosomas. --Esta sección se divide en dos subsecciones, la Basarthrum y la Hyperbasarthum, siendo la segunda la de más importancia ya que en ella se encuentran

clasificadas la mayoría de las especies cultivadas y no cultivadas, o que al cruzarse entre ellas dan como resultado híbridos fértiles.-
(60)

La subsección Hiperbasarthrum está dividida a su vez en 13 series, de las cuales la más importante es la Tuberosa, Acauila, Longipedicellata, Demissa y Comersiana entre otras secciones se encuentran especies de diferente número cromosómico a pesar de lo -- cual la cruce entre ellas es relativamente fácil, logrando de esta manera introducir a la papa cultivada caracteres que ésta no posee, o posee en grado muy reducido, estas características son resistencia al frío, tizón tardío, tizón temprano, nematodo dorado y catarinita de la papa (29)

Las especies Solanum tuberosum L., está compuesta de dos -- subespecies, la subespecie tuberosum y la subespecie andígena. Es posible que la subespecie tuberosum sea el resultado de la selección artificial de la subespecie andígena, hecha en Chile por los indígenas que la llevaron de los Andes Bolivianos y de la selección hecha en Europa a donde fué llevada por los conquistadores. -
(60)

Las principales diferencias entre las dos subespecies son:

- a) Subespecie tuberosum: Hojas biseccionadas, con grandes pecíolos, arqueadas y puestos en ángulo. Corola siempre de color palido o blanco; tuberización en días lar-

gos y cortos y a altitudes a partir de los 500 metros --
snm.

- b) Subespecies andígena: Numerosos pecíolos, muy cercanos y envolventes. Pedicelo grueso; tuberización en días cortos y a altitudes mayores de 2,000 msnm (60).

5.2.- CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA PLANTA.

5.2.1.- Rafz:

La rafz de la papa presenta ciertas particularidades, ya -- que cuando procede de la semilla, la rafz es típica, es decir hay una rafz principal, la cual se transforma en fibrosa. Las raíces -- provenientes de tubérculos usados como órganos reproductores son -- fibrosas, con raíces adventicias, que emergen generalmente en grupos de tres, a partir de nudos de los tallos subterráneos. Las --- raíces laterales se originan de las regiones del periciclo de las raíces, en los meristemas de los tallos subterráneos, junto a la -- placa nodal. La división celular del periciclo da origen al primor dio radicular, el cual se abre paso mecánicamente, a través de la corteza (19,72).

Las raíces pueden penetrar hasta los 60 cms, aproximadamente, pero la mayoría se encuentra en los primeros 40 cms. de profun didad; rara vez se encuentran bien distribuidas, lo que provoca -- que sólo puedan aprovechar el agua de los primeros 30 cms, de ---

profundidad del suelo, esto lo hace ser un cultivo exigente en ---
agua. (2.61)

Generalmente las raíces crecen primero horizontalmente y --
después hacia abajo, provocando que la parte que está directamente
abajo de la planta este libre de raíces (60)

5.2.2.- Tallos:

El tallo de la planta de papa es anual, herbáceo, erecto y_
de aproximadamente 50 cms. de alto. El tallo también es anguloso,-
estos ángulos se extienden hasta formar ramificaciones o alas, las
cuales cambian su forma según la variedad y pueden ser rectas, on-
duladas, prominentes o incóspicuas, además están tan juntas que --
pueden parecer dobles, o estar separadas, estas ramificaciones es-
tán poco desarrolladas (fig 4) (58,61).

Otras características del tallo es su coloración. que puede
ser roja o púrpura, pero generalmente es verde, o presenta man---
chas de antiocianina, ya sea distribuida uniformemente o al azar,-
también puede estar localizada en los nudos o en algunos entrenu--
dos; como ya se mencionó es herbáceo y hueco, pero en etapas avan-
zadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente le--
ñosa. Posee de 10 a 14 entrenudos en promedio (30, 61, 72) "

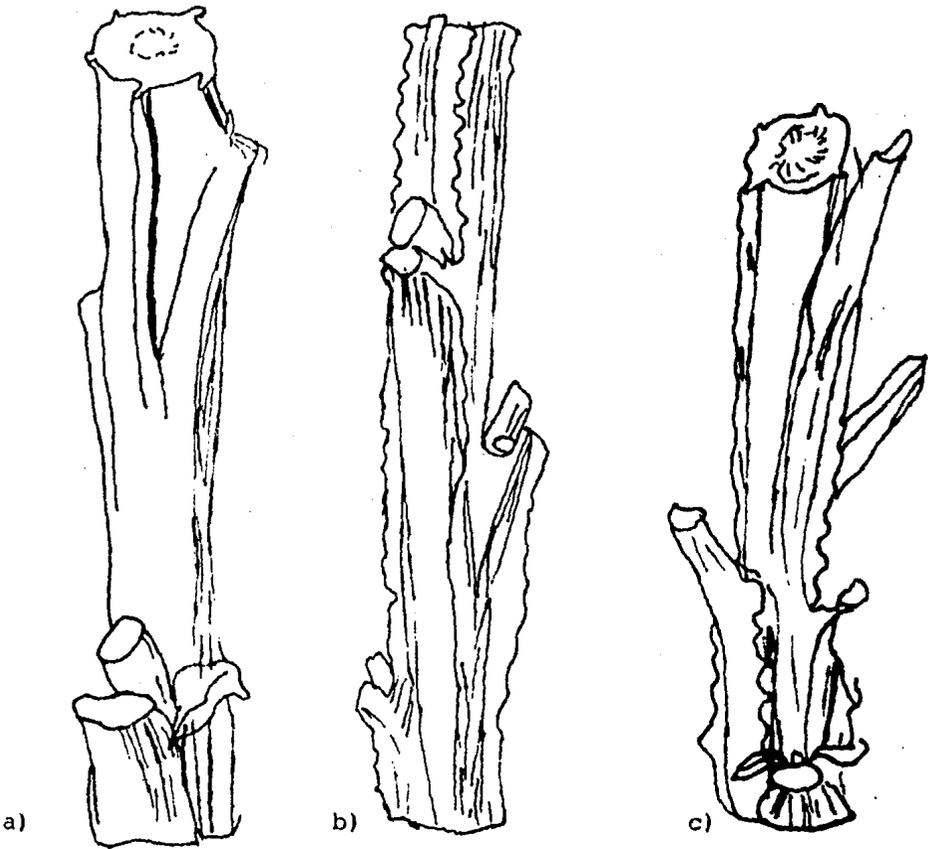


Figura No. 4.- Tallos de papa en los que se muestran los tipos de sus ramificaciones o "alas" a) Recto doble (var.- Pontiac); b) Ondulado doble (var. Garnet Chile), - c) Levemente ondulado doble (Irlandesa Cobble).

5.2.2.1.- Tallos estoloníferos

Los estolones de la papa son brotes laterales, que salen de los nudos basales de debajo de la tierra, son de color cremoso y - más gruesos que una raíz (19,61).

Típicamente son brotes de iageotrópicos con entrenudos elongados, unidos en la punta y acomodados en forma espiral en los entrenudos de la hoja.

La punta del estolón que es donde se desarrolla el tubérculo, tiene forma de gancho y es una zona altamente meristemática - (60)

5.2.2.2.- Tubérculo:

El tubérculo de la papa es un tallo modificado, el cual se desarrolla debajo del suelo. Es de forma ovoide o cilíndrica, el color de la cáscara puede ser blanco, rosa, violeta o amarillo, el color de la pulpa es blanco o amarillo y puede pesar desde unos -- cuantos gramos hasta 200 gramos o más, todo esto dependiendo de la variedad y edad a la cual se cosechen los tubérculos (9).

El tubérculo posee unas estructuras denominadas "ojos", los cuales son grupos de yemas germinales. Cada grupo de yemas localizada a los lados, representa una rama lateral con entrenudos sin - desarrollar; en el extremo contrario a donde se encuentra la ---

cicatriz de unión entre el estolón y el tubérculo, se localiza un "ojo", el cual corresponde a la rama terminal, en el cual sólo -- una yema es estrictamente lateral. La disposición de los "ojos"-- es espiral, cada "ojo" corresponde a un nudo (Fig.5) (61,67).

Es fácil distinguir en la cubierta pequeños agujeros, que son las lentícelas o poros del tubérculo, que permiten el intercambio gaseoso, el número promedio de lentícelas en la superficie del tubérculo es de 140 (60,61).

También en su estructura interna el tubérculo tiene las características de un tallo: la capa de células más externas de la papa es incolora, se llama epidermis; le siguen la peridermis, -- que contiene antiocianina, que es la que da color a la cáscara de la papa. Al madurar el tubérculo, la epidermis es reemplazada por una capa de células de corcho o suber (67, 61).

Después de la peridermis está la corteza y debajo de ella se encuentra una región de floema externo, un anillo de haces discontinuos del xilema, floema interno y en el centro la médula. A excepción de la peridermis y de los haces del xilema, existe una gran cantidad de parénquima de almacenamiento de carbohidrato, -- principalmente almidón (Fig. 6) (67).

5.2.3.- Hojas:

Las hojas de la planta de papa son alternas, con filotaxis

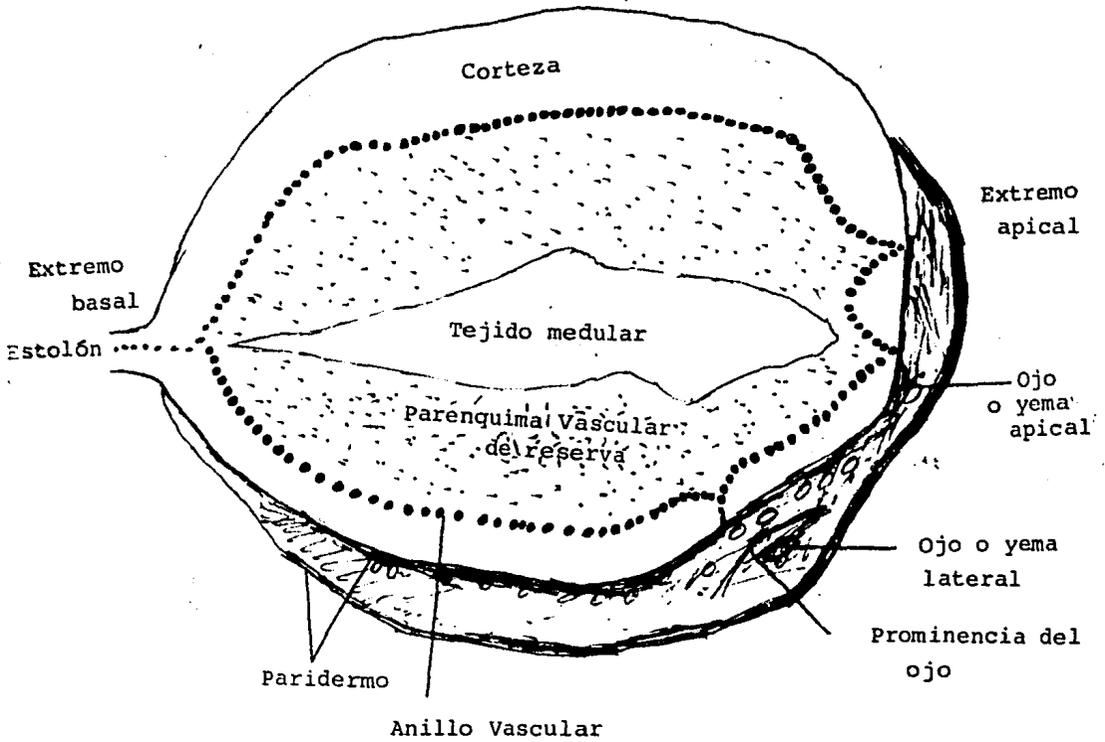


Figura No. 5.- El tubérculo de papa y sus diferentes partes

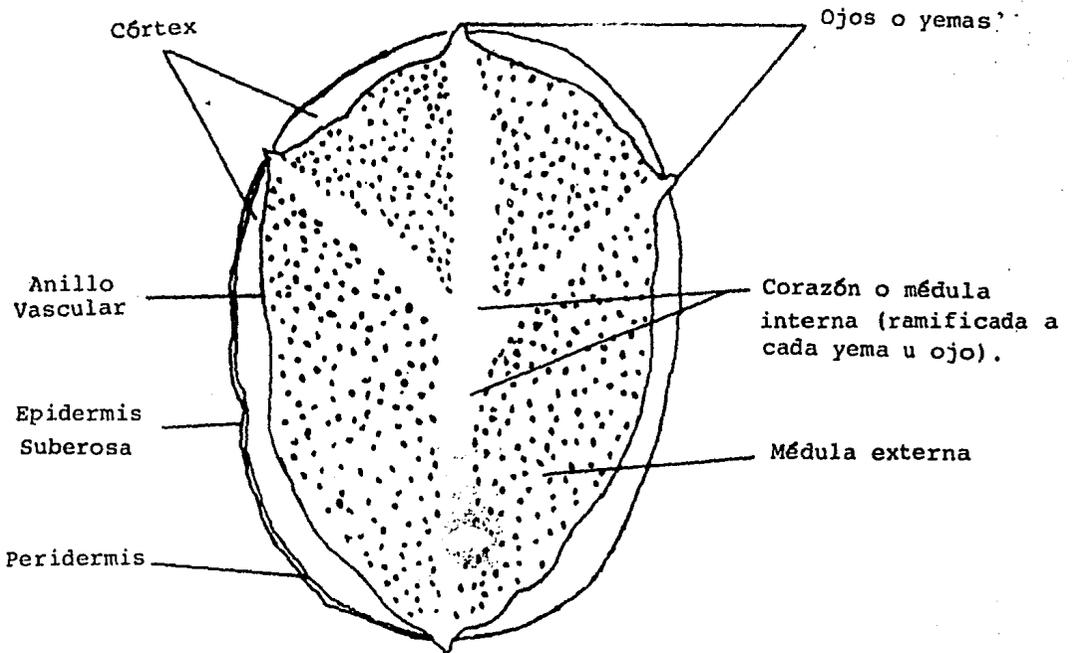


Figura No. 6.- Sección transversal de un tubérculo de papa

espiral. Poseen pelos de cubierta glandulares, que se encuentran sobre la epidermis. En algunas variedades de papa los pelos glandulares exudan un líquido que sirve como mecanismo de resistencia, ya que los pulgones se adhieren a la hoja y al cabo de cierto --- tiempo mueren por falta de alimento (26,60)

Las hojas son compuestas, aunque las primeras hojas provenientes del brote del tubérculo son simples. Estan compuestas de 3 a 4 pares de foliolos opuestos de forma oval y un foliolo terminal, que puede ser recurrente, truncado o lobulado, según la variedad (16,22,58,6).

Los foliolos primarios están intercalados con los foliolos secundarios y en ocasiones se pueden presentar hojuelas terciarias. Cuando hay pocos foliolos secundarios intercalados con los primarios, la hoja se designa abierta, en caso contrario, es decir, que existan numerosos foliolos secundarios intercalados con los primarios, la hoja se denomina cerrada (fig.7) (62).

Las hojas están unidas al tallo por un pecíolo arqueado y puesto en ángulo para sombrear, en algunas especies el pecíolo es envolvente; en las axilas que forman las hojas con el tallo se encuentran las yemas vegetativas. Las lentícelas se encuentran en toda la superficie de la hoja, pero son más numerosas en la base (58,60).

5.2.4.- Flor:

"La planta de la papa presenta una inflorescencia en forma

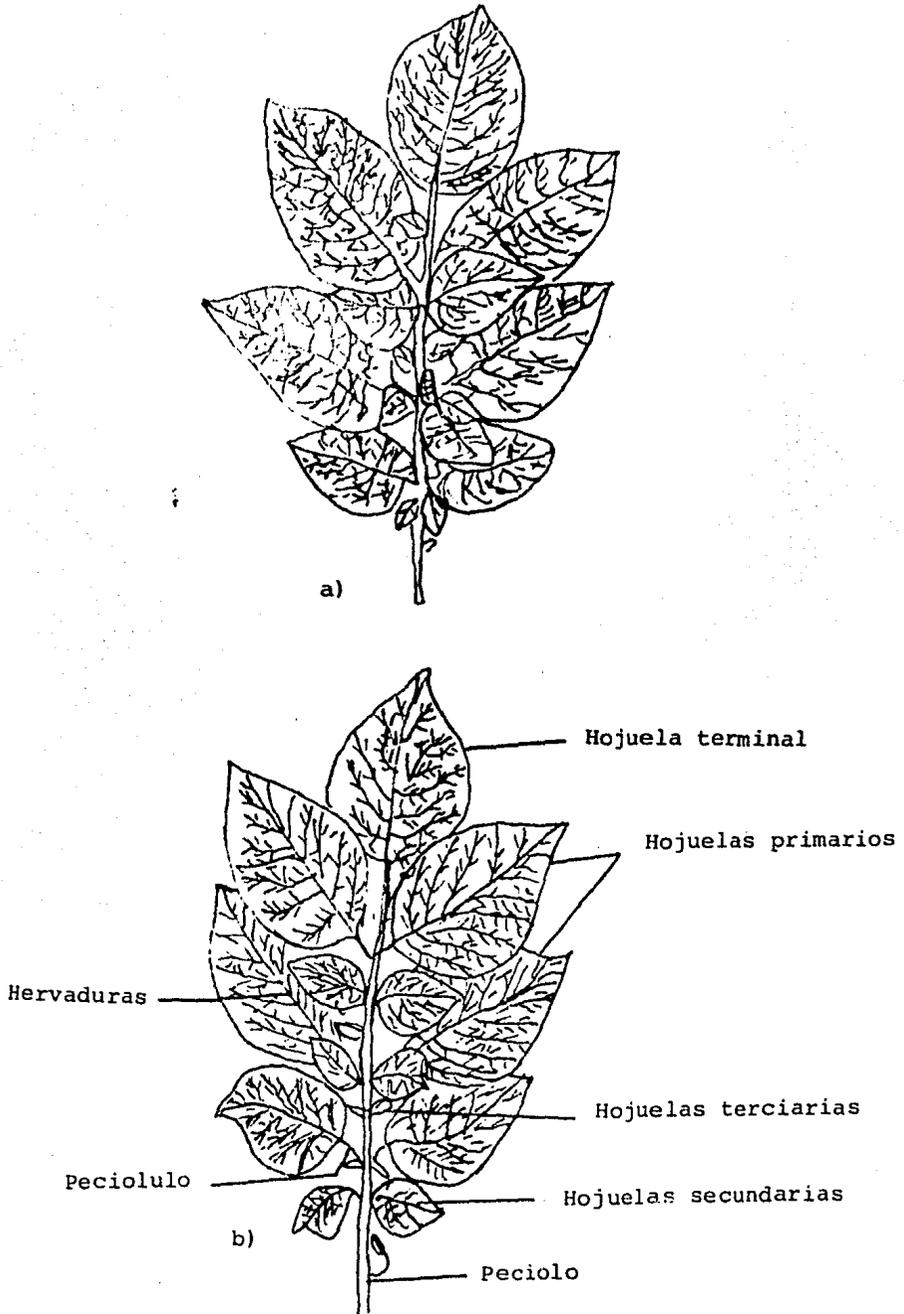


Figura No. 7.- Tipos de hojas y descripción de sus partes.

A) Tipo de hoja cerrada, b) Tipo de hoja abierta.

de cima, con pedúnculos largos, la flor es completa, con cáliz gamosépalo, con cinco dientes agudos, una corola de una sola pieza, blanca, rosa, violeta, o azul, según la variedad, con un tubo corto y el limbo horizontalmente abierto en rueda, su contorno es pentagonal, con las aristas un poco levantadas. El androceo está formado por cinco estambres con filamentos cortos y blancos o amarillo, sostenidos por el tubo corolar y con las anteras convergentes, reunidas en cono. El polen es dispersado por el viento, y generalmente se realiza autopolinización; cuando se lleva a cabo polinización cruzada (en raras ocasiones), es debido a los insectos. El gineceo consta de un ovario supero y bicarpelar, con muchos ovulos; el estilo sobrepasa a los estambres y termina en un estigma grueso" (fig. 8) (69).

5.2.5.- Fruto y semilla:

Los frutos son bayas de forma oval o redondos, con un promedio de dos a tres cms. de diámetro, carnosos de color verde-amarillento, castaño-rojizo o violeta; tiene dos lóculos con 200 a 300 semillas, aunque hay frutos que no tienen semillas, debido a factores de esterilidad (fig. No. 9) (3,72).

Las semillas son pequeñas de aproximadamente 3 mm. de diámetro, son además blancas, de forma aplastada y lenticular.

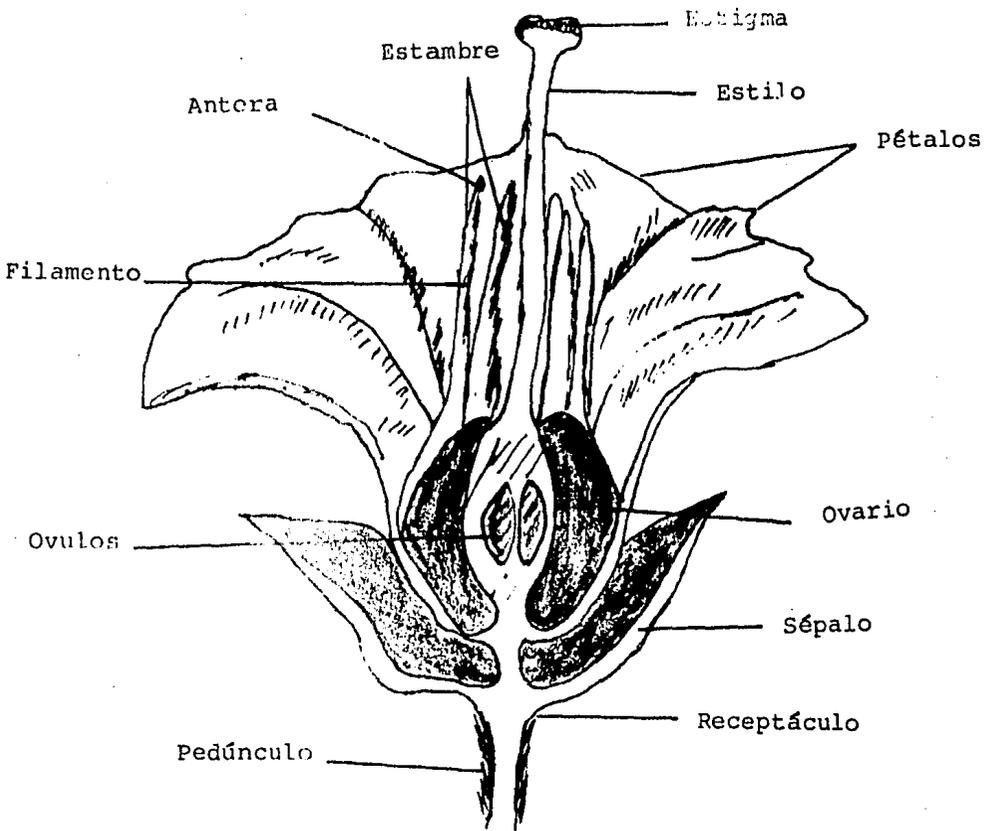


Figura No. 8.- Flor de la planta de papa y sus partes

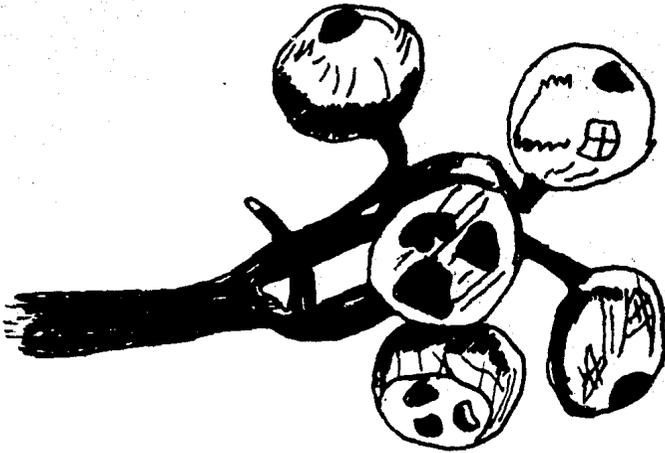


Figura No. 9.- Frutos de la Papa.

5.3.- FISILOGIA

El estudio del desarrollo del tubérculo ha atraído más la atención por parte de los investigadores que el estudio del desarrollo del follaje, a continuación se notan las características más importantes dentro de la fisiología de la planta de papa.

5.3.1.- Germinación

5.3.1.1.- Dormancia:

Se considera período de dormancia o latencia a la ausencia de crecimiento de las yemas en los tubérculos, aún en condiciones favorables para su desarrollo (Condiciones de luz, temperatura, agua y nutrientes, principalmente). La duración de este período va desde la cosecha hasta la iniciación del crecimiento de la yemas (80).

La latencia está regulada genéticamente, pero puede ser interrumpida mediante el manejo de ciertas condiciones, como el uso de sustancias químicas o por factores físicos como la variación de temperatura.

Durante la dormancia la división de células es suprimida y no hay expansión de ellas, las síntesis de proteínas está bloqueada y sólo existen pequeñas cantidades de DNA y RNA. Es posible que durante la latencia exista un balance entre el ácido absicico y las giberelinas, es decir, entre sustancias inhibitoras y estimu

lantes, ya que se ha comprobado que el AAB (ácido absicico) inhibe el brote, mientras que el GA (ácido gibérelico) lo estimula - (11,61).

5.3.1.2.- Rompimiento del período de dormancia:

El final de la dormancia está asociado con un aumento en la concentración de giberelina y una disminución en la del ácido absicico, lo que da por resultado la reanudación de la actividad celular (11,61).

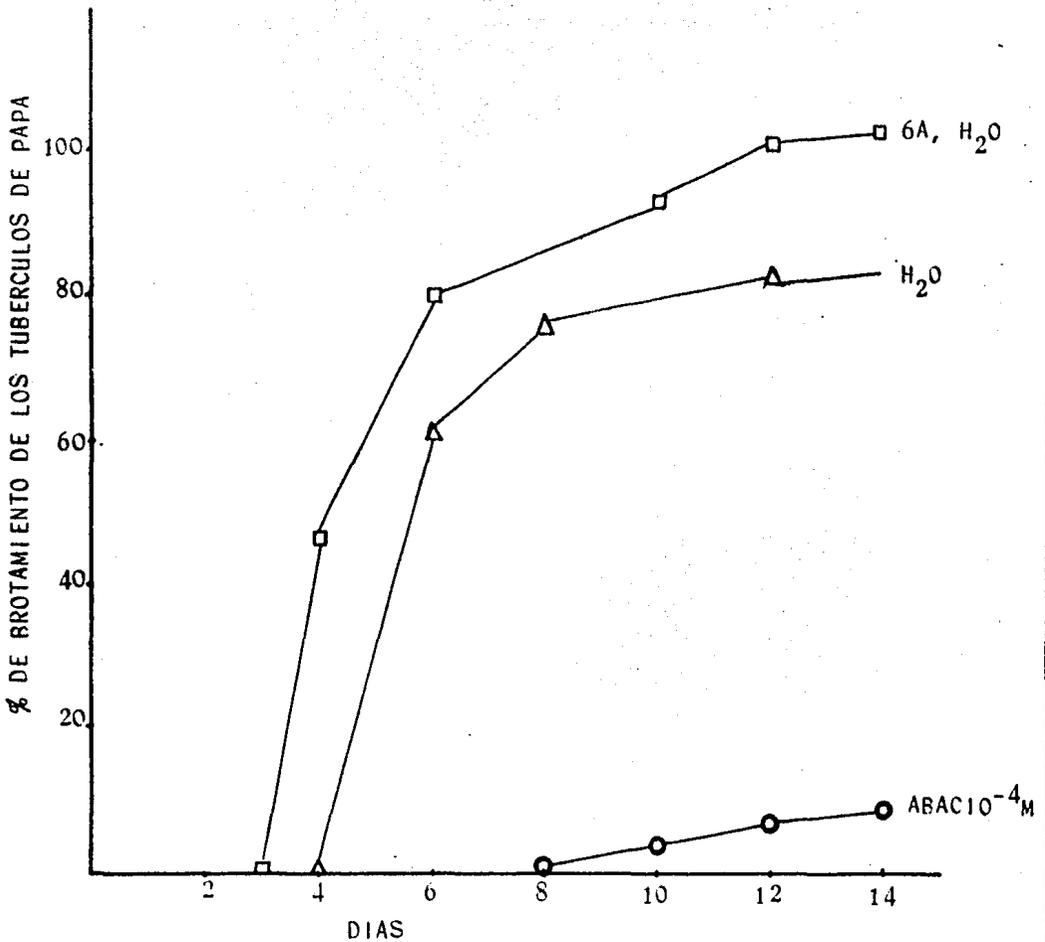
Así en la gráfica No. 1 se observa que al aplicar ácido absicico la brotación se inhibe hasta en un 70% en un período de 14 días, mientras que con la aplicación ácido giberélico, ésta es mayor en un 20%, porcentajes comparados con el testigo (H₂O).

5.3.1.2.1.- Variación de la temperatura para romper la dormancia:

Cuando se quiere romper la dormancia mediante este método, se aumenta la temperatura seis semanas antes de la siembra de 4 a 18°C, el aumento debe de ser gradual para que las células de los tubérculos no sufran daños que impidan la correcta brotación (79).

5.3.1.2.2.- Métodos químicos para romper la dormancia:

Las sustancias químicas más usadas son el ácido giberélico, cloridín de etileno y tiocianato de sodio y de potasio.



GRAFICA No. 1.- EFECTO DE LA APLICACION DE ACIDO A bs1 CICO ABA (○), ACIDO GIBERELICO, GA (◻), Y AGUA H₂O (▲) EN LOS BROTES DE TUBERCULO DE PAPA. (SOLANUM - - TUBEROSUM).

FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP. 1978.

Para romper la dormancia de este modo se remoja el tubérculo en el tiocianato de sodio (NaCNS) o en el tiocianato de potasio (KCNS) al 1.5% durante 1 1/2 horas. Cuando se utiliza el cloridín de etileno (C_2H_4) debido a que es un gas, se debe hacer el tratamiento en envases herméticos. Los costales con los tubérculos se colocan dentro del envase, de tal manera que el gas circule libremente entre las semillas. Las papas se calientan previamente a la fumigación a temperaturas de 23 a 26°C, el tratamiento dura cinco días. El ácido gibérelico se usa a razón de 1 a 5 ppm, sumergiendo los tubérculos diez minutos (79).

Se deben de tomar precauciones al usar estos u otros productos, como tiourea, disulfuro de carbono y citoquinina, ya que aunque aceleran la terminación de la dormancia, pueden tener efectos no desados, como son deformación de los tubérculos y/o bajo rendimiento al no regular correctamente la brotación (11,79).

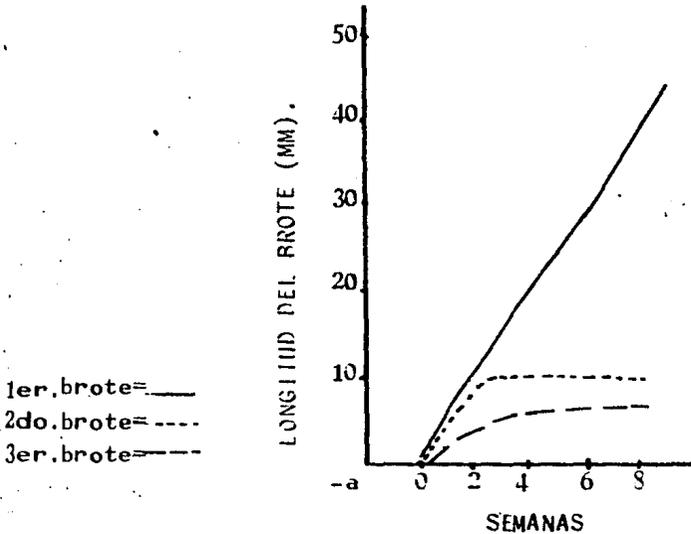
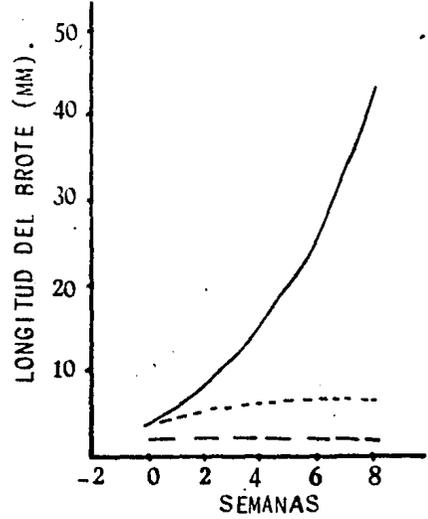
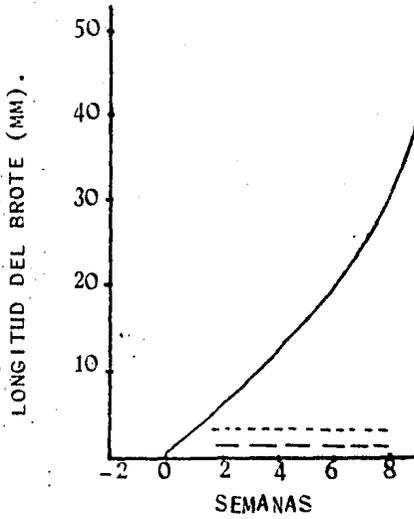
5.3.1.3.- Brotación:

Una vez que ha terminado el período de descanso el tubérculo de papa, se inicia la brotación. La brotación empieza en la yema apical y continúan las demás yemas en sucesión basipetal. Es necesario eliminar el brote dominante para permitir que el resto de los brotes se desarrolle normalmente. La temperatura es muy importante durante este período. Se ha observado que a temperaturas de 15°C y sin que sea eliminado el brote apical, se inhibe el desarrollo de los demás brotes, en cambio a temperaturas más favorables (10°C) se permite el desarrollo, aunque lento de algunos brotes. En cambio cuando los tubérculos son cambiados de

una temperatura de 4°C o menos a temperaturas más favorables para su desarrollo, todos los brotes empiezan a crecer, y sólo son eliminados los más pequeños, lo anterior se observa claramente en las gráficas No. 2, ya que los tubérculos almacenados a temperaturas de 1°C y en la obscuridad desarrollan un mayor número de brotes (11)

Cuando los brotes empiezan a crecer desciende el almidón y proteínas en el tubérculo "este estímulo es casi seguramente hormonal y es transmitido a través de todo el tubérculo. La baja en el contenido de almidón tiene lugar a través de la síntesis de azúcares fosfatados, llevando a la producción de azúcares y su hidrólisis a glucosa y fructuosa por inversión. Las concentraciones de invertasa y azúcares reducidos se incrementan durante la brotación y a bajas temperaturas (menores de 5°C) disminuye el inhibidor de invertasa". La síntesis de invertasa está regulada en parte por la concentración de sacarosa. Es posible que la hormona que estimula el desarrollo de los brotes pueda ser requerida para la síntesis de una enzima, y que el grado de su concentración podría controlar el crecimiento posterior de los brotes (11,61).

Durante el crecimiento los brotes continúan diferenciándose en nuevas hojas primordiales, brotes axilares, estolones diageotrópicos, raíz primordial y eventualmente brotes basales crecen con ramas negativamente geotrópicas. También se llegan a diferenciar las flores en brotes bien desarrollados. Se ha determinado que la longitud del brote es un buen índice de su grado de



GRAFICA No. 2.- LONGITUD DE LOS BROTES (1er, 2do. y 3er. BROTE) DE UN TUBERCULO DE PAPA ALMACENADO EN LA OSCURIDAD A TEMPERATURAS DE a) 15°C, b) 10°C y e) 1°C.

FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP 1978.

desarrollo, así se tiene que por cada 5 mm de longitud del brote se diferencia un estolón. Es posible, entonces controlar el tamaño, número y grado de diferenciación de los brotes al tiempo de plantarlos, manejando adecuadamente el tamaño del tubérculo, la temperatura y la duración del almacenamiento (11).

5.3.2.- Desarrollo del follaje

5.3.2.1.- Fase preemergente:

Una vez que se han sembrado los tubérculos, la respiración de éstos se incrementa. Todos los brotes que crecen al tiempo de plantarse, finalmente emergen independientemente de las condiciones ambientales. El número de brotes que emerge se puede aumentar si se incrementa la concentración de iones minerales en la solución del suelo, ya que existe una pérdida de nutrientes - en todo el sistema, esta pérdida es mediante lixiviación; de 20% de K y de 50% de P y sucede durante los primeros 15 días de la plantación. También se ha comprobado que un 20% del contenido de NPK del tubérculo madre se pierde o transporta al brote y simultáneamente cerca del 80% del peso seco del tubérculo madre se transfiere quedando sólo paredes y membranas de células que envuelven soluciones diluidas de azúcares y también algunos sistemas activos de enzimas (11).

5.3.2.2.- Desarrollo de la planta:

Las raíces se desarrollan a partir del brote, son latera-

les y emergen en grupos de tres. Las raíces laterales se originan en regiones del periciclo de las raíces principales y en los meristemas de los tallos subterráneos, junto a la placa nodal. La división celular del periciclo da origen al primordio radicular, el cual se abre paso mecánicamente a través de la corteza y posiblemente por actividad enzimática (11).

En estados primarios de desarrollo las raíces crecen horizontalmente y sólo en la superficie del suelo, después de haberse extendido horizontalmente de esta manera, las raíces se dirigen hacia abajo (61).

Los tallos emergen de los brotes principales y su crecimiento es acelerado por el alto grado de radiación solar. La producción de ramas es inversamente proporcional al grado de desarrollo del brote, su crecimiento también es estimulado por la luz solar (11).

Se ha observado que los tallos de una planta de papa crecen según un patrón regular y la formación de tallos laterales superiores determinan el número de hojas, duplicándose estas de un nivel a otro (61).

El desarrollo de la hoja en la superficie depende mayormente de la expansión de las hojas que ya existen y de la producción de ramas axilares; la temperatura óptima para la expansión de las hojas es de 20°C (11).

El sistema de salida de hojas es simpoidal y muestra dominancia parcial apical. En los brotes no desarrollados se diferencian de 12 a 15 hojas (cerca de 26 brotes de 2 cms). La hoja primordial más joven crece apicalmente y se arquea sobre el brote del ápice. En un estado primario de desarrollo los meriste

mos marginales que contribuyen al crecimiento de la lámina se hacen evidentes y un meristemo adaxial contribuye a incrementar el espesor de la hoja. En la hoja de follaje, el desarrollo de la forma de pino tiene lugar basipetalmente y cada hoja pasa a través de estados similares a aquellos mostrados por la hoja primordial joven (61).

5.3.3.- Tuberización

5.3.3.1.- Formación de estolones:

Los estolones son brotes laterales que salen normalmente de debajo del nivel de la tierra, están acomodados en forma espiral en los entrenudos de la hoja. Los estolones se diferencian tempranamente durante el crecimiento del brote. Los estolones presentes en el brote se extienden rápidamente después de plantados los tubérculos y crecen nuevos estolones primarios principales de los nudos que están debajo de la tierra. El número de nudos que dan origen a un estolón están en proporción inversa del número de brotes que crecen por tubérculo (11,61).

La formación de los estolones tiene lugar en los nudos más bajos y progresa acropéticamente. Estos tienen una punta en forma de gancho, la cual es altamente meristemática (61).

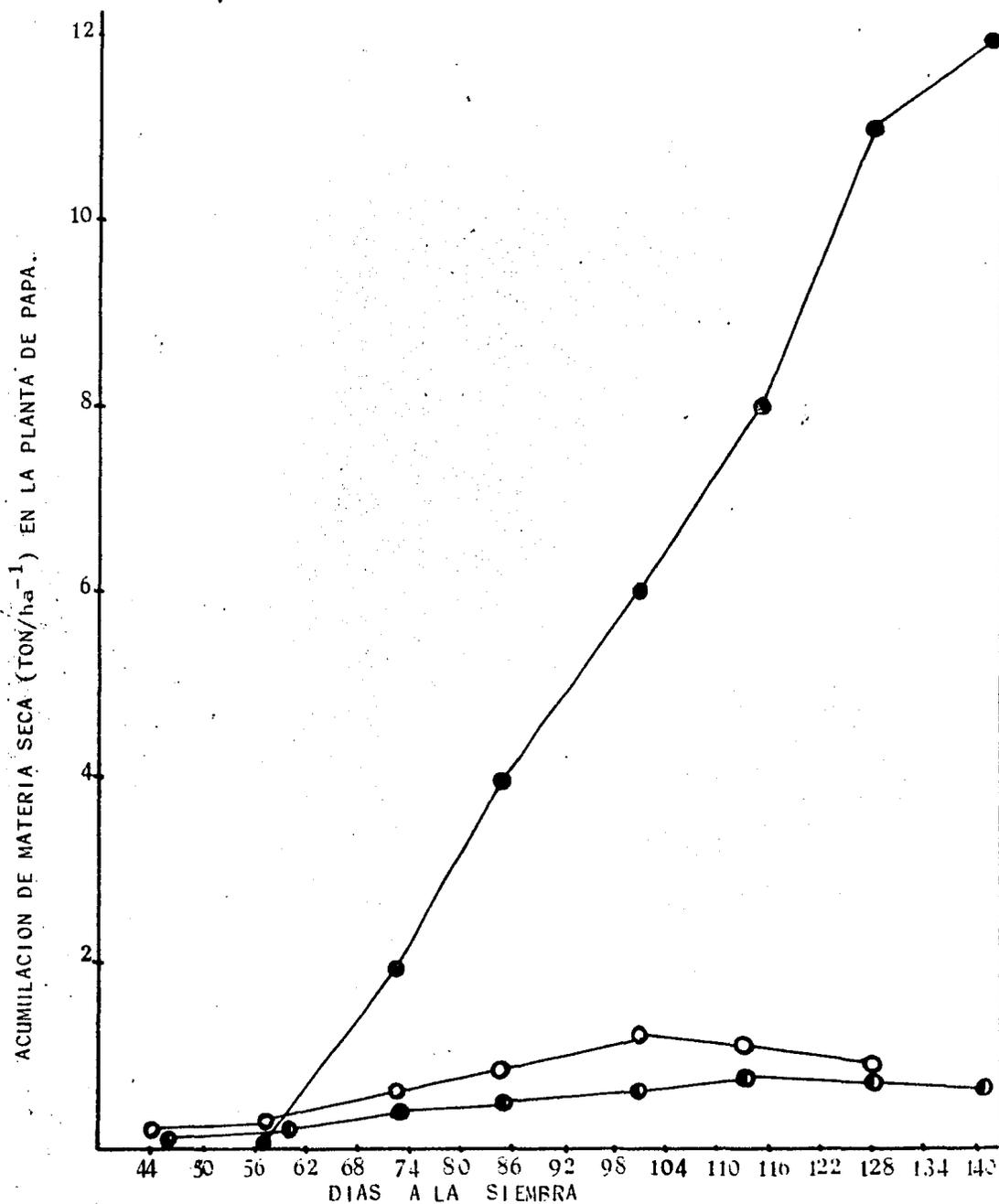
5.3.3.2.- Tuberización:

La importancia del tubérculo radica en el hecho de que el

75 al 85% del total del material seco producido por la planta - se acumula ahí. En la gráfica No. 3 se puede ver que mientras en las hojas y tallos se acumulan 1.5 ton. ha⁻¹ de materia seca, - respectivamente, en los tubérculos se acumulan 12 ton/ha de materia seca producida por el cultivo de la papa (61).

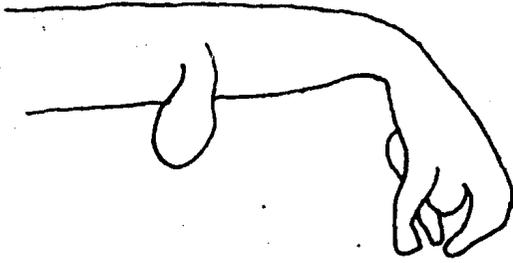
La tuberación se inicia en los estolones más bajos tienden estos a ser dominantes sobre aquellos formados posteriormente. La formación del tubérculo empieza en la región subapical - del estolón y se presenta como un agrandamiento radial, que consiste en una división celular entre la médula en planos al azar y crecimiento de células (30,61).

Al iniciarse la tuberación solo un entrenudo está involucrado en el hinchamiento del estolón, pero al seguir el desarrollo un segundo entrenudo se integra al tubérculo, de manera que una hoja puede estar cerca de la mitad de su desarrollo. En este estado debido a la considerable expansión radial de estos -- dos entrenudos el gancho se hace duro y el brote apical del estolón está situado en una posición más o menos terminal del tubérculo joven, durante este estado de desarrollo se incorporan -- otros cuatro a seis entrenudos (fig. 10). Las secciones transversales de la punta del estolón muestran nueve hojas primordiales arriba del gancho, también se observa una región abultada con células parenquimotosas que contienen almidón, el floema externo e interno es abundante, los elementos del xilema bastante espaciados. Las secciones longitudinales de la punta del estolón muestran nueve filas corticales y cerca de 12 filas de células de médula sobre el dobléz del gancho y un número igual --

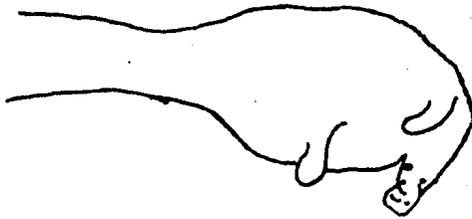


GRAFICA No. 3.- ACUMULACION DE MATERIA SECA EN HOJAS (○) TALLOS (◐) Y TUBERCULOS (●) DE LA PAPA, VAR. GRAIG'S ROYAL.

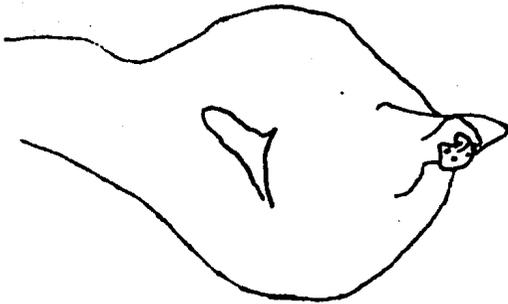
FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP. 1978.



a) Estolón con una hojuela lateral y cinco hojuelas en el extremo.



b) Extremo hinchado; la hojuela lateral forma el primer ojo y --- cinco hojuelas terminales.



c) Dos ojos en el tubérculo y siete hojuelas en el extremo.

Figura No. 10.- Esquema del desarrollo inicial de un tubérculo en el estolón.

debajo de este. El crecimiento del tubérculo se debe principalmente al ensanchamiento de las células medulares (61).

Al seguir el desarrollo las células medulares se dividen y siguen expandiéndose, así como las células parenquimáticas y las del xilema se dividen activamente, dando como resultado el rompimiento del floema en tiras. El incremento en el número de células es de 11.7% (61).

El peridermo se forma a partir de las divisiones periclinales que tiene lugar en los depósitos epidérmicos e hipodérmicos. El felógeno resultante originado de las filas interiores de células hermanas, que se produjeron por división del depósito hipodérmico. Normalmente se presentan de seis a diez capas de corcho, pero este número varía según la variedad (61).

5.3.4.- Floración

Esta fase del desarrollo de la planta, así como la fructificación no son de gran importancia en la producción del tubérculo.

Respecto a lo mencionado anteriormente hay discrepancias, ya que hay autores que afirman que la floración no tiene importancia en los rendimientos, y otros afirman lo contrario (30).

5.3.5.- Factores que controlan el desarrollo del tubérculo

5.3.5.1.- Fotoperiodo y temperatura:

La longitud del día captado por las hojas y la tempera---

tura percibida por los órganos y meristemos en crecimiento activo tienen influencia directa en el desarrollo general de la planta y en la tuberización en particular (19).

La formación del tubérculo ocurre más pronto a bajas temperaturas y días cortos (9 horas de luz) que en días largos y -- temperaturas altas, que retrasan el proceso (19,61).

La temperatura tiene tal influencia que si se almacenan -- tubérculos a bajas temperaturas (7°C) o menos durante varios --- días, se acelera la formación del tubérculo, también a temperatu ras superiores a 25°C la formación del tubérculo se retrasa (11).

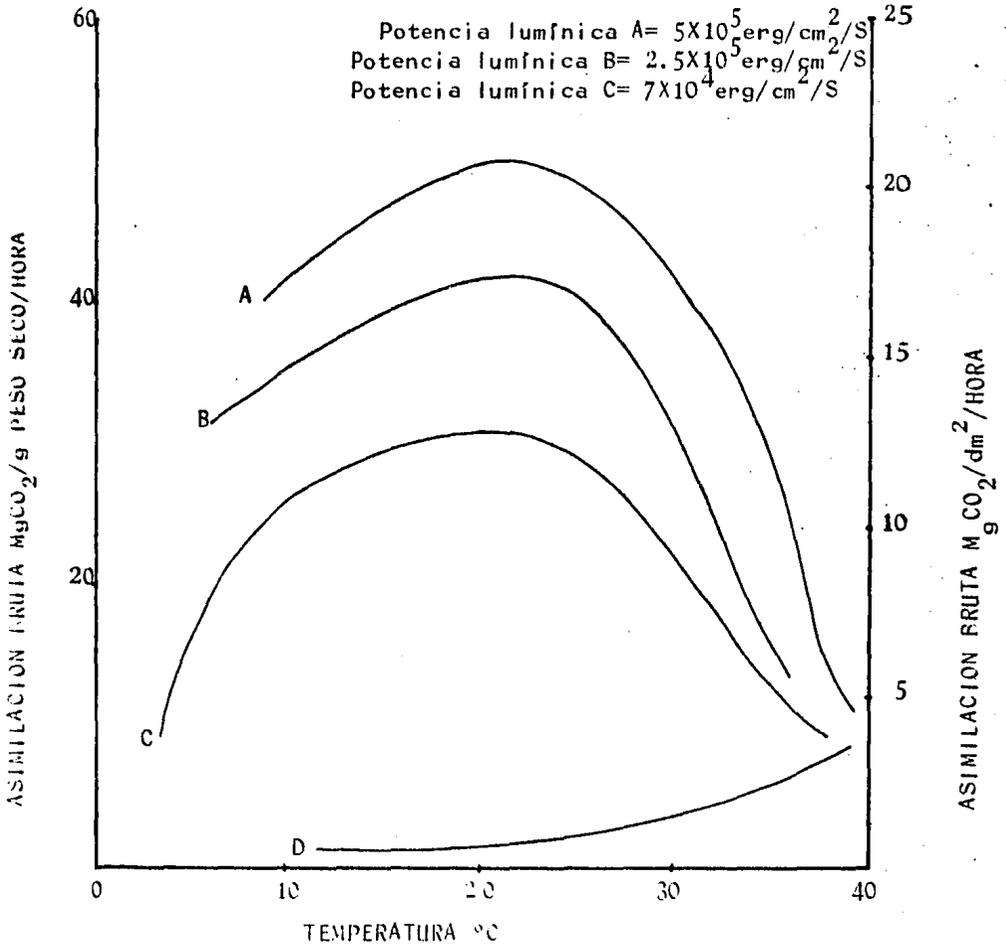
Es preferible tener temperaturas nocturnas de 15°C o me-- nos y temperaturas altas durante el día (30°C) o más, que una -- temperatura constante de 25°C.

En la gráfica No. 4 se observa la influencia de la tempe-- ratura sobre la asimilación de CO₂ y la respiración de la hoja.-- En la gráfica se nota que temperaturas de 20°C la asimilación es alta y la respiración reducida; a los 30°C la producción de mate-- ria seca se reduce casi a la mitad de la producida a 20°C y a -- 10°C, la producción es más alta a los 10°C que a los 30°C. (61,79).

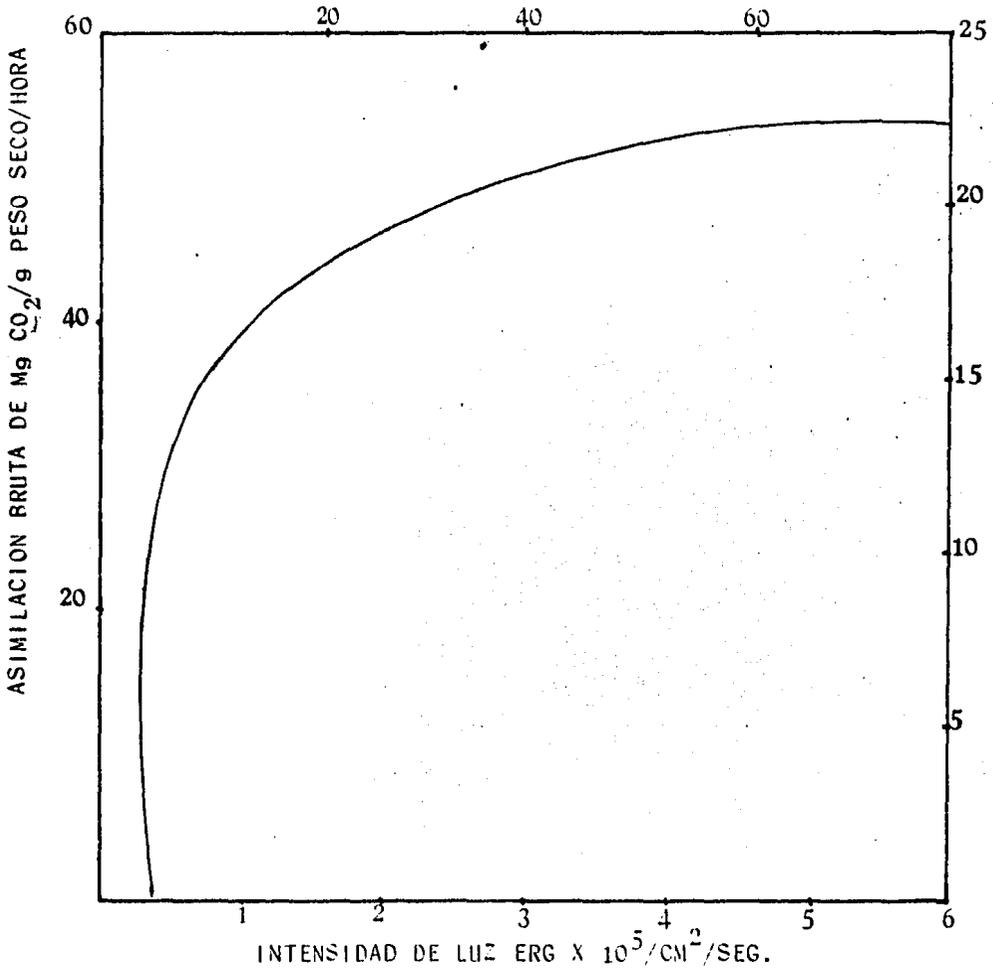
5.3.5.2.- Intensidad luminosa:

A mayor intensidad luminosa la asimilación de CO₂ aumenta hasta aproximadamente $6 \text{ ergx } 10^5 / \text{cm}^2 / \text{seg.}$ donde se estabiliza,-- aunque la intensidad aumente (Gráfica No. 5). A medida que la in-- tensidad aumenta, la temperatura óptima es un poco superior.

La presencia de mucha luz desplaza la relación follaje/--



GRAFICA No. 4.- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ASIMILACION (LINEA A, B Y C) Y LA RESPIRACION (LINEA D) CON DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ DE LA HOJA DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM).

LUX 10^3 

GRAFICA No. 5.- INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD LUMINOSA SOBRE LA ASIMILACION DE CO₂ EN LA PLANTA DE PAPA. (SOLANUM TUBEROSUM).

crecimiento del tubérculo en favor de este último; es debido a esto que en algunas regiones tropicales y subtropicales han dado buen resultado, ya que las temperaturas nocturnas son lo suficientemente bajas para compensar las altas temperaturas diurnas_ (61).

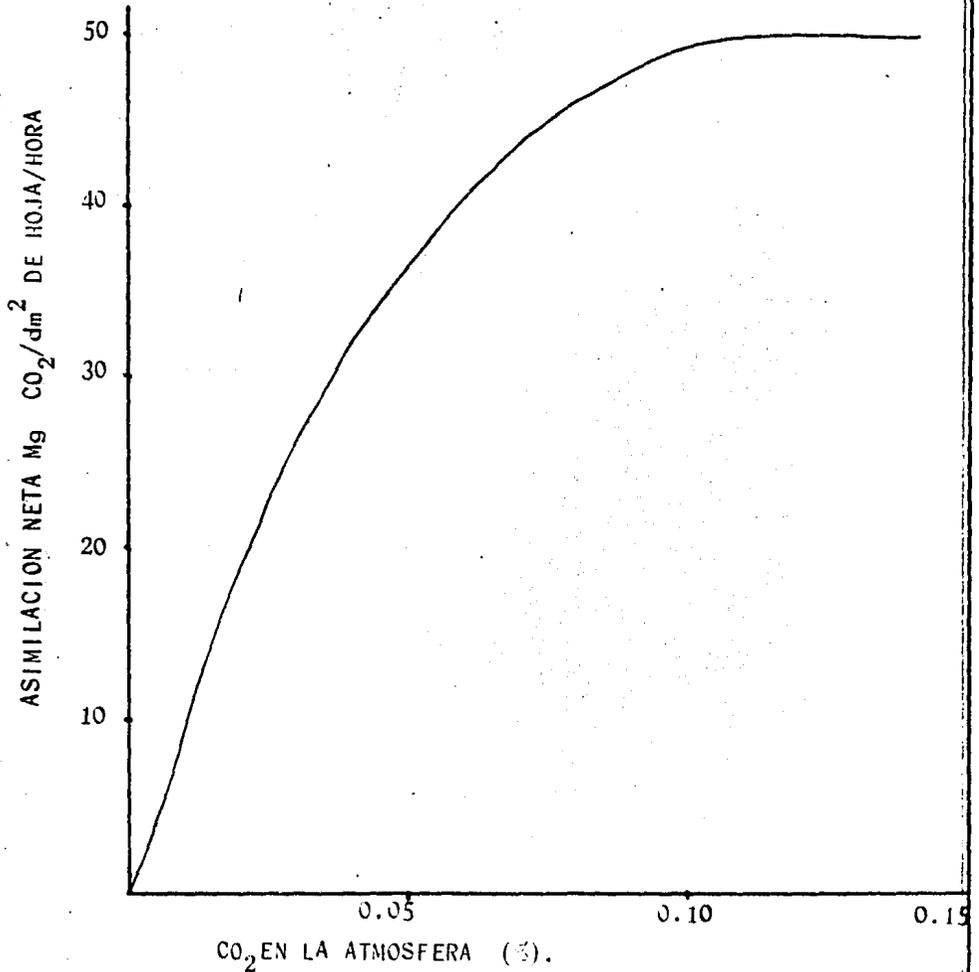
La luz es interceptada por las partes verdes de la planta, la cantidad de luz asimilada depende de la cantidad disponible, o sea intensidad y duración del día (79).

5.3.5.3.- Suministro de agua y concentración de CO₂:

El agua es muy importante en el cultivo, ya que sirve como vehículo de compuestos orgánicos y minerales, y se encarga -- además de abrir y cerrar los estomas de las hojas (79).

El CO₂ usado durante la asimilación entra a través de los estomas, si hay agua suficiente en la planta, es decir, que esta se encuentra turgente, los estomas se abrirán fácilmente, en caso contrario, la asimilación de CO₂ no será óptima y la fotosíntesis tampoco (61).

En el campo no es posible influir sobre la concentración de bioxido de carbono alrededor de la hoja, la cual está determinada por el bioxido de carbono circundante y por la abertura de los estomas. En la gráfica No. 6 se observa la influencia de la concentración de CO₂ en la atmósfera, encontrándose que cuando hay 0.15% de CO₂ en la atmósfera, la asimilación neta se estabiliza en 50 mg. CO₂/ dm² de hoja/hora; disminuye a medida que disminuye esta concentración. (79)



GRAFICA No. 6.- INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DE CO₂ SOBRE LA ASIMILACION EN LA HOJA DE PAPA. ESTA CONCENTRACION EN LA PLANTA ES DE APROX. 0.03 %

La abertura depende del grado de transpiración de la hoja, del suministro de agua por las raíces y de la radiación. En días con alta temperatura, cuando la humedad del aire es reducida y la evaporación es muy grande, el aporte de agua a través de las raíces ha de ser mayor, pues de lo contrario, los estomas se cerrarían, lo que bajaría la concentración de bióxido de carbono en la hoja y en consecuencia la asimilación. Los estomas de la hoja de papa se cierran cuando escasea la humedad, a presiones de 5 atmósferas, entonces también la asimilación de CO_2 disminuye. La transpiración excesiva significa un desperdicio de energía con el consiguiente descenso de la producción (ya que la energía se obtiene también de los azúcares que de otra manera irían al tubérculo). Aproximadamente el 36% de la energía solar captada se utiliza en la transpiración. Por ello, es preferible que en zonas de riego o de temporal, con poca disposición de agua se corte el suministro de bióxido de carbono a las hojas que secan el suelo y la planta (61).

Es necesario, entonces cuidar el suministro de agua, ya que se ha encontrado que los estomas empiezan a cerrarse cuando las hojas han perdido de un 4-8% de su turgencia y se cierran totalmente al alcanzar una pérdida de peso seco del 20 al 24%; cuando las hojas han perdido un 30-39% de su peso aun es posible reponer la pérdida, pero en caso del 40 y después del 45% de pérdida de turgencia la planta muera (80).

5.3.5.4.- Nutrientes:

Cualquier respuesta al crecimiento o cambios bioquímicos depende en gran medida de la concentración de iones en el tubérculo.

Una parte de los iones que entran en la planta, principalmente en el tallo, en las primeras etapas del desarrollo provienen del tubérculo madre, en etapas posteriores de desarrollo, los iones minerales son tomados del suelo, principalmente por las raíces (61).

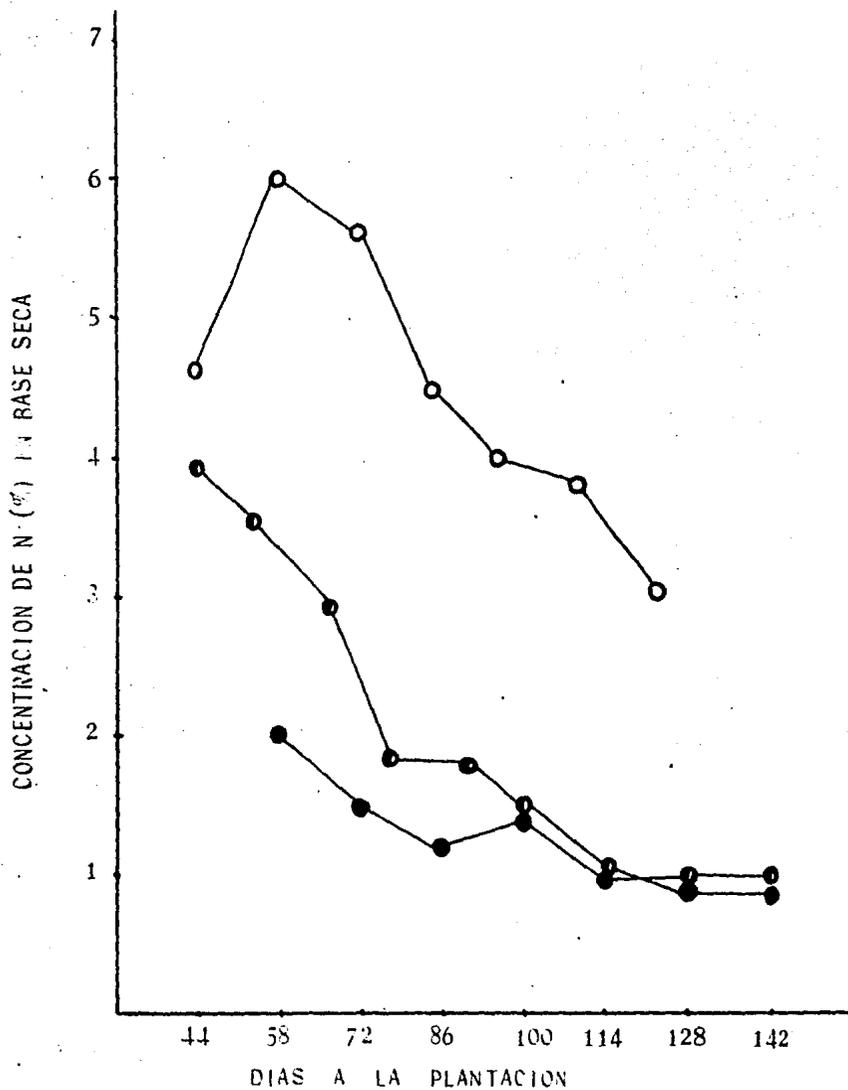
El nitrógeno, fósforo y potasio, así como el magnesio son elementos que más atención han recibido por parte de los investigadores, en el cultivo de la papa, a continuación se anotan las funciones de cada uno de ellos y de algunos otros como el calcio, magnesio y azufre.

5.3.5.4.1.- Nitrógeno:

El nitrógeno forma parte de los aminoácidos, proteínas, clorofila, enzimas y ácidos nucleicos. En la papa es muy importante en la fase vegetativa y si en la fase de tuberización los niveles son altos esta disminuye (17).

En la gráfica No. 7 se observa que el contenido de nitrógeno en base seca varía en las diferentes partes de la planta. En el tallo el porcentaje de N aumenta hasta los 58 días después de la siembra, hasta un 6% para empezar a disminuir hasta un 0.08% a los 142 días. En el tubérculo ocurre casi lo mismo que en las hojas y tallos, sólo que el contenido final es de 1%. Estos estudios se realizaron en la variedad Craigos Royal. En la gráfica No.10 se anota que la acumulación total de N es de 144 kg/ha.⁻¹, al final del período de cultivo.

El exceso de nitrógeno da lugar a un gran crecimiento de -



GRAFICA No. 7.- CONTENIDO DE N EN BASE A MATERIA SECA EN LAS HOJAS (○), TALLOS (●) Y TUBERCULOS (●) EN LA PAPA. (*SOLANUM TUBEROSUM*).

FUENTE: P.M. HARRIS, POTATO CROP. 1978

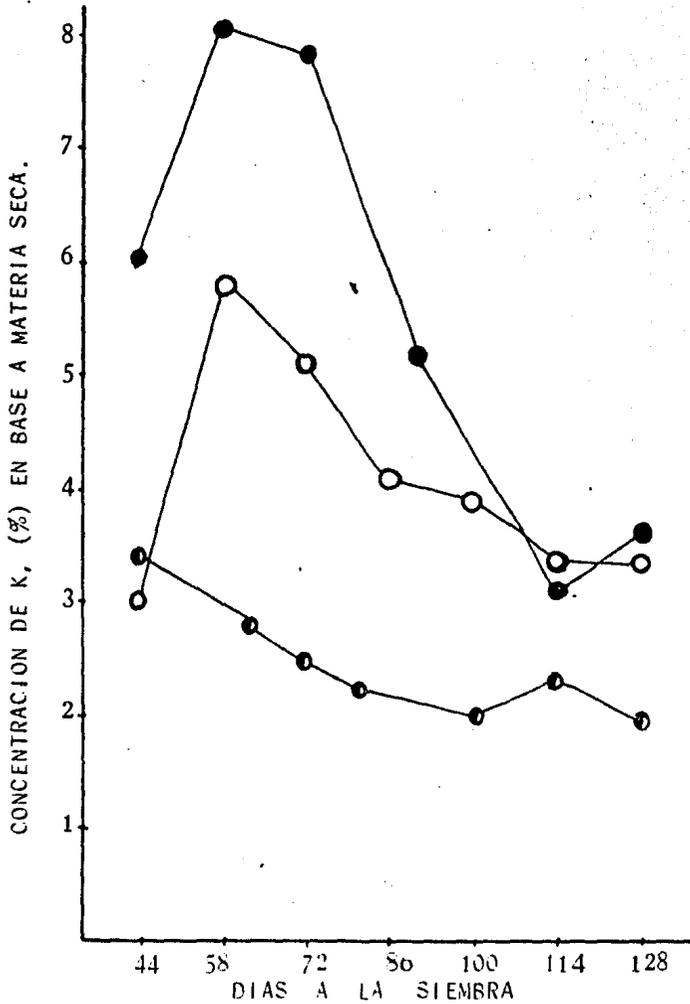
las partes vegetativas de la planta, prolongando el período vegetativo en detrimento de la producción de tubérculos. La deficiencia da como resultado una clorosis, se degradan las proteínas de las hojas viejas liberando el nitrógeno para que las hojas jóvenes sigan produciendo clorofila, el crecimiento es lento y el desarrollo reducido (17,27).

5.3.5.4.2.- Fósforo:

El fósforo toma parte en los procesos energéticos de la planta, tales como transformación de carbohidratos, también se encuentra en las nucleoproteínas y los fosfolípidos. En la semilla botánica se encuentra una reserva de fósforo llamada fitina (17,27).

El exceso de fósforo acelera el proceso de maduración sin permitir el desarrollo vegetativo total de las plantas. Por otro lado, si se presenta una deficiencia y esta es de poca importancia, la planta no tendrá un cambio notable en su metabolismo, en cambio, si esa deficiencia es grande la planta no desarrollará bien sus partes aéreas, además hay una inhibición en la utilización del nitrógeno (27).

En la gráfica No. 8 se anota el % de fósforo en base a materia seca en las diferentes partes de la planta de papa. Así se tiene que el porcentaje de P en el tubérculo varía de 3.4% a 2% en el período de los 44 a los 128 días de la siembra, observándose un ligero aumento a los 114 días (del 2% al 2.3%), para volver a disminuir a los 128 días. En las hojas el máximo porcentaje de P es a los 58 días, para empezar a disminuir y llegar a



GRAFICA No. 8.- CONTENIDO DE K EN BASE A MATERIA SECA EN LAS HOJAS (O), TALLOS (●) Y TUBERCULOS (●), EN LA VAR. CRAIG'S ROYAL, DE PAPA.- (SOLANUM TUBEROSUM).

FUENTE: P.M. HARRIS. POTATO CROP. 1978.

Un mínimo de 3.5% a partir de los 114 días; en los tallos el porcentaje del elemento es mayor, ya que estos órganos llegan a contener hasta un 8% a los 58 días, y llegar al 3.75% a los 128 días mayor como ya se observa que los tubérculos y las hojas.

La acumulación total de P al final del período de cultivo es de 250 kg./ha⁻¹ (gráfica No. 10).

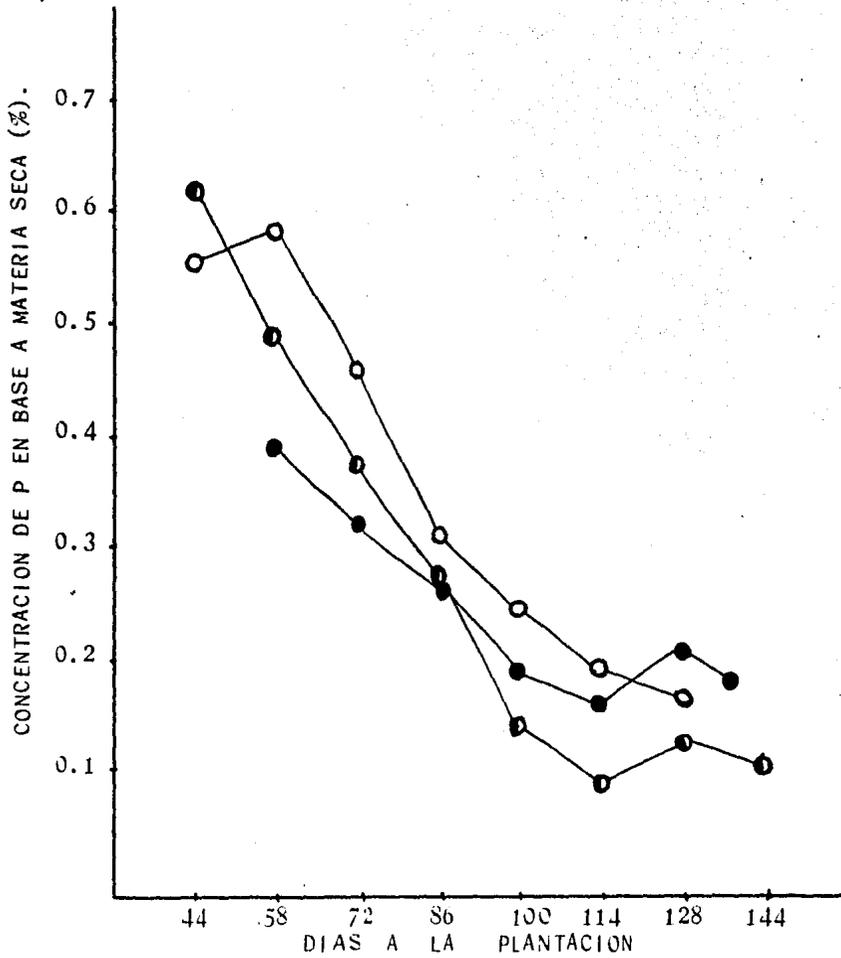
5.3.5.4.3.- Potasio:

El potasio a diferencia del nitrógeno y fósforo no forma parte de la estructura de la planta; este elemento toma parte en la respiración síntesis de proteínas y formación de celulosa. La papa requiere de grandes dosis de potasio, ya que toma parte en la producción y traslocación de carbohidratos (27).

El potasio es el macroelemento que se encuentra en menor porcentaje en la planta de papa, ya que a los 44 días, en la hoja se encuentra sólo un 0.63% para disminuir hasta un 0.17% a los 128 días. En el tubérculo al final del cultivo sólo se encuentra un 0.2%, siendo el máximo de 0.4% a los 58 días de la siembra, y en el tallo disminuye de 0.65% a los 44 días al 0.12% a los 144 día (gráfica No. 9).

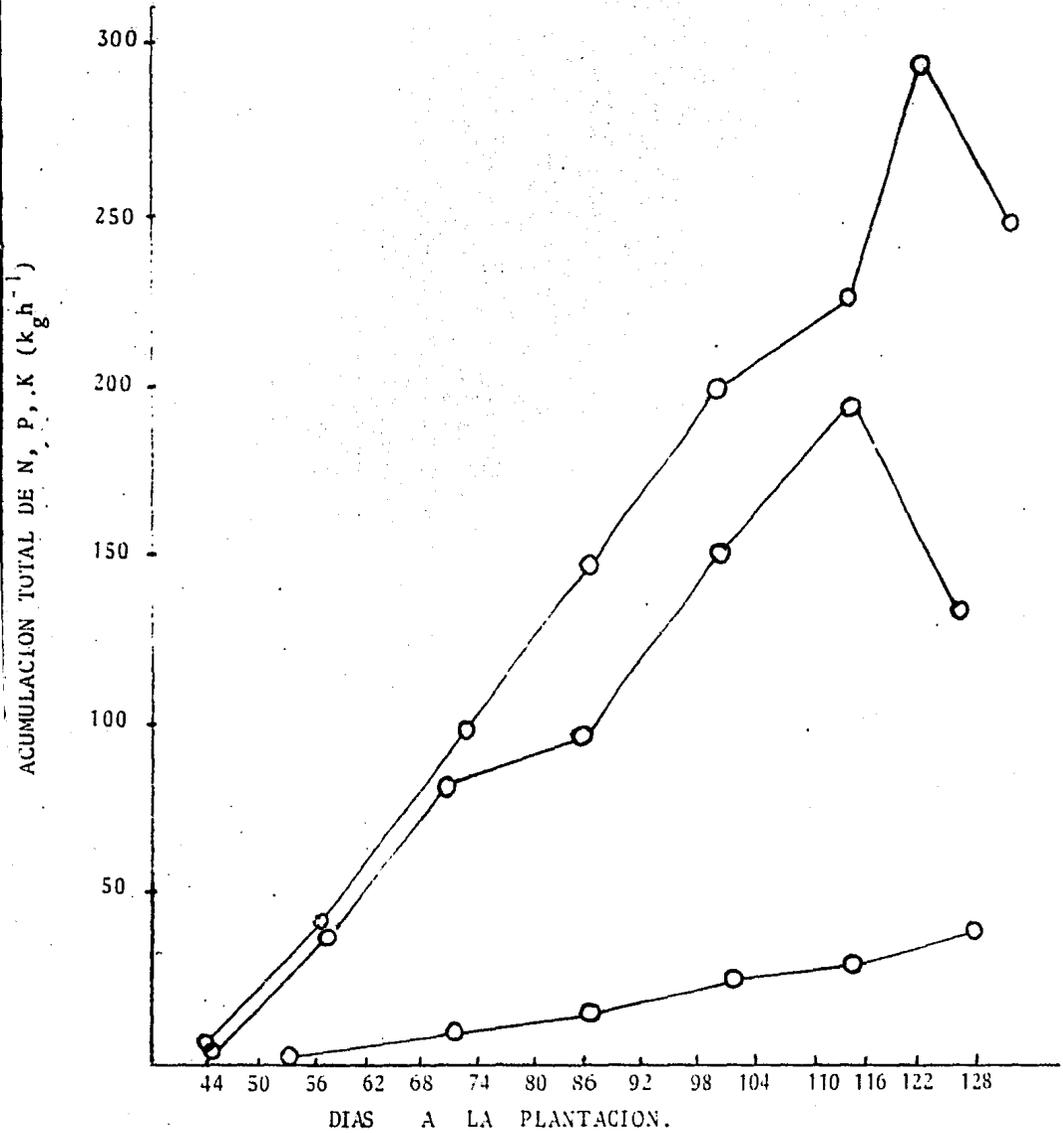
En la gráfica No. 10 se observa que a los 128 días de cultivo la acumulación total de K es de solo 46 kg. ha⁻¹, en la misma variedad (Craigos Royal).

En experimentos realizados en Bélgica en 1976 se encontró que el potasio mejora el aspecto y aumenta la proporción de tubérculos de mayor tamaño, aumenta la producción y el contenido de almidón, la calidad de almacenaje y el contenido de azúcares.



GRAFICA No. 9.- CONTENIDO DE POTASIO EN BASE A MATERIA SECA, EN LA VAR. CRAIG'S ROYAL, DE PAPA. HOJÁS (O), TALLOS (●) Y TUBERCULOS (◐)

FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP. 1978.



GRAFICA No. 10.- ACUMULACION TOTAL DE N, P y K EN LA PLANTA DE PAPA
(*SOLANUM TUBEROSUM*)

FUENTE: CROP. PHYSIOLOGY, L.T. EVANS. 1975

reductores, así como la resistencia al ennegrecimiento de los tubérculos (15)

La deficiencia de potasio tiene como consecuencia la presencia de hojas "quemadas"; en las hojas inferiores aparece un amarillamiento y el espacio entre nervaduras se arruga, también la producción de tubérculos disminuye (17).

5.3.5.4.4.- Magnesio, Calcio y Azufre.

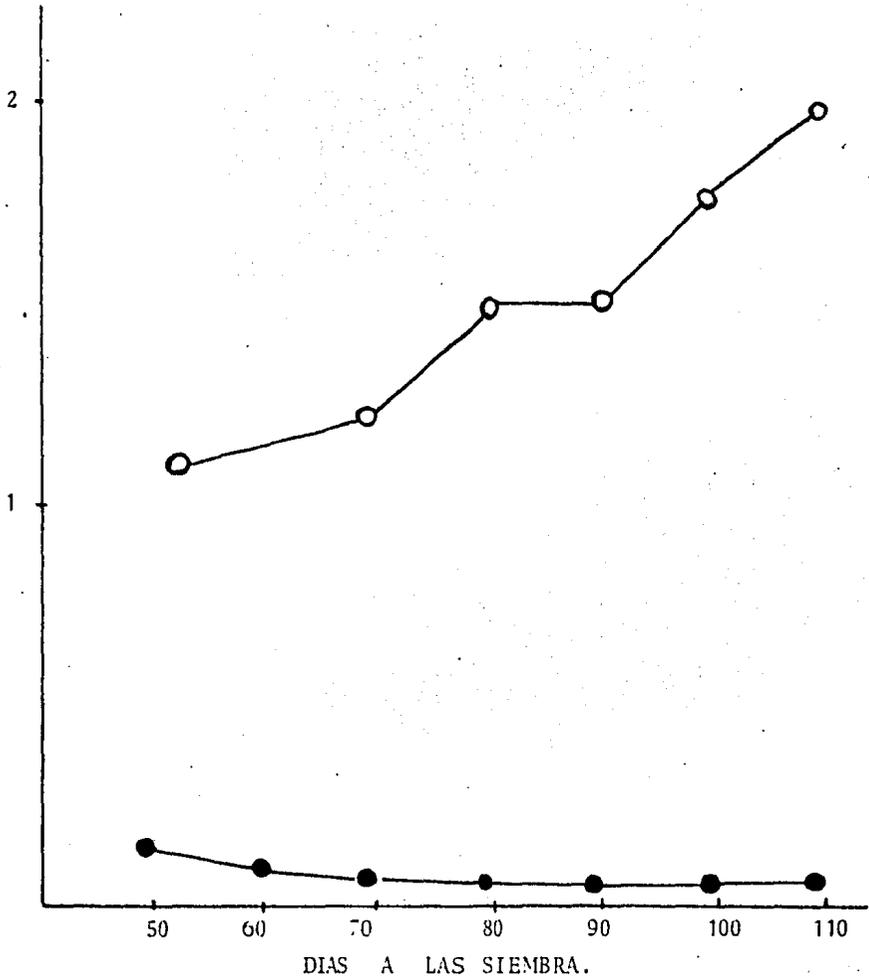
El magnesio está presente en la clorofila, por ello es indispensable la presencia de este elemento en las plantas. Cuando hay deficiencia las hojas más jóvenes se tornan amarillentas, quebradizas y gruesas. Los síntomas aparecen en la parte baja de la planta y van ascendiendo, además las primeras hojas que manifiestan esa deficiencia se caen. El contenido en la planta es 0.10 a 0.20% en base a peso seco (64).

El magnesio (gráfica No.12) se encuentra en las hojas y tallos en una proporción de 0.5% a los 55 días de la siembra, para continuar aumentando un poco y alcanzar su máximo porcentaje a los 100 días de cultivo (0.6%) y volver a disminuir al final del cultivo (110 días) al final del cultivo. En los tubérculos el máximo porcentaje es alcanzado a los 60 días (0.3%) y a los 80 el mínimo (0.14%) encontrándose que al final del cultivo (110 días) el porcentaje de Mg. es de 0.15%.

El calcio es un elemento que se encuentra abundantemente en casi todos los suelos. Forma parte de la lámina media celular de las hojas de la planta, además participa en el proceso de formación del tejido meristemático y en la síntesis de proteínas (27)

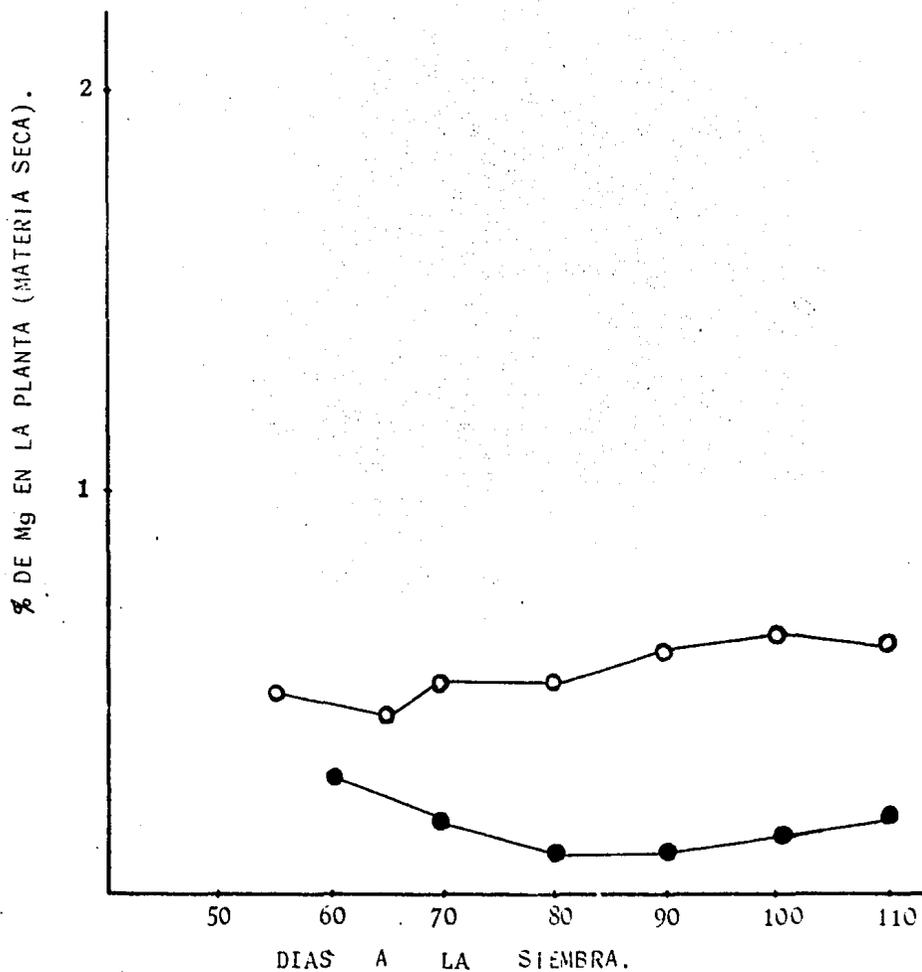
En la gráfica No. 11 se observa que el porcentaje de Calcio es más abundante en las hojas y tallo, ya que alcanza al final ---

§ DE CA EN LA PLANTA DE PAPA (MATERIA SECA)



GRAFICA No. 11. - CONCENTRACION DE CA EN HOJAS Y TALLOS (O) Y RAICES Y TUBERCULOS (●) EN LA PLANTA DE PAPA. (SOLANUM TUBEROSUM)

FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP. 1978.



GRAFICA No. 12.- CONCENTRACION DE Mg EN HOJAS Y TALLOS - (O) Y RAICES Y TUBERCULOS (●) EN LA PLANTA DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM).

FUENTE: HARRIS, P.M. POTATO CROP. 1975.

del período de cultivo un 2%, mientras que en los tubérculos y raíces sólo alcanza un 0.1% en el mismo período, el máximo porcentaje de Ca. en el tubérculo se encuentra a los 50 días de cultivo y es del 0.15% en base a materia seca.

El azufre es otro elemento que aunque no es requerido en grandes cantidades por la planta es importante, ya que forma parte de los aminoácidos, tales como cisteína y cistina. Por ello cuando el azufre no se encuentra en cantidades adecuadas, el rendimiento del cultivo baja, debido a que la producción de proteínas es deficiente (27).

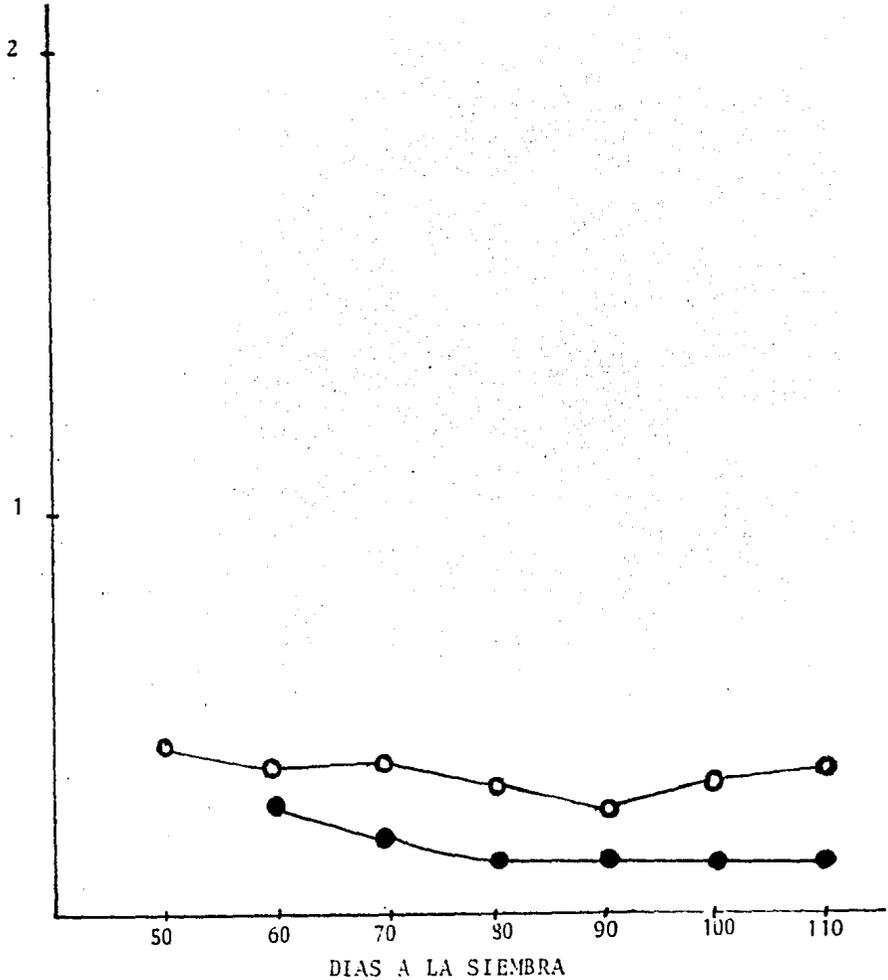
El azufre es un elemento que se mantiene más o menos constante en las hojas y tallos de la planta de papa a partir de los 50 días de la siembra, el porcentaje más alto es precisamente a los 50 días con 0.45%, el mínimo con 0.28% a los 90 días y al final del período de cultivo (110 días) se tiene 0.4%.

En los tubérculos sucede casi lo mismo, ya que a los 60 días se tiene 0.28%, el disminuye a 0.2% a los 70 días y se mantiene constante a partir de los 80 días hasta el final del período en 0.15% (gráfica No. 13).

5.3.5.4.5.- Movimiento de los nutrientes en la planta:

La absorción de los elementos (NPK y Mg) es continua durante la estación de crecimiento, incrementándose principalmente en el tallo, en donde llegan a un máximo, después de lo cual caen ligeramente, para incrementarse en los tubérculos. El Mg.

8 DE SIEN LA PLANTA DE PAPA (MATERIA SECA).



GRAFICA No. 13.-CONCENTRACION DE S EN HOJAS Y TALLOS (○) Y RAICES Y TUBERCULOS (●) EN LA PLANTA DE PAPA.- (SOLANUM TUBEROSUM)

FUENTE: HARRIS, PM. POTATO CROP. 1978

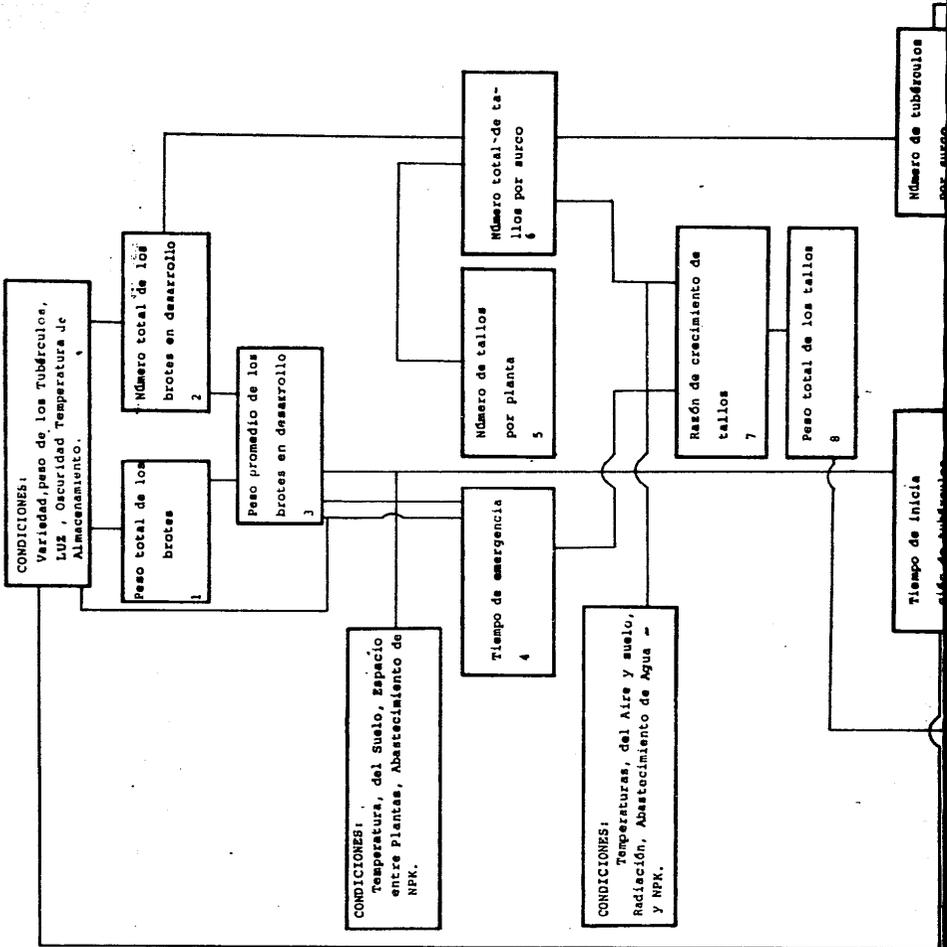
tiene una disminución menos acentuada que la de NPK en los tallos (26%) y en el tubérculo ésta disminución es menor del 20% (61).

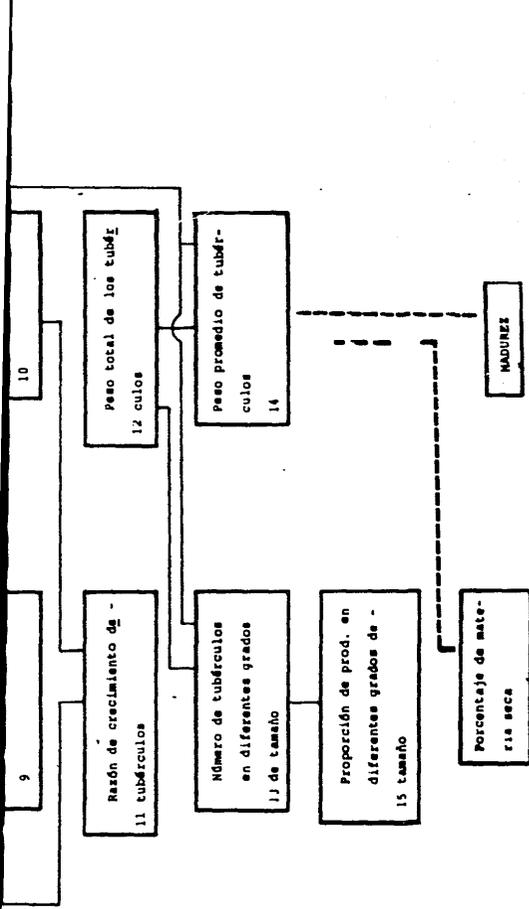
Estos cambios en la concentración de los elementos puede ser explicada por los movimientos relativos de los iones en la planta. En las épocas de follaje y senectud, así como caída de las hojas hay una pérdida de materiales por parte de la planta, pero también hay una transferencia de iones de las hojas seniles a las jóvenes. Este ciclo interno de los nutrientes es muy importante. Algunos elementos como el nitrógeno, fósforo y especialmente el potasio parecen ser fácilmente movilizables, llegando de esta manera a los tubérculos, lo que tiene como consecuencia una disminución en los tallos. Algunos iones transferidos son parte del ciclo normal en las hojas, pero una considerable parte puede absorberse por materiales transportados al follaje durante la transpiración e inmediatamente puestos en el ciclo hacia los tubérculos vía floema (61).

El Mg., Ca. y S. son más difíciles de transportar por el floema y son suministrados al tubérculo vía xilema (61).

En la fig. No. 11 se observa un diagrama de flujo de la simulación del cultivo de la papa, en ella se anotan las condiciones, requerimientos e información necesaria para lograr un buen cultivo (11).

Figura 11.- DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA POSIBLE SIMULACION QUE DIFE CRIBE AL CULTIVO DE LA PAPA, LOS REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO EN LETRAS MINUSCULAS, LA INFORMACION REQUERIDA Y LOS PARAMETROS EN LETRAS MAYUSCULAS.





FUENTE: CROP PHYSIOLOGY, SOMEONE HISTORIES, 1975

6.- ECOLOGÍA DEL CULTIVO DE PAPA

Es necesario conocer las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo del cultivo de la papa, ya que el rendimiento total de materia seca por hectárea depende de factores tales como temperatura, luz solar (cantidad y calidad de luz), suelo --- (fertilidad, estructura y textura) y humedad.

6.1.- TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores climáticos que más limitan el cultivo de la papa. Debido a esto, es que el cultivo se encuentra ubicado generalmente en regiones templadas de latitudes medias, en donde las temperaturas no son mayores de 30°C - (54,78).

La planta de la papa no resiste temperaturas abajo de 2°C, ya que el rendimiento disminuye. En regiones cálidas es necesario que las noches sean frescas, para lograr una buena tuberización (54).

Durante el crecimiento vegetativo la temperatura promedio debe ser de 14 a 18°C, logrando de esta manera que el crecimiento sea lento, para que se produzca la formación de un exceso de carbohidratos, los cuales se acumulan y dan lugar a la formación de tubérculos (77,78).

Cuando ocurre la tuberización la temperatura óptima debe ser de 17°C, ya que a mayores temperaturas la fotosíntesis aumenta lentamente, llegando a un punto en que resulta dañino para el rendimiento, debido a que la respiración aumenta en la misma --

proporción que aumenta la temperatura, haciendo que los carboni-
dratos disminuyan (63).

Haciendo un recuento de lo antes mencionado, se observa -
que la temperatura óptima de crecimiento de la papa es de 17 a -
19°C, con máxima de 20 a 23°C (30).

Los efectos de la temperatura son tan importantes que se_
ha comprobado que ésta no sólo afecta a la planta, sino también_
a sus descendientes, así se ha observado que usando semilla de -
tubérculos producidos a bajas temperaturas, las plantas resultan
tes producen tubérculos más grandes y pesados. (61).

También la temperatura puede influir en el período de cre-
cimiento de ciertas variedades, ya que algunas de ellas al sem--
brarse en condiciones de temperatura diferente a las de su am---
biente, cambian su comportamiento, esto es, si son variedades --
tardías se pueden comportar como variedades tempranas, o lo con-
trario (30).

6.2.- LUZ

La duración del día influye en la producción de papa, sin
llegar a ser un factor limitante. Las mejores condiciones para -
el desarrollo del cultivo son días largos durante el desarrollo_
del follaje, y días cortos durante la tuberización (78).

A pesar de que las mejores condiciones de luz son las men-
cionadas anteriormente, se ha comprobado que la influencia de la
temperatura es más importante para el desarrollo de la planta --
que el período corto o largo de luz. El día corto provoca una re-
ducción en el tamaño del tallo, en algunas variedades estimula -

la formación de estolones más cortos, y aumenta el promedio de tuberización; también la hoja de la planta se ablanda y se hace más susceptible al tizón tardío; hay formación de yemas florales, pero estas caen más rápidamente. Con días largos las plantas se desarrollan más, especialmente del tallo, y la flor completa mejor su desarrollo, siempre y cuando la temperatura sea mayor de 20°C (30,57,63).

6.3.- HUMEDAD

La adecuada humedad del suelo y del aire tienen una notable influencia en la tuberización, y por lo tanto, en la producción de papa, por ello es conveniente un adecuado suministro de agua al suelo durante el cultivo, en caso de que este se haga en tierras de riego, o escoger la época del año en que las lluvias sean más regulares (63).

La cantidad de agua requerida por el cultivo de papa durante su desarrollo es de 350-400 mm, uniformemente repartidos durante ese período (54,57)

Es necesario suministrar adecuadamente el agua, ya que en caso de falta de agua durante un tiempo prolongado, el tubérculo puede sufrir deformaciones: aparecen pequeños tumores y el tubérculo deja de crecer (78).

Al sembrar es necesario conocer las características de la región, ya que la cantidad óptima de agua esta influenciada por ciertos factores como, fertilidad del suelo, viento y prácticas agronómicas; como ejemplo: si el agua es un factor limitante no se debe utilizar fertilizante químico en gran cantidad, debido a

que en lugar de aumetar la producción ésta se ve disminuida, ya_ que no existe suficiente líquido para permitir su uso por parte_ de la planta, y el fertilizante puede llegar a causar "quemadu-- ras" en las raíces y otras partes de la planta (63).

6.4.- SUELO

La papa se adapta a suelos muy diversos, pero prefiere -- los suelos francos, profundos, con una capa arable de por lo me-- nos 35 cm., buen drenaje interno y externo y un pH entre 5.1 y - 6.1 (16,78).

El factor del suelo que más influye en el crecimiento de_ la planta es el drenaje, ya que un mal drenaje impide el desarro_ llo de la planta, debido a que el aire es expulsado de los poros dando paso al agua; al no haber aire se impiden las reacciones -- químicas necesarias para mantener un ambiente adecuado para el - buen desarrollo de las raíces, las cuales no asimilan los nutrien_ tes necesarios para el desarrollo vigoroso de la planta (63).

7.- PRACTICAS AGRONOMICAS DEL CULTIVO DE PAPA

7.1.- PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno para el cultivo de la papa, como para todos los cultivos, es muy importante ya que de ella depende en gran medida el aprovechamiento de los nutrientes, del agua y la uniformidad de la nacencia de la semilla.

7.1.1.- Epoca de preparación del terreno

En las tierras de temporal se siembran generalmente papas de variedades intermedias o tardías, esto con el fin de aprovechar la estación de lluvias en su totalidad así como la humedad residual que pueda haber en el suelo de la cosecha anterior o del período de lluvias. El suelo se prepara a principios de otoño. Esta preparación temprana permite un mayor contacto entre la capa de suelo arado y el subsuelo, necesario para el paso capilar del agua del subsuelo hacia las raíces de la planta, también hay una exposición de las plagas a las condiciones del medio ambiente, así mismo se entierran las malas hierbas (59, 82).

Los terrenos, que cuentan con riego se preparan durante la primavera, o en caso de dos cultivos al año se preparan con 20 días por lo menos de anticipación, de esta manera se evita la compactación del suelo; en suelos con pendiente muy pronunciada la preparación del suelo debe hacerse poco antes de la siembra -

para que no haya arrastre del suelo. En climas semiáridos se prepara el suelo poco antes de la siembra para evitar la evaporación del agua (54,70,82).

7.1.2.- Labores de preparación del suelo

7.1.2.1.- Aradura

El barbecho o aradura se hace generalmente a una profundidad de 40 cms. o más, en suelos en que la textura es arcillosa, en suelos más livianos esta profundidad disminuye y es de 25 cms. Se puede hacer en forma cruzada o simple, pasando un arado de discos o de vertedera; esta labor tiene la finalidad de formar una capa de suelo suelto que permita el desarrollo normal de los tubérculos, ya que se permite la oxigenación del suelo, debido a que facilita la circulación del aire; ayuda a conservar la humedad debida a las lluvias y deja el terreno listo para las labores posteriores (55,56,82).

7.1.2.2.- Rastra

La rastra sirve para dejar la capa del suelo mullida y "mejorar las condiciones físicas del suelo". Se debe penetrar hasta por lo menos 30 cms., esta profundidad depende del tipo de suelo. De ser posible se deben dar dos pasos de rastra para dejar el suelo totalmente libre de terrones y exponer a las plagas a las condiciones del medio, además de picar los residuos de cosechas anteriores (25,55).

7.1.2.3.- Nivelación

Esta práctica es necesaria para el mejor aprovechamiento del agua de riego o de las lluvias, ya que de no hacerse bien se tendrá una emergencia y crecimiento desigual de las plantas, así como encharcamientos que pueden propiciar enfermedades fungosas, como el tizón tardío, tizón temprano, etc (55).

7.1.2.4.- Surcado

El surcado sirve para aprovechar mejor el terreno y facilitar las labores culturales. La distancia entre surcos va a depender del tipo de tracción utilizada; si se utiliza maquinaria el surcado es a 90 cms. y si se ocupa tracción animal la distancia entre surcos será de 80 cms. la altura del surco es de 20 cms -- (21, 55, 82).

Si se piensa sembrar en terrenos con pendiente, los surcos se deben hacer siguiendo las curvas de nivel para evitar el escurrimiento del agua y la pérdida de suelo (59).

7.2.- SIEMBRA

7.2.1.- Selección del tubérculo para semilla

De ser posible se debe utilizar semilla certificada, pero cuando esto no se logre, se debe proceder de la siguiente manera para elegir los mejores tubérculos: se escojen pequeños lotes de plantas sanas, fuertes y vigorosas, una vez maduro

el tubérculo se saca y se deja junto a la planta de la cual procede durante tres días. De las plantas que hayan dado mayor número de tubérculos se escogen los que tengan el peso y tamaño adecuado, libre de enfermedades, ojos profundos y que no tengan daños mecánicos (55,66,77).

7.2.2.- Peso y Tamaño del Tubérculo para Semilla

El peso de la papa para siembra debe ser de 50 a 60 gramos y el tamaño de 3 cms. de ancho y de 3.5 a 4.5 cms. de largo (Tamaños tercera y cuarta), este es el peso y tamaño de semilla recomendadas por todos los países productores de papa, incluyendo a México (16,31,60).

7.2.3.- Preparación de la Semilla para la Siembra

La semilla se debe sembrar cuando se ha terminado el período de dormancia, el cual tiene una duración promedio de 12 semanas, al cabo de las cuales empiezan a brotar las yemas; la brotación se inicia en la yema apical, y se debe quitar este brote para evitar tener pocos tallos principales, ya que estos son los que producen, es decir, se debe tener un máximo de tallos principales, para lograr esto se debe tener una brotación uniforme y bien distribuida, esto se logra como ya se mencionó eliminando el brote apical, o pasando la semilla de un ambiente frío a un ambiente húmedo y caliente (20°C); además se deben conservar los tubérculos al aire libre por lo menos dos semanas antes de la siembra para que el brote se vigorice y verdee, también se deben

b) Por su periodo de crecimiento: Temprana, menos de 120 días intermedia, de -- 120 días a me-- nos de 170 días tardía, de 180_ días en adelan_ te

c) Por su aprovechamiento: Industrial, 19-20% de_ fécula alimenticia, 12 14% de fécula (9,15).

Para hacer más fácil su clasificación se les da un nombre. a continuación se describen las variedades más usadas en México:

ROSITA: Variedad mexicana; se puede cultivar desde 2,600_ msnm hasta los 3,500; resistente al tizón tardío; piel color ro-jo-rosado y pulpa crema; resistente a tizón tardío y a heladas y granizo; ciclo vegetativo de 134 días.

MURCA: Variedad mexicana; se puede cultivar desde 2,600 - hasta los 4,000; preferentemente en condiciones de temporal; --- piel roja y pulpa crema; resistente a tizón tardío y a heladas y granizo.

ALPHA: Variedad holandesa; se cultiva de los 0 a los --- 2,650 msnm; piel blanca y pulpa crema, ciclo vegetativo de 90--- 100 días; altamente susceptible a tizón tardío; se utiliza prin- cipalmente en la industria.

TOLLOCAN: Variedad mexicana; produce a altitudes de 2,600 a 4,000 msnm; resistente a tizón tardío y a heladas y granizo; -

piel roja y pulpa crema; requiere que su tamaño de tubérculo sea controlado con corte de follaje, ya que llega a crecer demasiado y queda hueco (80).

GRETA: Variedad mexicana; piel y pulpa crema; tiene un amplio rango de adaptación; resistente al tizón tardío; susceptible a heladas y granizo.

ATZIMBA: Variedad mexicana; piel blanca y pulpa crema; -- produce de 0 a 2,500 msnm, ciclo vegetativo de 90-100 días, resistente al tizón tardío.

PATRONES: Variedad holandesa; de hábito rastrero; susceptible a tizón tardío en riego y temporal; no tolera heladas ni granizo; se siembra de 0 a 2,600 msnm; piel blanca y pulpa crema; ciclo vegetativo de 85-90 días.

LOPEZ: Variedad criolla mexicana; se siembra de 2,800 a 4,000 msnm; susceptible a tizón tardío; ciclo vegetativo de 130 a 150 días; piel roja y pulpa amarilla; tiene problemas con enfermedades virosas; susceptible a heladas y granizadas.

YEMA: Variedad mejorada mexicana; resistente al tizón tardío; ciclo vegetativo de 90-140 días; se siembra a alturas mayores de 2,800 msnm; piel blanca que ocasiona que se veerde fácilmente.

MONTSAMA: Variedad mexicana; piel roja-fuerte resistente a heladas, granizadas y al tizón tardío; produce más de 20 toneladas por hectárea (80,82).

7.2.5.- Siembra

7.2.5.1.- Densidad de siembra

Se considera que la densidad de siembra es la cantidad de tallos por metro cuadrado. En promedio esta cantidad es de 20 tallos para papa de consumo y 30 tallos para semilla. Las plantas por hectárea serían entonces 40,000 (59,82).

A continuación se transcribe un cuadro exponiendo diferentes distancias entre plantas e hileras, dando como resultado diferentes densidades de siembra (59).

CUADRO No. 17.- DENSIDAD DE SIEMBRA

Plantas/ha	Distancia entre hileras (cm.)	Distancia entre plantas (cm.)
30,000	50	67
40,000	50	50
50,000	50	40
60,000 (prod. de semill)	50	33
30,000	67	50
40,000	67	37
50,000	67	27
60,000 (prod. de semill)	67	22
30,000	75	44
40,000	75	33
50,000	75	27
60,000 (prod. de semill)	67	22
30,000	90	37
40,000	90	28
50,000	90	22
60,000 (prod. de semill)	90	18

7.2.5.2.- Cantidad de semilla

La cantidad de semilla utilizada es de 3,000 a 4,000 kg/ha. cuando se usan del tamaño y peso adecuado, en cambio si ésta es más pequeña la cantidad disminuye hasta los 1,500 kg/ha (34, 42).

Cuando se desea ahorrar semilla o ésta es muy grande, se corta en trozos, procurando que queden dos o más yemas en cada trozo, entonces la cantidad variará de los 1,000 a 1900 kg/ha (67).

El corte se debe hacer por lo menos con seis días de anticipación, para que la semilla cortada tenga tiempo de suberizarse. Al momento de cortar los tubérculos se debe de tener cuidado mantener los utensilios de trabajo desinfectados para impedir la propagación de enfermedades, esta desinfección se puede hacer -- con agua hirviendo (56).

7.2.5.3.- Distancia de siembra

La distancia de siembra más apropiada para la siembra de papa es de 80 a 90 cms., entre surcos y de 30 a 40 cms. entre plantas; estas distancias facilitan el uso de maquinaria, el aprovechamiento de agua y nutrientes por parte de la planta, y además impiden la competencia entre plantas. En caso de suelos de pendiente muy pronunciada se recomienda la distancia de 70 cms. entre plantas (24,31,55).

7.2.5.4.- Profundidad de siembra

La profundidad de siembra varía de una región a otra, en México se recomienda en general, sembrar a una profundidad de 8 a 10 cms. procurando que la semilla quede toda a la misma profundidad, para tener una nacencia uniforme, así como el mismo tamaño de plantas, que permitan un mejor manejo del cultivo. (55,56, 59).

7.2.5.5.- Métodos de siembra

7.2.5.5.1.- Método manual

Este tipo de siembra puede ser en camellones o en terreno; en algunas plantaciones se abre el surco con una pala o azadón, colocando de dos a tres tubérculos por golpe, después se cierra el surco con un azadón o pala tomando tierra de la mitad de cada lomo de los surcos aledaños (28,55,56).

7.2.5.5.2.- Método mecánico

La siembra mecánica es en surcos, y la papa a utilizar debe de ser de tamaño uniforme, para evitar siembras irregulares y mal funcionamiento de las sembradoras (59).

La sembradora mecánica más usada es la automática, que puede ir sembrando hasta cuatro hileras, ya que se pueden unir dos de ellas; se trabaja a una velocidad de 8 kph y se siembra hasta 50 hectáreas por días (21).

7.2.6.- Fechas de Siembra

Las fechas de siembra en México son muy diversas, debido_ al gran número de regiones en donde se siembra la papa, en el -- cuadro núm 18 se anotan las principales regiones y las fechas en las que se cultiva papa, el ciclo de ésta.

En las sierras de Puebla, Veracruz, Tlaxcala, México e -- Hidalgo se efectúan las siembras del 15 de diciembre al 15 de -- marzo con humedad residual. Aunque estas fechas no son las más -- adecuadas, se evita al máximo el ataque del tizón tardío, que -- ataca con mayor intensidad entre agosto y septiembre (24,55).

CUADRO No. 18.- FECHAS DE SIEMBRA

ESTADO	CICLO	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA
B.C. Norte	P-V	Intermedia	10. de marzo a 30 de junio
			10. de abril a 30 de mayo
			10. de mayo a 30 de junio
Chiapas	P-V	Tardía	10. de mayo a 15 de junio
		Intermedia	30 de mayo al 31 de mayo
Chihuahua	P-V	Tardía	15 de mayo al 30 de mayo (húmedad)
		Tardía	30 de marzo al 30 de junio(riego)
Coahuila	P-V	Tardía	16 de marzo al 20 de mayo
Durango	P-V	Tardía	15 de marzo al 15 de abril
Guanajuato	P-V	Tardía	10. de junio al 30 de junio (R)
		Precoz	10. de junio al 30 de junio
Jalisco	P-V	Tardía	10. de junio al 30 de junio
		Precoz	10. de junio al 30 de junio
México	P-V	Tardía	15 de mayo al 10 de junio
		Intermedia	15 de mayo al 10 de junio
		Intermedia	22 de marzo al 10 de junio
		Precoz	22 de mayo al 10 de junio
Michoacán	P-V	Intermedia	10. mayo al 30 de junio
Nuevo León	P-V	Tardío	10. de marzo al 30 de abril
		Precoz	10. de mayo al 15 de junio
Puebla	P-V	Tardío	10. de mayo al 15 de junio
Tlaxcala	P-V	Tardío	10. de mayo al 30 de junio
		Precoz	10. de mayo al 30 de junio
Michoacán	O-I	Intermedio	10. de Sept. al 15 de Oct.
		Precoz	10. de Sept. al 15 de Oct.
Nayarit	O-I	Tardío	15. de Oct. al 15 de Dic.
		Intermedio	15. de Oct. al 15 de Dic.
Queretaro	O-I	Intermedio	10. de enero al 15 de Feb.
		Precoz	10. de enero al 15 de Feb.
Sinaloa	O-I	Intermedio	10. de Oct. al 31 de Dic.
		Precoz	10. de Oct. al 31 de Dic.
Sonora	O-I	Intermedio	25 de Sept. al 15 de Dic.

ESTADO	CICLO	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA
Guanajuato	O-I	Intermedia	1o. de Enero al 15 de Feb.
		Precoz	1o. de Enero al 15 de Feb.
Hidalgo	O-I	Tardía	1o. de Sept. al 15 de Oct.
		Intermedia	1o. de Sept. al 15 de Oct.
		Precoz	1o. de Sept. al 15 de Oct.
Michoacán	O-I	Tardía	1o. de Enero al 15 de Feb.
		Intermedia	1o. de Enero al 25 de Feb.
		Precoz	1o. de Enero al 15 de Feb.

Fuente: Comité Calificador de Variedades de Plantas, 1984. y Comité Calificador de Variedades de Plantas, 1978.

7.3.- FERTILIZACION

El uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos es un factor determinante en la producción de papa, en una cosecha de 40 toneladas por hectárea se ha determinado que el cultivo extrae del suelo lo siguiente:

139 kg. de nitrógeno

21 kg. de fósforo

165 kg. de potasio

8 kg. de calcio

15 kg. de azufre

15 kg. de magnesio y cantidades mínimas de elementos menores (32).

7.3.1.- Dosis de Fertilización

Las dosis de fertilización apropiadas están en relación -

con los resultados obtenidos en los análisis de suelo, del destino de la producción, es decir, si es para consumo humano, animal o para la industria, ya que según esto será el tipo de fertilizante a utilizar. A continuación se anotan las dosis de fertilización más usadas en México:

70-120-60	Suelos arenosos
60-120-30	Suelos francos
110-180-30	Siembra con riego
90-160-00	Siembra con humedad residual
100-140-60	Suelos erosionados
60-100-30	Suelos ricos en materia orgánica
75-150-60	Suelos volcánicos (32).

7.3.2.- Métodos de Aplicación de Fertilizantes

Se consideran tres métodos de aplicación de fertilizantes para el cultivo de la papa, en cualquiera de ellas se debe evitar que el fertilizante esté en contacto directo con el tubérculo, ya que se pueden causar quemaduras al brote (32).

7.3.2.1.- Aplicación en banda

El fertilizante se pone de cinco a siete cms. alejado de la semilla procurando que quede en el fondo del surco, de ser posible se revuelve o se cubre con una delgada capa de suelo (45).

7.3.2.2.- Aplicación en mata

Se coloca en el fondo, de 10 a 12 gramos de fertilizante

en el lugar donde va a quedar la semilla, cubriéndose con una poca de tierra (32,42).

7.3.2.3.- Al voleo

Esta aplicación se recomienda en suelos muy arcillosos o francos; se entierra con una aradura superficial, despues de que se ha esparcido en el suelo al voleo.

7.3.3.- Epocas de aplicación de fertilizantes

7.3.3.1.- En la presiembra

Esta aplicación es al voleo. También se puede aplicar estiércol, dos o tres meses antes de la siembra para lograr su total descomposición (54).

7.3.3.2.- Al sembrar

Cuando se aplica el fertilizante en esta época se hace mediante dos métodos: aplicación en mata y aplicación en banda (28).

7.3.3.3.- A la cobertura

Cuando a la siembra se ha aplicado el 40% de nitrógeno y todo el fósforo y potasio, el resto se aplica cuando el follaje empieza a cerrar entre los surcos, se debe de regar después. --

También se hacen aplicaciones en esta época cuando hace falta algún elemento, para de esta manera evitar favorecer el desarrollo de la parte aérea de la planta sin que haya una disminución en la calidad y producción de tubérculo (54).

7.3.4.- Tipos de Fertilizantes Químicos

Es necesario utilizar fertilizantes que sean apropiados para el buen desarrollo de la papa.

Las fuentes más conocidas de fertilizantes nitrogenados son: el amoníaco anhídrido (2NH_3), el cual contiene 31.82% de nitrógeno y es un gas; nitrato de amonio, que contiene el 33% de N; urea con 45% de N; nitrito y sulfato de amonio con 16 y 25% de N respectivamente (27).

El fósforo se añade al suelo casi siempre por medio de superfosfato, que tiene un contenido de fósforo de 9% o del 20% de P_2O_5 ; superfosfato triple con 46% de P_2O_5 o con 20% de P; fosfato diamónico con 53% de P_2O_5 o 23% de P.

En lo que se refiere al potasio se añade principalmente como cloruro de potasio (KCl) y contiene cerca del 60% de K_2O y sulfato de potasio (K_2SO_4) que contiene el 40% de K o 48% de K_2O . (17).

La fertilización del cultivo de la papa se hace generalmente en base a superfosfato de cal, sulfato de amonio y cloruro de potasio, aunque en tierras muy ácidas se deben sustituir el sulfato de amonio por cianamida de cal y superfosfato de cal. Asimismo si se desea aumentar el contenido de almidón en el tubérculo se debe utilizar sulfato de potasio, en caso de que se desee

mayor producción de tubérculos en menos tiempo, como es el caso de cultivos de papa precoz, se recomienda usar cloruro de potasio, ya que el sulfato de potasio aumenta la formación de almidón pero en mayor tiempo (28).

La aplicación de micronutrientes no es muy común, pero en caso de ser necesaria se puede hacer por medio de aspersiones o adicionando los nutrientes menores al momento de la aplicación de los macronutrientes (28,64).

7.3.5.- Abonos Orgánicos

Las aplicaciones de abonos orgánicos tienen como finalidad proporcionar al cultivo, los elementos necesarios para un buen desarrollo y mejorar también la estructura del suelo (42).

La composición del estiércol, que es el más importante de los abonos orgánicos utilizados, la composición química del excremento es la siguiente: la tercera parte del potasio, la décima parte del nitrógeno y casi todo el fósforo excretado por el animal; el fósforo es cuatro veces más asimilable que el fósforo de origen mineral y el potasio dos veces más, además se encuentran elementos como hierro, cinc y calcio (17,28,54).

Sólo el nitrógeno contenido en la orina es más asimilable que el contenido en el excremento, ya que se presenta en forma de urea. Estos promedios pueden variar según la especie animal, el tipo de alimentación y la edad del animal. Los mejores abonos orgánicos provienen de las gallinas y de los borregos, aunque estos contienen menos cantidad de agua (27).

La cantidad usada de abono orgánico depende de la fertili

dad del suelo y de la disponibilidad regional de éste. Generalmente se recomienda aplicar una tonelada de gallinaza por hectárea, ya descompuesta o de 10 a 12 toneladas de estiércol fresco, tres meses antes de la siembra (32,59).

Otra manera de adicionar abonos orgánicos es por medio de residuos de cosechas anteriores o sembrando cultivos (especialmente leguminosas), específicamente para ese fin, ya que incorporan elementos minerales, principalmente nitrógeno.

El estiércol debe de estar bien descompuesto al momento de su aplicación o aplicarlo con tiempo suficiente, es decir, de dos a tres meses antes de la siembra para que se descomponga en el terreno; los abonos verdes no se deben de enterrar muy profundo al dar la labor, de manera que haya una buena descomposición debida a los factores del clima, de no lograrse en forma satisfactoria esta descomposición puede resultar perjudicial para el cultivo (42).

7.4.- LABORES CULTURALES

7.4.1.- Aporque

El aporque consiste en arrimar la tierra a los lados del surco, para cubrir los tallos subterráneos que darán origen al tubérculo (60).

7.4.1.1.- Objetivos del aporque

- Facilitar el riego por surcos

- Lograr un buen régimen de humedad para la planta, rompiendo la costra formada por los riegos o lluvias
- Cubrir los tallos subterráneos para evitar las quemaduras por el sol, ya que estos crecen superficialmente y puede haber formación de solanina (59).
- Algunas veces se aprovecha el aporque para el control de malezas
- Arrancar plantas ráquíticas, con pérdidas de clorofila y síntomas de enfermedades (28).

7.4.1.2.- Epocas y métodos de aporque

Generalmente se realizan dos aporques, el primero a los 40 días, es decir cuando la planta tiene entre cinco y diez centímetros de altura, el segundo cuando la planta tiene 70 días; - si se hace necesario un tercero y/o cuarto aporque se debe realizar durante el período vegetativo, hasta antes de la floración - ya que después el tubérculo está en formación y podría sufrir daños (28,32,56).

Esta labor generalmente se hace superficial para no dañar las raíces, ya que éstas se desarrollan en la parte alta del surco, y al crecer se juntan con las raíces de las plantas adyacentes hasta formar una malla (16).

El aporque se puede hacer manualmente, con un azadón se levanta el surco, o mecánicamente mediante la cultivadora, regulando la profundidad mediante el control hidráulico o por tornillos. También es posible utilizar la surcadora cerrando un poco

las vertederas, posteriormente se perfecciona la labor con un azadón (60).

7.4.2.- Control de Malezas

Maleza es todo aquel parásito indirecto que crece en lugares en donde no se le desea; son todas aquellas plantas que no pertenecen al cultivo, aquí se incluyen las plantas de cultivos anteriores (1).

7.4.2.1.- Objetivos del control de malezas

- Evitar la competencia por agua, luz y nutrientes
- Evitar focos de infección de plagas y enfermedades
- Lograr el buen funcionamiento de la maquinaria durante las labores de aporque y la cosecha (1).

7.4.2.2.- Epoca de control de malezas

Los deshierbes se hacen a los 20 días de la siembra y los otros al mes y medio del primero, si se hacen más serán a los 30 días después del segundo.

7.4.2.3.- Métodos de control de malezas

7.4.2.3.- Control mecánico

Los deshierbes manuales se hacen con el azadón, primero

se arrancan las plantas y posteriormente se entierran. Esta labor se puede realizar durante los aporques, ya que se entierran las hierbas al levantar el surco (59).

El control mecánico se hace montando al tractor un arado de reja en la cual se controla la profundidad por medio del sistema hidráulico o por tornillos, procurando no penetrar demasiado para evitar lastimar las raíces de la planta (59).

7.4.2.3.2.- Control químico

Los herbicidas o desecantes utilizados en el cultivo de la papa son selectivos y deben de aplicarse antes de la siembra o después de las labores de aporque para que su acción no se pierda con esta labor, en caso de que se usen herbicidas de tipo residual (59).

Es preferible no utilizar herbicidas residuales para evitar que la calidad del tubérculo desmerezca, ya que las cualidades organolépticas del tubérculo disminuyen también (28).

Los herbicidas recomendados para el control de malezas en el cultivo de la papa son los siguientes:

7.4.2.3.2.1.- Preemergentes

- Karmex, de 0.75 kg. por hectárea, aplicado en bandas de 30 cm. sobre el surco (31).
- Dacthal, en forma granulada o disuelto a razón de 4 a 10 kg/ha. de materia activa
- Treflan y Trifluralín, se incorpora a la tierra duran-

- te la aradura o el rastreo, a razón de 0.5 a 1 kg/ha. --
- Vegadez, CDEC, en forma granula o disueltos en agua, -- aplicando de 2 a 6 hg/ha (59).

7.4.2.3.2.2.- Postemergentes

- Monurón. 166 kg/ha.
- Prometrine, 0.5-1 kg/ha. incorporado al suelo
- Igram: Se absorbe por hojas y raíces, se aplican de -- 2-6 kg/ha.
- Eptam, se aplica seis semanas después de la siembra, -- incorporado al suelo a razón de 6 kg/ha (16).

Los productos químicos que necesitan ser disueltos en --- agua requieren de 200 a 500 litros de agua para su correcta apli- cación, también es necesario que el suelo este húmedo (59).

7.5.- RIEGO

La papa es muy exigente en agua, pero si ésta no se propor- ciona de manera adecuada puede causar problemas tales como ataque de hongos y bacterias, y durante la floración y formación de tu- bérculos es más necesaria, de haber una sequía en esta época los rendimientos disminuirán notablemente (28).

7.5.1.- Métodos de Riego

7.5.1.1.- Riego por gravedad o surcos

Es necesaria la buena nivelación del suelo, el riego se --

puede hacer en surcos cortos, es decir de 100 metros a menos de 200 metros de largo (68).

En suelos pesados los surcos deben de ser estrechos tratando que los tubérculos no se mojen en sus partes superior, además de que hay menos posibilidades de compactación del suelo. El agua se lleva a los surcos por medio de una abertura en la cabecera del canal, esta abertura en la cabecera del canal puede llevar el agua a uno o varios surcos por medio de tubos o sifones (68).

7.5.2.2.- Riego por aspersión

Este tipo de riego se usa generalmente en suelos accidentados y de pequeña extensión, ya que evita la erosión del suelo y la pérdida de agua por escurrimiento (12).

Existen dos tipos de riego por aspersión, el portátil y el fijo; en el primero se usan aspersores con espaciamientos de 12 m. x 12 m. para suelos arcillosos, y para suelos arenosos el aspersor es del tipo 90B con espaciamientos de 30 m. x 36 m, las máquinas son de tipo Lancer. Es necesario saber manejar este tipo de aspersores para evitar la pérdida de agua, el riego parcial de la superficie del cultivo y desperdicio de mano de obra (12,21).

Cuando se desea que el riego por aspersión sea fijo se instalan tubos de manera permanente, que lleven el agua de depósitos cercanos a la plantación.

7.5.2.- Periodicidad del Riego

Es preferible dar riegos frecuentes y ligeros a riegos -- fuertes y espaciados, evitando de esta manera, los encharcamientos y rajaduras del suelo que pueden afectar al tubérculo (59).

Cuando el cultivo es temporal y se han retardado las lluvias es necesario aplicar un riego antes de la siembra para que haya buenas condiciones para la brotación de los tubérculos, el último riego se da a los 15 ó 20 días antes de la cosecha para permitir que la tierra no se pegue a los tubérculos (59).

El número total de riegos dependerá de las condiciones -- del cultivo, pero en general se dan de 9 a 12 cultivos a las variedades tardías y de 5 a 7 a los cultivos intermedios y tempranos, cada uno de ellos con intervalos de 18 a 21 días (12).

7.6.- COSECHA

7.6.1.- Corte del Follaje

De 15 a 20 días antes de la cosecha es necesario cortar -- el follaje de la planta con el fin de facilitar la cosecha, lograr una maduración más uniforme del tubérculo y el endurecimiento de la cutícula para evitar daños mecánicos al cosechar y además ayudar a la resistencia del transporte a los mercados (45,- 60).

El corte puede ser manual, mecánico o con defoliantes, es decir, químico. El corte mecánico se hace mediante picadoras de follaje, como el rotobeador que pega a los tallos con unas --

bandas de caucho unidas al cilindro, que es accionado por la toma de fuerza del tractor. Las bandas pican el follaje y su altura es graduable, además cubren el surco y las calles, lo que permite que el terreno quede totalmente limpio (45,59).

Cuando se prefiere hacer el corte por medio de defoliantes se utilizan productos como Gramoxone, Discual, DNC a razón de 5 litros por hectárea, disueltos en 400-600 litros de agua, - estos productos se deben aplicar por las mañanas cuando no haya viento y con temperaturas bajas, en ocasiones el sol favorece el resultado de la aspersión (31,32,59).

Es posible utilizar dos métodos para el corte del follaje, el primero es cortar la parte del follaje manualmente y después se aplica el defoliante, logrando de esta manera una mejor acción sobre las plantas (59).

7.6.2.- Epocas de recolección de Tubérculos

7.6.2.1.- Recolección temprana

Este tipo de recolección se hace cuando se desea el tubérculo para semilla ya que de este modo se evita la transmisión de enfermedades de la parte aérea a los tubérculos. El cultivo de variedades tempranas se considera de menos de 120 días, es decir, antes de cuatro meses de cultivo (56,59).

7.6.2.2.- Recolección media y tardía

Se consideran cultivos medios y tardíos los que tienen --

una maduración de 120 a 165 días y de 170 días en adelante, respectivamente.

Se reconoce la época de cosecha de variedades de papa de ciclo intermedio y tardío cuando el crecimiento del follaje ha cesado, las hojas comienzan a caerse, se ponen amarillas y los tubérculos se desprenden más fácilmente del estolón, además el tubérculo al tallarlo con el dedo no se pela (32,59,60).

7.6.3.- Métodos de Cosecha

7.6.3.1.- Cosecha manual

Este método se utiliza generalmente en plantaciones pequeñas. Se afloja la tierra alrededor de la planta con un bieldo o azadón, haciendo la recolección a mano, también se puede aflojar la tierra con un arado de tiro animal. En ambos casos se debe -- de cuidar para no causar daños a la papa (45,82).

7.6.3.2.- Cosecha mecánica

Para el mejor funcionamiento de las máquinas cosechadoras el terreno debe estar libre de piedras, hierbas y objetos que -- puedan estorbar el paso, además el suelo debe de estar seco para evitar que la tierra se pegue a los tubérculos (12).

La máquina cosechadora de papas más utilizada es la de la cadena, la cual mediante una cuchilla remueve el surco, las papas y la tierra removida pasan a una cadena que al vibrar cierne la tierra y echa las papas al suelo, de donde son recogidas, la

profundidad a la que penetra la cuchilla es regulada manual o hidráulicamente (60).

7.6.4.- Cuidados y Selección de los tubérculos

7.6.4.1.- Cuidados del tubérculo a la cosecha

El tubérculo debe dejarse unas horas en el suelo con el fin de que se endurezca la cutícula y se pierda la humedad. Se deben evitar quemaduras de sol, de manera que no haya producción de solanina, y con ello un desmerecimiento en la calidad del producto (59).

7.6.4.2.- Selección de los tubérculos

Se recomienda selección la papa al momento de la cosecha, es decir, se deben apartar las papas que se utilizaran como semilla, los que se destinen al mercado y los desechos. El tubérculo de desecho es aquel que se presenta afectado por gangrena, heridas, pudriciones secas y los que tienen quemaduras de sol (45,-59).

Las papas seleccionadas para semilla no se deben de lavar ya que se pueden perder algunas yemas (45).

8.- ENFERMEDADES DE LA PAPA

8.1.- ENFERMEDADES VIROSAS

Las enfermedades virosas son el principal problema de la producción de papa para semilla, ya que el grado de degeneración de una variedad depende generalmente del ataque de los virus. La magnitud de los síntomas en un cultivo de papa dependen de varios factores, como son luz, temperatura, velocidad del viento, altitud, etc, qué virus y su estirpe están presentes en el cultivo y resistencia de la variedad al ataque.

8.1.1.- Mosaico Rugoso (VYP)

8.1.1.1.- Generalidades

Las diferentes razas del virus rugoso de la papa están -- distribuidas en todo el mundo, atacando principalmente a las Solanáceas. En temperaturas mayores de 20°C, el virus se desarrolla mejor, debilitándose cuando éstas disminuyen.

8.1.1.2.- Síntomas

Los síntomas pueden variar desde un moteado suave en las hojas, hasta la muerte de la planta, dependiendo de la raza del virus y de la variedad del cultivo (22).

El primer síntoma es la presencia de un mosaico suave en las hojas, el cual puede pasar inadvertido, después las hojas se

enrollan y ondulan y la planta presenta enanismo. Al avanzar la enfermedad, en las hojas inferiores se observan manchas aisladas que se necrosan provocando la muerte de la hoja, esta puede desprenderse o permanecer adherida al tallo, la enfermedad avanza de abajo hacia arriba, llegando a producir la muerte de la planta (81).

El tubérculo presenta una disminución en el tamaño, además de que queda ya infectado, y al ser sembrado da origen a plantas enfermas (22,82).

8.1.1.3.- Etiología

Sinónimos: Virus Y de la papa

Virus del bandedo de las nerviaciones

Virus 2 de Solanum, K.M.

Marmor epsilon Holmes (81)

El virus Y de la papa es un virus de partículas helicoidales de 730 x 11 nm. Se conocen muchas razas o más bien grupos de razas que pueden diferenciarse de acuerdo a los síntomas que producen en el tabaco, papa y otros hospederos. A los grupos principales se les denomina VYP^o (strain o raza común), VYP^N (Strain o raza necrótica) y VYP (Strain o raza que corresponde al tipo común) (22).

8.1.1.4.- Epifitología

El virus sobrevive en el tubérculo infectado, y puede ser

transmitido de una planta a otra en el campo por medio de la maquinaria o utensilios de trabajo utilizados para sembrar o hacer labores, también puede ser transmitido por los pulgones de la especie Myzus persicae, aunque existen otras 25 especies de afidos que son igualmente eficientes para diseminar el virus; el virus es no persistente y es transportado e infectado a la planta por el estilete del insecto (22).

8.1.1.5.- Métodos de control

El mejor método de control es sembrar semilla certificada, es decir, semilla libre de virus y variedades resistentes, estas últimas provenientes de cruzas de especies de S. chacoense y S. stoloniferum (22).

También es recomendable evitar las altas poblaciones de áfidos, ya sea sembrando en la época fría o el uso de insecticidas sistémicos para acabar con el pulgón. Asimismo se debe evitar fumar en la plantación y tocar plantas sanas después de haber manipulado plantas enfermas (18,22, 81).

8.1.2.- Virus Latente (VXP)

8.1.2.1.- Síntomas

Este virus puede producir desde síntomas leves como es un moteado suave hasta síntomas medios muy graves, como enanismo o necrosis apical. Los primeros síntomas han sido observados fre--

cuentemente en variedades de Estados Unidos y los segundos en variedades europeas (32,58).

La necrosis apical empieza en el ápice del tallo o de una rama, se extiende hacia abajo y la planta llega a morir total o parcialmente; generalmente no hay producción de tubérculos cuando la planta sufre esta clase de ataque, pero en caso de que los haya presentan necrosis interna (81).

8.1.2.2.- Etiología

Sinónimos Virus del mosaico latente

Virus del moteado y la mancha de anillo de la papa

Virus de la necrosis acropeta de la papa

Virus X de la papa

Virus 26 de la papa

Virus 1 de Solanum K.M. Sm.

Annulus dubius Holmes (81).

Las partículas del VXP son filamentos flexuosos de 515 x 13 nm. con subestructura helicoidal (grado de inclinación 3.4.-mm). El ARN de que esta compuesto es de hebra simple, con peso molecular de 2.1×10^6 . La inactivación térmica esta entre 68 y 76°, dependiendo de la raza; el punto final de dilución de 10^5 a 10^6 (22).

8.1.2.3.- Epifitiología

En las variedades susceptibles la transmisión es a través

del tubérculo o por contacto, ya sea de la maquinaria, animales, raíces ó por la bacteria Synchytrium endobioticum, ya que sus --- zoosporas actúan como vectores del virus (22).

Por otra parte, ya infectada la planta el VXP forma dentro de las células de las hojas de la papa inclusiones amorfas, estas inclusiones contienen partículas esparcidas entre las capas alternas laminadas curvas o enrolladas de los componentes de la inclusión (22).

8.1.2.4.- Métodos de control

El único método de control es el uso de variedades resistentes y de tubérculos para semilla certificados. En caso de querer liberar a una variedad del virus, es necesario utilizar el cultivo de meristemas, a partir de brotes desarrollados entre 30 y 60°C (22).

8.1.3.- Virus del enrollamiento de la papa

8.1.3.1.- Síntomas

Este patógeno es el causante de las más altas reducciones en el rendimiento de la papa; esta presente en todas las regiones del mundo en donde se cultiva papa.

Se presentan dos tipos de síntomas, los primarios que se observan después del ataque de áfidos, sobre todo en las hojas jóvenes, las que se muestran erectas, enrolladas y se tornan rojizas o rosadas. El enrollamiento se observa sólo en la base de -

las hojas. Cuando el ataque es a plantas maduras los síntomas - pueden no hacerse evidentes (22,82).

Los síntomas secundarios se hacen presentes al sembrar tubérculos infectados, consisten en el enrollamiento de los foliolos, además de que estos se tornan de un color más claro y se ponen rígidos y coráceos; al continuar el ataque las hojas se vuelven púrpuras. La planta suele presentar necrosis reticular interna y puede pasar de un color translúcido a oscuro (22).

8.1.3.2.- Etiología

El virus del enrollamiento de la papa tiene partículas -- icosaédricas de 24 nm. de diámetro. Algunas investigaciones han encontrado tres razas, llamadas suave, moderado y severo, según sean los síntomas que provocan en la planta (22).

8.1.3.3.- Epifitiología

El virus sobrevive en el tubérculo-semilla o es diseminado por pulgones en forma persistente, es decir, el áfido que se ha alimentado de una planta enferma transmite el virus durante el resto de su vida, ya que este penetra al sistema circulatorio - del insecto (22).

En la planta desde que aparecen los síntomas se observa un engrosamiento de las paredes y necrosis de células del floema - primario de tallos y peciolo. A menudo se produce acumulación abundante de calosa alrededor de las placas cribosas y floema - de los tubérculos y tallos. La rigidez que presentan las hojas -

de las plantas infectadas en forma primaria o secundaria son -- una consecuencia de la acumulación de almidón en las células - (22).

8.1.3.4.- Métodos de control

El uso de semilla certificada y el uso de insecticidas sis temáticos para combatir el pulgón, así como la siembra adelanta da son los mejores métodos de control para evitar el ataque del virus del enrollamiento de la papa.

Si se desea liberar a una variedad infectada del virus, se puede someter a tratamientos con calor a 37°C. durante 25 días (22).

8.1.4.- Virus del mosaico suave (VAP)

Esta enfermedad ataca más severamente a la papa cuando el clima es frío, que cuando es cálido y húmedo, ya que aunque en este clima la enfermedad este presente, los síntomas se enmasca ran. En algunas regiones ha llegado a causar hasta el 40% de -- pérdidas en el cultivo (82).

8.1.4.1.- Síntomas

El síntoma de la presencia de la enfermedad es un moteado que abarca áreas irregulares, se presentan zonas amarillentas - seguidas de áreas de color verde más oscuro que el normal; es-- tas manchas se localizan sobre y entre las nervaduras de las --

hojas. En ocasiones los bordes de los folios se enrollan hacia arriba (82).

8.1.4.2.- Etiologia

Virus del mosaico suave

Virus del mosaico supersuave

Virus A de la papa

Virus 3 de Solanum K.M. Sm.

Marmor Solani Holmes (81).

"El VAP es un miembro del grupo VYP, con partículas en forma de filamentos flexuosos de 730 x 15 nm. Está serológicamente relacionado con el VYP, aunque es difícil de determinar el grado de relación, debido a que las pruebas heterólogas recíprocas no dan el mismo resultado " (22).

"Las pruebas físicas incluyen puntos de inactivación térmica de 50°C; inactivación por envejecimiento in vitro, 4 horas o menos; inactivación por dilución 1-100 o incluso menos" (82).

8.1.3.2.- Métodos de control

Debido a que el VAP es transmitido a la planta por áfidos (Aphis frangulae, Macrosipium euphorbiae y Mizus persicae) en forma no persistente, es necesario el control de estos insectos con productos sistémicos.

El uso de variedades resistentes, las cuales son obtenidas a partir de S.chacoense y S.stoloniferu, también son un buen método

do de control; en caso de que se desee liberar a una variedad de virus, se puede hacer con cultivo de meristemas (22).

8.1.5.- Mosaico crespo VMP

8.1.5.-1.- Generalidades

Este virus se encuentra distribuido en todo el mundo, principalmente en países de clima templado, ya que a temperaturas mayores de 24°C los síntomas no son visibles (4).

8.1.5.2.- Síntomas

Los síntomas varían desde un moteado suave en las hojas, - hasta el enrollamiento, moteado severo, enanismo de los brotes, - retorcimiento de los folíolos y enanismo general de planta y el - tubérculo (4).

8.1.5.3.- Etiología

"Las partículas del VMP son bastantes rígidas ligeramente flexuosas de 650 x 12 nm. El punto de inactivación térmica está entre 65 y 70°C; el punto final de dilución entre 10^{-2} y 10^{-4} ; retiene su inefectividad por 2 a 4 días a 20°C" (22).

8.1.5.4.- Epifitología

El virus se transmite por medio de áfidos tales como Aphis frangulas, Aphis masturii y Mizus persicae, en forma no persistente, también se disemina por injertos de tallos y tubérculos y medios mecánicos (4).

Una vez que el virus ha penetrado a la planta, en "el citoplasma de las células infectadas de papa se encuentran numerosos bastones y agregados del virus (22).

8.1.5.5.- Métodos de control

El método más efectivo es el uso de semilla libre de virus y la prevención del ataque del pulgón. Se puede liberar a una variedad del virus M, mediante el cultivo de meristemos apicales o combinando el método de tratamiento por calor en el cultivo de yemas axilares (4,22).

8.1.6.- Virus S

8.1.6.1.- Síntomas

Generalmente no se presentan síntomas apreciables del ataque de este virus, ya que estos sólo se hacen apreciables cuando el ataque es muy severo, y consisten en rugosidad en las hojas, - hundimiento de la nervaduras, enanismo y un hábito de crecimiento abierto; en algunas variedades de color de las hojas cambia de -- verde suave a bronceado en la cara delantera (4).

8.1.6.2.- Etiología

"El virus S de la papa de Bruyn Cuboter (VSP) tiene partículas en forma de bastones rígidos a ligeramente flexuosos de 650 x 12 nm. aproximadamente. Su inactivación térmica se realiza entre

55 y 60°C; el punto final de dilución en savia cruda de papa es - alrededor de 10^{-3} y la longevidad in vitro es de alrededor de 4 - días a 20°C" . (22) .

8.1.6.3.- Epifitiología

El virus sobrevive en los tubérculos; en el campo se dise- mina por contacto entre plantas enfermas y sanas, así como por - pulgones de la especie mizus persicae. La infección debe ser en - etapas tempranas del cultivo, ya que se ha encontrado que las --- plantas maduras poseen resistencia a su ataque (22).

8.1.6.4.- Métodos de control

Uso de semilla certificada, proveniente de países donde se produzca semilla libre de virus (Holanda y Alemania).

Para liberar a una variedad del virus es necesario el cul- tivo de meristemas apicales y controlar la población de áfidos -- con insecticidas sistémicos (4,22).

8.2.- ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

8.2.1.- Nematodo dorado (Heterodera (Globobera) spp)

Las primeras noticias acerca del nematodo dorado datan de 1881, año en que Kühn, observó que en la papa el nematodo enquistado, y a partir de 1900 se empezó a estudiar más en forma los da- ños causados por este parásito. Asimismo se han diferenciado dos

especies del género Glodobera; tanto la rostochiensis y la pallida, que atacan la papa. Ambas especies se encuentran distribuidas en todo el mundo (10,22).

En México fue detectada la presencia de Glodobera rostochiensis en 1971, en el Bajío y en el Valle de Navidad, Nuevo León (7).

8.2.1.1.- Síntomas

Los síntomas en la parte aérea de la planta son poco apreciables si el ataque no es severo. Estos consisten desde el amarillamiento de las hojas, las cuales posteriormente se ven salpicadas de manchas cafés, enanismo, hasta la muerte prematura de la planta (28,32).

En la parte subterránea se observa una gran proliferación de raíces adventicias, además de la presencia de protuberancias semejantes a verrugas (22,28).

8.2.1.2.- Etiología

A la madurez, tanto G. rostochiensis como G.pallida se convierten en quistes redondeados de color castaño oscuro, con un diseño irregular de puntuaciones en la superficie del cuerpo. Los quistes de Glodobera rostochiensis, se diferencian por una mayor distancia entre ano y vulva (60 micras), mientras que glodobera pallida tiene una distancia menor (44 micras); en la primera especie existe una mayor número de anillos perilineales entre el ano y la vulva de 21.6 comparado con 12.2 (en promedio); las hembras --

son de color dorado en una especie y cremas en la otra, antes de que ambas tomen la coloración castaña. El largo cuerpo de las larvas, del estilete y de la cola son generalmente mayores en G. pallida que en G. rostochiensis" (22).

8.2.1.3.- Epifitiología

Al terminar la etapa de hibernación de los quistes, en la primavera, y aumentar la temperatura a más de 10°C, se realiza la invasión a las raíces (a una temperatura máxima de 16°C), por larvas del segundo estadio, ya que el primero lo tienen dentro del huevo; después de una breve emigración a través de la corteza, la mayor parte se acomoda en posición paralela a la raíz principal, la cola se dirige hacia la raíz y la cabeza a un cilindro vascular. El macho sufre la tercera y cuarta muda, a la vez que aumenta su grosor hasta que tiene una anchura aproximadamente igual a la quinta parte de su longitud (10,22).

Durante la tercera muda el macho se alarga, llegando a estar enroscado en la tercera cutícula, después de que ha obtenido su forma alargada surge como adulto al final de la cuarta muda (10).

La hembra solo aumenta su grosor, hasta llegar a adquirir su forma casi esférica, durante este proceso sufre la segunda, tercera y cuarta mudas.

En etapa adulta el macho se aparea con la hembra, que está sujeta al tejido radicular por la cabeza y el cuello, después de la fecundación la cutícula de la hembra se oscurece y endurece transformándose en quiste, en el cual pueden estar alojados hasta

500 huevecillos. Los quistes permanecen en el suelo, hasta el siguiente cultivo, o hasta que se presenten las condiciones que permitan su desarrollo. Los huevos pueden permanecer viables hasta por 20 años (10.22).

8.2.1.4.- Histopatología

"Las larvas de Glodobera spp emergen de los huevos por efecto del estímulo que ejercen los exudados radiculares. A medida que las larvas se desplazan a través de las células corticales, puede producirse una ligera necrosis como consecuencia de la alimentación del nematodo. La hembra se adhiere y alimenta del cilindro vascular, dando origen a unidades multinucleadas denominadas "syncytia" (células gigantes), cerca de la cabeza del nematodo, las que se forman por incorporación de un conjunto de células adyacentes cuyas paredes se han disuelto. Este proceso se inicia y avanza, abarcando una columna de células hasta llegar al cilindro vascular, en el cual las syncytia se encuentran delimitadas por xilema lignificado; posteriormente se realiza la incorporación de células nuevas en sentido paralelo al eje de la raíz.

Las syncytia cuyo citoplasma adquiere estructura granular y consistencia densa, pueden formarse en la corteza, endodermis, periciclo y parénquima del cordón vascular central. Son generalmente alargadas, sus extremos se unen con las células del tejido normal y a menudo cada una está asociada con una larva. Cuando se realiza una infección múltiple, dentro de una pequeña área de tejido radicular las células se fusionan. Después de que se ha -

producido la hipertrofia de los núcleos en las syncytia, hay disminución en el tamaño y número de los plástidos, destrucción de las mitocrondrias, poliploidia y desintegración nuclear.

Muy próximos a los vasos del xilema se forman protuberancias internas o externas con "formaciones limitrofes" y microtúbu los asociados a estas protuberancias, que sirven para aumentar el área superficial de la pared celular de las syncytia en relación con el volúmen y para permitir un aumento en el paso de solutos a través del plasmalema. La pared celular se engrosa diez veces más de lo normal" (22).

8.2.1.5.- Métodos de control

Fumigar los suelos con nemátocidas carbámicos, como el dicloropropeno (D-B), el cual ha llegado a aniquilar hasta el 98% de la población de nematodos. La cantidad usada es a razón de -- 420 litros por hectárea, aplicando la mitad, y a los 5 días la otra parte, estas aplicaciones se deben hacer por lo menos con dos meses de anticipación a la siembra (10,22).

Rotación de cultivos de 4 a 6 años, con un solo cultivo de papa, con el uso de variedades resistentes al ataque del nematodo (10):

8.2.2.- Nematodo del nudo (Melodogyne spp)

Este nematodo está distribuido en todo el mundo, pero representa el mayor problema en las regiones de clima templado, lugares en los cuales las pérdidas pueden ser de hasta el 25% (18,- 22).

8.2.2.1.- Síntomas

Los síntomas varían según la población de nematodos en el suelo, la variedad y clima. En general, en la parte aérea de la planta se presenta clorosis en las hojas, enanismo y marchitez a temperaturas altas o después de una sequía. Las raíces presentan nudos de diversas formas y tamaños; si la densidad del nematodo es muy grande, estos atacan al tubérculo y le forman agallas, dentro de las cuales se encuentran las hembras de los nematodos (22-32).

8.2.2.2.- Etiología y epifitología

Las principales especies de Melodogyne son: arenaria, hapla, javánica, incognita e incognita acrita (22).

El ciclo de vida de este nematodo es similar al de todas las especies de nemátodos que atacan a la papa; "la primera muda se lleva a cabo dentro del huevo, de donde las larvas emergen en su segundo estadio e invaden las raíces de la planta hospedante cerca del ápice, luego migran hacia el tejido vascular donde se vuelven estacionarios. Como consecuencia de la alimentación y secreción glandular de las larvas, las células del hospedante que rodean al nematodo se multiplican y aumentan de tamaño. La interacción nemátodo-hospedante provoca el desarrollo de numerosas células gigantes multinucleadas, de las cuales el nematodo obtiene su alimento. Después de alimentarse, las larvas comienzan a hincharse. Los sexos se diferencian en el cuarto estado larval, dentro del tejido parasitado. Las hembras continúan hinchándose

hasta alcanzar la madurez que es cuando se ponen de color blanco, adquieren la forma de pera y miden de 1 a 2 mm. de longitud. Después del cuarto estado larval, los machos toman la forma de gusanillo, de 1 a 1.5 mm. de longitud y migran hacia el exterior de las raíces. La presencia de machos es común en algunas especies, pero en otras no, igualmente en algunas especies los machos funcionan para la reproducción mientras que en otras no. Las hembras permanecen en las raíces y cada una puede producir más de 100 --- huevos embebidos en una matriz mucilaginosa que a menudo es expulsada fuera del tejido radicular. Los huevos eclosionan en la matriz mucilaginosa, emergen las larvas jóvenes e invaden nuevas -- partes de la misma raíz y otras raíces. Dependiendo del hospedante, temperatura y especie del nematodo, el tiempo que demora en producirse una generación es de 20 a 60 días" (22).

8.2.2.3.- Métodos de control

Existen varios métodos de control, entre los que se encuentra el uso de nematicidas que, debido a que este género no se encuentra, es más fácil su ataque; entre estos productos se encuentra el Furadan al 5%, en dosis de 50 kilogramos por hectárea. El uso de semillas certificadas y la rotación de cultivos, especialmente con gramíneas del género Eragostis, así como la siembra de plantas del género Tagates (por ejemplo, Cempoalxóchitl), han dado buen resultado, ya que este último secreta ciertas sustancias tóxicas que repelen a los nematodos (18,22).

8.2.3.- Nematodo de la lesión radicular (Pratylenchus spp)

Existen nueve especies de pratylenchus que atacan a la papa; las cuales están distribuidas en diferentes partes del mundo, siendo la más importante las especies P. penetrans, P. brachyurus y P. scribneri, ya que se encuentran en las principales zonas -- productoras de Europa y Norteamérica (4).

8.2.3.1.- Síntomas

Los síntomas que se presentan en la parte aérea son similares para las tres especies mencionadas, ya que causan clorosis, enanismo y falta de vigor.

La especie P. penetrans se alimenta del tejido cortical - de las raíces a las cuales penetra haciendo que se destruya la - corteza no suberizada del tubérculo (4).

Las especies P. scribneri y P. brachyurus atacan al tubérculo, en el cual causan heridas de color castaño y llegan a alojarse muchos nematodos, matando las células adyacentes. Estas lesiones tienen aproximadamente 5 mm. de profundidad, son irregulares y tienen el borde ligeramente hundido. Durante el almacenamiento se puede presentar pérdida de peso y verrugas pústuladas, que hacen que pierda valor comercial el tubérculo y que además - no sirva como semilla (22).

8.2.3.2.- Etiología y epitiología

"La primera muda se realiza dentro del huevo, de donde --

emerge el nematodo de su segundo estadio larval. Todos los estadios son activos, y los nematodos tienen forma de gusanillo y penetran en las raíces, generalmente por encima de la coifa, pero también pueden penetrar a través de otras superficies no suberizadas de raíces, estolones y tubérculos. La penetración y movimiento en el tejido puede ser intra e intercelularmente. Aparentemente la penetración se realiza por presión mecánica y acción cortante del estilete. La formación de lesiones se realiza antes de la penetración del nemátodo. En el tubérculo, las células que rodean al nematodo son de color castaño, tienen el citoplasma granular y los núcleos de tamaño reducido. Dependiendo de factores tales como temperatura, especie del nematodo y hospedante, el tiempo requerido por generación es de 4 a 8 semanas" (22).

8.2.3.3.- Métodos de control

El método más efectivo para controlar la población de Pratylenchus en el suelo es la aplicación de nematicidas al momento de la siembra, estos nematicidas pueden ser Furadán al 5%, granulado, en una proporción de 30 a 40 kilogramos por hectárea; PNCB al 24%, líquido, a razón de 40 litros por hectárea (22).

8.2.4.- Nematodo de la pudrición de la papa (Ditylenchus destructor)

Este patógeno llega a causar grandes pérdidas en el cultivo de la papa, sobre todo en zonas templadas de Europa y Norteamérica. Este organismo puede sobrevivir en el suelo, incluso a

temperaturas de -28°C ; el rango de desarrollo va de 4 a 35°C , siendo el óptimo de 15 a 20°C , y una humedad relativa de 90 a 100% (22).

8.2.4.1.- Síntomas

Los síntomas en la parte aérea no son muy apreciables, en cambio en el tubérculo se presentan claros síntomas del ataque del *Ditylenchus destructor*. En la parte afectada del tubérculo se observan manchas blancas, también en la cáscara, ya que se adelgaza y resquebraja debido a que el tejido subepidérmico se encoje. En condiciones adecuadas de desarrollo del patógeno, ya sea en almacenamiento o en el campo, el tubérculo se llega a destruir totalmente, debido a que en las lesiones puede haber un ataque secundario de bacterias que causan pudrición húmeda (4,22).

8.2.4.2.- Etiología y epifitiología

"El nematodo que sirve inóculo primario puede sobrevivir en el suelo parasitando hongos y malezas o puede ser introducido cuando se utiliza tubérculo enfermo. El patógeno penetra en los tubérculos pequeños a través de las lentícelas de la epidermis -- cercana a los ojos. En las infecciones tempranas que se inician en etapas iniciales o en la primera mitad del desarrollo del tubérculo los nematodos se encuentran aislados o en grupos en el tejido inmediatamente debajo de la epidermis y causan pequeñas lesiones de color blanco. En las márgenes de avance de las lesiones, donde el tejido tiene consistencia blanda y harinosa, se encuen--

tra presente gran cantidad de tejido, el que se vuelve oscuro debido a que es invadido por organismos de pudrición seca y blanda. El nematodo continua viviendo y desarrollándose en los tubérculos ya cosechados. La supervivencia a temperaturas bajas durante el invierno se realiza probablemente en el estado de huevo" (22).

8.2.4.3.- Métodos de control

El uso de semilla libre de nematodos y la fumigación del suelo con Furadán al 5%, a razón de 40 kg/ha. son los métodos más efectivos para el control del parásito (4).

8.2.5.- Falso nemátodo del nudo (Nacobus aberrans)

Este nematodo está difundido casi exclusivamente en países de América del Sur, ya que se desarrolla a alturas de 2,000 a --- 4,200 msnm, en algunas zonas ha llegado a causar del 30 al 35% de pérdidas en el cultivo.

El nemátodo tiene un rango óptimo de 20 a 26°C de temperatura, aunque también se ha encontrado que se desarrolla bien en regiones con temperaturas de 15 a 18°C, asimismo el tipo de suelo no es limitante para su desarrollo (4,22).

8.2.5.1.- Síntomas

En la parte aérea los síntomas de ataque son clorosis de las hojas, enanismo y marchitamiento general cuando falta humedad en el suelo (22).

En las raíces forma agallas pequeñas y brillosas como consecuencia de la penetración de hembras. Las raicillas mueren al ser invadidas por las larvas del nematodo. En el tubérculo produce heridas de 1 a 2 mm. de profundidad. sin que sea posible reconocer otros síntomas (4,22).

8.2.5.2.- Etiología y epifitología

El falso nematodo del nudo realiza la primera muda dentro del huevo y las larvas emergen en su segundo estadio, invaden las raíces pequeñas y se establecen en puntos favorables. Las células, en el lugar de alimentación del nematodo, aumentan de tamaño y luego las células corticales se necrosan. Las larvas se alimentan y pasan por dos mudas más, después abandonan la raíz como preadultos o se establecen en el mismo lugar donde continúan alimentándose y desarrollan agallas hasta completar el ciclo de vida. Cierta porcentage de individuos que abandonan las raíces completan su última muda y se convierten en machos adultos o en hembras activas. Las hembras jóvenes se desplazan hacia las raíces más grandes y se establecen con la cabeza en las proximidades del tejido vascular, donde las células circundantes se agrandan, desarrollándose por lo tanto agallas. La parte posterior de las hembras se proyecta hacia afuera, formándose una abertura en la superficie de la raíz, donde los huevos son parcialmente depositados en una matriz mucilaginosa. Las hembras preadultas y activas también invaden los tubérculos y penetran a una profundidad de 1 a 2 mm. por debajo de la superficie de la epidermis. Aunque algunos individuos desarrollan hasta alcanzar

la madurez, la mayoría permanecen en estado semiestacionario por un período largo y sirven como fuente primaria de diseminación - (22).

8.2.5.3.- Métodos de control

El método de control más efectivo es el uso de tubérculos para semilla libre del patógeno, es decir, semilla que provenga de lugares no infectados.

La rotación de cultivos con leguminosas y gramíneas, conociendo bien cuales de éstas últimas no son hospedantes, puede -- dar resultado para reducir la población del patógeno (4,22).

8.3.- ENFERMEDADES BACTERIANAS

8.3.1.- Marchitez bacteriana (Pseudomonas Solanacearum)

8.3.1.1.- Generalidades

Esta enfermedad está ampliamente distribuida en las zonas templado-calidas, tropical y subtropical, llegando a ser en algunos países de América y Asia un grave problema. En México se ha comprobado que puede causar la muerte de hasta el 80% de las plantas en cultivos comerciales (4,7).

Las condiciones para el desarrollo de Pseudomonas solanacearum son suelos húmedos, temperaturas de más de 20°C y mal drenaje del terreno.

8.3.1.2.- Síntomas

Los síntomas que se presentan durante el ataque Pseudomonas solanacearum son hojas marchitas y pálidas, llegando a volverse color castaño; también hay enanismo y amarillamiento. En los tallos se pueden observar rayas oscuras y angostas que corresponden a haces vasculares infectados, de los cuales brota un líquido castaño grisáceo. Generalmente, el marchitamiento se observa durante las horas de más calor del día, con apariencia de recuperación durante la noche, pero el marchitamiento se intensifica cada vez más llegando a causar la muerte de la planta (18, 22).

En el interior del tubérculo se observa una decoloración gris parduzca que se extiende desde el xilema hacia la médula y corteza; si se ejerce un poco de presión en el tubérculo partido sale un líquido blanco de mucus bacteriano. En los ojos de la base se observan manchas, además de un exudado pegajoso, en esto o en la unión con el estolón, al cual se adhiere el suelo (22, 32).

8.3.1.3.- Etiología

"Pseudomonas solanacearum E. F. Smith; es una bacteria -- abastona que no forma espora ni cápsula, es Gramnegativa, reduce nitratos, forma amoníaco y es aeróbica (22).

8.3.1.4.- Epifitología

La bacteria sobrevive en el suelo o en los tubérculos in-

fectados, estos últimos son el principal medio de supervivencia - del inóculo (81).

8:3.1.5.- Métodos de control

El uso de semilla certificada o, en caso de usar semilla - en trozos, esta debe ser tratada como se ha indicado anteriormen- te (capítulo 6). Durante el cultivo es necesario eliminar plantas enfermas con todo y tubérculo, en caso de que los haya (18,81).

También se recomienda la aplicación de cal viva al suelo a razón de tres toneladas por hectárea, ya que sirve como bacterici- da; otro método de control es la rotación de cultivos por un pe- ríodo de tres años, con cultivos que no sean susceptibles al ata- que de Pseudomonas solanacearum; se debe investigar muy bien a -- que plantas no ataca, ya que se ha comprobado que esta enfermedad ataca a 33 familias de plantas cultivadas (18,22,81).

8.3.2.- Pierna negra (Erwinia caratovora, var. caratovora y atro- septica)

8.3.2.1.- Generalidades

Cuando la planta de papa es atacada por esta bacteria en - el campo se llama pierna negra, y cuando es atacada durante el al macenaje se conoce como pudrición blanda, la primera produce la - var. atroséptica y la segunda la var. caratovora y atroséptica, - en el inciso referente a síntomas se nombran las diferencias en - el ataque (22).

La bacteria (Pseudomonas solanacearum) está distribuida en todos los lugares en donde se produce papa; en México se localiza en los estados de Zacatecas, Puebla, México, Chihuahua, Sinaloa, Michoacán y Tlaxcala, en donde se encuentran las condiciones óptimas para su desarrollo, que son suelos húmedos y temperaturas de 18°C, viendose restringida la enfermedad cuando el suelo esta seco y caliente y la temperatura aumenta a más de 25°C; - en cambio para el ataque de pudrición blanda es necesaria una -- temperatura óptima de 25 a 30°C, aunque puede empezar a ser evidente su ataque a partir de los 10°C, esto durante el almacenamiento (22) .

8.3.2.1.- Síntomas

Los síntomas de pierna negra (Erwinia caratovora, var. -- atroséptica) se presentan en cualquier estado de desarrollo de la planta; lo primero que se observa es una pudrición gelatinosa de color negro en la base del tallo, exactamente debajo del suelo, al avanzar la enfermedad se puede presentar una desintegración de la parte lesionada. El crecimiento se detiene y las hojas se tornan cloróticas, enrollándose primero hacia arriba y poco a poco se marchitan pudiendo llegar a morir. Cuando el ataque es a plantas pequeñas, estas generalmente mueren (22,25).

Cuando el patógeno penetra al tubérculo lo hace a través del estolón y el ataque puede variar desde un simple decoloramiento hasta la pudrición progresiva del tubérculo. En la pudrición blanda (Erwinia caratovora, var. caratovora y var. atroséptica) hay producción de un líquido mucoso gris que despiden un --

olor sumamente desagradable (22,25,32,56).

8.3.2.3.- Etiología

"Erwinia caratovora, var. atroséptica (Van Hill) Dye y Erwinia caratovora va. caratovora (Jones) Sye son bacterias abastoadas, Gramnegativas, de un tamaño aproximado de 0.7 x 1.5 micras, con flagelos peritricos, no forma espora y son anaerobias facultativas" (22).

8.3.2.4.- Epifitiología

La bacteria que provoca la pierna negra y la pudrición blanda se encuentra dentro o sobre el tubérculo, que al ser sembrado libera una gran cantidad de bacterias hacia el suelo, provocando la infección de las plantas. Cuando la bacteria penetra al tubérculo puede sobrevivir e incluso desarrollarse durante todo el tiempo de almacenamiento, también puede sobrevivir en el suelo por períodos cortos, dependiendo de las condiciones, así, en suelos húmedos y temperaturas frescas persiste más tiempo que en suelos secos y calientes. La diseminación de la bacteria se hace por tubérculos infectados, el agua de riego instrumentos de la branza y en el transporte (4).

Después de que Erwinia caratovora ha invadido los espacios intercelulares donde se multiplican y producen enzimas pectolíticas, incluyendo pectinmetil-esterasa, polimerasa y pectiniliasa; también producen enzimas celulóticas pero en mucha menor proporción. Las enzimas pectolíticas maceran el tejido destruyendo -

la lámina media y las enzimas celulóticas 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 (4).

8.3.2.5.- Métodos de control

El uso de semilla certificada y la rotación de cultivos - por lo menos cada tres años, así como el buen drenaje son los mejores métodos para evitar el ataque de la enfermedad. También es necesario el almacenamiento de los tubérculos a menos de 10°C, - así como una buena ventilación (22, 81).

Si se corta el tubérculo para siembra, este debe de estar suberizado, tratado con productos mercuriales o lavados en agua limpia con cloro (81).

8.3.3.- Podredumbre anular de la papa (Corynebacterium sepedonicum)

8.3.3.1.- Generalidades

La bacteria que causa esta enfermedad a la papa es sumamente infecciosa; está diseminada en todo el mundo y fué descubierta por primera vez en Alemania, a principios del presente siglo, a partir de entonces se ha encontrado en el resto del mundo (18,81).

Cuando en un campo en el cual se cultiva papa para semilla certificada se encuentra la bacteria que provoca la podredumbre anular, aunque sea en una sola planta, se puede llegar a negar la certificación del cultivo (18).

8.3.3.2.- Síntomas

Los primeros síntomas se observan en plantas adultas, en donde en uno o más tallos se presenta marchitez y un desarrollo menor en comparación los otros tallos de la misma planta o de otras plantas; las hojas inferiores presentan zonas amarillentas y sus márgenes se enrollan hacia arriba, si se cortan los tallos se observa un líquido cremoso el cual es un exudado bacteriano (18,81).

En el tubérculo, generalmente se observan los primeros síntomas durante el almacenamiento, estos síntomas consisten en un amarillamiento de los haces vasculares, seguido de una exudación bacteriana, que produce una desintegración de los tejidos de los anillos vasculares. Conforme se desarrolla la enfermedad, el tubérculo se deshidrata y las lesiones más viejas presentan costras secas y pulvulentas; en algunas ocasiones estas zonas de ataque son blancas y pulposas debido al ataque de bacterias de la podredumbre blanda. Cuando la enfermedad se extiende hacia el exterior se pueden formar tumoraciones en el tubérculo (82).

8.3.3.3.- Etiología

"Corynebacterium sepedonicum (Spieck and Kott) Skapt. and

Burkh. Las bacterias son de 0.4 a 0.6 x 0.8 a 1.2 micras Grampositivas, no móviles, predominan formas curvas y abastionadas rectas. Las células individuales son más abundantes pero con frecuencia se encuentran reunidas formando configuraciones en forma de "v" y "Y" (22).

8.3.3.4.- Epifitiología

El organismo sobrevive en tubérculos infectados principalmente, aunque también en los instrumentos de labranza y en la tierra que se desprende de los tubérculos. Penetra a la planta y al tubérculo a través de heridas, ya dentro de la planta se establece en el xilema primario o en el secundario, en el tallo y la raíz, en donde se multiplica hasta el punto de obstruirlos sin que la planta llegue ya a sufrir gran daño; cuando pasan al parénquima xilémico y floémico, próximo a la zona de activa transpiración intercelular, se dividen más activamente digiriendo las laminillas medias, las células aisladas del parénquima así como los elementos del floema se plasmolizan formando cavidades esquizogénicas, en muchos casos amplias y numerosas, que llegan a interrumpir la formación de clorofila. Debido a la destrucción de floema, provocan el agotamiento de todos los órganos (22, 82).

8.3.3.5.- Métodos de control

El uso de semilla certificada y la desinfección de ésta con Agrymicin 100 en caso de que se corte el tubérculo, pueden ayudar a controlar la enfermedad (18).

Otro método que puede ayudar es la desinfección de almacenes y cobertizos con sulfato de cobre en una proporción de 3 kg. por cada 100 litros de agua, asperjados; la maquinaria agrícola se desinfecta con formaldehído al 10% o borato potásico, 4,000 a 5,000 ppm de disolución saturada de cloro, también asperjadas. Para la sanidad de los sacos utilizados para guardar tubérculos se usa óxido de etileno en proporción de 80 gr/m³, como fumigante (32).

Cuando es necesario cortar la semilla, se debe desinfectar el cuchillo al cortar el tubérculo, esto se hace con agua -- hirviendo o con una disolución de cloruro mercurico al 2 por mil.

También se puede utilizar un cuchillo de doble filo sobre el que circula continuamente la disolución de cloruro mercurico (81).

8.4.- ENFERMEDADES FUNGOSAS

8.4.1.- Tizón tardío (Phytophthora infestans)

8.4.1.1.- Generalidades

La enfermedad causada por el hongo Phytophthora infestans, conocido como tizón tardío, mildiu, gotera, lancha, hilo, etc; es la que más pérdidas causa en todo el mundo a la producción de papa. Las primeras noticias que se tienen acerca del ataque del hongo son de 1830 en Estados Unidos y de Irlanda en 1845 y 1846, causando hambre migraciones y la muerte de un millón de personas. A partir de entonces ha constituido un problema en las

regiones húmedas del mundo en donde se cultiva papa, ya que las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del tizón tardío son: temperaturas de 3 a 26°C, lluvias frecuentes, humedad relativa del 90 al 100% y rocío abundante (26,81).

En el Valle de Toluca, México, se desarrolla el Programa Nacional de Papa, en donde se evalúan las nuevas variedades producidas resistentes al hongo, ya que esta zona se encuentran presentes las cuatro razas fisiológicas del pafasito, además de las condiciones climáticas favorables para su desarrollo (7).

8.4.1.2.- Síntomas

La enfermedad se inicia en las hojas de la planta, en donde aparecen pequeños puntos negros que van creciendo hasta formar manchas parduzcas o negro púrpureo; al irse desarrollando el hongo las manchas también aparecen en el tallo. Al observar con detenimiento las manchas de las hojas se ve que a las lesiones les rodea un color verde más pálido que el normal. En el envés de la hoja se encuentra un "polvillo o algodoncillo" blanco, que son los esporangios y esporangiforos del hongo. Cuando la enfermedad ha avanzado demasiado se percibe en el campo un olor acre, entonces la enfermedad ha entrado en su fase más peligrosa logrando en poco tiempo destruir la parte aérea de la planta (26,30,31,32, 81).

El hongo también ataca al tubérculo, la invasión puede ser através del tallo, es decir, el micelio desciende por el interior del tallo hasta alcanzar el tubérculo; la infección también ocurre en los camellones, en donde el hongo puede estar pro

sente. Los tubérculos atacados presentan manchas oscuras irregulares seguidas de una podredumbre seca que puede extenderse hasta 12 mm. de profundidad de la superficie del tubérculo. Si en el almacenamiento no se tienen las condiciones adecuadas la podredumbre húmeda aparece con facilidad, presentándose posteriormente en la superficie del tubérculo copos de color blanco, formados por el micelio y los esporangioforos del hongo (28,31,32, 81).

8.4.1.3.- Etiología

El hongo Phytophthora infestans (Mont de Bary), tiene las siguientes características: "En presencia del agua el esporangio germina, ya sea directamente por un tubo germinativo, que funciona como conidio, que entra a la hoja por un estoma, o en forma de zoospora. Una vez en el interior del tejido, el micelio se ramifica, y si el medio es favorable, en pocos días los esporangioforos emergen de los estomas de las hojas liberando gran cantidad de esporangios. Los esporangioforos surgen del sustrato de la hoja a través de los estomas y de sustrato del tubérculo a través de las lentícelas; son hialinos, ramificados e indeterminados. El esporangio puede germinar directamente por un tubo germinativo, que a su vez puede dar lugar a un conidio terminal secundario, si bien generalmente el contenido del conidio se fragmenta para dar lugar a la formación de ocho zoosporas biflegeladas que emergen en grupo. Después de escasos minutos de movilidad la zoospora pierde sus flagelos, queda inmóvil y germina por medio de tubos germinativos. En ocasiones estos últimos se pre--

sentan a través de estomas, pero más a menudo suele formarse un apresorio, a partir del cual la hifa de penetración entra directamente a través de la cutícula. En el interior de los tejidos, el micelio es cenocítico, intracelular e intercelular. En las células de las hojas se encuentran haustorios rudimentarios, pero en las células de los tubérculos son más complicados, adoptando forma de maza de anzuelo o curvados en espiral" (81).

8.4.1.4.- Epifitología

El hongo (Phytophthora infestans) sobrevive en los tubérculos y desechos de campo, o si es la primera vez que se siembra papa en el campo, es seguro que el tubérculo a sembrar este infectado, si es que la enfermedad se presenta.

Las esporas invernales del hongo son las oosporas, que además son los medios de reproducción sexual del hongo. En primavera el micelio penetra a los tubérculos ya sembrados por los brotes o por heridas, también penetra por los tejidos de las hojas, emergen después por encima del suelo y esporulando da lugar al inoculo primario, los conidios una vez formados son fácilmente arrastrados por el viento, agua de lluvia o de riego, logrando de esta manera propagarse (20,30,81).

Es necesario el estudio de las condiciones climáticas de la zonas de cultivo de papa durante varios años para saber con precisión cuando es posible el desarrollo de la enfermedad, siendo estas: a) temperatura nocturna menor al punto de rocío; b) temperatura nocturna no menor de 10°C; c) nubosidad no menor a 0.18 al día siguiente y d) lluvia mayor a 0.1 mm. al día siguiente

te. Si se conoce con anterioridad estas condiciones será más fácil aplicar medidas preventivas (81).

8.4.1.5.- Métodos de control

8.4.1.5.1.- Evitación

Algunos métodos para prevenir la aparición del hongo Phythopthora infestans son la destrucción total de los desperdicios de la cosecha anterior; uso de variedades resistentes en áreas susceptibles al ataque del hongo y variedades susceptibles en áreas secas; eliminación prematura del follaje, es decir, por lo menos con 15 días de anticipación a la recolección del tubérculo para evitar la contaminación cuando las condiciones presentes sean favorables para la presencia del hongo. Al almacenar es necesario desechar los tubérculos que presenten síntomas de ataque y heridas (2,28,58, 59).

8.4.1.5.2.- Control químico

Los tratamientos químicos son generalmente preventivos, entre los más usados se encuentran los siguientes:

Aplicación de azufre y cal apagada en proporción de 1:4, aplicada cuando las plantas tienen rocío para lograr que la mezcla se adhiera a las plantas y sea efectiva. Productos químicos como Fungisol-M, Dithane M-22, Agrimicin 500 en dosis de un kilogramo por hectárea, en 400 litros de agua (21,25).

También se utilizan fungicidas a base de Zn. Maneb, Zineb,

Captan, Captofol y Dithane Z-78; de 2 a 3 kg/ha, en aplicaciones de 1 a 2 veces por semana; dependiendo de las condiciones climáticas, es decir, una temperatura de 10°C y humedad relativa del 75% (18,31,32,59) .

8.4.2.- Tizón temprano (Alternaria solani)

8.4.2.1.- Generalidades

Esta enfermedad es menos severa que la anteriormente descrita en su ataque a la papa. Se presenta en climas fríos durante la época seca y ataca a cultivos desarrollados, en cambio --- cuando ataca en climas templados lo hace a cultivos jóvenes. Las condiciones climáticas apropiadas para la aparición de la enfermedad son humedad relativa alta (más del 80%) y temperaturas elevadas (mayores de 25°C) (26,59) .

Este hongo ataca principalmente a la parte aérea de la -- planta, generalmente durante la fructificación. Fue descrito --- principalmente en 1882, pero sólo hasta 1945 fue posible evaluar los daños que producía en papa, ya que este patógeno convive con las cicadulas y no era posible separar los daños. Con el uso de _ los insecticidas se ha logrado eliminar el daño producido por es_ tos insectos (81) .

8.4.2.2.- Síntomas

La enfermedad se inicia con pequeñas manchas circulares -- oscuras rodeadas de un halo amarillento de 3-4 mm. de diámetro.-

Las manchas aumentan de tamaño y se juntan llegando a producir la muerte de las hojas. Este tipo de lesiones también puede aparecer en el tallo con lo que causa la muerte de la parte aérea de la planta (31,32,56,59).

Cuando el hongo ataca al tubérculo presenta anillos concéntricos y ligeramente hundidos de hasta 2 cm. de diámetro. Los límites entre los tejidos sanos y los enfermos aparecen bien delimitados, inclusive se puede presentar un pequeño relieve. En el tejido que esta debajo de los anillos aparece una podredumbre seca, acorchada de color pardo y de una profundidad no mayor de 6 mm. También invade la semilla (16).

8.4.2.3.- Etiología

Alternaria Solani (Ell. y Martin) Jones y Grant, presenta las siguientes características:

"El micelio es tabicado y ramificado, presentando coloraciones oscuras al envejecer. Los conidióforos, relativamente cortos y de color oscuro, aparecen sobre las lesiones más antiguas de los tejidos de la planta huésped. Los conidios son picudos, muriformes, insertos aisladamente o en cadenas de dos. Se forman a partir de una especie de yema, que aparece en la célula terminal del conidióforo" (18).

8.4.2.4.- Epifitiología

El hongo Alternaria solani conserva vivo su micelio en las hojas secas infectadas durante más de un año, los conidios

pueden permanecer viables durante por lo menos 17 meses, a la -- temperatura ambiente; pueden germinar en dos horas cuando la tem peratura es de 6 a 34°C y en 45 minutos a temperatura óptima de_ 28°C (18).

El hongo penetra a través de la epidermis y a los dos o - tres días las manchas se hacen visibles, cuando estas tienen un_ diámetro de 3 mm. se inicia la esporulación y las esporas son di_ seminadas por el viento y los insectos (26).

8.4.2.5.- Métodos de control

El principal método de control consiste en sembrar tubér- culo para semilla sano, ya que como endoparásito que es, al mani_ festarse no hay forma de control efectivo (59).

También se pueden aplicar fungicidas,tales como Manzate - D-80, polvo humectable, de 2.4 a 3.0 k/ha en 400 litros de agua; Difolatan 50, de 2 a 3 kg. por hectárea; Maneb y Zineb a razón - de 3 kg/ha; estas aplicaciones se hacen cada 5 a 7 días justo an_ tes de que empiece el periodo de lluvias, que es cuando se hace_ presente el hongo (25,31,32,56).

8.4.3.- Marchitez por Verticillium (Verticillium albo-atrum y -- verticillium dahliae)

8.4.3.1.- Síntomas

Las hojas de la planta se ponen verde claro o amarillo y_ las plantas se marchitan, estos síntomas se presentan generalmen_

te de un sólo lado, en la parte dañada el tejido vascular se vuelve castaño claro, y es fácilmente observable al nivel del cuello de la planta. Las hojas interiores son las primeras en amarillarse y caer. Debido a estos síntomas a la enfermedad también se le conoce como madurez prematura (22,26).

En los tubérculos se observan manchas rosadas alrededor de los ojos, también hay coloración castaño clara del anillo vascular, y si el ataque es muy severo puede abarcar la mitad de la pulpa, llegando inclusive a formarse cavidades en la parte interna del tubérculo (22,25).

8.4.3.2.- Etiología

"El hongo Verticillium albo-atrum Rinke and Berth, desarrolla un micelio de supervivencia (DM) septado sobre los tallos en el campo, en cambio Verticillium dahliae forma cordones oscuros de micelio con pseudoesclerotes (PS). Las hifas vegetativas de ambos son similares y hialinas. Los conidifóros son septados, hinchados en la base, dispuestos en forma verticilada y tienen ramas laterales. Las primeras conidias que se forman son más grandes que las que se forman posteriormente. Generalmente las conidias son unicelulares, pero pueden tener una septa" (22).

8.4.3.3.- Epifitiología

El patógeno se encuentra en el suelo y puede sobrevivir hasta por tres años, después de los cuales se reduce en forma efectiva. El hongo, Verticillium penetra a la planta a través de -

los pelos radiculares, heridas y directamente a través de los -- brotes y superficies foliares. Las hifas avanzan inter e intrace_lularmente hacia el xilema. Es probable el transporte de las conidias por el interior del sistema conductor. Las conidias son - de vida efímera y no soportan la falta de humedad (22).

Las condiciones para el desarrollo del hongo son: para V. dahliae temperaturas de 22 a 27°C y para V. albo-atrum de 16 a 27°C, y humedad relativa alta (22).

8.4.3.4.- Métodos de control

8.4.3.4.1.- Evitación

El principal método de control es la rotación de cultivos de por lo menos tres años de duración, esta rotación se debe hacer con cereales, pastos y hortalizas. asimismo se deben de combatir malezas tales como Chenopodium album, y Capsella bursapastorias, ambas hospederas de Vericillium. También se recomienda el uso de variedades resistentes (22,25).

8.4.3.4.2.- Control químico

La desinfección del terreno con productos a base de metil-dicarbamato de sodio y benomy resultan efectivos para el control del hongo; también es posible aplicar productos sistémicos como Tiofanatometil aplicados a la semilla según instrucción del fabricante; el uso de productos no sistémicos también es recomendable, entre estos se encuentra el Mancozeb, Captan y Atetiran -- (22)

8.4.4.- Marchitez por Fusarium (F. eumartii, F. oxysporium y F. avanceum)

8.4.4.1.- Síntomas

El primer síntoma de ataque de Fusarium a la planta es la pudrición cortical de raíces y tallos de la parte inferior, amarillamiento o quemazón, arrosamiento y coloración purpúrea. En el interior del tallo se presentan listas de color café. También se observa marchitez unilateral, es decir, la marchitez más marcada en un lado del tallo y de las hojas; si el ataque es muy severo la planta muere (22,25,32).

El ataque al tubérculo es más severo; al principio se ven pequeñas manchas oscuras rodeadas de anillos concéntricos, al avanzar la enfermedad la pudrición se vuelve maciza, seca y coriácea; la cáscara se arruga y se hunde cambiando a color negro o marrón. En ocasiones aparece un moho blanco que es el micelio del hongo (25,26).

8.4.4.2.- Epifitiología

Los hongos que producen marchitez en la papa son básicamente habitantes del suelo, en el cual pueden sobrevivir por largos periodos sin perder su patogenicidad. La enfermedad también es transmitida por medio de tubérculos infectados, por el viento y por el riego (22).

El hongo que produce la marchitez (Fusarium, spp) esta am---

pliamente distribuido en todo el mundo, sobre todo en las regiones cálidas y húmedas, con suelos alcalinos. En algunas ocasiones los síntomas se hacen apreciables hasta el almacenamiento (28,73).

8.4.4.3.- Métodos de control

La rotación de cultivos con alternativas de cuatro o cinco años con especies no Solanáceas y la utilización de tubérculo para semilla certificada, son los mejores métodos de control contra Fusarium. En caso de que no se utilice semilla certificada, es necesario cuidar que el tubérculo no tenga heridas, y que no provenga de cultivos atacados por la enfermedad. Si se usa semilla cortada debe tratarse con fungicidas para evitar la entrada del hongo, estos productos son mercuriales orgánicos como Seme--san Bell, Spergon y Tillantina (18, 25, 26,32).

En caso de almacenarse tubérculos enfermos estos contagiarán a tubérculos sanos, extendiéndose la enfermedad; por ello es necesario vender cuanto antes el producto procedente de cultivos atacados ya que éste no puede almacenarse demasiado tiempo debido a que en breve aparecen signos de la enfermedad, lo que hace bajar el precio en el mercado, o simplemente ya no se puede vender (79).

8.4.5.- Putridiones secas por Fusarium (F.solani y F. roseum)

8.4.5.1.- Generalidades

Esta enfermedad ataca a los tubérculos en almacenaje y su

susceptibilidad aumenta a medida que estos permanecen en el almacén.

Fusarium se desarrolla generalmente a humedades relativas de más de 70% y temperaturas de 15 a 20°C; aunque también a más alta humedad y temperatura se desarrolla más lentamente (22).

8.4.5.2.- Síntomas

Los primeros síntomas se aprecian aproximadamente un mes después de empezado el almacenamiento; en el tubérculo atacado se observan hundimientos y arrugas. A medida que el tejido se seca se van formando anillos concéntricos. Del peridermo muerto salen pústulas que contienen el micelio y las esporas del hongo; finalmente los tubérculos se arrugan y momifican. Internamente las porciones atacadas se vuelven de color oscuro con los bordes más oscuros formando cavidades matizadas de micelio que al secarse se asemejan a madera podrida (22).

Los tubérculos enfermos son generalmente atacados por bacterias que producen pudriciones blandas, poniendo en peligro de infección a los tubérculos aledaños.

Cuando el ataque de Fusarium es a tubérculos partidos para la siembra, los síntomas consisten en cavidades de color castaño o negro, la pudrición es acelerada por el ataque de bacterias de pudrición blanda, haciendo que la semilla se pudra de afuera hacia adentro, destruyendo las yemas a medida que avanza. En ocasiones se llegan a formar tubérculos aéreos (22).

En caso de que siembren tubérculos infectados, la parte afectada es blanco del ataque de las plagas como la mosca de la

semilla del maíz, también puede atacar Erwinia spp que al asociarse con Fusarium da como resultado cultivos con gran variabilidad en el tamaño de las plantas (22) .

8.4.5.3.- Epifitiología

El patógeno sobrevive generalmente en el suelo o en la superficie de los tubérculos, de donde es inoculado al interior de la semilla (tubérculo) a través de las heridas provocadas durante el corte, selección, transporte y almacenamiento (22).

El ciclo de la enfermedad en el tubérculo es el siguiente "El hongo Fusarium tiene hifas que en un comienzo son intercelulares y luego penetran dentro de las células muertas. En las lesiones en desarrollo las hifas se encuentran diseminadas en forma rala en los espacios intercelulares y las células muestran -- muy pequeña reacción al hongo. Hacia el centro de la lesión hay menor cantidad de almidón y el micelio generalmente abundante, - puede estar confinado a los espacios intercelulares en los cuales además se deposita suberina al igual que en las paredes celulares del hospedante. En tejido susceptible no se realiza hidrólisis de almidón ni acumulación de suberina. Las lesiones pequeñas restringidas a las proximidades del punto de infección pueden encontrarse tapizadas de una capa continua de células de mecanismo de cicatrización con disposición de suberina" (22).

8.4.5.4.- Métodos de control

Debido a que esta enfermedad ataca principalmente durante el almacenamiento es necesario observar las medidas previas al -

almacenamiento y durante este. Estas medidas son: cosechar sólo tubérculos provenientes de plantas sanas; evitar las heridas durante la cosecha y transporte; asimismo durante el almacenaje es necesario proporcionar al tubérculo una alta humedad relativa y buena ventilación para permitir la pronta cicatrización de heridas y tratarlas con fungicidas antes del almacenamiento (22).

Usar semilla certificada, o en caso de no hacerlo es necesario aumentar la temperatura de almacén de 20 a 25°C por lo menos una semana antes de la siembra o de partirlos; sembrar inmediatamente después de fraccionar la semilla en suelos con temperatura y humedad alta para permitir la rápida cicatrización de las heridas de corte. (22).

8.4.6.- Pudrición por Rhizoctonia (Rhizoctonia solani)

8.4.6.1.- Generalidades

Es una enfermedad que causa fuertes pérdidas en el cultivo de la papa, sobre todo en América, aunque se encuentra propaganda en todo el mundo.

El hongo Rhizoctonia se desarrolla en suelos fértiles y ácidos, en condiciones frías; es decir, una temperatura óptima de 16°C a 24°C (26,81).

8.4.6.2.- Síntomas

El hongo puede atacar a los brotes; cuando este ataque es muy fuerte la planta llega a morir, en caso contrario su desarro

llo se retarda. Los síntomas con los que se manifiesta son pequeñas manchas café rojizo. Las hojas se pueden enrollar volviéndose de color amarillento, con frecuencia se forman tubérculos aéreos en la axilas de las hojas cercanas a la base del tallo. En el tubérculo se forman costras negras llamadas esclerocios de 2 a 3 mm. de diámetro (25,26,31,32,56).

Cuando se siembran tubérculos con Rhizoctonia, el punto de crecimiento puede morir; cuando la planta es atacada en pleno desarrollo, el ataque al cuello impide el paso de nutrientes, dando como resultado la producción de tubérculos pequeños de color rojizos o verdoso (18).

Los tubérculos infectados no se pueden consumir y muchas veces los síntomas de la enfermedad aparecen durante el almacenamiento (28).

8.4.6.3.- Etiología

El micelio de Rhizoctonia solani es incoloro en principio, tomando coloración parda al envejecer y presentándose en forma visible los cordones de esta coloración sobre el substrato del hospedante. Las ramificaciones jóvenes se encuentran inclinadas en la dirección de crecimiento y se estrechan en el punto del ángulo de inserción, pasa a ser recto (81).

La fase basidial (Pellicularia filamentosa) aparece en forma de una fina película escamosa que recubre la superficie de los tallos y las hojas de la planta que hospeda, cercanos al suelo; si la humedad relativa es alta. Los basidios situados en los ápices de pequeñas cimas asimétricas son de forma de barril, ---

piriformes o mazudos, presentando cada uno cuatro esterigmas, que aparecen en forma de nudosidades achatadas y que posteriormente adoptan formas de cuernecillos. Las basidiosporas son elipsoidales u oblongas-elipsoidales, aplanadas en una de sus caras. El estero es multinucleado, pasando a binucleado en el himenio. La fusión de dos núcleos tiene lugar en el basidio, seguido de un proceso de meiosis, que da lugar a la formación de cuatro núcleos, cada uno de los cuales pasa al interior de una basidiospora. El proceso de división nuclear dentro de la espora origina un elevado número de basidiosporas maduras binucleadas" (81).

8.4.6.4.- Epifitiología

Se ha comprobado que Rhizoctonia solani sobrevive en los tubérculos atacados en forma de esclerosios. El desarrollo del micelio del hongo emerge a la superficie atacando las extremidades de los tallos causándoles la podredumbre, los tallos son destruidos y reemplazados por otros laterales, signo evidente de la infección del endoparásito (28,81).

8.4.6.5.- Métodos de control

8.4.6.5.1.- Evitación

Se recomienda el uso de variedades resistentes, rotación de cultivos por lo menos de cuatro años; la rotación más recomendada es la de papa-remolacha forrajera, ya que en ambos cultivos el daño se reduce en un gran porcentaje (28,81).

8.4.6.5.2.- Control químico

Se debe tratar la semilla antes de la siembra como ya se menciona en el capítulo 6 (siembra). También se puede tratar el suelo con Terraclor en polvo, enterrándolo en las primeras cuatro a seis pulgadas de suelo, antes de la siembra; otro producto que se puede utilizar es el PNCB al 75% de 20 a 25 kg./ha (16,28,29) .

Cuando ya se ha sembrado y se presentan síntomas de la aparición del hongo, se puede combatir a base de caldo bordelés, Ziram y Captam en dosis de 3 a 4 kg./ha (28).

8.4.7.- Podredumbre basal (Sclerotium rolfsii)

8.4.7.1.- Generalidades

Este hongo está distribuido en zonas de clima tropical y subtropical, ya que en estos lugares se encuentran las condiciones necesarias para su desarrollo; temperaturas de 28 a 30°C. y humedades relativas altas (22).

8.4.7.2.- Síntomas

El hongo que produce la podredumbre basal (Sclerotium rolfsii) infecta los tallos al nivel del cuello y las hojas inferiores se tornan amarillentas y se marchitan. Asimismo se forman filamentos blancos en la base del tallo, dispersándose en sentido radial, inclusive en el suelo se forma una capa de micelio blanco que se extiende en forma de abanico. Las lesiones se extienden de la base hacia arriba

y hacia abajo, hasta que el tejido muere, presentando una consistencia - blanda y un color castaño claro, asimismo el tejido se desprende y se puede ver el xilema a manera de cuerdas fibrosas. La planta puede morir (15,22,25).

En el tubérculo se forman círculos concéntricos alrededor de las lentícelas. Las lesiones iniciales son húmedas y semidu-- ras, si se quitan queda un agujero en el tubérculo, al secarse - estas lesiones se vuelven tizas. Si hay muchas lesiones puede, - llegar a destruirse antes de la cosecha (22).

8.4.7.3.- Etiología

"El micelio de Sclerotium rolfsii Sacc es grueso de 6 a 9 micras de diámetro con clampas prominentes, de color blanco cuando es joven, volviéndose de color canela a medida que envejece.- El micelio más viejo generalmente forma cordones de hifas pigmentadas. El hongo forma numerosos esclerotes redondos de 0.4 a 2 - mm. de diámetro, de color blanco cuando recién se forman, pero a medida que envejecen van tomando una coloración canela y luego - castaño oscura" (22).

8.4.7.4.- Epifitiología

Sclerotium rolfsii se mantiene en el terreno de cultivo - en los materiales en descomposición, ya sea en estado de esclero

tes o de micelio. Este último es el que ataca a los tubérculos - en la siembra, y debido a que tienen una vida muy corta se agregan y forman esclerotes (22).

La diseminación en el terreno se hace por los restos de micelio a través del material en descomposición o por suelo infectado, por tanto es fácil que esta enfermedad se presente en focos muy delimitados. La dispersión del patógeno es por medio del viento, agua y maquinaria.

Una vez en el tubérculo, las hifas del hongo son inter e intracelulares y presentan constricción en el punto de penetración de la pared celular. Las células del hospedero mueren con anticipación al avance de las hifas del hongo que produce ácido oxálico en gran cantidad y las enzimas poligalacturonasa y celulosa, las cuales hidrolizan y rompen la pared celular (22).

8.4.7.5.- Métodos de control

Es necesario tratar el suelo infectado con productos como Terracolor al 20% a razón de 10 kg./ha. fumigando con N-monometil-diticarbamato de sodio al 5%. La semilla se trata con PNCB - en dosis recomendadas por el fabricante.

En el cultivo es necesario revisar las plantas para localizar las que estén enfermas y quemarlas para evitar la dispersión (18,21).

8.4.8.- Sarna común de la papa (Sreptomycetes scabies)

8.4.8.1.- Generalidades

Esta enfermedad causada por la asociación de patógeno ---

mitad hongo y mitad bacteria fué descubierta por primera vez en 1890 en Estados Unidos. A pesar de las lesiones que causa al tubérculo el sabor de éste no cambia, es decir, sigue siendo comestible; el daño estriba en que debido al mal aspecto que presenta la papa, su valor comercial desmerece, además de que se presidepone al tubérculo al ataque de insectos masticadores (28,81).

El PH del suelo es el factor más importante para el desarrollo del hongo, el intervalo de PH más favorable es de 5.2 a 8 aumentando la gravedad de los ataques a medida que aumenta el pH; la germinación de las esporas se realiza entre 25 y 40°C, con un mínimo de 5°C y un óptimo de 25 a 30°C, asimismo se ha demostrado que a mayor humedad del suelo menor ataque (81).

8.4.8.2.- Síntomas

Los síntomas de Streptomyces scabies se presentan de dos formas: superficial y profunda. La primera se presenta sólo en la parte superficial del tubérculo, no existe gran diferencia entre las zonas atacadas, ya que estas sólo son un poco más oscuras que las no atacadas, en algunos casos pueden estar un poco hundidas o un poco protuberantes. Las zonas atacadas están formadas por tejido suberizado procedentes de la proliferación anormal de las células del peridermo del tubérculo.

La sarna profunda ataca hasta 3 mm. de profundidad siendo su coloración castaño oscura, que constituye el tejido roñoso típico con zonas corchosas o con la peridermis cuarteada (18).

8.4.8.3.- Etiología

El hongo Streptomyces scabies esta constituido por "un ---

micelio aéreo en un cultivo puro, esta formado por filamentos ramificados rastreros. Las hifas esprógenas son de forma espirilada. Las esporas se producen por la formación de septos a intervalos regulares a lo largo de las hifas, las cuales se contraen para dar lugar a la formación de istmos entre las células. Cuando las esporas de una de estas cadenas llegan a su madurez, tiene lugar la separación final de las células. Las esporas son de forma casi cilíndrica y de aspecto hialino. Germinan mediante uno o dos tubos germinativos" (81) .

8.4.8.4.- Epifitiología

El hongo que produce la sarna común de la papa (Streptomyces scabies) puede subsistir durante mucho tiempo en el suelo, - se disemina principalmente por la semilla infectada, por las esporas arrastradas por el viento. La penetración a los tubérculos es a través de las lenticelas, estomas o heridas de la piel; después de la penetración de los filamentos, avanzan digiriendo las laminillas medias; después se desarrolla el patógeno como organismo saprófito en estratos de células muertas y las células vivas que se encuentran alrededor de esas células muertas reaccionan, posiblemente a algún metabolito del hongo dividiéndose rápidamente, provocando de esta manera desprendimiento de células -- muertas, en las cuales el parásito continua subsistiendo, es decir, no hay invasión de tejidos vivos por parte del hongo de la sarna (81) .

8.4.8.5.- Métodos de control

8.4.8.5.1.- Evitación

Una manera de combatir esta enfermedad es sembrando soya en otoño para después incorporarla al terreno. La descomposición bacteriana produce sustancias tóxicas al hongo que impiden su desarrollo (58).

Otra manera es utilizar variedades resistentes, las cuales se ha observado que son de ciclo largo y que su piel es más rugosa, además, de que el grado de suberización de los meristemos formadores de lenticelas es mayor (25,81).

8.4.8.5.2.- Control químico

Los únicos productos químicos producidos que han dado resultado para controlar a Streptomyces scabies es el Terracolor y Vapam, a razón de 3 a 4 kg/ha. antes de la siembra de papa (18).

8.4.9.- Sarna verrugosa (Synchytrium endobioticum)

8.4.9.1.- Generalidades

Esta enfermedad fué descubierta por primera vez en 1895, después de este año se ha descubierto en casi toda Europa, México, Africa del Sur y Sudamérica, países en donde existen las condiciones favorables para su desarrollo, tales como temperaturas de 21 a 24°C, pH de 3.9 a 8.5, humedad alta en el suelo, es decir

debe haber una saturación de humedad en el terreno previa a la -- aparición del patógeno. La enfermedad es propia de climas fríos y lluviosos. (10,26).

8.4.9.2.- Síntomas

Esta enfermedad ataca las partes subterráneas de la planta como raíces, estolones y tubérculos. La enfermedad consiste en la -- aparición de tumores de color blanco y marrón, que llegan a cambiar a negro y de consistencia blanda y pulposa; cuando alguna de estas verrugas queda por encima del nivel del suelo adquiere el -- color verde de la clorofila (81) .

Las verrugas son ramificaciones distorcionadas con abundantes -- proliferaciones que se reunen formando una masa de tejido hiper-- plástico (81) .

8.4.9.3.- Etiología

"Las esporas de (Synchytrium endobioticum) son latentes y germinan poniendo en libertad una zoospora biflegada, que penetra en la planta a través de los pelos radiculares. El tallo crece, se -- hace multinucleado y finalmente se segmenta, dando lugar a la for-- mación de zoosporangios. El protoplasma del zoosporangio se divide a su vez, dando lugar a 50 zoospora. Las zoosporas secundarias son expulsadas a través de una apertura común al tabique del zoosporangio y las paredes de la célula hospedará, cada una de las -- cuales posee dos flagelos de igual longitud. A veces, y como re-- sultado de la fusión de zoosporas biflageadas, pueden encontrarse -- algunas de éstas tetraflageadas. En ciertas ocasiones se ---

han observado, incluso zoosporas hexaflageladas. Las distintas - opiniones acerca del método de penetración en los tubérculos no concuerdan. Posiblemente, la infección se produce por medio de - la fase ameboide que sigue a la fusión de las zoosporas secundarias y a partir de tales amebas se produce el desarrollo intracelular de los plasmodios" (81).

8.4.9.4.- Epifitiología

El patógeno sobrevive en el suelo por tiempo indeterminado, penetra en los tubérculos y otros órganos a través de las -- lenticelas. Las células invadidas aumentan de tamaño y cada una de ellas puede dividirse posteriormente dando lugar a la formación de varias células infectadas. Las verrugas se deben al crecimiento anormal de las células y al proceso anormal de división celular. En ocasiones se forma una capa de peridermo debajo de estas masas y su desarrollo se ve detenido, aunque también si se cosecha demasiado pronto los tubérculos, el hongo puede seguir - su desarrollo y provocar una podredumbre (81).

8.4.9.5.- Métodos de control

El principal método de control contra la sarna verrugosa es la cuarentena de parcelas en las que se sospeche la presencia de la enfermedad. También la utilización de variedades resistentes, ya que las variedades tolerantes son peligrosas al no dar - muestras externas del ataque del hongo, con lo que se convierten en diseminadoras del patógeno (81).

Hasta el momento no se conocen productos químicos que --- sean efectivos para el ataque de la sarna verrugosa, ni preventivos ni curativos (81).

8.4.10.- Roña de la papa (Spongospora subterránea)

8.4.1.0.1.- Generalidades

Esta enfermedad distribuida tanto en América, de donde se cree es originaria, como en Europa, en donde fué descubierta, - específicamente en Alemania en 1841; en 1855 ya era conocida en toda Europa; en América las primeras noticias que se tuvieron -- fueron en Quito en 1891 (81).

8.4.10.2.- Síntomas

La roña de la papa (Spongospora subterránea) ataca al tubérculo, en donde aparecen zonas pardas del tamaño de una cabeza de alfiler, que llegan a alcanzar hasta 5 mm. de diámetro entre los 5 y 6 días después de su aparición. En este período estas zonas toman una apariencia gelatinosa. La piel del tubérculo se -- agrieta y desprende con lo que quedan expuestas al medio las masas de esporas que se han formado en los soros. Cuando estos soros crecen llegan a formar tumoraciones; en el almacenamiento -- los soros provocan podredumbres secas, debidas al crecimiento de tipo semisaprotrofo del hongo y en parte a la invasión de los tubérculos por parásitos facultativos del tipo secundario (22,81).

8.4.10.3.- Etiología

Spongospora subterránea "produce esporas que germinan poniendo en libertad una zoospora biflagelada, que penetra en la planta a través de los pelos radicales. El talo crece, se hace multinucleado y finalmente se segmenta dando lugar a la formación de zoosporangios. El protoplasma del zoosporangio se divide de a su vez, hasta en 50 zoosporas. Las zoosporas secundarias son expulsadas a través de una apertura común al tabique del zoosporangio y a las paredes de la célula hospedera, cada una de las cuales posee dos flagelos de igual longitud. A veces, y como resultado de la fusión de zoosporas biflageladas, pueden encontrarse algunas tetraflageladas. Posiblemente la infección se produce por medio de la fase ameboide que sigue a la fusión de las zoosporas secundarias y a partir de tales amebas se produce el desarrollo intercelular de los plasmodios. Las células aumentan de tamaño y cada una de ellas puede dividirse, posteriormente dando lugar a la formación de varias células infectadas. La formación de excrecencias de aspecto verrugoso se debe al crecimiento anormal de las células y al proceso anormal de división celular. En algunos casos el desarrollo de las lesiones se ve detenido por la formación de una capa de peridermo situado por debajo de ellas. Sin embargo, si los tubérculos se recogen demasiado pronto, mientras el hongo se encuentra en una fase vegetativa, puede continuar el desarrollo de éste y provocar una podredumbre seca" (81).

8.4.10.4.- Epifitología

"Las masas de Spongospera subterranea de esporas están -- constituidas por un conjunto de esporas de reposo que 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 estolones o pelos radiculares, donde producen masas multinucleadas que originan las zoosporas secundarias. Estas últimas diseminan la infección hacia las raíces y tubérculos. Las células del hospedero estimuladas por la invasión de las zoosporas secundarias se agrandan y multiplican, formándose de esta manera agallas. Dentro de las agallas se forman finalmente las masas de esporas de descanso" (22).

8.4.10.5.- Métodos de control

El único método de control que se conoce es utilizar variedades resistentes, aunque no ha dado muy buenos resultados. Por otro lado el uso de pesticidas no es efectivo ya que las esporas y los plasmodios se encuentran en zonas profundas de los tejidos de los tubérculos y no alcanzan a llegar a esas partes (22,81).

8.4.11.- Esclerotiniosis (Sclerotinia sclerotium)

Esta enfermedad se presenta en climas templados con temperaturas bajas, de 16 a 22°C y humedades relativas altas (22).

8.4.11.1.- Síntomas

El primer síntoma de ataque de Sclerotinia sclerotium es la presencia de pequeñas áreas de color plumizo con apariencia húmeda, estas lesiones se pueden observar en toda la planta, pero principalmente en el tallo principal, también pueden aparecer en los ángulos que forman las ramas secundarias, flores y pedúnculos florales. En las hojas las lesiones son de forma irregular y se presentan en la base de los folíolos. Los tallos son los que contienen el micelio y los esclerotes están en la médula (22).

Los tubérculos que están cerca de la superficie son los que sufren el ataque más severo del hongo, en el cual se presentan zonas hundidas, perfectamente separadas del tejido sano. Conforme avanza la enfermedad las lesiones se hacen más grandes y la pulpa se oscurece, se hace esponjosa y se arruga. La pudrición es acuosa, blanda y con salida de líquido a presión; la pulpa se aclara y en esas cavidades se forman los micelios y los esclerotes (22).

8.4.11.2.- Etiología

"Sclerotinia sclerotium (Lib) de Bary, consiste en los esclerotes duros de forma lenticular e irregular, varían de tamaño desde muy pequeños hasta varios centímetros de diámetro, tienen la parte interna blanca y la cubierta negra. El micelio es blanco algodonoso. Las espermatias son muy pequeñas y globosas, se forman muy rara vez en el micelio que se desarrolla en la base -

de la planta o en el cultivo de laboratorio en proceso de desecación; se desconoce el rol que tienen en la patogenicidad. Los apotecios tienen forma plana o de embudo, son de colores que varían entre anaranjado pálido, rosado, canela claro o blanco, pudiendo emerger uno o más apotecios de un mismo esclerote. Las ascas son hialinas, cilindro clavadas y contienen 8 ascosporas. Las ascosporas son unicelulares, ovoides y hialinas. Las parafisas son filiformes y hialinas" (22).

8.4.11.3.- Epifitología

Los esclerotes de Sclerotinia sclerotium que se encuentran cerca del suelo germinan en forma apotecios o micelio, siempre que exista suficiente humedad y materia orgánica disponible. El micelio penetra al tallo a nivel del suelo y forma un colchón algodonoso en toda la superficie lesionada. El hongo invade rápidamente los tejidos internos, ingresando hasta la médula donde también se forman micelio y esclerotes. Los apotecios a la madurez expulsan violentamente las ascosporas, las cuales se diseminan a gran distancia (22).

8.4.11.4.- Métodos de control

Debido a que este hongo (Sclerotinia sclerotium) inverna en el suelo o en los restos de cosecha por medio de esclerotes, un buen medio de control es la anegación del terreno por un tiempo promedio de cuatro semanas para lograr que el hongo muera; también se puede tratar el suelo con Cianamida de Calcio; aspersiones con PNCB o Ferman, así como rotaciones de cultivos, en la

cual no se siembren cultivos susceptibles a su ataque como tomate, chile y tabaco (22).

8.4.12.- Carbón (Thecaphora solani)

8.4.12.1.- Generalidades

Esta enfermedad se encuentra distribuida en los países de América Central y Sudamérica, en donde se han llegado a perder hasta el 50% del cultivo debido al ataque del carbón (26).

Originalmente se pensó que la enfermedad sólo estaba presente en Los Andes, a altitudes de 2,500 a 3,000 msnm, pero actualmente se ha encontrado aún en zonas desérticas, con riego y a nivel del mar. Las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo son alta humedad relativa y bajas temperaturas (26).

8.4.12.2.- Síntomas

Generalmente Thecaphora solani sólo ataca la parte subterránea de la planta, como brotes, estolones y algunas veces tubérculos. En las partes afectadas se presentan hinchamientos verrugosos que cuando sueltan soros, de color castaño. Estos hinchamientos tienen forma de tubérculos deformes (22).

8.4.12.3.- Etiología

"Angiosporus solani (Barus) Trhirum an O'Brien. (Sinónimo: Thecaphora solani) Barus. La sora locular de la a 2 mm. de diáme-

tro está rodeada por un peridermo de 6 a 8 células de profundidad y contiene esporas compuestas globosas-ovoides. Cada espóra compuesta contiene 2 a 3 esporas simples de color castaño herrumbre, fértiles, subglobosas a angulares, las cuales son fácilmente separables en esporas individuales cuando se despedazan. Las esporas compuestas se desarrollan a partir de hifas esporíferas y a medida que se van produciendo son empujadas hacia las paredes para -- continuar llenando la cavidad" (22).

8.4.12.4.- Epifitiología

Hasta el momento sólo se ha comprobado que Tecaphora solani es introducido en el campo por medio de tubérculos infectados o por agua de riego, la cual incrementa su incidencia al sembrar papa continuamente, es decir, sin que haya una rotación de cultivos (46) .

En la planta se forma un tumor debido a la hipertrofia del floema externo y parénquima de tallos y estolones, el tumor está constituido principalmente por células parenquimatosas. El micelio del hongo es intracelular y produce ramificaciones gruesas y provistas de clampas. En la zona del cambium, las hifas del hongo estimulan la proliferación celular (22).

8.4.12.5.- Métodos de control

Las rotaciones de cultivos y el uso de semilla certificada de variedades resistentes son los mejores métodos de control de esta enfermedad, ya que no existen productos químicos para preve-

nir el ataque (22).

8.4.13.- Roya (Puccinia pitteriana)

8.4.13.1.- Generalidades

Esta enfermedad, como el carbón, esta restringida a Latinoamérica, en donde se presenta a alturas mayores de 2,700 msnm.- es decir, sólo en zonas montañosas, en donde se presentan temperaturas de alrededor de 10°C y humedad libre sobre las hojas de 10 a 12 horas (22).

8.4.13.2.- Síntomas

Esta enfermedad ataca sólo a los tallos y hojas, únicamente en casos de severa infección llega a atacara los tubérculos. Los primeros síntomas de Puccinia pitteriana son puntos blancos en el haz de las hojas, estos puntos son redondos; al desarrollarse el hongo estos puntos crecen y se tornan de color crema - con el centro rojizo, despues de rojo herrumbroso a castaño. Estas lesiones están rodeadas de un halo clorótico-necrótico. Las pústulas sobresalen de 1 a 3 mm. de la superficie de la lesión. La formación en las hojas de un gran número de pústulas provoca su caída (22,26).

8.4.13.3.- Etiología

"Puccinia pitteriana P. Henn. es una roya de ciclo corto

(microcíclica), produce teliosporas y esporidias. Las soras son - hipófilas, gregarias; las teliosporas son de pared lisa de color anaranjado a castaño, bicelulares, ampliamente elipsoidales con una ligera construcción en la septa" (22).

8.4.13.4.- Epifitiología

Una vez desprendidas las esporidias de Puccinia pitteriana, germinan rápidamente. Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan entre los 14 a 16 días, a temperaturas de 16°C o menor. Las lesiones están completamente formadas entre los 20 y 25 días, las teliosporas maduran 30 a 40 días después de la inoculación (22).

El principal medio de transporte del inoculo es el viento, el cual se encuentra en hospederas silvestres (22).

8.5.- ENFERMEDADES CAUSADAS POR MICOPLASMAS

8.5.1.- Punta morada

Esta enfermedad esta establecida en todo el mundo, y ataca a 350 especies cultivadas.

8.5.1.1.- Síntomas

El ataque comienza con el enrollamiento de los folíolos de la base hacia arriba, a la vez que toman una coloración amarillenta o morada, coloración que avanza a los tallos, los cuales -

se engrosan en los entrenudos, y en la parte baja se puede presentar necrosis cortical, deshilachamiento del tejido y decoloración vascular. También hay formación de brotes axilares y tubérculos aéreos. La planta puede morir prematuramente (22,31,32).

En la inserción del estolón con el tubérculo se produce -- una coloración castaña clara, se ablanda el tubérculo y hay deformaciones.

Cuando se llegan a sembrar tubérculos atacados por punta - morada, el brote puede ser fino y débil, o no haber producción de brotes (22,26).

8.5.1.2.- Etiología y epifitología

"Los micoplasmas (MLO) se encuentran en los tubos cribosos y ocasionalmente en las células parenquimáticas del floema de la planta afectada. Estos organismos son pleomórficos, carecen de -- pared celular y están rodeados por una membrana unitaria. Ciertos estados pueden estar presentes en forma de espiroplasmas (formas -- espiroladas). El tamaño de los micoplasmas varía entre 500 y 1000 nm. de diámetro; las más grandes son casi esféricas y contienen -- una red fibrilar central de hebras presumiblemente de ADN y un -- área periférica de gránulos parecidos a ribosomas. La presencia de formas alargadas pequeñas (cuerpos elementales densos), sugiere -- la idea de que se propaga por fisión, brotamiento o fragmentación" (22).

El micoplasma es diseminado por las chicharritas, especial -- mente por la especie Microsteles divisius Uhl. ya que el micoplas -- ma no sobrevive de un año a otro en los tubérculos, es decir, la

chicharrita sirve como inoculo del micoplasma que causa la punta morada (4,22).

8.5.1.3.- Métodos de control

Es necesario controlar el insecto vector, ya sea por medio de insecticidas o sembrando en fechas en las cuales la chicharrita tenga su población más baja en la región (4,22).

8.5.2.- Escoba de bruja

Esta enfermedad esta diseminada en Europa y América, y no es causa de grandes pérdidas económicas.

Los síntomas que causan son enanismo, clorosis, gran formación de brotes axilares y tallos, lo que da el nombre de escoba de bruja. El hábito de crecimiento se vuelve recto y las hojas se enrollan.

Los tubérculos no presentan síntomas de ataque, pero si se siembran darán lugar a plantas de hojas simples y pequeñas, con tubérculos poco desarrollados. Los brotes provenientes de estos tubérculos son débiles y ahilados (4).

El control de esta enfermedad se lleva a cabo mediante el uso de semilla libre de micoplasmas (22).

8.6.- ENFERMEDADES FISIOLÓGICAS

8.6.1.- Corazón hueco

8.6.1.1.- Síntomas

El corazón hueco se presenta generalmente en tubérculos de gran tamaño (mayores de 200 gramos), y consiste en una cavidad irregular en el centro del tubérculo; esta cavidad puede tener forma de estrella o de lente cóncava. Las paredes de la cavidad son corchosas y de color blanco o claro. La parte afectada se puede poner translúcida y no se presenta pudrición (4,22).

8.6.1.2.- Histopatología

Existen tres formas en las que se pueden originar la enfermedad:

- 1) Muchas células circundadas de peridermo, constituyendo una mancha necrótica de aproximadamente 1 cm. de diámetro, cuya porción central toma coloración castaña, se encoge y colapsa, dando lugar a la formación de la cavidad.
- 2) En el centro del tubérculo aún muy pequeño aparecen células muertas, desprovistas de almidón, las cuales dan origen a manchas castañas de 1 mm. de diámetro, formándose luego una cavidad que se va agrandando a medida que el tubérculo crece, dicha cavidad se rodea luego -

de una capa de cambium parcialmente suberizada.

- 3) La tensión que ejercen los tejidos internos del tubérculo da como resultado la formación de cavidades sin - previa necrosis del tejido (22).

8.6.1.3.- Métodos de control

Debido a que una de las causas del corazón hueco es la -- disponibilidad alta de nutrientes, alta humedad y distancia ma-- yor de la necesaria entre planta y planta, es necesario mejorar el manejo del cultivo, evitando así la incidencia de la enfermedad; también se recomienda el uso de variedades con alto contenido de almidón y la adición de potasio. Asimismo es necesario sembrar - tubérculos o trozos de tubérculos con más de un brote para evi-- tar que la savia elaborada baje a un solo tubérculo, que puede - hacer que este crezca demasiado rápido (4,22,25).

8.6.2.- Corazón negro

8.6.2.1.- Síntomas

El corazón negro consiste en la necrosis del interior del tubérculo, de color azul oscuro o negro, generalmente bien delimitada, aunque en algunos casos puede difundirse el color negro a rosado o blanco. La parte afectada es de consistencia dura, -- pero si el tubérculo está expuesto a altas temperaturas (40°C) - puede ablandarse (22,25).

8.6.2.2.- Causas de la enfermedad

El corazón negro se debe a la falta de oxígeno durante un período más o menos prolongado; a temperaturas bajas tarda en manifestarse (menores de 10°C) a temperaturas de 36° a 40°C puede desarrollarse aún en presencia de oxígeno, debido a que la difusión gaseosa a través de los tejidos no es lo suficientemente rápida (4).

El fenómeno es enzimático, en el cual algunos aminoácidos especialmente la tirosina, pasan a través de una serie de transformaciones intermedias a compuestos conocidos como melanina, de color relativamente estable o insoluble (4,81).

8.6.2.2.- Métodos de control

En el suelo no es posible hacer un control de la enfermedad, pero durante el transporte y el almacenamiento, se puede hacer más efectivo, poniendo un buen sistema de ventilación y no haciendo montones grandes, para evitar que la temperatura aumente demasiado (81).

8.6.3.- Verdeamiento

El verdeamiento de los tubérculos se debe a la exposición de estos a la luz, ya sea durante el cultivo (solo si se desarrolla el tubérculo en la parte alta del tallo o en la cosecha y almacenamiento). Los síntomas consisten en el verdeamiento del tubérculo, a una profundidad que puede abarcar varios milímetros, hasta

los dos centímetros. Hay formación de clorofila en los leucoplastas. La parte verde tiene un alto contenido de solanina, sobre todo en las yemas y brotes, en donde se puede encontrar hasta un 0.4%. Se considera que la solanina es dañina para los animales y los humanos, pero es posible utilizar el tubérculo afectado como semilla (4,22).

9.- PLAGAS DE LA PAPA

9.1.- PULGARES (Mizus persicae Sulter y Macrosiphum enphorbiae Thomas) (Homoptera: Aphididae)

El pulgón es la plaga que más problemas causa al cultivo de la papa, ya que sirve como transmisor de virus.

9.1.1.- Ataque

Los áfidos se alimentan de la savia de la planta la que extraen introduciendo su estilete en los tejidos. Generalmente se agrupan en el envés de la hoja, cerca de la nervadura central. Se ha calculado que un pulgón succiona una tercera parte de su peso en el lapso de una hora.

Cuando el ataque del pulgón es moderado, las hojas de la planta se enrollan hacia abajo, siendo las hojas más viejas las más atacadas, las cuales se marchitan y mueren (22).

El ataque severo impide que la planta respire, transpire y fotosintetice normalmente, ya que los pulgones secretan una miel que cubre las hojas; ésta miel tiene un contenido de 3% de proteínas y 85% de carbohidratos; la planta se hace más susceptible al ataque de hongos y bacterias, detiene su crecimiento e inclusive llegar a morir (95,96).

9.1.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga

El pulgón (mizus persicae) es de color verde claro a verde

oscuro en verano y rosa o rojo en invierno. Mide de 2 a 3 mm; en algunos pulgones se presentan alas, entonces su color es castaño oscuro. Los pulgones tienen el cuerpo suave (25,74).

El pulgón hembra deposita sus huevecillos en plantas perennes o estacionales, de preferencia en las hojas, estos huevecillos son de color verde olivo, al madurar cambian a negro brillante. Durante la primavera emergen de los huevecillos las ninfas de color gris, que se alimentan de los brotes; en estas plantas se desarrollan dos o tres generaciones, al término de las cuales aparecen individuos alados que buscan cultivos anuales como la papa, a partir de entonces se reproducen sólo hembras por partogénesis cuando se acerca el invierno nacen algunos machos alados que se aparean con las hembras las cuales ponen sus huevecillos en las plantas perennes, volviéndose a repetir el ciclo del insecto (28,82).

9.1.3.- Métodos de control

9.1.3.1.- Control cultural

La destrucción de malezas para controlar a los pulgones (Mizus persicae y macrosiphum enphorbiae) resulta efectivo, ya que al destruir estas plantas se destruyen los huevecillos depositados en ellas. Adelantar la fecha de siembra para evitar el ataque del áfido a plantas jóvenes, que puedan disminuir la cantidad y calidad del tubérculo. El uso de insectos, como la catarinita, cuya larva y adulto devoran a los pulgones y la mosca verde de alas de encaje, (Aphidius) que deposita sus huevecillos dentro o

encima de los pulgones (74)

9.1.3.2.- Control químico

La aplicación de insecticidas se debe hacer cuando la plaga aún no se ha establecido totalmente, generalmente se recomienda la aplicación de estos productos cuando se observa un máximo de 10% de plantas atacadas, ya que después el ataque resulta muy costoso, y en algunos casos ineficaz (67,74).

Entre los insecticidas más usados para atacar al pulgón se encuentran: Aldicarb granulado al 15%, a razón de 10 kg./ha; --- Dimetoato, al 38% a razón de 0.5 a 0.76 lts./ha.; Omitiato, L.M.al 84% a razón de 0.5 a 0.76 lts./ha.; Endosulfán, P.H., 283 a 567 -- grs./ha.; Diazinón al 3%, 30 kg./ha (46,73).

9.2.- PALOMILLA DE LA PAPA (Phorimea operculella Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)

9.2.1.- Ataque

Las larvas del insecto minan las hojas y penetran a los tallos en donde se alimentan de los jugos producidos por la planta; también se pueden alimentar del tubérculo y los peciños. En los tubérculos forman galerías y ahí permanecen hasta el siguiente ciclo. El daño ocasionado durante el almacenamiento es el más susceptible; además de que estos tubérculos ya no pueden ser utilizados como semillas (48,32).

2.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga

Las palomillas son de color café grisáceo o gris, con manchas cafés en las alas anteriores, miden aproximadamente 6 mm. y ovipositan en el suelo o en cualquier parte de la planta, como en el envés de las hojas, peciños y aún en los tubérculos, ya sea que estos estén expuestos o se pueda llegar a ellos por pequeñas grietas en el suelo. Los huevecillos son de color blanco y maduran en 12 días, dando lugar a una oruga de color blanco cremoso de aproximadamente 12mm. de largo, la cual al irse desarrollando se torna color verde y rosa; esta oruga al madurar se convierte en una crisálida que se encuentra en la superficie del suelo, cubierta por arena y pequeñas piedras, a los 10 ó 12 días sale la palomilla. El ciclo de la palomilla de la papa (Phorimea operculella) es de aproximadamente 30 días; en el invierno la palomilla continúa desarrollándose en los almacenes, en donde causa muchos daños a los tubérculos almacenados (28,32,48).

9.2.3.- Métodos de control

9.2.3.1.- Control cultural

Como prácticas culturales se sugiere: aporcar bien la planta; recolección de la papa en el campo lo más completo posible; enterrar profundamente los tubérculos atacados para evitar reinfecciones (48).

9.2.3.2.- Control químico

El control químico de la palomilla de la papa se debe de -- hacer durante la etapa de larva, ya que de esta manera se impide_ el aumento de la población y la merma en la cantidad y calidad -- del tubérculo.

Los productos usados para combatir a la palomilla son Azin-- fós metílico, C.E. al 25% a razón de 1.5 a 2.0 lts./ha; Monocro-- tofos, L.M. al 85%, aplicando 2.5 a 3.0 lts./ha; Gusatión L.M. al 30%, 1.0 lts. ha. Telotión. C.E. al 35%, 1.5 lts./ha. Se recomien_ da la primera aplicación cuando haya un máximo de 10% de plantas_ atacadas, en caso de mayor porcentaje serán necesarias por lo me-- nos cuatro aplicaciones de insecticidas, con un intervalo de apli_ cación de 5 a 8 días (10,48).

9.3.- CATARINITIA DE LA PAPA (Leptinotarsa decemlineata ---
Kroatz) (Cleopectera: Chrysomelidae)

9.3.1.- Ataque

Tanto la larva como el escarabajo adulto de la catarinita - de la papa se alimentan de las hojas y tallos de la planta. El -- ataque llega a ser tan severo que la planta detiene su desarrollo vegetativo, ocasionando una considerable reducción en el rendi--- miento (28).

9.3.2.- Descripción y ciclo de vida de la plaga

La hembra de la catarinita de la papa (Leptinotarsa decem--lineata) oviposita en el envés de las hojas, en manchones de 20 a 30 huevecillos, los cuales maduran en un término de 9 días; la --larva es de color rojo con la cabeza negra de aproximadamente 5 - cms. de largo, se alimenta vorazmente de hojas y tallos y sólo de ja de hacerlo durante las mudas. Cuando está completamente desa--rrollada se introduce en el suelo en donde pasa su estado de pupa y a los dos semanas sale convertido en un escarabajo de color --- amarillento con cinco franjas negras en cada élitro, de forma ova lada y convexa con el dorso duro y una docena de puntos negros en la cabeza y toráx, mide aproximadamente 9 milímetros (28,74).

El insecto alcanza su total madurez a las 4 ó 5 semanas de _puestos los huevecillos; en el invierno se entierran en el suelo _y ahí permanecen hasta la siguiente primavera (28,74).

9.3.3.- Métodos de control

9.3.3.1.- Control cultural

Se recomienda un barbecho profundo con el fin de eliminar - las papas que se encuentran invernando en el suelo (73).

9.3.3.2.- Control químico

El control químico de la catarinita de la papa (Liptinota--

rsa decemlineata) se hace con productos tales como: Azinfos metilico, C.E. al 25%, 2.5 lts./ha.; Carbaryl, P.H. al 80%, 2.5 kg./ha.; Paratión metilico, C.E. al 50%, a razón de 1.0 lts./ha.; la aplicación se debe hacer cuando haya aproximadamente un 10% de plantas atacadas, en caso de mayor porcentaje de ataque se deben hacer por lo menos cuatro aplicaciones con un intervalo de aplicación de 5 a 7 días (46).

9.3.3.3.- Control biológico

El control biológico es posible con pájaros, como petirrojos, tordos, cuervos y gorriones, que se alimentan tanto de las larvas como de los escarabajos. Se recomienda hacer este tipo de control inmediatamente después del barbecho, ya quedan expuestos los escarabajos y larvas enterrados en el suelo (74).

9.4.- PULGA SALTONA O RAYADOR DE LA PAPA (Epitrix cucumeris Harris) (Coleptera: Chrysomelidae)

9.4.1.- Ataque

El adulto de la pulga saltona (Epitrix cucumeris) se alimenta de las hojas, en donde hace orificios hasta dejar la hoja con apariencia de cedazo. En ocasiones llega a destruir totalmente el follaje y la planta muere. La larva ataca las raíces y tubérculos, en estos últimos hace galerías que toman una coloración negra con apariencia de corcho; en la cutícula (rayado de la papa), siendo éste el daño más importante (73,74).

9.4.2.- Descripción y ciclo de la plaga

La pulga saltona o rayador de la papa inverna en suelos poco compactos de los campos en que se desarrolla; al principio del verano salen los insectos del suelo y se aparean, depositando la hembra sus huevecillos en pequeños agujeros cerca de la planta de papa, estos huevos son de color blanco y ovalados, maduran a los 8 días, dando lugar a una larva blanca de aproximadamente 8 mm. - largo y muy delgada. Las larvas al madurar salen de los tubérculos y raíces a un lugar cercano en donde pasan su estado de pupa, de donde salen convertidos en escarabajo adultos de color negro y con las patas traseras muy desarrolladas, que les permiten saltar como pulga; mide 2 mm. de largo y 0.5 mm. de ancho (74).

9.4.3.- Métodos de control

9.4.3.1.- Control cultural

Como control cultural se recomienda eliminar los residuos de cosecha, ya que la pulga o rayador de la papa ataca a varias especies de plantas, sobre todo Solanáceas, sirviendole estas como lugar de internación (74).

9.4.3.2.- Control químico

Los productos químicos recomendados para el control de la pulga saltona son: Furadán, granulado al 5%, 10-20 kg./ha. Carbayl, P.H. al 80%, 1.5 lts./ha.; Malatión, polvo al 4%, 10-20 kg./ha.; Enclosulfan, C. E. al 35%, 2.0 a 2.5 lts./ha (46).

En regiones donde se lleguen a comprobar el ataque a tubérculos, se procurará vigilar las plantas desde recién nacidas, recomendándose la aplicación de los anteriores productos cuando se detecte un ataque del 10%; las aplicaciones serán cada 12 o 15 días hasta llegar a cuatro, o dependiendo de la abundancia de la plaga (46).

9.5.- GUSANO DE ALAMBRA (Agriotes spp y Melanotus spp) (Coleoptera: Elateride)

9.5.1.- Ataque

Las larvas de éstas especies son las que ocasionan el daño, ya que se alimentan de la base del tallo de las plantas pequeñas, devoran solo una porción y pasan a otro tallo, cuando el ataque es muy intenso devoran también las raíces, el ataque es nocturno (74).

9.5.2.- Descripción de la plaga

La larva del gusano de alambre es de color gris, castaño o blanco-verdoso, mide hasta 5 cms. de largo. La polilla de Agriotes spp y Melanotus spp es amarilla canela sombreado, castaño o gris; tanto la larva como la polilla son de vida nocturna (74).

9.5.3.- Métodos de control

9.5.3.1.- Control cultural

Se recomienda controlar al gusano de alambre mediante la preparación temprana del terreno, ya que así se tiene limpia el área de cultivo de maleza, logrando de esta manera que las larvas mueran por falta de alimento o por adquirir hábitos canibales (74).

9.5.3.2.- Control químico

Los productos químicos utilizados para controlar el gusano de alambre son: Carbofurán, granulado al 5%, 20-30 kg/ha.; Cloropirifos, polvo al 15%, 40-60 kg./ha.; Difonate, granulado al 10% 30 kg./ha. Heptacloro, polvo al 2.5%, 50-60 kg./ha (32,46).

9.6.- GUSANO SOLDADO (Spodoptera (=Laphygma) exigua Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

9.6.1.- Ataque

La larva del gusano soldado se alimenta de las partes tiernas de la planta, dejando solo los tallos desnudos se comen principalmente las hojas, pero se llegan a alimentar también de raíces y tubérculos y cuando terminan con un cultivo pasan a otro en largas filas parecidas a ejércitos, de donde toman su

nombre (74)

9.6.2.- Descripción de la plaga

El gusano soldado (Spodeptera exigua) es de color canela o verde claro, con tres hileras de vellosidades de color amarillento, a los lados de estas hileras se encuentran otras más anchas y oscuras, después de las cuales se localizan unas franjas del mismo ancho, ligeramente onduladas, de color amarillo con manchas rojas; en la cabeza tiene una Y invertida de color blanco (74).

9.6.3.- Métodos de control

9.6.3.1.- Control químico

El gusano soldado se controla con: Metamidofos, L.M. al 50% 1.0 lts./ha.; Metomyl, P.S. al 90%, 0.3-0.4 lts./ha.; Monocrotofos, L.M. al 56%, 1.0 a 1.5 lts'/ha.; aplicando cualquiera de ellos con intervalos mayores de 8 días. Es posible aplicar los productos a los cultivos vecinos antes del ataque a la papa, como medida preventiva (46,73).

9.7.- GALLINA CIEGA (Phylophaga spp). (Coleoptera: Scarabaeidae)

9.7.1.- Ataque

Esta larva se alimenta de las raíces y tubérculos de papa.-

Su actividad dura tres años, pero causan mayor destrucción durante el segundo año (32,55).

9.7.2.- Descripción de la plaga

La larva es de color blanco cremoso, cabeza café, de 3 a 4 cms. de largo, posee tres pares de patas en el torax, es de forma encorvada y su cuerpo presenta gajos transversales (32).

9.7.3.- Métodos de control

9.7.3.1.- Control biológico

Las gallinas y perros son un buen método de control de la gallina ciega, ya que su alimentan de ella. Después del barbecho al quedar descubiertos las larvas se sueltan estos animales.

También la especie Copidosoma spp, es un hemiptero que parásita a la gallina ciega.

9.7.3.2.- Control químico

Se debe atacar a esta plaga cuando se han encontrado de 3 a 7 larvas/m², los productos más recomendados son: Furadán, al 5%, - gránulado, aplicando 30kg./ha. y Volatán, al 2.5%, gránulado, --- a razón de 30-40 kg./ha (55).

10.- M E R C A D E O

10.1.- CANALES DE COMERCIALIZACION

Los productores de papa en México venden su producto generalmente a mayoristas sean del campo o de un centro de consumo, en algunos casos a asociaciones de productores o a productores regionales. Algunos productores grandes compran a productores medianos y pequeños y almacenan la cosecha por su propia cuenta; después de haber comprado de esta manera, concurren a los centros de abasto y venden a mayoristas o ellos mismos venden su producto a comisionistas foráneos, hoteles, restaurantes y detallistas. En otros casos el productor acude a vender al mercado regional, de donde pasa directamente al consumidor. Las industrias contratan directamente -- con los agricultores a los cuales les proporcionan asesoría técnica y establecen el precio de antemano. Al mercado extranjero (exportación) sólo acuden asociaciones o productores muy fuertes, es decir, el mercado de exportación en México es casi insignificante.

En la figura núm. 13 se observa un diagrama que representa los canales de comercialización de la papa en México.

10.2.- AGENTES DE LA COMERCIALIZACION

10.2.1.- Productor

El primer agente de la comercialización de la papa es el -- productor, acerca de este se puede anotar que la superficie que maneja es variable, dentro de los productores los hay que venden las

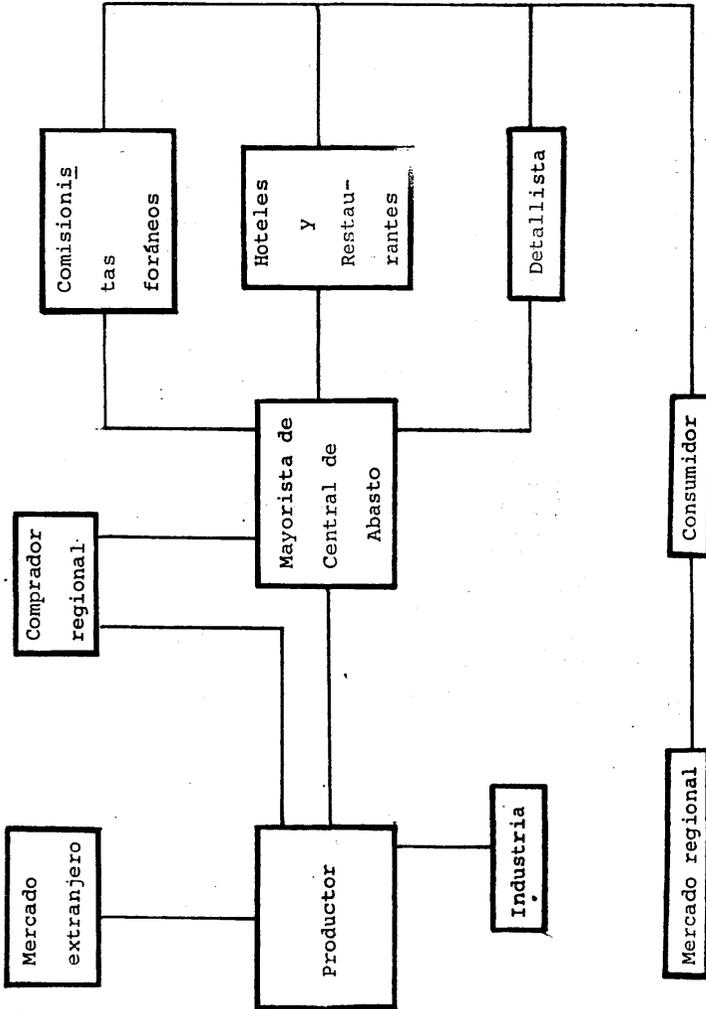


Figura No. 12.- Canales de Comercialización de la papa (Solanum tuberosum)

cosechas a pie de mata, es decir, el mayorista compra el producto directamente del campo y él se hace cargo de los gastos de cosecha. Otros agricultores venden su cosecha, corriendo los gastos a cargo de ellos y entregan el producto ya seleccionado, almacenado y empacado. En ocasiones dan crédito a los mayoristas bodegueros.

Hay productores que se convierten en compradores regionales y se encargan de cosechar, empacar y almacenar el tubérculo para su venta a mayoristas. También hay productores que son al mismo tiempo mayoristas de las centrales de abastos, esto es, productores que realizan casi todas las actividades del mercado.

10.2.2.- Mayoristas

Es el que se encarga de vender el tubérculo seleccionado y lavado a tiendas comerciales y restaurantes; no seleccionado ni lavado a detallistas de mercados. Otra de sus funciones es la de dar crédito, principalmente a tiendas comerciales, comisionistas foráneos y en ocasiones a detallistas.

El almacenamiento es otra de sus funciones, aunque este no es muy necesario, ya que hay papa fresca durante todo el año, además se encarga de pagar el flete y el empaque del producto.

10.3.- Comisionistas foráneos

Adquieren el producto en las centrales de abasto, papa de tamaño y calidad adecuada a las necesidades del mercado regional hacia el cual remiten el producto, encargándose de la carga y transporte del mismo. Otra de sus funciones es la de transmitir -

el crédito de los mayoristas de las centrales de abasto a los mayoristas regionales.

10.2.4.- Hoteles y restaurantes

Venta directa al público.

10.2.5.- Industria

La industria se encarga de la elaboración de productos como papas fritas y harina de papa, como se mencionó antes contrata al cultivo directamente con el agricultor.

10.3.- MARGENES DE MERCADEO

10.3.1.- Productor

Los márgenes de ganancia del productor son diferentes para cada región, en 1982 se estimaron las siguientes:

Hidalgo:	\$ 34,757.00/ha.
Aguascalientes:	\$ 24,277.52/ha.
Michoacán:	\$ 48,260.00/ha.
Puebla:	\$ 10,410.00/ha.
Sinaloa:	\$ 35,779.00/ha.
Veracruz:	\$ 22,710.00/ha (42).

10.3.2.- Mayorista de las Centrales de Abasto

Una vez descontados los siguientes gastos, el mayorista fija el precio de venta a sus compradores:

- Un empleado en el campo, que se encarge de vigilar las labores de cosecha, y postcosecha.
- Fletes y gastos de carga
- Merma del producto del campo a la bodega
- Gastos de descarga en la Central de Abasto
- Gastos de selección y lavado del tubérculo cuando estos sean requeridos
- Gastos de administración: Renta
Luz
Empleados
- Renta del capital invertido

La ganancia se decide en base a las fluctuaciones del mercado y también en base a los gastos, después de deducidos estos se les aumenta \$ 2.00 ó \$3.00 por kilo cuando la papa se vende sucia y de \$5.00 a \$6.00 cuando se vende lavada. En base a estos conceptos se establece el margen de mercadeo con el cual trabaja el mayorista.

10.4.- SERVICIOS DE MERCADEO.

10.4.1.- Almacenamiento

Para almacenar el producto se estiba en cuartos oscuros; -- evitando de esta manera que la papa se deshidrate, el cuarto no debe tener mucha ventilación. No se recomienda refrigerar durante --

mucho tiempo (más de 1 mes), además la papa no debe estar lavada - ni mojada, y estar en perfecto estado de sanidad, para impedir la propagación de plagas y enfermedades que hagan que el tubérculo -- pierda calidad.

10.4.2.- Selección

Gorda: 10 cms. en adelante y de 200 a más gramos de peso

Primera: 10 a 7 cms. y de 250 a 75 grs.

Segunda: 7 a 5 cms y de 75 a 40 grs.

Tercera: 5 a 3 cms.y de 40 a 20 grs.

Muñeco: tubérculos deformes.

Generalmente la selección en campo es manual. En ocasiones se llevan a bodegas en donde se seleccionan por medio de bandas -- (corredoras).

10.4.3.- Empaque

Se empacan en sacos de 50 kilogramos, cuando la papa es --- blanca, y en cajas de madera de 30 kilogramos cuando la papa es roja.

10.4.4.- Lavado

Se realiza en máquinas lavadoras que requieren de cuatro -- personas para operarla.

10.4.5.- Créditos

Los mayoristas lo dan a ciertos clientes acreditados, se pagan a los 10 a 15 días mediante notas. También se dan a mayoristas regionales, supermercados, hoteles y restaurantes, así como en ocasiones a detallistas.

10.4.6.- Transporte

El transporte se realiza por vía terrestre en vehículos pesados.

10.5.- FIJACION DE PRECIOS

Los precios se fijan con acuerdo de mayoristas y productores en la papa Alpha. Para la papa López (roja), cada región productora envía un encargado de fijar el precio diariamente, para ello comisiona una persona que fija el precio según las fluctuaciones que existan en el lugar.

Otro factor a tomar en cuenta es la estacionalidad del producto en el mercado, así se tiene que la cosecha de papa se encuentra en el mercado principalmente en el segundo semestre del año, principalmente en los meses de agosto, septiembre y octubre. El precio más alto se puede registrar generalmente en el mes de mayo.

La estacionalidad de los precios de la papa no se repite en forma constante todos los años, sino está sujeta a ciertas influencias cíclicas. Estas influencias bastante irregulares hacen que el precio suba en el primer semestre del año. Por razones climatológicas

cas en un año dado la cosecha de papa puede resultar extraordinariamente buena, lo que hace caer fuertemente los precios en los meses de la cosecha. Las grandes existencias en el mercado impiden - además, que suba mucho el precio en el primer semestre del año siguiente. Esta situación de los precios puede, a su vez, desanimar a cierto número de productores a cultivar papa, lo que puede conducir a una cosecha relativamente baja en el año siguiente con el impacto correspondiente a los precios. No es posible pronosticar con mucha seguridad el desarrollo del ciclo de los precios de papa.

11.- MEJORAMIENTO GENETICO DE PAPA

11.1.- ANTECEDENTES

Los programas de mejoramiento genético se iniciaron en México en 1948, por la Oficina de Estudios Especiales, estos programas consistieron en pruebas de adaptación de variedades de Estados Unidos a las condiciones de cultivo de México. En 1952 se inició el Programa de Resistencia al Tizón Tardío (Phytophthora infestans), debido principalmente al hecho de que se conocieron dos especies silvestres de papa, Solanum demmisum y Solanum andigenum, las cuales son resistentes al ataque del hongo; esta investigación dió como resultado 15 variedades mejoradas de poco uso en México, pero comercializadas ampliamente en Centroamérica y el Caribe. El uso de variedades silvestres ha sido difundido en todo el mundo, ya que ha proporcionado resistencia a las variedades comerciales de los países productores de papa (50,76).

El programa de Mejoramiento de Papa en México depende del Programa Nacional de Papa, y ha permitido que este cultivo se extienda; ya hasta hace aproximadamente 30 años estaba limitado a las regiones y estaciones del año en donde se podían reducir al mínimo los daños producidos por las plagas y enfermedades, principalmente por el tizón tardío; aunque es necesario mencionar que algunos agricultores eligieron las sierras o valles altos, a pesar de los problemas antes mencionados, debido a que se presentan excelentes condiciones para la producción de "semilla", no así de papa con fines de consumo (2,47).

11.2.- OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO

Los objetivos del Programa de Mejoramiento Genético son amplios y variados, a pesar de lo cual se pueden resumir en los siguientes:

- 1.- Obtención de variedades resistentes al tizón tardío, -- así como a marchitez bacteriana y al nemátodo dorado
- 2.- Incorporación de genes de mejor calidad, tanto culinaria como industrial
- 3.- Colección, evaluación y mantenimiento de especies silvestres y variedades criollas o nativas de México
- 4.- Creación de variedades que satisfagan los requerimientos regionales, es decir, que se adapten a zonas específicas de producción
- 5.- Obtener resistencia a virus que atacan al cultivo, estos virus son principalmente VYP, VXP y VAP.
- 6.- Evaluación de la aplicación de fungicidas, plaguicidas, fechas de siembra y densidades de siembra adecuadas para cada región de cultivo

11.3.- MEJORAMIENTO GENETICO

Dado que la papa es una planta de reproducción vegetativa, generalmente, puede representar un problema para el mejoramiento, ya que no es fácil lograr que una planta de papa llegue a dar flores y que estas maduren.

El problema que se presenta al hacer el mejoramiento de papa, es que esta es autotetraploide, lo que hace que se presente --

esterilidad femenina, masculina o ambas; este problema es mayor -- cuando se trata de hacer cruizas entre diferentes especies o variedades (29).

Para resolver los dos primeros problemas se procede a polinizar artificialmente las plantas; para resolver el problema de cruizas entre especies o variedades se recurre a la hibridación interespecífica, la cual consiste en cruzar haploides de la papa cultivada con especies diploides (por ejemplo S. tuberosum X Solanum phureja), lo que ha dado resultado, ya que se han encontrado niveles de fertilidad femenina de hasta un 63% y un 77% de fertilidad masculina (29).

Otro método de mejoramiento es el de cruzamiento regresivo, en donde se usa como progenitor recurrente a la variedad cultivada. Cuando ya los materiales han sido mejorados genéticamente en el -- sentido de haber recuperado una buena parte del tamaño de los tubérculos, productividad y calidad de las variedades cultivadas, el método utilizado es el de cruzamientos simples. Una vez lograda esta calidad entre los cruzamientos o cualquiera de los segregantes, la planta empieza a multiplicarse clonalmente y puede convertirse en una nueva variedad cultivada (2).

Como se observa, el hecho de que la papa se propague vegetativamente tiene ventajas, ya que al crearse una nueva variedad, la herencia permanece constante (2,29).

11.4.- RESULTADOS DEL MEJORAMIENTO GENETICO

Como se ha mencionado antes, existen varios objetivos dentro del Programa de Mejoramiento, pero el más importante es la ---

la cración de variedades resistentes al tizón tardío, de tal manera que se ha logrado la creación de variedades tales como Rosita, Anita, Conchita, Bertita y Atzimba (47).

También se ha logrado la liberación de variedades como la Tollocan, que se adapta a Valles altos y a altitudes de 20 msnm, esta variedad tiene un alto rango de adaptación, es resistente al tizón tardío y tiene una producción promedio de 22 ton/ha. en los valles altos, se espera que desplace a la variedad holandesa Alpha (44).

Asimismo se logró la generación de tecnología de producción adecuadas a cada región, esto significa, que cada región siembre en la fecha y con la densidad adecuada, haga las aplicaciones de fungicidas y pesticidas, así como la fertilización necesaria a sus condiciones (50,53).

12.- PRODUCCION DE TUBERCULO PARA SEMILLA DE PAPA

1.2.1.- ZONAS PRODUCTORAS

El alto precio que alcanza el tubérculo para semilla en el mercado (del 50 al 70% del costo total del cultivo), hace necesaria la producción de semilla en los países en los cuales se cultiva papa, ya que esta se importa de países como Holanda y Estados Unidos (36).

En 1957 se inició en México el programa de Semilla de papa, el cual tiene su sede en el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC), que tiene como objetivos producir semilla libre de enfermedades; producción de variedades mejoradas adaptadas a zonas específicas; incremento y producción de variedades aceptadas por parte del público consumidor y por el agricultor y el abastecimiento de la demanda de semilla certificada para disminuir la importación (33).

Para lograr sus objetivos el Programa Nacional de Papa ha dividido en cuatro las zonas productoras de semilla, las cuales tienen diferentes características, como son situación fitosanitaria y nivel de tecnificación; estas zonas son:

- a) Zonas productoras, surtidoras-autosuficientes: Estas zonas se utilizan como de protección, ya que a ellas no se permite la entrada de tubérculos de origen desconocido, que puedan provenir de regiones donde existan enfermedades ocasionadas por el nemátodo dorado (Heterodora rostochiensis) y la pudrición ocasionada por (Pseudomonas so-

lanacearum), aparte de esto, las zonas surten a otras de semilla de las tres categorías (básica, registrada y certificada). Las zonas de protección, surtidora-autosuficiente más importante es la del Valle de Toluca, en donde se produce la semilla en el ciclo primavera-verano.

b) Zonas de producción, receptora-surtidora. En estas zonas se produce semilla para el consumo interno, y necesitan ayuda para cubrir sus necesidades, también se recibe semilla para mandarlas a otras zonas. Las principales zonas productoras receptoras son: Derramadero, Coah., Ciénegas del Toro, N.L., La Mesera Tarasca, Mich., Ojo Caliente, Zac., Babicora, Gómez Farfás y Madera Chih., la producción es de semilla básica, registrada y certificada en el ciclo primavera-verano.

c) Zonas receptoras-surtidoras. Estas zonas cultivan solo semilla certificada y reciben semilla de las zonas anteriormente mencionadas, las cuales distribuyen a otras zonas no productoras. Las regiones receptoras-surtidoras son Guasave y Los Mochis, Sin., y Huatabampo, Son.; la producción de semilla certificada se hace en el ciclo otoño-invierno.

d) Zonas receptoras: En estas zonas no se produce ninguna de las tres categorías de semilla, y la semilla utilizada se recibe de las zonas receptoras surtidoras. Dentro de estas zonas se encuentran: Aguascalientes, Baja Cali-

fornia Norte y Sur, Guanajuato, Jalisco, Nevado de Toluca, Navidad, N.L., Puebla, Veracruz, San Luis Potosí y Tlaxcala (36).

12.2.- PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA

En México se sembraron en 1980, 70,000 has. de papa, de las cuales 23,000 has., se sembraron con semilla certificada y 47,000-has. con semilla seleccionada por los agricultores o comprada en el mercado, del tubérculo utilizado para consumo (33).

En el cuadro núm.19 se observan los datos de producción de semilla por estado en el año de 1982, es necesario anotar que la producción de semilla certificada de papa se dividió de la siguiente manera: Variedad Alpha, Patrones y White Rose 95.5%; asimismo en el cuadro No.20 se observan los datos de incremento de producción de semilla certificada de 1970 a 1982. así como las importaciones que se hicieron en el mismo período.

A pesar de que se ha incrementado la producción de tubérculo para semilla esta todavía no cubre las necesidades nacionales, debido principalmente al número de variedades que se siembran en los estados productores, esto está limitado a su vez por la época de siembra, es decir, en estados en los que se siembra de temporal se prefieren variedades de ciclo largo, y en regiones donde se siembra en tierras de riego se prefieren variedades de ciclo corto, ya que esto permite hacer hasta tres cultivos al año (47)

En el cuadro No. 20 se observan las diferencias entre la producción de semilla certificada de 1970 a 1982, a pesar del aumento en la producción, no se alcanzan a cubrir las necesidades del país, ya que la superficie cultivada de papa también se ha

CUADRO No. 19.- PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE PAPA
(Solanum tuberosum L)

ESTADOS PRODUCTORES

TONELADAS

ESTADO	PRODUCCION
Sinaloa	19,500
México	7,500
Sonora	5,300
Chihuahua	4,800
Jalisco	3,800
Coahuila y Nuevo León	1,700
T O T A L	42,500

Fuente: Programa de Producción de Semilla de Papa, y SNICS.

CUADRO No. 20.- PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE PAPA
(Solanum tuberosum L)

PRODUCCION E IMPORTACION

1970-1980

TONELADAS

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION
1970	13,597	4,254
1971	14,587	6,768
1972	14,371	5,115
1973	12,318	1,864
1974	22,833	6,322
1975	23,440	4,084
1976	26,789	2,015
1977	28,246	8,945
1978	49,686	5,210
1979	58,843	9,695
1980	41,200	3,100
1981	39,671	17,990
1982	42,528	1,850

FUENTE: SNICS

incrementado; así se tiene que en 1957 se produjeron 1,200 ton., y en 1982, 42,528. Las importaciones también han ido en aumento, registrándose la más alta importación en 1981, es necesario mencionar que en 1983 no hubo importaciones de semilla.

12.3.- REQUISITOS PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA

La producción de semilla básica, registrada o certificada se hace en predios seleccionados por los técnicos del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas; los agricultores llenan solicitud (SNICS 1), en la cual se comprometen a producir semilla de alguna de las tres categorías antes mencionadas; una vez hecha la solicitud los técnicos de SNICS van a conocer el terreno, el cual debe reunir las siguientes condiciones que no se haya sembrado papa en los tres últimos años, que este libre de malas hierbas, de fácil acceso, disposición de suficiente agua, retirado de otros cultivos de papa y que este ubicado a más de 3,000 msnm (33,36).

Una vez aprobada la solicitud se siembra semilla básica si se desea producir semilla registrada o semilla registrada si se desea producir semilla certificada, también es posible sembrar semilla de importación, siempre y cuando se cuente con el permiso de importación la etiqueta de origen y la etiqueta de control fitosanitario (36).

Las inspecciones por parte del personal técnico del SNICS son cuatro: la primera durante la siembra, la segunda cuando las plantas tienen aproximadamente 20 cms., y se hace con el fin de localizar plantas fuera de tipo y/o atacadas por virus; la terce-----

ra se hace durante la floración con los mismos objetivos, además de que en esta etapa es más fácil localizar plantas atacadas por enfermedades de cualquier tipo; la cuarta visita a la plantación se hace antes de la cosecha para estimar la producción por hectárea, tamaño de los tubérculos, así como para recomendar la mejor fecha para el corte del follaje (36).

En el cuadro Núm. 21 se anotan las fechas de siembra y de cosecha de las principales regiones productoras; en el cuadro núm. 22 se observan las tolerancias de campo para cada una de las tres categorías.

Las prácticas agrónomicas realizadas para la obtención de semilla de cualquiera de las tres categorías son como las de un cultivo común. Es decir, se realiza un barbecho a 30-40 cms. de profundidad, se rastrea y nivela, tratando que el terreno quede lo más mullido y nivelado posible para evitar que haya encharcamientos que puedan provocar enfermedades. Se recomienda tratar los tubérculos con desinfectante y sembrar solo aquellos que presenten brotes fuertes y que tengan cuando menos uno en cada "ojo"; se deben desechar aquellos que no broten o presenten brotes ahilados. En algunas zonas se hace necesario el uso de ácido giberélico para romper la latencia. Las fechas de siembra ya se han indicado en el cuadro núm. 21, que además son las recomendadas por el SNICS; la fecha de siembra depende de la variedad y condiciones de cada región y es el resultado de pruebas realizadas por el INIA (36).

Después de las siembras se debe tener cuidado con el control de malas hierbas y con enfermedades como el tizón tardío, pierna negra, tizón temprano y marchitamiento bacteriano, que en

CUADRO No. 21.- ZONAS PRODUCTORAS DE SEMILLA DE PAPA

(Solanum tuberosum L)

FECHAS DE SIEMBRA Y DE COSECHA

ZONA PRODUCTORA	CILCO	SIEMBRA	COSECHA
Meseta Tarasca	P-V	1o. de may.30 jun.	1o. sept.-30 oct.
Toluc, Méx.	P-V	10 may.- 30 jun.	15 sept.-15 dic.
Derramadero, Coah.	P-V	16 mar.- 30 may.	20 jul.- 30 oct.
Cienega del Toro, N.L.	P-V	10 mar.- 30 jun.	20 jul.- 30 oct.
Ojo Caliente, Zac.	P-V	10 mar.- 20 may.	1o. jul.- 30 oct.
Babfcora, Chih.	P-V	15 mar.- 20 may.	20 jul.- 30 oct.
Gómez Farfías, Chih.	P-V	15 mar.- 20 may.	20 jul.- 30 oct.
Madera, Chih.	P-V	15 mar.- 20 may.	20 jul.- 30 oct.
Huatabampo, Son.	O-I	10 oct.- 31 dic.	15 feb.- 30 abr.
Los Mochis, Sin.	O-I	10 oct.- 31 dic.	15 feb.- 30 abr.
Guasave, Sin.	O-I	10 oct.- 31 dic.	15 feb.- 30 abr.

Fuente: La producción y certificación de semilla de papa en México.

México, 1976

CUADRO No. 22.- TOLERANCIAS DE CAMPO PARA PAPA

(Solanun tuberosum L)

FACTORES	TOLERANCIA MAXIMA EN BASE A INSPECCIONES					
	DE FOLLAJE					
	BASICA		REGISTRADA		CERTIFICADA	
	2a.	3a.	2a.	3a.	2a.	3a.
Plantas fuera de tipo	1 en 400	Ninguna	1 en 200	Ninguna	1 en 200	Ninguna
Plantas con mosaico (rugoso y común)	1 en 200	1 en 200	1 en 200	1 en 100	1 en 100	1 en 100
Plantas con enrollamiento - de hoja	1 en 100	1 en 200	1 en 200	2 en 100	2 en 100	1 en 100
Punta morada	1 en 100	1 en 200	1 en 200	1 en 200	2 en 100	1 en 100
Otros virus	1 en 100	1 en 200	3 en 200	1 en 100	2 en 100	1 en 100
Total de plantas con virus	1 en 100	1 en 200	2 en 100	1 en 100	3 en 100	2 en 100
Pierna negra	1 en 200	Ninguna	1 en 100	Ninguna	1 en 200	Ninguna
Nematodo dorado	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Pudrición anular	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Pudrición bacteriana	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Fuente: La producción y certificación de semilla de papa en México, México, 1976

caso de presentarse se deben de combatir según las indicaciones de los técnicos (36)

La defoliación previa a la cosecha se debe hacer cuando el técnico lo considere adecuado por razones de sanidad y tamaño de tubérculo, y debe hacerse por lo menos ocho días antes de la cosecha, esta se hace manual o con maquinaria; en ambos casos es necesario tener cuidado para no maltratar los tubérculos, ya que pueden ser atacados por enfermedades durante el almacenamiento, debido a las heridas que se hayan ocasionado. Los tubérculos se deben dejar en el terreno solo el tiempo necesario para que pierdan el exceso de humedad (no más de un día) después se hace la selección; ésta se hace en el terreno o en el almacén; es preferible hacerlo en el almacén. La clasificación es la siguiente: de 28 a 35, 35 a 45, 45 a 55 y 55 a 65 mm. de diámetro, durante esta selección y clasificación se eliminan los tubérculos enfermos, defectuosos y deformes. El envasado se hace en costales de 50 a 35 kg (36)

Es importante mencionar que el aislamiento del campo de cultivo de papa depende de la categoría de semilla que se va a producir, estos aislamientos son:

- Básica 50 metros
- Registrada 25 metros
- Certificada 15 metros (36).

12.4.- METODOS DE PRODUCCION DE SEMILLA BASICA

El principal método para la producción de semilla básica es del de esquejes y el de selección clonal, anteriormente se estaba utilizando el de unidades de tubérculo pero debido al alto porcen-

taje de contaminación que se presentaba se sustituyó por los dos anteriores. (33).

12.4.1.- Selección clonal

Este método utiliza tubérculos que tengan características específicas de su variedad, en perfecto estado de sanidad, de buen rendimiento y bien formados. El método consiste en la multiplicación aislada durante por lo menos tres años (pueden ser más), de un tubérculo. A partir del material obtenido del tercer año se constituye el material básico para la reproducción de las otras categorías de semilla (36).

La siembra se hace separando plantas y surcos de tal manera que no haya roce entre ellas para impedir la transmisión de virus (XyS) y de enfermedades fungosas y bacterianas; en caso de que las haya. Se hacen pruebas serológicas para desechar plantas atacadas por virus o que sean portadores de ellos (36).

12.4.2.- Esquejas

Esta técnica consiste en eliminar los meristemos apicales cuando la planta alcanza una altura de 20 cms., lo que estimula el desarrollo de yemas axilares; cuando alcanzan una altura de 10 cms. se colocan en arena estéril y húmeda enterrándolas de 2 a 4 cms., con el fin de que formen raíces. A los 15 días se transplantan a una maceta de invernadero o al campo si las condiciones ambientales lo permiten. A estas plantas no se les agrega ninguna hormona o fertilizante en ninguna de sus etapas de desarrollo y son tan --

rendidoras como las cultivadas en condiciones normales (36) .

Se ha calculado que en un año se puede obtener una tonelada de tubérculos partiendo de un solo tubérculo, es decir, si se sigue multiplicando de la misma manera la planta obtenida (36) .

Las condiciones para el desarrollo del esqueje son temperaturas mayores de 12°C, y menores de 25°C (36) .

Las variedades que se han producido en esta forma son Atzimba, Rosita, Murca, Alpha, Hudson y López (7) .

13.- USOS E INDUSTRIALIZACION DE PAPA

13.1.- USOS DE LA PAPA

La papa es uno de los alimentos que más se consume a nivel mundial (ocupa el cuarto lugar), debido principalmente a la gran variedad de usos que tiene, ya que lo mismo se usa en el consumo humano, que en el animal y en la industria.

El valor nutritivo de la papa es de gran importancia, a -- continuación se anotan la composición química y el valor calórico del tubérculo de papa por cada 100 grs. de material comestible.

Agua:	77-85 grs.
Carbohidratos:	16-19 grs.
Proteínas:	2.5 grs.
Grasas:	0.35 grs.
Celulosa:	3.0 grs.
Cenizas:	0.3 grs.
Calorías:	80
Vitamina B ₁ :	100 mcg. (tiamina)
Vitamina B ₂ :	30 mcg. (riboflavina)
Vitamina C :	10 mcg. (ácido ascórbico)
Vitamina PP :	1 mcg.
Vitamina T:	10 mcg.

Contiene además los 16 aminoácidos básicos (16,28,60)

Es necesario aclarar que este valor nutritivo es promedio, ya que cambia de acuerdo con la variedad y manera de prepararse, así, en la papa frita se encuentran mayores cantidades de estos -

elementos que la preparada al horno, en puré, al vapor o a la francesa (60).

Como se ha mencionado la papa tiene diferentes usos; para consumo humano se puede comer en estado fresco, cocinada de diferentes maneras, o industrializada en purés, papas fritas, o aún congeladas y envasadas en latas, estas últimas manera de conservación no son utilizadas en México en gran escala (5,38).

Las mejores variedades para consumo humano son las hortícolas, y tienen características tales como pulpa amarilla, formada por células pequeñas y apretadas; la riqueza en fécula es variable, pero generalmente menor del 20%, casi siempre del 12-15%; pueden ser variedades tempranas o tardías, aunque se prefieren las primeras (70).

El consumo animal de papa en México fué del 3% del total producido en 1980, esto es cerca de 300,000 toneladas. El ganado consume la papa en estado fresco y crudo (vacuno, aves, conejos y ovinos) y cocida (cerdos). Las características de las variedades usadas para forraje son de producción media (8/10 ton/ha); generalmente de pulpa blanca; las células son más grandes que las de las variedades hortícolas y de estación media o tardía (7,70).

El uso industrial de la papa es muy importante, ya que es posible elaborar gran cantidad de productos, de esto se habla en el tema de industrialización. Las variedades utilizadas para este concepto tienen las siguientes características: son variedades con un alto rendimiento (más de 20 ton/ha.), riqueza en fécula de 19 a 20%; resistencia al frío, enfermedades y plagas y generalmente de ciclo largo (70).

13.2.- INDUSTRIALIZACION

13.2.1.- Mercado

El mercado de la papa industrializada en México no es muy importante, ya que es posible obtener producto fresco durante todo el año. Se ha calculado que sólo el 9% de la producción de 1983 -- fué deshidratada, de este porcentaje el 95% fué utilizado en la -- elaboración de papas fritas, acaparado principalmente por empre-- sas como Sabritas, con una producción de 90,000 toneladas y Barcel con una producción de 20,000 toneladas, el resto se usa en la elaboración de harina (71)

13.2.2.- Productos

La deshidratación de la papa puede resultar conveniente, sobre todo para el agricultor, ya que tiene ventajas sobre la papa fresca, como son su fácil transportación a lugares lejanos; menores pérdidas de tubérculos cuando no son consumidos totalmente; posibilidad de exportación de este producto a países industrializados como Japón, Australia y la U.R.S.S.; elaboración de productos tales como:

- almidón, para la industria alimenticia
- glucosa, como endulzante en galletas y dulces
- alcohol etílico y butílico, en la aplicación de bebidas embriagantes y de uso industrial
- Vinagres, como adherizador (71)

En los países desarrollados se ha logrado obtener productos

diversos, a partir del almidón de papa, estos productos tienen --- usos muy variados, entre ellos, se encuentran barnices protectores de moldes de fundición; almidón gelificado, el cual es usado como lubricante en perforación de pozos petroleros, en la fabricación de papeles para darles blancura en algunos procesos industriales y textiles para dar más resistencia a las fibras (78).

13.2.3.- Procesos de deshidratación

Existen dos procesos para industrialización de puré de papa, estos son:

- 1) Proceso de elaboración de puré instantáneo en forma de gránulos.
- 2) Proceso de elaboración de puré instantáneo en forma de hojuelas.

13.2.3.1.- Proceso de elaboración de puré instantáneo en forma de gránulos (Add-Back)

Este proceso se desarrolla de la siguiente manera: la papa se lava, pela, selecciona y segmenta; ya cortado el tubérculo se pone a cocer utilizando vapor saturado a presión atmosférica durante 40 minutos. Ya cocido, y con el fin de evitar una excesiva ruptura de células que contengan almidón, lo que haría que el puré adquiriera una apariencia pastosa, la deshidratación y la granulación se llevan a cabo al mismo tiempo. Entre estas operaciones se destaca la mezcla de gránulos parcialmente deshidratados a un contenido de humedad del 13% de su peso, con los segmentos previamente

te cocidos a fin de reducir el contenido de humedad, del 80 al 35% (71).

El proceso completo se observa en el cuadro núm 23.

13.2.3.2.- Elaboración de puré instantáneo en forma de hojuelas

Para elaborar este producto es necesario mantener el tubérculo de 5 a 20 días a una temperatura de 20°C, para disminuir el contenido de azúcares (menos de 1.0% en base seca), los cuales oscurecen el puré durante el secado, además la reducción de azúcares también sirve para mejorar la textura de la papa al cortarse (71).

Después del almacenamiento, los tubérculos se lavan, seleccionan, pelan y segmentan para someterlos a una precocción, empleando agua a 71°C, durante 20 minutos, después los trozos de papa se enfrían a una temperatura de entre 9 y 13°C durante 20 minutos, una vez realizada la retrogradación (asociación de moléculas de almidón, que resultan en una reducción de la cantidad de almidón soluble), la papa se transporta a un escaldador de vapor para su cocimiento total, en un tiempo de 20 minutos, utilizando vapor saturado a presión atmosférica. Ya cocida la papa se lleva a cabo la extrusión, la que consiste en pasar forzosamente los trozos de papa a través de un tamiz con perforaciones de 6.4 mm; durante este período se agregan aditivos como sulfito y bisulfito de sodio, ácido cítrico y leche en polvo, para que el puré permanezca estable e incremente su aroma y textura. Este producto se pasa a un secador atmosférico de un solo tambor, aquí el producto reduce su humedad del 80 al 60% en 25 segundos, utilizando vapor saturado a una presión de 5.4 kg/cm². La capa seca de puré de papa se elimina

mediante una cuchilla después de una revolución completa del tambor y cae a un transportador helicoidal donde se fragmenta. Las hojuelas pasan a un vibrador en donde se divide en hojuelas finas (95% del peso), y las hojuelas gruesas que se vuelven al hojuelador para refragmentarlas; las hojuelas finas quedan listas para el empaque (71).

PROCESO	TIEMPO DEL PROCESO	OPERACIONES DE ACONDICIONAMIENTO DE LA PAPA	OPERACIONES DE OBTENCION DE PAPA DESHIDRATADA	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO
OBTENCION EN FORMA DE GRANULOS	120 min.	COCCION	1er. Mezclado: Granulación Enfriamiento 2o.- Mezclado Presecado Empaquetado	A) Cualidades semejante al puré elaborado en forma convencional. B) Humedad del 6% C) Forma granulos D) Densidad aparente de empaque 0.80 grs./cm ³ .

OBTENCION EN FORMA DE HOJUELAS	60 min. 25 seg.	Preccocion Retrogradación Coccion Extrusion	Secado	A) Cualidades semejantes al puré elaborado en forma convencional B) Humedad del 6% C) Forma de hojue- las D) Densidad aparente de empaque de 0.36 grs./cm ³ .
--------------------------------	--------------------	--	--------	--

14.- D I S C U S I O N Y C O N C L U S I O N E S

En la presente revisión bibliográfica se ha conjuntado y -- sistematizado la información relevante acerca de la papa (Solanum tuberosum L) y su cultivo en México. Este trabajo ofrece un panorama global sobre dicho cultivo y, por lo tanto, permite a los técnicos y profesionales del área agronómica, la consulta de un documento en el que se consideran los aspectos más importantes del tema.

Como se ha mencionado en el apartado de objetivos, los trabajos que se consultaron sobre este cultivo dan una visión superficial, dado que sobre el tema se ha escrito mucho pero de manera -- dispersa. Por lo que, se espera que esta tesis cumpla con el objetivo de ofrecer una recopilación bibliográfica ordenada sobre la papa y su cultivo en México, que sirva de apoyo al proceso académico en el área agronómica.

En México, la publicación de los trabajos realizados es deficiente, o en caso de encontrar algo sobre el tema, ésta información es atrasada. Es decir, lo publicado no corresponde a la amplitud de conocimientos que sobre el tema manejan algunos investigadores. Sería deseable que se estructuraran publicaciones acerca de los trabajos que de la papa realizan los aludidos investigadores. Asimismo sería de utilidad la traducción al español de publicaciones que permitan un mayor acceso al conocimiento sobre el cultivo de papa.

En cuanto al aspecto agronómico de este cultivo se mencionan a continuación algunas apreciaciones que se consideran importantes de señalar, por referirse a problemas que son factibles de

abordar dados los recursos ecológicos técnicos y financieros con que cuenta nuestro país.

Uno de los problemas identificados acerca del cultivo de la papa, fué la falta de tecnología adecuada para las diferentes zonas de cultivo de esta planta, principalmente en los Valles altos y zonas de temporal. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que cada región tiene condiciones específicas, tanto en lo ecológico - lo que repercute en la técnica agronómica -, como en la problemática socioeconómica de los agricultores (Programa Nacional de Papa - 1981. Marco de referencia de la papa a nivel regional). Esto no quiere decir que no se hayan y sigan realizando investigaciones en torno a lo enunciado; el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), es un ejemplo de institución que trabaja en este renglón. Sin embargo, hace falta más trabajo en cuanto a paquetes tecnológicos específicos a cada región (o grupos de regiones con características similares), enfatizando en la liberación de nuevas variedades resistentes al tizón tardío (Phytophthora infestans), como lo es la variedad "Tollocan", que aparte de esta resistencia -- posee un amplio rango de adaptabilidad. También hace falta investigación en el uso de agroquímicos (insecticidas, fungicidas, etc.), fertilización, en cantidad y tiempo adecuado.

Una de las limitantes para el establecimiento de cultivos de papa son los altos costos de producción por ésta razón, muchos productores agrícolas de bajos ingresos, como son la mayoría de ejidatarios y minifundistas, se ven imposibilitados para cultivar esta planta. Así cobra importancia el financiamiento de proyectos de producción de papa. Dicho financiamiento puede provenir de las instituciones oficiales de crédito siempre y cuando los agriculto-

res se organicen en figuras asociativas sujetas de crédito, de acuerdo a la Ley de Crédito Rural. La alta rentabilidad de este cultivo es la justificación a lo anteriormente señalado.

Por otro lado, una alternativa para elevar los ingresos de los productores de papa es producir semilla certificada (o de otra categoría), en regiones con características adecuadas para tal fin y debido al alto costo que alcanza el tubérculo para semilla. Además, lo anterior podría abatir los altos índices de importación de tubérculo-semilla, índice que ha ido en aumento a pesar del incremento en la producción de tubérculo para semilla.

Probablemente la agroindustria sea otra alternativa para aumentar los ingresos del productor de papa, ya que de esta manera tienen una opción más de venta de producto, cuando por las fluctuaciones del mercado no existan condiciones ventajosas para comercializar. Lo óptimo sería que las agroindustrias surgieran de proyectos elaborados por productores organizados, ya que por medio de estas empresas se le agrega valor a la producción primaria y representa una fuente de trabajo en el campo, ya que como se mencionó anteriormente existen varias formas de industrializar la papa.

Finalmente, dada la crisis alimentaria que prevalece en nuestro país, las acciones que sobre el impulso a la producción y consumo de cultivos alimenticios se realicen, se justifican por sí mismos, ya que si bien la papa no está considerada en México como cultivo básico (como lo son el maíz, frijol y trigo), potencialmente podría llegar a considerarse como tal en un tiempo relativamente corto, ya que no existe ningún otro cultivo tan productivo como el de papa. En México se ha llegado a obtener rendimiento --

record de maíz de 25 ton/ha., mientras que los rendimientos de papa en zonas con buen manejo han sido hasta de 45 ton/ha. lo que - representa mayor cantidad en producto, en el menor tiempo, además la papa tiene un mayor contenido alimenticio que la mayoría de -- los granos y es posible adicionar papa con maíz y trigo, logrando que ambos productos conserven sus características esenciales.

15.- BIBLIOGRAFIA DEL CULTIVO DE
P A P A

- 1.- Berlijn, D.J. y Lach, P.J. Protección de cultivos. México. -- Trillas, 1982. 97p.
- 2.- Bauer, O. Fitogénetica aplicada. México. Limusa, 1976. 518 p
- 3.- Bukasov, S. Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Co-- lombia. Costarrica. Turrialba, 1981. 168 p.
- 4.- Calderoni, A. Enfermedades de la papa y su control. Buenos Ai-- res. Hemisferio Sur, 1978. 143 p.
- 5.- Centro Internacional de la Papa. Prospects of the potato in -- the developing world. Lima. 1972. 147 p.
- 6.- Centro Internacional de la Papa. Prospects of the potato in -- the developing world (Características del cultivo de la papa - en México). Lima, 1972. 147 p.
- 7.- Centro Internacional de la Papa. II Reunión Latinoamericana de Coordinación de Actividades de Investigación en Papa. Puerto - Varas, Chile, 1977. 186 p.
- 8.- Christie, R. J. Nemátodos de los vegetales, su ecología y con-- trol. México. Limusa, 1979. 275 p.
- 9.- Centro Internacional de la Papa. Informe Anual del CIP. 1982.- Lima. 1983. 158 p.
- 10.- Centro Internacional de la Papa. Research for the potato in -- year 2,000, Proceedings International Congress (Tenth Aniversa-- ry). Lima.W.J. Hooker, 1983. 199 p.
- 11.- Crop Physiology, some case histories, Potato: por Moorby, J. y Milthorpe L.F. Gran Bretaña. L.T. Evans, 1975. 374 p.

- 12.- Cuba. Dirección General de Cultivos varios, Area de Agricultura no cañera. Instructivo técnico para el cultivo de la papa.- La Habana. Centro de Información agropecuaria, 1978. 59 p.
- 13.- FAO. Anuario FAO de producción 1980. Roma, 1981. 296 p.
- 14.- FAO. Anuario FAO de producción 1981. Roma, 1982. 306 p.
- 15.- Fersini, Antonio, Horticultura práctica. México. Diana, 1976.- 527 p.
- 16.- Favart, Th. y Leblanc, W. Potasa para patatas. Tierra (México)- 33 (6):266. 1978.
- 17.- Footh, H.D. y Turk, L. M. Fundamentos de la ciencia del suelo.- México. CECSA, 1979. 527 p.
- 18.- García, A. Patología Vegetal Práctica. México. Limusa, 1979.- 156 p.
- 19.- Gutiérrez V. Descripción del método de obtención de papa (Solanum tuberosum) resistente al tizón tardío (Phytophthora infestans), Tesis Ing. Agr. Saltillo, México. 1974. 47 p.
- 20.- Holanda. Instituto de consulta sobre la papa (NIVAA). Como cuidar la papa de semilla antes y durante la siembra. La Haya. -- NIVAA. s.f. 12p.
- 22.- Hooker, W.J. Compendio de enfermedades de la papa. Lima. CIP.- 1980. 166 p.
- 23.- Horton, E.D. Potato Atlas, International potato production and utilización. Lima. 1978. 141 p.
- 24.- Irigoyen, R. y Delgado, S. El cultivo de la papa en las Sierras de México. El Campo (México) 1035, mayo, 1978. 28-36 p.
- 25.- Iowa State University. Manual de Agricultura. México. CECSA,-- 1976. 639 p.

- 26.- Jaramillo, A. La Papa. México. Rhom and Hass. 1979. 39 p.
- 27.- J. Cájuste, L. Química de suelos con enfoque agrícola. México. Colegio de Posgraduados, 1977. 278 p.
- 28.- Juscafresa, Baudilio. Patata, su cultivo. Barcelona. Biblioteca Agrícola AEDOS, 1982. 82p.
- 29.- Loma, José Luis De la. Genética General y Aplicada. México. UTHEA, 1979. 752 p.
- 30.- Lozaya Saldaña, Héctor, Estudio preliminar sobre algunas características fisiológicas en variedades de papa (Solanum tuberosum), tesis, Ing. Agr. Chapingo, México. 1973. 115 p.
- 31.- México, Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Guía para la asistencia técnica, área de influencia del campo agrícola experimental "Chapingo". 1975. 77p.
- 32.- México. Centro de investigaciones Agrícolas del Valle de México. Guía para la asistencia técnica agrícola "Valle de México". Chapingo, México. 1981. 135 p.
- 33.- México. Centro Agrícola Experimental del Valle de México. Conozca más sobre la papa. Noticiamex, 2(5). 8 p. 1983
- 34.- México. Comité Calificador de Variedades de Plantas. Epocas de siembra y cosecha de los principales cultivos. Ciclo O-I, 1978, 1979. 1978. 171 p.
- 35.- México. Comité Calificador de Variedades de Plantas. Variedades autorizadas de los principales cultivos con indicaciones para la época de siembra y de cosecha. Ciclo P-V, 1984. 1984. 215 p.
- 36.- México. Dirección General de Agricultura. La producción y certificación de semillas de papa en México. 1976. 51 p.

- 37.- México. Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, 1977. 1979. 291 p.
- 38.- México, Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, 1978. 1980. 263 p.
- 39.- México. Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 1979. 1982. 173 p.
- 40.- México. Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1980. 1983. 178 p.
- 41.- México. Dirección General de Economía Agrícola. Consumos aparentes de productos agrícolas 1925-1980. Econotécnia Agrícola (México) - 4 (9) 52-53 p. 1982.
- 42.- México. Dirección General de Economía Agrícola. La papa (Solanum tuberosum) y su comercialización. 1983. 158 p.
- 43.- México. Dirección General de Economía Agrícola. La producción agrícola en México en los últimos 10 años. Econotécnia Agrícola (México) 4(8): 12,15,19,21. 1981.
- 44.- México, Dirección General de Economía Agrícola. Panorama sobre el comportamiento del sector agropecuario nacional, 1977-1979 y algunas consideraciones sobre el mercado internacional. Econotécnia Agrícola. (México) 4 (1): 45-47. 1981.
- 45.- México. Dirección General de Extensión Agrícola. El cultivo de la papa en el Estado de Chiapas, Chapingo, México. Ing. Antonio Navarrete. 1972. 11 p.
- 46.- México. Dirección General de Sanidad Vegetal. Manual de Plaguicidas autorizados para 1981. Talleres Gráficos de la Nación. - 1981. 233 p.

- 47.- México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Mejoramiento del cultivo de la papa en México. SARH. 1968. 461-467 p.
- 48.- Mexico. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Combata la palomilla y los pulgones de la papa. El Campo (México), 1022, -- Abril 1977. 36-38 p.
- 49.- México. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Resúmenes de las ponencias del Simposio Nacional de la Investigación Agrícola (20 años del INIA, 1961-1981). 1981. 181 p.
- 50.- México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Proyecto III. Economía Agrícola en papa. 20 p. s. f.
- 51.- México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Diagnóstico de la investigación realizada por el INIA en 1981. --- 1982. 268 p.
- 52.- México. Programa Nacional de Papa. 20 años de investigación en papa, marco de referencia del cultivo de la papa a nivel nacional. SARH. 1982. 12 p.
- 53.- México. Programa Nacional de Papa. Marco de referencia del cultivo de papa a nivel regional. SARH. 1981. 16 p.
- 54.- México. Programa Nacional de Papa. Fisiología del cultivo de la papa. 1983. 28 p.
- 55.- México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Recomendaciones generales para el cultivo de papa de temporal en las Sierras del Valle Central de México. s. f. 20 p.
- 56.- México. Secretaría de Educación Pública. El cultivo de la papa. Como hacer mejor (México) 7 (76). 1981.

- 57.- Muñoz, A. F. y Cruz, A. L. Manual del cultivo de la papa.
Ecuador. Instituto de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias.
1979. 44 p.
- 58.- National Academy of Sciences. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. México. Limusa, 1978. 223 p.
- 59.- Parsons. D. Papas (Manuales para producción agropecuaria). México. Trillas, 1982. 57 p.
- 60.- Pérez, M.E. Principales recomendaciones para el cultivo de la papa. Medellín, Colombia. Boletín informativo No. 37 de la --
Secretaría de Agricultura de Antioquia. 1964. 42 p.
- 61.- Potato Crop, teh scientific basis imporvement. Londres. P.M. Harris, 1978. 730 p.
- 62.- Producción comercial de papa (Morfología y anatomía). Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.) 2: 31,32,37,38. Febrero 1966.
- 63.- Producción comercial de papa (Requisitos fundamentales). Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.) 2: 30-32. Mayo 1966.
- 64.- Producción comercial de papa (Fertilizantes y su aplicación). Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.), 11: 28-32. Nov. 1966.
- 65.- Producción comercial de papa (Plagas de insectos: a) áfidos). Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.) 2: 43,48,49. Feb. 1967.
- 66.- Producción comercial de papa. (Selección de la semilla. Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.), 8: 34,35,46. Agosto 1967.
- 67.- Producción comercial de papa (Siembra). Agricultura de las --
Américas (Kansas, E.U.A.) 16: 36038. Octubre 1967.

- 68.- Producción comercial de papa (Daños por granizadas, insectos y enfermedades). Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.), - 3: 40,41,46,48. Marzo 1968.
- 69.- Robbins. W. Botánica, México. Limusa, 1976. 608 p.
- 70.- Rojas G. M. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. México, Limusa, 1980. 116 p.
- 71.- Rosales Inzunza, Sergio. La industrialización de la papa como alternativa en el desarrollo de la agroindustria en el país. - tesis Lic. en Economía. México. 1979. 140 p.
- 72.- Ruiz, O.M. et. al. Botánica. México. ECLALSA, 1977. 730 p.
- 73.- Shands, W.A. y Landis, B.J. Como combatir los insectos de la patata, México. Centro Regional de Ayuda Técnica. 1964. 19 p.
- 74.- Shands. W.A. y Landis, B. J. Insectos de la patata, su biología y medidas de control biológico y de cultivo. México. Centro Regional de Ayuda Técnica, 1964. 70 p.
- 75.- Significativa importancia de la papa. Agricultura de las Américas (Kansas, E.U.A.), 2: 13-15. Febrero 1965.
- 76.- Sosa, Ch. R. y Villareal G. M. Papa, en: Recursos genéticos -- disponibles en México. Chapingo, México. Ed. Tarcisio Cervantes, 1978.
- 77.- Tamaro, D. Manual de Horticultura. Barcelona. Gustavo Gili, S. A. 1974. 510 p.
- 78.- Tocagni. H, Producción de papas. Buenos Aires. Albatros, 1980. 171 p.
- 79.- Villareal, G.M. Informe del primer curso internacional sobre producción de papa. Waningen, Holanda. 1972. 114 p.
- 80.- Villareal, G.M. Tollocan, una nueva variedad de papa. Circular CIAMEC No. 119. México. 1980.

- 81.- Walker, Ch. Patología Vegetal. Barcelona, OMEGA, 1975. 818 p.
- 82.- Zura L.R. y Villareal, G.M. Aspectos agronómicos del cultivo de la papa. México. INIA, 1983. 23 p.