

1.- INTRODUCCION

La papa en México es un alimento importante, solamente cultivos como el maíz, trigo y frijol están por encima de ella, y esto debido a que son fuentes principales de carbohidratos. Por otra parte, la papa no ha logrado popularizarse por los elevados precios que alcanza en algunas épocas del año, motivado por los períodos de plantación y cosecha y por falta de frigoríficos para almacenar el producto.

Los principales cultivos en México, de acuerdo a su aporte energético son: maíz 60.4 %; trigo con 17.4 %; caña de azúcar con 9.7 %; frijol con 7.5 %; arroz con 2.8%; banano con 1.4 % y papa con 0.8 %. (Montaldo, 1984).

En los municipios de Galeana, Nuevo León, Arteaga y Saltillo, Coahuila, se destinan anualmente más de 3000 ha a la producción de papa. Esta región presenta características particulares con una problemática muy especial en cuanto a los suelos, climas y aspectos parasitológicos que requieren de los agricultores de una gran cantidad de labores agrícolas.

El cultivo de la papa se introdujo a la región de Navidad, Nuevo León en la década de los cincuenta con rendimientos medios, que no llegaban a las diez ton/ha. Gracias a investigaciones realizadas, se tiene mejor conocimiento del cultivo para los agricultores y mejor manejo del mismo, hasta alcanzar una media aproximada de 20 a 25 ton/ha.

La media nacional es de 14 ton/ha., sin embargo, la producción potencial

del cultivo es mayor a 90 ton/ha, bajo condiciones ambientales no restrictivas (Narro y Ortega, 1986).

El área que se cultiva en el mundo es de 22 millones de has. con una producción promedio de 13.3 ton/ha.

Con respecto a los aspectos parasitológicos, los tizones son los organismos que más han proliferado en el área papera y causan daños severos lo que provocan que los costos del cultivo se eleven por concepto de compra de productos agroquímicos para el combate de estas enfermedades.

La presencia y severidad de las enfermedades esta muy relacionada con el contenido nutrimental de los tejidos de las plantas.

Por lo anteriormente expuesto, el **objetivo** del presente trabajo es:

Establecer la relación entre la severidad de los tizones *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* y la concentración de elementos nutritivos en el área foliar, en diferentes variedades de papa.

hipótesis:

La severidad del ataque de los tizones varia, conforme aumenta o disminuye la concentración de los elementos nutritivos.

Los valores de rendimiento y de materia seca dependen entre otros factores de la capacidad absortiva de nutrimentos por los cultivares estudiados.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen e historia de la papa.

Se considera a la papa originaria de América del Sur (Perú, Ecuador y Bolivia) en Perú ya la cultivaban los incas desde hace 2000 años, y los españoles la llevaron a Europa en el año de 1537. En Irlanda, en el lapso de 1600 a 1845, se constituyó como la principal fuente de alimento. (Valadéz, 1996)

Montaldo (1984), dice que la papa era conocida en América desde hace 10500 años (Angel, F. 1970); su domesticación y cultivo han ocurrido en fecha posterior. Lo cierto es que en este continente surgieron dos pueblos (Acosta, J. T., 1952). Este ultimo pueblo no tuvo una evolución cultural comparable a la de los primeros.

Montaldo (1984), menciona que Candolle (1883) durante el periodo del descubrimiento de América, el cultivo de la papa era practicado con todas las apariencias de ser muy antiguo, en las regiones templadas de Chile hasta la Nueva Granada.

Nadie puede dudar, que la papa sea originaria de América; lo que se necesita es determinar en que parte de este vasto continente. Es necesario saber, afirma, si la planta se encuentra en estado espontaneo y en que localidades, y para lo cual hay que desechar dos posibles causas de error; una

que confunde a la papa con especies vecinas del genero *Solanum*; otra, que los viajeros se han podido equivocar sobre la calidad de las plantas espontaneas. (Montaldo, 1984).

Montaldo (1984), menciona que Vavilov (1951). Considera que la papa cultivada tuvo dos centros de origen: el centro de origen de Chile, donde junto a la papa cultivada (*Solanum tuberosum*) están la madia (*Madia sativa*), el mango (*Brumus mango*) y la frutilla (*Fragaria chiloensis*) y el centro de origen Ecuador, Perú y Bolivia, donde están representadas la papa cultivada andina (*Solanum andigenum*), otras especies de papas endémicas, la oca (*Oxalis tuberosa*), la aricama (*Polymnia sonchifolia*), el ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), la achira (*Canna edulis*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y otras plantas útiles.

Para Vavilov el centro de origen de una especie cultivada esta allí donde se encuentra una mayor variación en sus formas cultivadas y las especies silvestres correspondientes, así como un marcado endemismo fitogenetico. (Montaldo, 1984).

2.2. Importancia del cultivo.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es considerado cuarto lugar en importancia mundial debido a la elevada obtención de proteínas por superficie sembrada y a la gran demanda de mano de obra que necesita durante todo su desarrollo agrícola, esto se puede observar en el Cuadro 2.2.1.

Cuadro 2.2.1. Importancia de la papa según la cantidad de proteínas, y

su rendimiento promedio.

Cultivos	Proteínas (%)	Rendimiento. Prom. (ton/ha)
Cebada	----	----
Trigo	15 – 16	4.0
Avena	----	----
Maíz	8 – 9	4.0
Arroz	5 – 10	4.0 – 5.0
Papa	4	30

Fuente: FAO (1980). Citado por Valadéz (1996), (Organización Americana Para la Alimentación)

En algunos países Europeos y E.U. presenta un consumo promedio percapita anual de 16 kg/ha. (D.G.E.A. -Dirección General de Estudios Agrícolas. 1982. Citado por Valadéz, 1996).

En el cuadro 2.2.2. se presentan los principales países productores de papa, mientras que en el cuadro 2.2.3. se enlistan los estados productores de papa en México.

Cuadro 2.2.2. Principales países productores de papa, área sembrada y rendimiento promedio por hectárea.

País	Superficie (ha)	Rend. Prom. (ton/ha)
U.R.S.S.	6 970 000	14.3
Polonia	2 441 000	22.3
E.U.A.	518 000	33.55
China	1 534 00	10.12
Alemania Democrática	527 000	26.18
India	790 000	14.08
Alemania Federal	277 000	34.76
Francia	268 000	29.26
Inglaterra	204 000	34.98

Fuente: FAO (1980). Citado por Valadéz 1996. (Organización Americana para la Alimentación).

Cuadro 2.2.3. Principales estados productores de papa, área sembrada y rendimiento promedio por ha. a nivel nacional.

Estado	Superficie (ha)	Rend. Prom. (ton/ha)
Puebla	22 756	6.8
Edo. De México	11 102	13.0
Veracruz	9 935	11.3
Chihuahua	6 625	10.7
Sinaloa	4 466	21.0
Tlaxcala	2 161	13.2
Michoacán	2 084	16.7
B.C.N.	1 683	26.0
Sonora	1 583	22.7
Guanajuato	1 294	17.0
Nuevo León	1 167	30.2
Coahuila	1 144	31.40

Fuente D.G.E.A. (1981) citado por Valadéz 1996. (D.G.E.A. = Dirección General de Estudios Agrícolas. México)

2.3. Clasificación taxonómica

Reino.....Plantae.

Sub-reino.....Embryobionta.
División.....Spermatophyta.
Clase.....Angiospermae
Sub-clase.....Dicotiledoneae.
Orden.....Solanales.
Familia.....Solanaceae.
Género.....*Solanum*.
Especie.....*Tuberosum*.
Nombre Vulgar.....Papa.

(Báez, 1983)

2.4. Descripción botánica.

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Posee un tallo principal y a veces varios tallos, según el número de yemas que broten del tubérculo. Los tallos son de sección angular y en las axilas de las hojas de los tallos se forman ramificaciones secundarias.

Las hojas son alternas igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto simple, vienen después las hojas compuestas imparipinadas con 3-4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden.

Las raíces se desarrollan principalmente en verticilio, en los nudos del tallo principal, su crecimiento es primero vertical dentro de la capa del suelo arable, luego horizontal de 25-50 cm, y a veces cuando el suelo lo permite nuevamente vertical hasta 90 cm. La planta posee un sistema radical fibroso muy ramificado. La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetraciclicas, pentámeras, el cáliz es gamosépalo lobulado, la corola es rotacea pentalobulada del color blanco al púrpura con cinco estambres, cada estambre posee anteras de color amarillo pálido.

El fruto es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, color verde, verde amarillento o verde azulado, cada uno con 200 semillas.

El tubérculo es un tallo subterráneo, con yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas. Cada una representa una rama lateral en el tallo subterráneo.

El tubérculo es un sistema morfológico ramificado, las hojas tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal (donde va insertado el estolón) hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes.

La yema apical del extremo distal, es la que primero se desarrolla y domina el crecimiento de todas las otras. A este fenómeno se le ha denominado “dominancia apical” (Montaldo, 1984).

2.5. Características fisiológicas

Reposo:

Los tubérculos de papa muestran dos fenómenos fisiológicos importantes relacionados entre sí. Uno es el reposo, que es un período de inactividad del tubérculo que empieza en el momento de la cosecha y que dura hasta que las yemas empiezan a manifestar actividad celular, al iniciarse la brotación. El otro, es la dominancia, que es la mayor fuerza o supremacía que muestran los ojos del tubérculo situados en el extremo distal o apical, sobre el resto de las yemas. El extremo apical es aquel opuesto al lugar por donde estuvo adherido el tubérculo al estolón de la planta madre. La dominancia apical se manifiesta en un grado mayor o menor cuando los tubérculos empiezan a brotar.

Cada yema u ojo consiste de 3 o más yemas, exhibiendo dominancia la yema central. Si se quita el brote de la yema central entonces se desarrollan brotes secundarios al lado.

El reposo es una característica propia de cada cultivar y su duración puede ser corta o larga; en algunos casos casi no existe. Por más de medio siglo se vienen estudiando maneras de reducir o de prolongar el periodo de reposo de la papa de acuerdo con el uso que el hombre quiera hacer de ella.

Dominancia:

El otro fenómeno fisiológico ligado al reposo es la dominancia. Los tubérculos de papa, cuando empiezan a brotar, exhiben un grado mayor o menor de dominancia apical; como se indicó antes, esto consiste en que la yema central del ojo que esta situado en el polo opuesto al punto donde estuvo

atada la papa al estolón, es la primera en brotar y es la mas fuerte. Generalmente esta dominancia, es solo de una yema, pero puede ocurrir en varios ojos cercanos al extremo apical, sobre todo cuando algo ha hecho variar la dominancia que tenia el ojo apical.

La dominancia generalmente se pierde con el tiempo en tubérculos almacenados que ya han brotado; es decir, a la larga brota mas de una yema. Es característica de algunos tipos de papa mostrar una fuerte dominancia apical y producir un solo tallo fuerte al iniciarse la germinación del tubérculo, a menos que se desbrote o que se le haga otro tratamiento. (Cassares, 1981).

2.6. Requerimientos de clima

La papa es una planta semiresistente al frío, pero no tolera heladas, se desarrolla desde alturas de 500 a 3000 msnm. Las temperaturas óptimas ambientales para tener los máximos rendimientos son de 15.5° a 18.5° C, la temperatura óptima del suelo para la emergencia es de 22° C, Temperaturas altas retardan la emergencia. Se reporta que temperaturas de 16° por la noche y mayores de 18°C por el día arrojan los rendimientos más altos y la cantidad de almidón más elevada. Cabe mencionar que esta relación de temperaturas también depende del cultivar. (Valadéz, 1996)

Así mismo se menciona que para obtener una buena calidad de papa (relación almidón/ azucares), en el día deben presentarse temperaturas altas (26°C) con buena luminosidad, y temperaturas nocturnas de 12 a 16°C durante el crecimiento vegetativo. La meta que se persigue es que debe existir mayor

concentración de almidón que de azúcar en el tubérculo. (Valadéz y De Alba,1996)

El fotoperíodo y la temperatura afectan la formación del tubérculo. En días largos la formación del tubérculo ocurre si la temperatura es inferior a 20 °C, la optima es de 12 °C. (Yamaguchi, 1983; citado por Valadéz, 1996).

2.7. Fotoperiodismo

La influencia del fotoperiodismo en la papa es marcada en el crecimiento vegetativo, el crecimiento de los estolones, la floración y la tuberización.

Todas las especies y variedades de papa crecen más en días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperiodismo.

La papa, como regla general, florece más abundantemente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado (Montaldo, 1968) que esta condición es modificada por la calidad de la luz y por la temperatura.

Montaldo (1984), menciona lo referente al efecto del fotoperiodismo en la tuberización, Driver y Hawkes (1943) dice que la formación de tubérculos depende de la cantidad de carbohidratos disponibles, producto de la fotosíntesis después de haber satisfecho las necesidades para el crecimiento. Un largo fotoperíodo estimula el crecimiento vegetativo, pero no reduce los productos totales de la fotosíntesis; por lo tanto, están más carbohidratos disponibles para la producción de tubérculos. El inicio de la tuberización ocurre más temprano

bajo condiciones de días cortos que bajo días largos; la tuberización es mas violenta y la madurez, se alcanza mas temprano. La producción de tubérculos por unidad de área foliar es mayor bajo días cortos, pero las plantas que alcanzan gran desarrollo vegetativo bajo condiciones de día largo pueden al final producir un rendimiento adecuado en tubérculos debido al mayor incremento del área foliar que compensa la disminución de la eficiencia en la tuberización. Existe gran diferencia en la respuesta de las especies y variedades de papas al fotoperiodismo.

2.8. Requerimientos de agua

La disponibilidad de agua en el suelo, sea proveniente de riego o de lluvia, influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta de papa. Donde se practica el cultivo de papa, con solo agua proveniente de lluvias, se encuentra una estrecha correlación entre la intensidad de la precipitación y el rendimiento final en tubérculos. Una escasa precipitación produce bajos rendimientos y una alta precipitación muchas veces es dañina, especialmente si los suelos de cultivo no tienen un buen drenaje.

El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo. La falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas.

La presencia de humedad en el suelo es dañina en el ultimo periodo de desarrollo de los tubérculos, especialmente cuando ya están formados, ocasionando nuevos crecimientos vegetativos de la planta con su

correspondiente depósito de almidón, lo que provoca tubérculos con hijos y rajaduras que disminuyen la calidad de estos.

También la formación de un microclima con alta humedad relativa alrededor de la planta favorece el desarrollo de enfermedades fungosas en especial el tizón causado por *Phytophthora infestans* y alternariosis, debida a *Alternaria solani*. (Montaldo, 1984).

2.9. Requerimientos de suelo.

La papa se adapta a una gran variedad siempre que estos posean una buena estructura y buen drenaje. Esta se puede desarrollar bien en suelos francos y arenosos, con buen contenido de materia orgánica y óptimo drenaje. En lo referente al pH, la papa está clasificada como altamente tolerante a la acidez, teniendo valores de pH=6.5-5.0. Es una hortaliza tolerante a la salinidad, con valores de 64000 a 2560ppm (10 a 4 mmhos/cm) (Richards,1954 y Mass,1984) mencionado por Montaldo, (1984)

Como ya se mencionó, suelos porosos friables y bien drenados con profundidad de 25 a 30 cm. son los mejores para este cultivo.

Los suelos muy arenosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas (Montaldo, 1984).

Cuadro 2.9.1. Nutrición de la planta y cantidades que la papa extrae del suelo y los principales nutrientes de acuerdo con la parte de la planta en relación con su rendimiento. (Valadéz 1996)

Parte de la planta	Rendimiento prom.(ton/ha)	Nitrógeno Kg./ha	Fósforo Kg./ha	Potasio Kg./ha	Calcio Kg./ha	Magnesio Kg./ha
1						
Tubérculo	35.7	103.0	28.0	181.4	----	----
Hojas y tallos	18.0	63.8	10.1	91.8	----	----
2.						
Tubérculo	26.7	89.6	12.3	134.4	4.5	4.5
Hojas y tallos	22.4	134.4	7.8	156.8	77.3	25.7
3.						
Tubérculo	26.7	95.2	33.6	134.4	----	----
Hojas y tallos	22.4	106.4	16.8	156.8	----	----
4.						
Tubérculo	26.0	106.4	22.4	131.0	3.7	13.4
Hojas y tallos	2.0*	6.7	6.7	128.8	59.4	20.2

* Peso seco.

En relación a los suelos, de Arteaga, Coah. y Galena, N.L. estos están caracterizados por un bajo contenido de materia orgánica poca profundidad, textura arcillosa, arcillo-limosa o limosas, alto contenido de carbonatos totales y pH alcalino. De estas características se puede y se ha comprobado, que se originan una serie de problemas que impiden el logro de rendimientos más altos, en el cultivo de la papa (Narro y Ortega, 1986).

2.10. Manejo del suelo.

Un buen manejo de los suelos paperos requiere que estos sean tratados de manera que produzcan el máximo rendimiento de tubérculos por el mayor

periodo de tiempo.

Tal manejo incluye:

- a) Mantenimiento de una buena estructura.
- b) Reacción del suelo.
- c) Fertilidad del suelo.

Esta última es la condición menos difícil de mantener con ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener o mejorar la estructura de un suelo muy pesado es mas difícil. El cultivo intenso de un suelo franco-arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos.

El manejo de los suelos franco-arenosos y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección del suelo es muy importante; para mejorar la estructura se usan los abonos verdes y los estiércoles. (Montaldo, 1984).

2.11 Fertilización.

La aplicación de fertilizantes al cultivo es uno de los factores que más influyen en el rendimiento por ha. del cultivo de papa. Es de gran importancia económica para el agricultor seleccionar el tratamiento a emplearse ya que base a la dosis óptima se obtendrá la mayor ganancia.

Tradicionalmente, la metodología que se ha seguido para determinar las cantidades de fertilizantes, es a través de ensayos de diferentes dosis

directamente sobre el cultivo, de los cuales se elige la más económica. Sin embargo, los resultados de estos ensayos de fertilización pueden tener poco valor cuando el cultivo crece en otra área. (Narro y Ortega, 1986).

Cuadro 2.11.1. Dosis recomendadas de acuerdo con la región productora.

Región	Nitrógeno*	Fósforo	Potasio
Navidad N.L.	100	200	100
Saltillo, Coah.	100	200	100
Silao, Gto.	150	300	150
Veracruz	200	300	150
Toluca, Mex.	180	300	150

*Se recomienda fraccionarlo en dos aplicaciones.

Fuentes: Productores de papa. (Valadéz, 1996)

La fertilidad del suelo es un factor muy importante en la producción de papas por ser éste un cultivo de rápido desarrollo. La fertilidad es resultado de una abonadura racional y de un buen manejo del suelo que incluye practicas culturales, rotación de cultivos y control de erosión.

La papa es un cultivo energético ya que su materia seca total en un 75 – 80 % esta constituida por carbohidratos. La síntesis de estos carbohidratos requiere la presencia de los elementos mayores N – P – K, además de Ca, S, Mg, Fe, Zn, Cu, B, Mn y Mo y de enzimas específicas. (Montaldo, 1984)

2.11.1. Elementos fertilizantes mayores.

Nitrógeno.

Montaldo (1984), menciona que el nitrógeno no se halla en las rocas y minerales; todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera por fijación. El nitrógeno orgánico formado por las plantas necesita estar en forma inorgánica para ser aprovechado por los cultivos. Thompson (1966), señala que en un suelo normal de cultivo la cantidad media de N por hectárea es de 3,360 Kg. y de esta cantidad solo 33.6 Kg. se halla en estado inorgánico.

También dice que el cultivo de papa necesita tener disponible gran parte del N en su primer desarrollo para la producción de tallos y hojas. De acuerdo a las observaciones de Kushizak, (1975) la absorción de N se continúa con el desarrollo de los tubérculos.

La aplicación excesiva de N prolonga el ciclo del cultivo y a veces, ante la proximidad de las heladas de otoño (en latitudes extremas) obliga a cosechar los tubérculos aún inmaduros.

Fósforo.

Montaldo (1984), dice que este elemento es absorbido como ion monovalente H_2PO_4 , y HPO_4 se denominan ortofosfato. De acuerdo a Gargantini et, al (1963) la mayor cantidad de fósforo está presente en los tubérculos y después en las hojas y en los tallos. A los 40 días la planta de papa ya ha absorbido el 80 % del total del fósforo; posteriormente se produce la translocación del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los

tubérculos considerando que el fósforo no es lixiviado y que el cultivo lo requiere especialmente en su primer etapa de desarrollo, se recomienda que este elemento este disponible a la planta desde el inicio de su crecimiento.

La falta de fósforo asimilable se refleja en bajos rendimientos y calidad pobre, más que en síntomas en la planta. En el follaje, los bordes de las hojas aparecen color rojo – marrón a marrón – violeta y están curvados hacia arriba.

Potasio.

Montaldo (1984), dice que el potasio es absorbido como ion K^+ . Este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta especialmente en la fotosíntesis en la translocación de los azúcares.

También dice que Gargantini et al (1963) entre los órganos vegetativos las hojas contienen la mayor cantidad de K; después están los tallos y las raíces.

La carencia de K es fácil de reconocer por el aspecto enfermizo y el deficiente desarrollo foliáceo de los tubérculos. La superficie foliar muestra primero una coloración azul – verdosa entre las nervaduras, y manchas rojo – marrón en los bordes de ellas, que se desarrollan hacia abajo. Más tarde se extienden sobre la superficie foliar coloraciones amarillentas o negro – marrón, y a causa de la muerte de los tejidos las hojas se desprenden prematuramente.

Calcio.

El calcio ayuda a la descomposición de la materia orgánica, provoca la formación de elementos nutritivos que estaban en forma orgánica y previene los efectos tóxicos de otros, además actúa sobre la formación de los cloroplastos. Solo se aplica cal en suelos muy ácidos o de deficiente estructura. La deficiencia de calcio, cuando es marcada, provoca la total ausencia de producción de tubérculos. En los casos menos graves aparecen puntos muertos en la zona medular de los tubérculos y un enrollado de las hojuelas. (Montaldo, 1984)

Magnesio.

Forma parte de la molécula de clorofila y también es constituyente de las enzimas. Los suelos deficientes en magnesio, por lo general, son fuertemente ácidos y están constituidos por arenas gruesas.

La deficiencia del magnesio ha sido asociada por Carolus (1937) con bajo magnesio y calcio y alto nitrógeno en las hojas inferiores de la planta de papa. Citado por Montaldo (1984)

Azufre.

El azufre es un elemento muy importante en la síntesis de los compuestos orgánicos. En el cultivo de la papa no se ha visto hasta ahora la necesidad de azufre, esto se debe posiblemente al uso de abonos como los superfosfatos, que agregan este elemento.

2.11.2. Elementos Fertilizantes Secundarios.

La importancia de los micronutrientes B, Mn, Cu, Zn y He en el cultivo de la papa se señalan a continuación:

Boro.

La planta de papa requiere muy pequeñas cantidades de Boro. La deficiencia se manifiesta en los tubérculos, que se deshacen después de cocidos.

La planta presenta un enrollado foliar, clorosis generalizada, acortamiento de los peciolo, falta de desarrollo de la parte apical y reducción en los internudos del tallo.

El boro en exceso también puede tener un efecto fitotóxico y manifestarse como una quemadura marginal de las hojuelas y de un enrollamiento.

Manganeso.

Este elemento actúa en la síntesis de la clorofila y en la fotosíntesis; actúa también sobre las enzimas oxidantes, en la síntesis y translocación de las proteínas y en la síntesis de la vitamina C.

Deficiencias de manganeso ocurren en suelos de pH alto o en los que se han aplicado altas dosis de caliza. Se manifiesta la deficiencia por clorosis de las hojuelas, que se reducen en tamaño y tienen tendencia a enrollarse hacia la cara superior afectándose el rendimiento.

Cobre.

El cobre esta presente en el suelo como catión asimilable, ya sea en solución o en forma intercambiable; es mas soluble en suelos de pH bajo. Se le considera un elemento esencial en el crecimiento de la planta. En la papa no se han notado deficiencias de cobre lo que puede deberse al uso de fungicidas a base de cobre en el control de las enfermedades.

De acuerdo con Sommer (1945) puede haber toxicidad a base de cobre por adición excesiva, en cuyo caso este elemento puede interferir con la absorción del hierro. En tal situación los síntomas de toxicidad de cobre se confunden con las deficiencias de Hierro., citado por Montaldo, (1984)

Zinc.

Al zinc se le relaciona con la formación de la clorofila. De acuerdo a Thompson (1966), el zinc se encuentra en el suelo en forma de catión en minerales primarios o secundarios. Su solubilidad esta afectada por el pH del suelo, siendo optima entre 5.25 – 6.0. Hasta ahora no es problema en los suelo dedicados al cultivo de la papa; la forma de corregir la deficiencia es aplicando sulfato de zinc, directamente al suelo o por aspersion en solución a las plantas., citado por Montaldo (1984)

Hierro.

Se señalan dos causas de clorosis Férrica, una producida por la cal y otra por la relación no equilibrada entre el Hierro y los demás oligoelementos, especialmente el Manganeso. (Montaldo, 1984)

2.12. Valor Nutritivo.

Las siguientes concentraciones de compuestos orgánicos y minerales fueron obtenidos con base en 100 gr. de parte comestible de la papa.

Agua.....	80.0 gr.
Proteínas.....	3.9 gr.
Carbohidratos.....	16.2 gr.
Ca.....	8.0 mg
P.....	56.0 mg
Fe.....	0.7 mg
Tiamina (B1).....	0.1 mg
Riboflavina (B2).....	0.03 mg
Ácido ascórbico.....	28.0 mg

(Valadéz, 1996)

2.13. Características agronómicas de las variedades en estudio

2.13.1. Variedad Alpha.

Progenitores: Paul Kruger x Preferent.

Creador: Prof. Dr. Ir. J. C. Dorst, Leeuwarden, Holanda.

Liberada: 1925.

Planta: Tallos poco numerosos, robustos, de color morado pálido, extendiéndose poco; hojas bastantes grandes, rígidas, verde grisáceo, folíolas primarias ovales, con pecíolos largos y nervios profundos; floración bastante abundante, inflorescencia bastante grandes, flores de color rojo morado claro,

con bordes blancos.

Tubérculos: de forma oval redondeada; piel amarilla clara, generalmente áspera; carne amarilla clara; ojos bastante superficiales; de grandes a muy grandes, poco sensibles al “azulado”.

Maduración: tardía.

Rendimiento: de bueno a muy bueno y buen surtido.

Materia seca: con un contenido bastante alto.

Calidad Culinaria: bastante harinosa, bastante puro de color.

Follaje: de desarrollo lento algo abierto al principio, más tarde de tallos fuertes y robustos, cubriendo bien el terreno.

Brote: aparrado, al principio esférico, más tarde periforme, de color morado claro con bordes blancos.

Enfermedades: medianamente sensible a la *Phytophthora* de la hoja, poco sensible a la del tubérculo, poco resistente al virus del enrollado, inmune a la sarna verrugosa.

2.13.2. Variedad Mondial.

Progenitores: Spunta x SVP Ve 66295.

Planta: tallos predominantemente verdes, numerosos, gruesos, extendiéndose mucho; hojas bastante grandes, flexibles, de color verde oscuro; folíolas primarias grandes, anchas con nervios profundos; floración abundante, inflorescencias grandes; flores blancas.

Tubérculos: grandes, de forma oval alargada; piel amarilla y lisa; carne amarilla clara; ojos superficiales; poco sensibles al “azulado”.

Maduración: tardía a muy tardía.

Rendimiento: muy alto.

Materia seca: contenido de mediano a muy bajo.

Calidad culinaria: algo harinosa, de color puro.

Follaje: de desarrollo rápido, más tarde alto y erguido, de tallos fuertes, cubriendo bien el terreno.

Brote: alargado, en forma de cilindro largo, de color rojo morado pálido, bastante pelosos, yema terminal pequeña, cerrada, verde; yemas laterales bastante largas.

Enfermedades: sensible a *Phytophthora* de la hoja, poco sensible a la del tubérculo, muy resistente al virus A y a la sarna verrugosa, resistente al patotipo A del nemátodo dorado.

2.13.3. Variedad Gigant.

Progenitores: Elvira x AM66-42.

Planta: tallos poco numerosos, bastante gruesos, extendiéndose poco, de color rojo morado pálido (principalmente en las axilas); de color verde claro; folíolas primarias bastante grandes y ovales, con nervios bastante superficiales; muy escasa, flores blancas.

Tubérculos: de forma oval; piel amarilla, parcialmente áspera; carne amarilla clara; ojos bastante superficiales.

Maduración: semitemprana a semitardía.

Rendimiento: muy alto.

Materia seca: contenido mediano.

Calidad culinaria: bastante firme al cocer, propensa a decolorarse después de la cocción.

Follaje: de desarrollo rápido, cubriendo bien el terreno.

Brote: al principio elipsoidal más tarde coniforme, de color rojo morado pálido, poco peloso; yema terminal grande, abierta; yemas laterales cortas.

Enfermedades: medianamente sensible a la *Phytophthora* de la hoja, poco sensible al virus Yⁿ, inmune a los virus A y X y a la sarna verrugosa, resistente al patotipo A del nemátodo dorado.

2.13.4. Variedad Atlantic.

Progenitores: Wauseon x B5141-6

Creador: U.S.D.A., Florida, Virginia, New Jersey, y la Estación Experimental de Agricultura de Maine.

Liberada: 1976.

Planta: de tamaño mediano, erguida, floración abundante; flores lavanda.

Tubérculos: de forma oval redondeada, ojos superficiales; piel clara y gruesa, escamosa, brillante; la carne blanca.

Maduración: Intermedia.

Rendimiento: alto.

Gravedad específica: alta.

Almacenaje: dormancia intermedia; mantiene buen color.

Calidad culinaria: Excelente firmeza al cocinar, gran calidad de fritura, y buena calidad en fresco para el mercado.

Enfermedades: Es resistente al PVX, a la necrosis de la red de los tubérculos, a la enfermedad bacteriana del ojo rosado, tolerante al marchitamiento por *Verticillium* y a la roña común, resistente al patotipo A del nemátodo dorado. Presenta susceptibilidad a las necrosis calientes, cuando asciende la temperatura y están establecidas en suelos arenosos.

2.14. El tizón tardío.

El tizón tardío es una de las principales enfermedades de la papa y el tomate sobre todo en regiones húmedas y frescas. Además el hongo ataca otras especies de solanaceas.

El tizón tardío de la papa, con una área de impacto potencial cercana a los 3 millones de hectáreas en 40 países, se mantiene como la prioridad más alta del centro (CIP= Centro Internacional de la Papa) para el período de planificación.

Las inversiones (dólares) en la investigación en tizón tardío se incrementaron desde \$3 millones por año en 1995-1997 hasta \$5 millones, en 1998-2000; el aumento del gasto esta justificado por los retornos económicos

estimados en más de \$250 millones entre 1998 y 2015 (CIP = Centro Internacional de la Papa, 1996).

El tizón tardío es causado por el hongo *Phytophthora infestans*, cuyo nombre proviene del griego para “planta destructora”. Es difícil predecir sus efectos debido a que el tizón tardío se disemina por esporas llevadas por el viento, esta enfermedad se desplaza rápidamente a través de las regiones productoras de papa, a menudo devastando un cultivo completo. En pocos días inutiliza campos saludables. (CIP = Centro Internacional de la Papa, 1996).

En México, el tizón tardío es problema en Navidad, N.L. en la Mesa Central, el Valle de México, la sierra de Puebla y otras regiones productoras de papa.

2.14.1. Origen del tizón tardío.

El tizón tardío apareció casi simultáneamente en Europa y Estados Unidos, datando las primeras noticias en el año de 1830. En años sucesivos aumentó en extensión y gravedad, culminando en una amplia expansión epidémica en el continente Europeo (1845); hecho que contribuyó en gran parte al hambre de Irlanda. Después ha seguido constituyendo una de las enfermedades más importantes de las regiones frías y húmedas de las zonas templadas.

Fue citado por primera vez sobre patata en 1903, en Florida; en 1904 en California; en 1928 en Manitoba; en Texas el año 1932; en Kansas en 1936; y en Colorado en 1931 (Walker, 1973).

2.14.2. Síntomas.

P. infestans ataca las partes aéreas de la planta y los tubérculos. Las hojas presentan manchas acuosas circulares o irregulares en las puntas o márgenes de las hojas inferiores. Las manchas crecen rápidamente con la humedad y forman áreas marchitas cafés, que con frecuencia están rodeadas por una zona amarillo verdosa.

En el envés aparece una franja de crecimiento veloso del hongo en los bordes de las lesiones. El patógeno se propaga rápidamente, los tejidos infectados mueren y después se presenta un olor característico. En tiempo seco se detiene la infección y después aumenta el crecimiento veloso del parásito.

Los tubérculos infectados presentan manchas púrpura oscuro o café que penetran de 5 a 15 mm. dentro de la pulpa. Las manchas son acuosas en un principio y luego se tornan firmes, secas y hundidas.

2.14.3. Etiología y evolución de la enfermedad

P. infestans es un oomiceto con micelio cenocítico, que produce esporangióforos de crecimiento indeterminado.

En la punta de los esporangióforos se forman esporangios en forma de limón y con papila; estos esporangios se desechan cuando maduran y queda una pequeña hinchazón característica en ese lugar. Si los esporangios germinan entre 12 y 15°C, producen 8 zoosporas biflageladas .

Las zoosporas nadan durante un tiempo, se enquistan, absorben los flagelos y producen un tubo germinativo; en temperaturas superiores a los 15°C

los esporangios producen un tubo germinativo y actúan como conidias .

P. infestans inverna como micelio en tubérculos infectados. Cuando en la primavera germina el tubérculo, el patógeno invade los brotes y produce lesiones en la parte inferior del tallo. Los esporangios que se forman sirven como inóculo primario y salen de la planta a través de los estomas de la hoja y tallos. Los tubérculos infectados que pasan el invierno en el suelo, o en almacenamiento son las fuentes de inóculo primario. Los esporangios se diseminan por el agua de lluvia y viento y cuando caen en hojas y tallos húmedos de papa germinan y producen zoosporas o germinan directamente.

Rara vez a los tubérculos los afecta el mismo micelio del hongo que las partes aéreas de la planta, sino que los infectan esporangios que caen al suelo, y por medio del agua de lluvia entran al tubérculo.

El hongo esporula con humedad relativa de 100% y temperatura de 16 a 22°C. Los esporangios mueren en tres a seis horas en humedades relativas inferiores al 80%. (De la Garza, 1996).

Los esporangios germinan casi siempre por medio de zoosporas a temperaturas menores a 12 o 15°C, en tanto que por arriba de los 15°C los esporangios germinan directamente produciendo un tubo germinal. Cada uno de los esporangios produce de 3 a 8 zoosporas (o en algunas ocasiones un número mayor), las cuales son diseminadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila.

Phytophthora infestans requiere un par de tipos de compatibilidad para reproducirse sexualmente, y debido a que solo uno de ellos ocurre en la

mayoría de los países, la fase sexual de este hongo rara vez se ha observado. Sin embargo, en México y en otras áreas de Centro y Sudamérica ambos tipos de compatibilidad se encuentran ampliamente distribuidos y las oosporas del hongo son muy comunes.

Cuando los dos tipos de compatibilidad crecen uno cerca del otro, la hifa femenina crece en dirección al anteridio joven y forma un oogonio, el cual después de fecundado por el anteridio se desarrolla en una oospora dura y de pared gruesa, las oosporas germinan por medio de un tubo germinal, el cual produce un esporangio aunque algunas veces forman directamente un micelio. (Agrios, 1996)

2.14.4. Ciclo y desarrollo de la enfermedad.

El hongo inverna en forma de micelio en los tubérculos de papa infectados. Este micelio se propaga en los tejidos de los tubérculos de papa y por último llega a unos cuantos de los retoños que se formaron a partir de los tubérculos infectados que se utilizan como semillas, así como a las plantas desarrolladas a partir de los tubérculos enfermos abandonados en el campo, o bien, pueden llegar a los brotes que se han formado por las papas infectadas que fueron depositadas en basureros o en montones de desechos.

El desarrollo epidémico del tizón tardío depende en gran parte del efecto que tiene la humedad y la temperatura sobre las distintas etapas del ciclo de vida del hongo. Este último muestra una mayor esporulación a una humedad

relativa del 100% (o un valor que se le aproxime) y a temperaturas comprendidas entre 16 y 22°C. Los esporangios pierden su viabilidad al cabo de 3 a 6 horas a humedades relativas por debajo del 80%. La germinación de los esporangios solo se produce cuando hay rocío o un cierto volumen de agua sobre las hojas de las plantas y dentro del rango de temperatura comprendido entre 10 y 15°C. Puede concluir al cabo de media hora o dos como máximo. Una vez que los esporangios han germinado, se requiere un período de 2 a 2 ½ horas a una temperatura que va de 15 a 25°C para que se produzca la penetración de los tubos germinales en los tejidos, el micelio del hongo se desarrolla con mayor rapidéz dentro del intervalo de temperatura de 17 a 21°C, el cual es también óptimo para que pueda esporular de nuevo cuando la temperatura sea favorable, pero siempre y cuando la humedad relativa sea suficientemente alta. (Agrios, 1996).

El ciclo del tizón tardío se presenta en la figura 2.14.1.

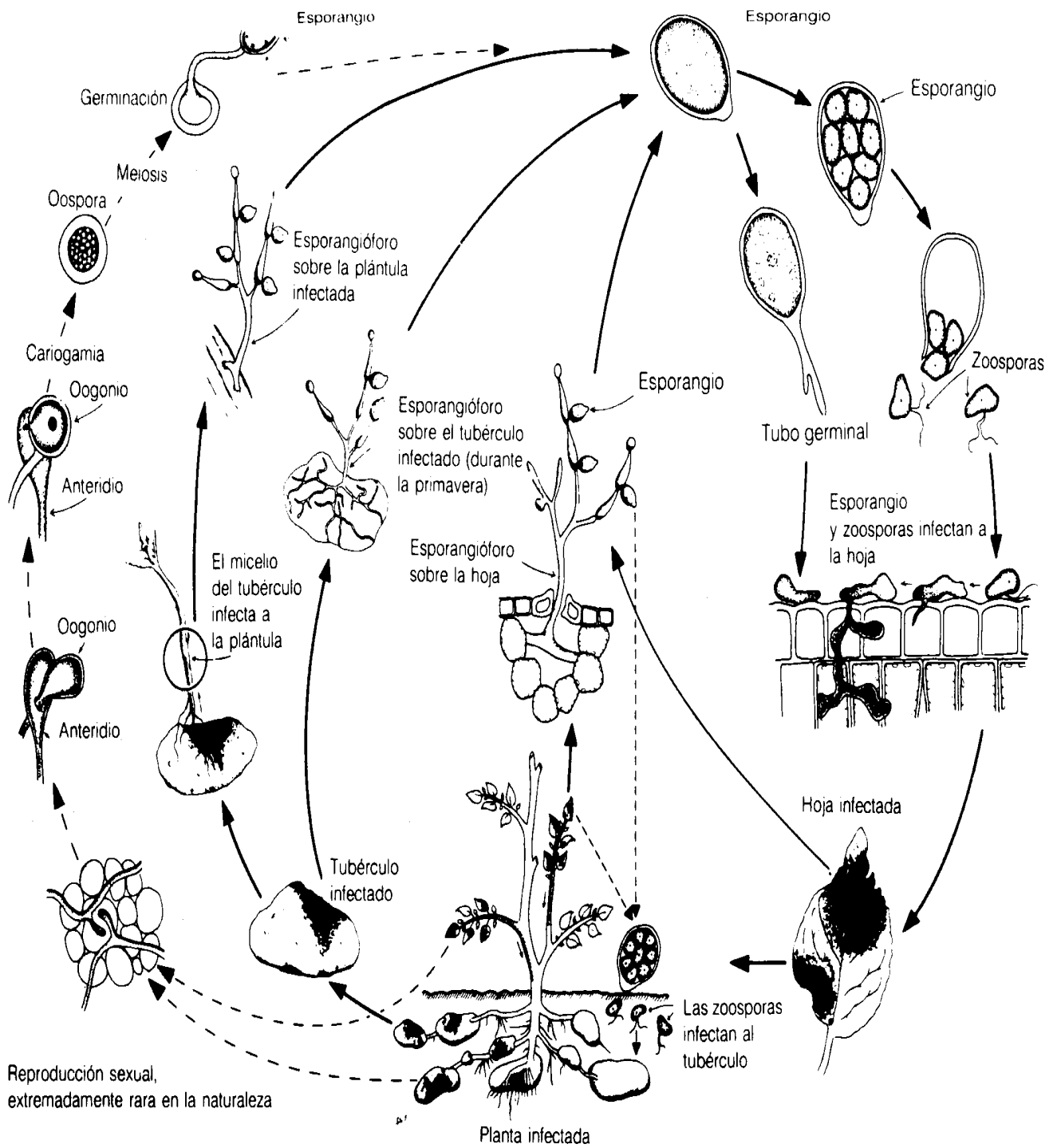


Figura 2.14.1. Ciclo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

2.14.5. Clasificación taxonómica del tizón tardío de la papa.

Supereino.....Eukaryonta
Reino.....Myceteae
DivisiónMastigomycotina
SubdivisiónDiplomastigomycotina
Clase Oomycetes
OrdenPeronosporales
FamiliaPythiaceae
Género.....Phytophthora
Especie.....Infestans
Alexopoulos y Mims (1979).

2.15. El tizón temprano.

Alternaria Solani ataca principalmente papa, tomate y berenjena. En Sinaloa el tizón temprano causa daños durante el desarrollo del tomate y es la principal enfermedad del cultivo. Lo mismo sucede en la región de Saltillo, en las partes bajas del estado de N.L. y en la región de Navidad, N.L. en papa.

2.15.1. Origen del tizón temprano.

Walker (1973) menciona que el agente patógeno fue descrito por primera vez por Ellis y Martín, en 1882, que lo aislaron sobre hojas de patata recogidas en Nueva Jersey. La identificación de esta enfermedad, diferenciándola de otras enfermedades del follaje, se inició hacia 1891. La investigación más exacta

sobre la misma se debe a Jones y fue realizada en Vermont, ente los años de 1891 y 1903.

Rands fue el primero en comprobar que las enfermedades de la hoja y tallo, tanto en patata como en tomate irán provocadas por el mismo agente patógeno. La podredumbre del tubérculo pasó inadvertida hasta 1925, en que fue descrita por Folsom y Bonde.

Con anterioridad a 1945, los daños producidos eran difíciles de evaluar en la patata, debido, en general, a la coexistencia con los daños producidos por las cicáduas. El empleo de nuevos y más eficaces insecticidas han hecho posible eliminar casi por completo los daños producidos por las cicáduas; así los verdaderos efectos de la alternariosis pueden determinarse con más aproximación. Es indudable que sigue siendo una enfermedad importante, tanto en patata como en tomate, y una de las más difíciles de combatir con los fungicidas actuales.

2.15.2. Síntomas.

La enfermedad se presenta en las partes aéreas de la planta y los tubérculos. Los órganos más afectados son las hojas. En las hojas viejas aparecen manchas café oscuro. Las manchas aumentan de tamaño, tienen un margen irregular, y consisten en anillos concéntricos. Los tejidos que rodean a la mancha se tornan amarillos y esta coloración puede extenderse a toda la hoja, finalmente las hojas se secan y caen. La enfermedad avanza en forma ascendente. Las plantas de tomate atacadas, presentan una lesión café oscuro

en el cuello, que las pueden marchitar. Los tallos muestran lesiones oscuras húmedas y los tubérculos de papa presentan lesiones superficiales opacas. Estas lesiones tienen una depresión de forma irregular y tamaño variable. Los frutos de tomate pueden ser atacados antes o después de la madurez, la infección se inicia en la unión del pedúnculo, en las grietas o heridas.

2.15.3. Etiología y evolución de la enfermedad.

A. solani es un deuteromiceto que pertenece al orden moniliales y a la familia dematiaceae; la teleomorfosis es *Pleospora solani*, un ascomiceto que produce peritecios . Este hongo tiene micelio septado oscuro bien desarrollado. Los conidioforos son cortos, no se distinguen de las hifas somáticas y portan conidios en cadenas cortas, son café grandes, con septas transversales y longitudinales.

Este hongo se encuentra en los residuos de cosecha, la semilla de tomate y tubérculos atacados. La temperatura óptima para la germinación conidios es de 28 a 30°C, los límites de 1 a 2°C, y de 37 a 45°C en cultivo puro. *A solani* penetra directamente por la epidermis de las hojas y tallos o por heridas. Se necesitan gran cantidad de rocío y lluvias frecuentes para que la esporulación sea abundante. Los conidios se desprenden fácilmente y el viento los disemina.

El manchado de las hojas esta confinado a las hojas viejas hasta que los frutos o tubérculos comienzan a formarse; entonces la enfermedad se propaga a toda la planta y ocurre defoliación. (De la Garza, 1996).

2.15.4. Ciclo y desarrollo de la enfermedad.

El micelio conserva su vitalidad en las hojas secas durante un año o algo más, permaneciendo viables los conidios durante 17 meses a la temperatura ambiente.

La hibernación puede tener efecto sobre restos de plantas infectadas, semillas de tomate y de tubérculos de patata. Los conidios germinan en una o dos horas a temperaturas entre 6 y 34 °C, y en treinta y cinco a cuarenta y cinco minutos a la temperatura óptima de 28° a 30 ° C. Las temperaturas límites para crecimiento en cultivos puros son de 1 a 2 °C de mínima; un óptimo de 26 a 28 °C y un máximo de 37 a 45 °C. El hongo penetra en los tejidos de la hoja y del tallo directamente a través de la epidermis. En condiciones favorables de temperatura y humedad, las manchas son visibles al cabo de dos o tres días, y pueden aparecer esporas dentro de los cuatro días siguientes. La producción de esporas se inicia, por lo general, cuando las manchas foliares , tienen un diámetro aproximado de 3 mm. Los rocíos fuertes, unidos a frecuentes lluvias, son esenciales para una esporulación abundante. Los conidios se desprenden con facilidad, y son diseminados, principalmente por el viento. El escarabajo de la patata y otros coleópteros facilitan la infección al coaccionar heridas, ya que probablemente, pueden transportar esporas adheridas a su cuerpo.

Una característica de esta enfermedad es la de que su aparición sobre las hojas, tanto de patata como de tomate, coincide generalmente con el comienzo de la tuberización o de la fructificación. Si bien hoy día se desconoce gran parte de la epidemiología de esta enfermedad, se sabe que uno de los

factores más importantes es la predisposición de las plantas hospederas, provocada por las condiciones de clima o suelo, que tienden en un momento dado a reducir su valor fisiológico. Por el contrario, la elevada fertilidad de un suelo tiende a reducir la gravedad de los daños, especialmente sobre tomate.

En la figura 2.15.1 se presenta graficamente el ciclo del tizón temprano *Alternaria solani*.

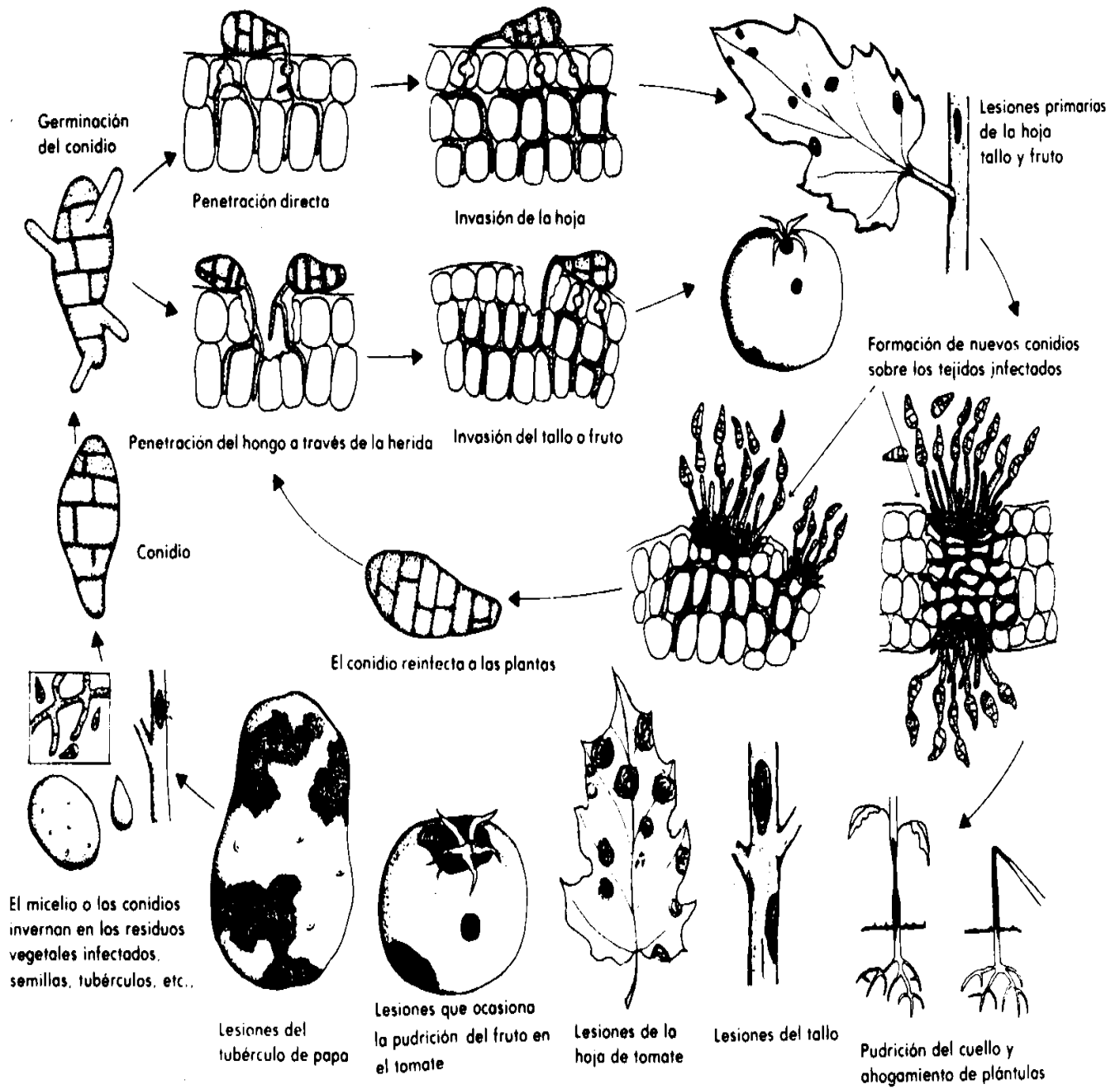


Figura 2.15.1. Ciclo del Tizón temprano *Alternaria Solani*.

2.15.5. Clasificación taxonómica del tizón temprano.

Supereino Eukaryonta
Reino Myceteae
División Amastygomycota
Subdivisión Deuteromycotina
Clase Deuteromycetidae
Subclase Hyphomycetidae
Orden Moniliales
Familia Dematiaceae
Género *Alternaria*
Especie *Solani*
(Alexopoulos, 1966).

2.16. Como atacan los patógenos a las plantas.

Los patógenos atacan a las plantas debido a que, durante su desarrollo evolutivo, adquirieron la necesidad de utilizar las sustancias producidas por sus hospedantes, algunos de ellos dependen de esas sustancias para sobrevivir. No obstante, estas se encuentran contenidas dentro del protoplasma de las células vegetales, lo cual hace que los patógenos tengan que penetrar primeramente las barreras externas formadas por la cutícula y por las paredes celulares antes de poderse nutrir de ellas, Incluso después de que han penetrado a través de las paredes celulares externas, el patógeno necesita atravesar otras paredes celulares. Además, los contenidos de células vegetales

no siempre se encuentra en una forma disponible para el patógeno, por lo que deben ser transformados en unidades mas simples que el patógeno pueda absorber y asimilar.

Por lo tanto , para que un patógeno infecte a una planta, debe de ser capaz de abrirse paso al interior de esta, obtener sus nutrientes de ella y neutralizar sus reacciones de defensa. Los patógenos logran infectar a las plantas principalmente a través de la secreción de compuestos químicos que afectan a ciertos componentes o mecanismos metabólicos de sus hospedantes. Sin embargo, la penetración e infección de un patógeno sobre su hospedero al parecer se logra parcial o totalmente mediante una fuerza mecánica que ejercen algunos de ellos sobre la pared celular de las plantas. Es aquí la importancia de tener una planta sana y bien nutrida con el fin de que ésta se pueda defender del patógeno. (Agrios, 1996).

2.17. Efecto de los patógenos sobre la translocación del agua y los nutrientes inorgánicos.

Mediante un sistema radical, las plantas absorben el agua y los nutrientes inorgánicos (minerales) del suelo. Estos por lo general son translocados hacia los órganos de la planta que se encuentra en su parte superior, a través de los vasos xilémicos del tallo y hacia el interior de los haces vasculares de los pecíolos y nervaduras de la hoja, desde donde entran a las células de la hoja.

Resulta evidente que la interferencia que ocasionen los patógenos sobre el movimiento ascendente del agua y de los nutrientes inorgánicos, coaccionará

la enfermedad (por deficiencia) en las partes de la planta que carezcan de esos nutrientes y sustancias. De hecho, esos órganos enfermos serán incapaces de llevar a cabo sus funciones, por lo que sus productos o usos serán deficientes para el resto de la planta. Lo cual propicia el desarrollo de la enfermedad en general en esta última. Por ejemplo, si se inhibe el movimiento de agua hacia las hojas, éstas no funcionan de manera adecuada, la fotosíntesis disminuye o cesa y reduce total o parcialmente la cantidad de nutrientes que deben de desplazarse hasta las raíces, las que a su vez enferman y mueren. (Agrios, 1996).

2.18. Interferencia de los patógenos con la translocación ascendente del agua y los nutrientes inorgánicos.

Muchos fitopatógenos interfieren en una o más formas sobre la translocación del agua y los nutrientes inorgánicos a través de las plantas. Algunos patógenos afectan la integridad o el funcionamiento de las raíces y hacen que estas absorban una menor cantidad de agua; otros patógenos se desarrollan en los vasos xilémicos de las plantas y alteran la translocación del agua a través de su tallo; además en algunas enfermedades, los patógenos interfieren también con la economía del agua en la planta al coaccionar una transpiración excesiva al afectar sus hojas y estomas. (Agrios, 1996).

2.19. Interferencia de la translocación de los nutrientes orgánicos a través del floema, por los patógenos.

Los fitopatógenos pueden interferir con el movimiento de los nutrientes

orgánicos desde las células de la hoja hasta el floema, o con su translocación a través de los elementos floémicos y posiblemente en su desplazamiento desde el floema hasta las células que pueden utilizarlos.

Los hongos parásitos obligados, como las royas y los mildius, causan una acumulación de productos fotosintéticos y nutrientes inorgánicos en las zonas que han invadido. En esas enfermedades, las zonas infectadas se caracterizan por tener un menor nivel fotosintético y una tasa respiratoria mucho mayor. Sin embargo, la síntesis de almidón y otros compuestos, así como el peso seco, aumentan temporalmente en esas zonas infectadas, lo cual indica que se han estado translocando varios nutrientes orgánicos desde las zonas infectadas de las hojas, o de las hojas sanas, hasta las zonas que han sido infectadas. (Agrios, 1996).

2.20. Deficiencias nutricionales en las plantas.

Las plantas necesitan de varios elementos minerales para desarrollarse normalmente. A algunos elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, necesarios en cantidades relativamente grandes se les denominan “macroelementos” (o macronutrientes), mientras que a otros como el hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno y cloro, necesarios en cantidades bastante pequeñas, se les denomina “micronutrientes”. Ambos grupos de elementos minerales son esenciales para las plantas. Cuando su cantidad en las plantas es mucho menor que los niveles mínimos que requieren las plantas para desarrollarse normalmente, estas últimas se enferman y

muestran varios síntomas externos e internos. Los síntomas pueden aparecer en cualquiera de los órganos de la planta, incluyendo hojas, tallos, raíces, flores, frutos y semillas.

Los tipos de síntomas que se deben a la deficiencia de un determinado nutriente, dependen principalmente de las funciones que desempeñe ese elemento en la planta, es muy probable que esas funciones sean inhibidas u obstaculizadas cuando el elemento sea un factor limitante. Algunos síntomas son bastante semejantes a los que se manifiestan debido a la deficiencia de cualquiera de los elementos minerales, pero es común que otras características que se utilizan para hacer el diagnóstico de una enfermedad vayan aunadas a la deficiencia de un determinado elemento. Las numerosas enfermedades de las plantas que aparecen anualmente en la mayoría de los cultivos agrícolas de muchas localidades se deben a la menor cantidad o a una menor disponibilidad de uno o varios elementos esenciales en los suelos donde se desarrollan las plantas. Por lo común, las cantidades inferiores al nivel normal de la mayoría de los elementos esenciales ocasionan tan solo una disminución en el crecimiento y producción de las plantas. Sin embargo, cuando esa deficiencia es mayor que un determinado nivel crítico, las plantas muestran síntomas agudos crónicos e incluso pueden morir. (Agrios, 1996).

2.21. Falta de nutrientes esenciales para el patógeno como defensa para la planta.

Las especies o variedades de plantas que por alguna razón no producen alguna de las sustancias esenciales para la supervivencia de un parásito obligado o para el desarrollo de la infección causada por algún parásito dado,

serian resistentes al patógeno ya que necesitaría de esa sustancia. De esta manera, para que *Rhizoctonia* infecte una planta, esta última debe de contar con alguna sustancia necesaria para formación de un colchón de hifas, a partir de la cual el hongo envía hacia la planta sus hifas de penetración.

En plantas en las que aparentemente falta esta sustancia, no se forman los colchones de hifas, ni se produce la infección y las plantas son resistentes. Normalmente, el hongo no forma colchones de hifas en cultivos puros, pero las forma cuando se añaden al medio de cultivo extractos de una planta susceptible, pero no de una planta resistente. (Agrios, 1996).

2.22. Tipos de resistencia de las plantas ante el ataque de los patógenos.

Las plantas son resistentes a ciertos patógenos debido a que pertenecen a grupos taxonómicos que son inmunes a esos patógenos (resistencia de plantas no hospedantes), por que tienen genes que proporcionan resistencia directa ante los genes que determinan la virulencia del patógeno en particular (resistencia verdadera) o bien debido a que por varias razones, las plantas escapan o toleran la infección causada por esos patógenos. (Resistencia aparente). (Agrios, 1996).

Resistencia Verdadera.

La resistencia a las enfermedades que es controlada genéticamente por la presencia de uno, varios o muchos genes para resistencia en la planta contra el ataque del patógeno se conoce como resistencia verdadera. En este tipo de

resistencia, el hospedante y el patógeno son mas o menos incompatibles entre si debido a la falta de reconocimiento químico entre ellos o por que la planta hospédante se defiende a si misma del patógeno mediante los diferentes mecanismos de defensa que ya tiene, o activos, en respuesta a la infección, por el patógeno. Existen dos tipos de resistencia verdadera: horizontal y vertical.

Resistencia horizontal. Todas las plantas tienen un cierto nivel de resistencia no especifica, pero no siempre la misma, que es eficaz contra cada uno de sus patógenos. Este tipo de resistencia a veces se denomina como resistencia no especifica general, cuantitativa de la planta adulta, de campo o durable, pero se conoce mas comúnmente como resistencia horizontal.

La resistencia horizontal esta bajo el control de muchos genes (quizá docenas o cientos de ellos), de ahí el nombre de resistencia poligenica o de genes múltiples. Cada uno de estos genes por separado es ineficaz para contrarrestar el efecto del patógeno y puede tener una función menor en la resistencia horizontal total de la planta (resistencia de genes menores). El gran numero de genes que participan en la resistencia horizontal al parecer controlan las diversas etapas de los procesos fisiológicos de la planta que generan las sustancias y estructuras que constituyen sus mecanismos de defensa. La resistencia horizontal que muestra una variedad horizontal ante todas las razas de un patógeno puede ser algo mayor (o menor) que la mostrada por otras variedades ante ese mismo patógeno, pero las diferencias por lo común son pequeñas e insuficientes para poder distinguir las variedades con base en su resistencia horizontal. (resistencia no diferencial). Además, la resistencia horizontal es afectada por diferentes condiciones ambientales, bajo las cuales

tambien puede variar. En general, la resistencia horizontal no evita que las plantas sean infectadas, si no que retarda el desarrollo de cada uno de los loci de infección en la planta y, por lo tanto, retrasa la propagación de la enfermedad y el desarrollo de epifitias en el campo. Existe cierto grado de resistencia horizontal en las plantas sin importar si está presente o no la resistencia vertical.

Resistencia Vertical. Muchas variedades vegetales son bastante resistentes a algunas razas de un patógeno pero, en cambio son susceptibles a otras razas del mismo. En otras palabras, dependiendo de la raza del patógeno utilizada para infectar a una variedad vegetal, esta puede ser resistente a una raza de patógeno y susceptible a otra.

La resistencia vertical por lo general se controla por uno o algunos genes (de ahí el nombre de resistencia monogenica u oligogénica). Al parecer estos genes controlan una etapa importante de la interacción que se establece entre el patógeno y la planta hospedante y, por tanto, tienen una función importante en la expresión de la resistencia vertical (resistencia de genes mayores). En presencia de la resistencia vertical, el hospedante y el patógeno al parecer son incompatibles y el primero generalmente responde desarrollando una reacción de hipersensibilidad y, de esta forma, el patógeno no puede establecerse ni multiplicarse en la planta hospedaste, En general, la resistencia vertical inhibe el establecimiento inicial del patógeno que llega al campo proveniente de plantas hospedantes que carecen de (o tienen) genes mayores distintos que confieren resistencia a la planta. La resistencia vertical inhibe el desarrollo de epifitias al limitar el inóculo inicial.

Resistencia Aparente.

La resistencia aparente que muestran algunas plantas a las enfermedades y de las que se sabe son susceptibles en general, es el resultado de los procesos de escape o tolerancia a la enfermedad:

1. Escape a la enfermedad. Ocurre siempre que las plantas genéticamente susceptibles no sean infectadas, ya que los tres factores necesarios para que se desarrolle la enfermedad (hospedante susceptible, patógeno virulento y ambiente favorable) no coincidan e interactuen en el momento oportuno o que tenga una duración suficiente.

Las plantas pueden escapar de la enfermedad por que sus semillas germinan mas rápido que otras y antes de que la temperatura sea favorable para que el patógeno las ataque. Algunas plantas escapan de la enfermedad debido a que son susceptibles a un patógeno solo en una determinada etapa de crecimiento (hojas, tallos o frutos jóvenes; en los procesos de floración o fructificación; en la madurez y senescencia temprana) y, por tanto, si el patógeno falta o es inactivo en este periodo en particular, tales plantas difícilmente van a infectarse.

2. La tolerancia a la enfermedad. Es la capacidad de las plantas para producir una buena cosecha aun cuando sean infectadas por un patógeno. La tolerancia, es el resultado de las características hereditarias específicas de la planta hospedante que permiten que el patógeno se desarrolle y propague en ella, mientras que la planta, ya sea por la falta de sitios receptores de las excreciones irritantes del patógeno o al inactivarlas o compensarlas, sobrevive para dar una buena cosecha. Evidentemente, las plantas tolerantes son

susceptibles al patógeno pero no son destruidas por el y, en general, muestran pocos daños causados por organismos patógenos. (Agrios, 1996).

2.23. La búsqueda de resistencia duradera.

La resistencia genética no es un nuevo enfoque para combatir al tizón tardío. Por muchos años los fitomejoradores buscaron lo que se conoce como resistencia “vertical” o “cualitativa” para controlar la enfermedad. La resistencia vertical se basa en un gen específico de la planta de papa (llamado “gen e”) que es igual y resistente a una variante particular del patógeno.

Al comienzo los resultados de esos esfuerzos de mejoramiento fueron impresionantes, particularmente cuando numerosos genes R fueron incorporados a las plantas y la resistencia vertical se complementó con fungicidas efectivos. Pero conforme el patógeno evolucionó y nuevas variantes migraron de un lugar a otro, las plantas previamente resistentes sorpresivamente se hicieron vulnerables. Por lo que la resistencia vertical puede forzar a los patógenos a evolucionar más rápidamente de lo que naturalmente harían. De esta manera, la historia de la resistencia vertical es una historia de éxitos y fracasos.

Otro tipo de resistencia “horizontal” o “cuantitativa”, busca hacer el sistema más estable usando genes de resistencia “menores” múltiples en combinación. “Se puede pensar que la enfermedad es como un ladrón que porta un aro con varias llaves”, explica Juan Landeo, mejorador del CIP”. Si una puerta tiene solo una cerradura - incluso si ésta es muy segura - no le tomará mucho tiempo al ladrón encontrar la llave correcta y entrar; pero si la

puerta tiene muchas cerraduras, toma mucho más tiempo hallar la combinación (CIP = Centro Internacional de la Papa, 1996).

Las variedades de la papa derivadas de la especie *Solanum tuberosum* son mas o menos susceptibles a todas las razas fisiológicas de *P. infestans*. Se hicieron grandes esfuerzos por transferir genes a variedades de papa comercialmente aceptables, pero a medida que los fitogenetistas producían cada vez variedades con genes de mayor resistencia, el patógeno producía razas con un correspondiente gran número de genes de virulencia capaces de superarlos. Se sabía desde hacía muchos años que algunas variedades de papa, aun cuando carecían de genes R, eran bastante resistentes al tizón en el campo, aun que ésto no pueda revelarse por pruebas estándar en foliolos aislados en los cuales se clasificaron como susceptibles.

El mejoramiento de variedades de papa especialmente para la resistencia poligénica, es difícil, y aún no se ha obtenido un cultivo de papa que sea lo suficientemente resistente como para cultivarse sin tratamiento químico en Europa y en Norte América. Sin embargo, hay evidencia de que las variedades modernas de papa son mucho menos susceptibles al tizón que las cultivadas durante el siglo pasado. Hasta hace poco se encontró que algunas variedades primitivas, conocidas como *S. andigena*, tiene un alto nivel de resistencia poligenica, y se ha comenzado ha trabajar para incorporar dicha resistencia a las variedades comerciales de *S. tuberosum*. (Thurston, 1971 mencionado por Manners, 1986).

2.24. Control de la enfermedad

Poco pueden hacer los agricultores de escasos recursos cuando el tizón ya se ha establecido. Por décadas, los agricultores del norte y los de gran escala de los países en desarrollo han confiado en los fungicidas y algunos han llegado a aplicar hasta 35 veces por campaña. El CIP (Centro Internacional de la Papa) estima que los agricultores en los países en desarrollo gastan \$100 millones de dólares por año en controles químicos, sin embargo, esta cifra no incluye los costos de salud y medio ambiente.

Los fungicidas usados para controlar el tizón tardío no solo son potencialmente peligrosos y costosos, sino que también están perdiendo su efectividad .

En muchos lugares *P. infestans* ha desarrollado resistencia a los principales fungicidas. Además han evolucionado nuevas y más virulentas variantes del hongo que pueden vencer la resistencia genética de las variedades de papa. Según los estimados del CIP el tizón tardío ha reducido la producción global de papa en un 15 %, una pérdida de \$2.75 mil millones al año, solo en los países en desarrollo.

En 1996 el CIP intensificó su respuesta a la crisis del tizón tardío al organizar una red mundial de investigación de papa bajo el título de Iniciativa Global del Tizón Tardío (GILB). (CIP = Centro Internacional de la Papa, 1996).

2.25. Efecto de la nutrición de la planta hospedante ante el patógeno.

La nutrición afecta la velocidad de crecimiento y la rapidez de las plantas para defenderse del ataque por los patógenos.

La abundancia de nitrógeno se refleja en la producción de crecimiento joven y succulento y puede prolongar la fase vegetativa retardando la madurez de las plantas haciéndolas más susceptibles a los patógenos (durante períodos más prolongados) que prefieren atacar a dichos tejidos. Por el contrario, la falta de nitrógeno hace que las plantas se debiliten, crezcan con más lentitud y envejecan con mayor rapidez, haciéndolas susceptibles a los patógenos que tienen así más posibilidad de atacar a plantas débiles y de crecimiento lento. Por ejemplo, la disminución de la disponibilidad de nitrógeno también aumenta la susceptibilidad del tomate a la marchitez por *Fusarium*, y de algunas plantas solanáceas al tizón temprano causado por *Alternaria solani* y a la marchitez causada por *Pseudomonas solanacearum*, de la remolacha azucarera a *Sclerotium rolfsii* y de la mayoría de las plantulas a ahogamiento causado por *Pythium*.

Sin embargo, es posible que sea la forma del nitrógeno (amonio o nitrato) de que disponen el hospedante o el patógeno lo que en realidad afecte la seguridad de la enfermedad o la resistencia de la planta más que la cantidad de nitrógeno en sí.

Aún cuando la nutrición con nitrógeno se ha estudiado (debido a la notable influencia que tiene sobre el crecimiento de las plantas) en forma más amplia en relación al desarrollo de las enfermedades, los estudios realizados

con otros elementos como el fósforo, potasio y calcio y también con algunos micronutrientes, han revelado relaciones similares entre los niveles de los nutrientes y la susceptibilidad o resistencia de las plantas contra algunas enfermedades.

Al parecer el fósforo aumenta la resistencia de las plantas al mejorar su equilibrio de nutrientes o al acelerar la madurez del cultivo, permitiendo que escape de la infección causada por los patógenos que prefieren los tejidos.

También, se ha demostrado que el potasio, disminuye la severidad de muchas enfermedades, entre ellas la roya del tallo del trigo, el tizón temprano de papa y tomate y la pudrición del tallo de maíz, aunque las altas concentraciones de este elemento parecen aumentar la severidad del tizón (añublo) del arroz (causado por *Pyricularia oryzae*) y del agallamiento de la raíz (causado por el Nematodo *Meloidogyne incognita*). El potasio tal parece que afecta directamente las diferentes etapas del establecimiento y desarrollo del patógeno en el hospedante e, indirectamente, la infección al promover la cicatrización de las heridas, al aumentar la resistencia de la planta a los daños causados por heladas (disminuyendo por lo tanto la infección que suele originarse en los tejidos destruidos por las heladas) y al retardar la madurez y la senescencia de algunos cultivos más allá de los períodos en los que la infección causada por ciertos parásitos facultativos puede causar varios daños.

El efecto que presenta el calcio sobre la resistencia de las plantas a las enfermedades parece deberse a su efecto sobre la composición de las paredes celulares y a la resistencia que antepone a la penetración de los patógenos en la planta hospedante.

Así mismo, las aplicaciones de manganeso reducen la severidad de la roña y del tizón tardío de la papa y el tizón del frijol y chícharo causado por *Ascochyta*.

En general, las plantas que reciben una nutrición equilibrada en la que los elementos requeridos se abastecen en cantidades adecuadas, tienen una mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y limitar las ya existentes, que cuando uno o más nutrientes se obtienen en cantidades excesivas o deficientes. Sin embargo, incluso una nutrición balanceada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de todos los nutrientes aumenta o disminuye más allá de ciertos límites. (Agris,1996).

2.26. Mecanismos por los cuales los nutrientes facilitan la defensa.

La capacidad de las plantas de defenderse está influenciada por su vigor general y el estado fisiológica de desarrollo. Una planta que sufre estrés severo es con frecuencia más susceptible o vulnerable al ataque de las enfermedades, que aquella que se encuentra a un nivel óptimo de nutrición, al contrario plantas que reciben un gran exceso de elementos minerales podrían ser también predispuestas al ataque de enfermedades.

A pesar de que la mayoría de los mecanismos que involucran la interacción hospedero-patógeno-nutrición no están muy claramente entendidos, algunos nutrientes específicos se sabe que reducen la severidad mediante:

a) Aumento de la tolerancia a la enfermedad a través de una compensación del daño causado por el patógeno.

b) Facilitando el escape a la enfermedad.

c) Realzando la resistencia fisiológica de la planta.

d) Reduciendo la virulencia del patógeno.

La producción de barreras mecánicas y de compuestos inhibidores, o la continua disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento de un parásito requiere energía y de esqueletos químicos de diferentes rutas metabólicas que son mediados o influenciados por los nutrientes minerales.

Huber (1980) menciona que la nutrición mineral de la planta determina en gran medida su resistencia o susceptibilidad a las enfermedades, su estructura morfológica o histológica, sus propiedades, la función de los tejidos para detener o hacer lenta la patogénesis y la virulencia y la habilidad de los patógenos para sobrevivir. Es decir no existirán los elementos nutritivos necesarios para sintetizar las barreras físicas y químicas. En contraste la resistencia quizá se debe por ausencia de nutrientes esenciales para la actividad patogénica. Los elementos minerales están directamente involucrados en todos los mecanismos de defensa como componentes integrales de células, sustratos, enzimas o como activadores, inhibidores y reguladores del metabolismo.

Diversos investigadores han confirmado que la nutrición de las plantas juega un papel importante en su predisposición a agentes patógenos, y sobre el desarrollo de enfermedades. Sin embargo sus efectos son variables de acuerdo con la combinación hospedero-patógeno de que se trate.

Huber (1980), en una recopilación del efecto de los elementos esenciales sobre la resistencia vegetal a patógenos fungosos, bacterias, virus y nematodos, señala que los cambios en resistencia a patógenos, inducidos por factores nutricionales, solo son apreciables en plantas tolerantes o moderadamente resistentes, ya que las altamente resistentes o susceptibles no se alteran con facilidad por dichos factores.

Este investigador, también resume los efectos de los nutrimentos en el incremento de la resistencia vegetal, en la forma siguiente:

- a) Optimizan la resistencia inherente de las plantas.
- b) Facilitan el escape de las plantas a la enfermedad a través de un estímulo en su desarrollo.
- c) Alteran el ambiente externo al influir en la supervivencia, germinación y penetración de los patógenos.

También menciona que la manipulación de los nutrientes para la resistencia debe basarse en lo siguiente:

1. Cada enfermedad y situación ambiental debe ser considerada individualmente.

2. Plantas con deficiencias severas de nutrientes quizá sean mas vulnerables a la enfermedad que las que tiene nutrición óptima.

3. La disponibilidad de nutrientes es tan importante como la cantidad de nutrientes.

4. El daño o predisposición impuesta por deficiencias tempranas o imbalances quizá sea liberado por aplicaciones posteriores.

5. El balance nutricional es frecuentemente tan importante como la presencia o ausencia de un simple nutriente.

6. La forma de nutrientes tomados por las plantas influencia la incidencia y severidad de la enfermedad y proporcionan una oportunidad para reducir la severidad de las enfermedades seleccionando las formas adecuadas.

7. La inducción de un estrés nutricional por causa de un patógeno pudiera ser parcialmente compensada si aumentamos el nivel de disponibilidad de nutrientes a la planta.

8. Fertilizando quizá no incremente la resistencia actual de la planta tanto como estimular el crecimiento del cultivo para minimizar los daños por la enfermedad.

9. Los elementos minerales tiene efectos similares sobre el vigor de la planta, quizá tengan efectos opuestos por las diferentes reacciones fisiológicas asociadas con la resistencia.

Y continúa al comentar que las aplicaciones de fósforo han sido más benéficas en la reducción de enfermedades fungosas de plantulas donde los desarrollos vigorosos de las raíces permiten a las plantas escapar de las enfermedades, la fertilización con fosfatos al trigo casi han eliminado las perdidas económicas debidas a la producción de la raíz por *Phytium*, en la región central de los Estados Unidos donde se cultiva trigo, en contraste el fósforo pudiera incrementar la severidad de *Sclerotinia* en muchas plantas de jardín y *Bremia* en lechuga.

Los niveles balanceados de P pudieran evitar los efectos negativos de una fertilización de altos niveles de nitrógeno en enfermedades como mildius y royas.

La habilidad del potasio para disminuir la severidad de muchas enfermedades ha impulsado las fertilizaciones con K. A diferencia de la mayoría de los elementos esenciales, el K no se convierte en un componente estructural de la planta y se presenta principalmente como sales solubles orgánicas e inorgánicas, (Huber, 1980).

En el mismo aspecto Huber (1980), menciona que en papa el ataque por *Alternaria solani* decrece si se tiene una buena presencia de fósforo, potasio y magnesio, así como en menor escala nitrógeno y calcio.

Manners (1986), dice que queda mucho por descubrir acerca de la relación de los patógenos sobre la nutrición mineral, pero se sabe que ciertos

minerales como el fosfato se acumulan en torno a las lesiones causadas por los patógenos biotrofos.

Así como también que el uso de trazadores radiactivos han demostrado que gran parte de la acumulación es en el patógeno y que parte de ella se debe a la actividad de las células del hospedero, debido a que la acumulación no se inhibe por completo cuando el patógeno se destruye selectivamente con calor (Yarwood y Jacobson, 1955). Shawn y Samborski (1956) han demostrado que dicha acumulación es un proceso activo inhibido por sustancias que inhiben la respiración aerobia o la fosforilación oxidativa.

En el Cuadro 2.26.1. se presentan los análisis foliares con diferentes contenidos de elementos en papa.

Cuadro 2.26.1. Análisis foliares con los diferentes contenidos de elementos (Beneton, et al 1991).

Parte de la Planta: Follaje (20 cm. de altura)

Elemento	Bajo	Suficiente	Alto
	%	%	%
N	3.50-4.49	4.50-6.	>6.0
P	0.22-0.28	0.29-0.5	>0.6
K	8.50-9.29	9.30-11.5	>11.5
Ca	0.65-0.75	0.76-1.0	>1.0
Mg	0.70-0.99	1.00-1.2	>1.2
	ppm	ppm	ppm
B	18.24	25-50	>50
Cu	5-6	7-20	>20

Fe	40-49	50-100	>100
Mn	20-29	30-250	>250
Zn	35-44	45-250	>250

Análisis de Tubérculo

Elemento	Bajo	Suficiente	Alto
	%	%	%
N	2.00-2.99	3.00-4.0	>4.0
P	0.20-0.24	0.25-0.4	>0.4
K	4.00-5.99	6.00-8.0	>8.0
Ca	1.00-1.49	1.50-2.5	>2.5
Mg	0.50-0.69	0.70-1.0	>10
	ppm	ppm	ppm
B	25-39	40-70	>70
Cu	5-6	7-20	>20
Fe	30-39	40-100	>100
Mn	20-29	30-250	>250
Zn	20-29	30-200	>200

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación de los lotes en estudio .

Este trabajo se realizó en el área papera de la sierra de Arteaga, Coah. y Galeana N.L. en el ciclo primavera - verano de 1997.

La selección de 31 lotes de diferentes productores fue realizada, los primeros 17 se encuentran en el municipio de Arteaga, Coah. y el resto pertenecen al municipio de Galeana N.L. En cada uno de ellos muestras de suelos fueron colectadas, para su posterior análisis.

Los lotes estudiados están ubicados de la siguiente manera:

El lote 1 y 2 pertenecen al ejido El Diamante y se localizan a $25^{\circ} 21' 40''$ latitud norte, $100^{\circ} 51' 37''$ longitud oeste, con una altura de 2100 msnm.

El lote 3 del ejido Los Lirios se ubica a $25^{\circ} 23' 30''$ latitud norte, $100^{\circ} 35' 20''$ longitud oeste, con una altura de 2340 msnm.

Los lotes del 4 al 12 pertenecen a los ejidos Emiliano Zapata y Los Llanos que se localizan a $25^{\circ} 17' 30''$ latitud norte, $100^{\circ} 46' 20''$ latitud oeste, con una altura de 2140 a 2160 msnm.

En los ejidos del Huachichil, Arteaga y Puerto México, Galeana se ubican los lotes del 13 al 24, a $25^{\circ} 11' 40''$ latitud norte, $100^{\circ} 10' 50''$ longitud oeste, con una altura de 2000 y 2100 msnm.

En el ejido El Cuije se encuentran los lotes 26 y 27 que se localizan entre los $20^{\circ} 06' 27''$ latitud norte, y los $100^{\circ} 39' 40''$ longitud oeste, con una altura de 1900 msnm.

Por último en el ejido La Paz, se estudiaron los lotes del 28 al 31 y están ubicados a $24^{\circ} 57' 25''$ latitud norte y $100^{\circ} 27' 50''$ longitud oeste, con una altura de 1920 msnm. (Ver figura 3.1.1.)

Figura 3.1.1

CROQUIS DE LOS LOTES DE ESTUDIO EN LOS MUNICIPIOS DE ARTEAGA, COAH. Y GALEANA, N.L.



3.2. Parámetros utilizados para medir el daño por los tizones.

Para medir la severidad se utilizó la escala para evaluar el daño foliar por el tizón, de acuerdo al Centro Internacional de la Papa (CIP), estas lecturas se hicieron en la misma fecha en que se tomaron las muestras foliares (entre los 65 y 70 días después de la siembra) para cada lote. (Ver Cuadro 3.2.1.)

Cuadro 3.2.1. Escala para evaluar el daño foliar por los tizones de acuerdo al Centro Internacional de la Papa (CIP).

VALORES CIP	TIZON (%)		SINTOMAS
	MEDIA	LIMITES	
1	0	---	No se observa tizón
2	25	Trazas	Tizón presente. Máximo 10 lesiones por planta.
3	10	5 – 15	Las plantas parecen sanas, pero las lesiones son fácilmente vistas al observar de cerca. Máxima área foliar afectada por lesiones o destruidas corresponde a no más de 20 folíolos.
4	25	15 - 35	El tizón fácilmente visto en la mayoría de las plantas. Alrededor del 25 % del follaje esta cubierto de lesiones o destruido.
5	50	35 - 65	La parcela luce verde pero todas las plantas están afectadas; las hojas inferiores, muertas. Alrededor del 50 % del área foliar está destruida.
6	75	65 - 85	La parcela luce verde con manchas pardas. Alrededor de 75 % de cada planta esta afectado. Las hojas de la mitad inferior de las plantas están destruidas.
7	90	85 - 95	La parcela no esta verde en forma predominante ni parda. Solo las hojas superiores están verdes. Muchos tallos tienen lesiones externas.
8	97.5	95 - 100	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aún presentan algunas áreas verdes. La mayoría de los tallos están lesionados o muertos.
9	100	---	Hojas y tallos están muertos.

3.3. Muestreo y Análisis foliares.

Para el muestreo foliar se tomaron 30 submuestras al azar de cada lote de 65 a 70 días después de la siembra, este muestreo consistió en tomar el cuarto foliolo de la planta de arriba hacia abajo, de tallos al azar. Después fueron lavadas y posteriormente secadas a temperatura ambiente. En total se realizaron seis lecturas para medir el daño causados por los tizones, tomando en cuenta aquella lectura que se realizó cuando se tomaron las muestras foliares. Las variedades que fueron muestreadas son: Alpha, Gigant, Atlantic, Mondial y Agria, solo que en esta ultima nada mas existía un lote, por lo que no se tomo en cuenta para los cálculos estadísticos. Dichas variedades las podemos apreciar en el Cuadro 3.3.1.

Estas muestras fueron analizadas utilizando equipo de absorción atómica para todos los elementos a excepción del nitrógeno y fosforo que se analizarón por el método de Kjeldahl y Olsen respectivamente.

Después de las lecturas obtenidas se procedió a correlacionar (correlación lineal multiple) el contenido de cada elemento en la planta con la severidad de los hongos, materia seca y rendimiento.

Cuadro 3.3.1. Variedades que fueron muestreadas en el trabajo de nutrición v.s. severidad de tizones: Agria, Alpha, Gigant, Atlantic y Mondial, y las lecturas tomadas. UAAAN, 1997

No. Lote	Variedad	Fecha de Siembra	Severidad del Tizón temprano (%)	Severidad de Tizón tardío (%)
1	Agria	2 mayo 97	10	10
2	Alpha	8 marzo 97	25	10
4	Alpha	16 mayo 97	10	10
5	Alpha	16 abril 97	10	5
8	Alpha	19 mayo 97	10	10
10	Alpha	16 abril 97	0	0
12	Alpha	12 abril 97	10	5
17	Alpha	28 mayo 97	10	10
18	Alpha	25 abril 97	10	5
19	Alpha	24 marzo 97	10	10
20	Alpha	9 mayo 97	10	10
24	Alpha	2 abril 97	5	5
27	Alpha	27 mayo 97	25	10
29	Alpha	16 abril 97	10	5
30	Alpha	26 mayo 97	10	10
3	Gigant	7 abril 97	0	0
7	Gigant	12 abril 97	0	0
11	Gigant	30 mayo 97	10	10
13	Gigant	5 abril 97	10	5
14	Gigant	5 marzo 97	10	0
15	Gigant	16 marzo 97	10	5
31	Gigant	10 marzo 97	50	25
6	Atlantic	16 mayo 97	10	15
9	Atlantic	16 abril 97	5	0
21	Atlantic	30 marzo 97	10	10
22	Atlantic	15 mayo 97	25	10
23	Atlantic	29 mayo 97	10	25
28	Atlantic	3 mayo 97	10	10
16	Mondial	30 mayo 97	10	10
25	Mondial	17 abril 97	5	5
26	Mondial	17 mayo 97	10	5

3.4. Manejo general del cultivo.

En la mayoría de los lotes los agricultores se prepararon bien en cuanto a labores culturales, realizando desde subsoleos hasta rastreos principalmente.

En cuanto a la fertilización, se hizo diferente en cada lote debido a que están ubicados en diferentes lugares y por consiguiente cada uno tiene su tipo de suelo y sus propios requerimientos.

Respecto al riego se les aplicaron entre 13 a 19 durante el ciclo del cultivo cada 6 ó 7 días dependiendo de que tan seguidos sean dichos riegos y de las condiciones ambientales que se tengan, estos con una lamina aproximada de una pulgada.

En cuanto a las malezas van aplicaciones de herbicidas post y pre-emergentes y labores culturales metiendo cultivadoras.

La aplicación de fungicidas son realizadas cada semana o cada 4 ó 5 días, dependiendo de las condiciones ambientales que se presenten, normalmente se dan un promedio de 15 aplicaciones para variedades de ciclo corto mientras que para variedades de ciclo largo se dan 19 aplicaciones. Aquí se utilizan fungicidas tanto de contacto como sistémicos, los fungicidas de contacto se usan para prevenir la presencia del hongo, mientras que los sistémicos se usan para controlar la enfermedad.

Las variedades estudiadas fueron Agria, Alpha, Gigant, Atlantic y Mondial. Estas se sembraron dentro de un rango de 20 a 25 cm entre planta y 90 a 95 cm entre surco. Estos rangos se tomaron en general para todos los lotes, pero se tiene en cuenta que cada agricultor tiene su propio criterio para la siembra.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4.1. Se presentan los resultados obtenidos de los análisis foliares en donde se determino la concentración de 10 elementos nutritivos para cada uno de los lotes y variedades estudiadas.

El Cuadro 4.2. se muestran los resultados de materia seca (kg/ha), rendimiento (ton/ha) y la severidad de los tizones *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani.*, para cada uno de los lotes y variedades estudiadas

En dichos resultados se observa que las concentraciones de algunos elementos minerales se encuentran dentro de los rangos establecidos por algunos autores, mientras que otros se encuentran por encima o por debajo de estos rangos, esto lo podemos apreciar en el cuadro 2.26.1. en el cual se encuentran los analisis foliares de la planta y el tuberculo.

4.1. Variedad Agria.

La variedad Agria no se tomo en cuenta en las correlaciones, debido a que solo un lote fue muestreado y no es suficiente para dicho propósito. En el Cuadro 4.1. los resultados obtenidos para cada uno de los elementos en dicha variedad, se mencionan. Lo anterior obedece a que la variedad no es muy común en la región, ya que segun los productores tienen mejor resultado otras, como, Alpha, Gigant, Atlantic y Mondial.

**Cuadro 4.1. Resultados del análisis foliar para cada uno de los lotes
y variedades de papa del trabajo de nutrición v.s. severidad de tizones.
UAAAN, 1997.**

No. Lote	Variedad	Cu Kg/ha	Zn Kg/ha	Fe Kg/ha	Mn Kg/ha	Mg Kg/ha	K Kg/ha	Ca Kg/ha	Na Kg/ha	P Kg/ha	N Kg/ha
1	Agria	0.049	0.062	0.518	0.727	31.50	100.30	70.80	37.00	5.80	94.80
2	Alpha	0.034	0.051	0.405	0.739	20.00	74.60	75.20	40.70	4.70	68.60
4	Alpha	0.061	0.125	0.292	1.641	31.17	166.20	47.20	49.10	7.50	103.90
5	Alpha	0.070	0.106	0.302	1.361	24.20	138.60	69.40	64.50	9.10	98.00
8	Alpha	0.068	0.147	0.459	2.053	44.10	209.60	11.23	96.90	6.90	147.10
10	Alpha	0.074	0.254	0.359	3.411	32.80	208.70	187.20	72.70	8.60	135.90
12	Alpha	0.071	0.200	0.317	2.748	34.90	222.70	103.10	93.80	6.90	153.40
17	Alpha	0.078	0.181	0.056	2.380	36.60	304.00	170.70	133.0	8.60	117.30
18	Alpha	0.252	0.123	0.432	1.590	41.26	192.20	128.60	88.50	5.80	94.50
19	Alpha	0.060	0.100	0.476	1.920	15.40	109.20	115.00	42.70	6.10	94.00
20	Alpha	0.113	0.165	0.660	2.420	41.00	267.30	162.10	124.4	11.40	174.40
24	Alpha	0.059	0.096	0.281	1.590	23.40	130.20	131.60	70.60	5.80	140.70
27	Alpha	0.040	0.075	0.012	0.537	15.00	61.20	47.60	35.30	4.80	97.80
29	Alpha	0.036	0.055	0.123	0.557	35.10	237.20	85.60	84.10	5.50	117.10
30	Alpha	0.049	0.052	0.512	0.460	14.00	70.70	39.00	36.60	5.20	109.30
3	Gigant	0.023	0.075	0.318	1.070	18.90	138.30	56.10	51.90	3.80	61.60
7	Gigant	0.072	0.192	0.405	2.536	65.90	127.00	11.65	59.00	6.30	164.70
11	Gigant	0.111	0.133	0.332	1.800	69.40	351.10	156.70	101.1	11.80	173.50
13	Gigant	0.046	0.143	0.173	2.070	26.40	244.90	134.10	108.7	6.90	76.90
14	Gigant	0.128	0.235	0.431	1.362	8.08	124.40	52.50	56.40	4.60	58.30
15	Gigant	0.053	0.242	0.494	2.020	31.60	210.30	130.40	88.40	4.30	71.70
31	Gigant	0.057	0.171	0.054	1.830	20.60	55.80	87.00	33.20	5.70	80.50
6	Atlantic	0.039	0.147	0.348	1.902	46.50	194.50	81.60	83.70	6.60	102.00
9	Atlantic	0.047	0.226	0.252	1.889	30.60	179.70	73.20	58.30	6.20	97.90
21	Atlantic	0.029	0.065	0.249	0.554	29.04	165.80	78.60	68.90	3.50	65.50
22	Atlantic	0.031	0.132	0.562	1.450	31.60	115.60	115.60	50.00	6.40	87.20
23	Atlantic	0.039	0.110	0.135	0.956	25.10	79.30	121.90	32.20	3.50	125.60
28	Atlantic	0.055	0.160	0.476	2.350	28.80	157.10	64.60	82.00	6.20	125.10
16	Mondial	0.088	0.088	0.237	1.210	31.80	194.70	87.80	101.6	9.80	120.40
25	Mondial	0.051	0.103	0.025	1.410	62.70	228.00	97.80	102.6	6.00	140.20

26	Mondial	0.054	0.156	0.168	1.320	40.70	212.10	156.30	107.7	5.00	111.60
----	---------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	------	--------

Cuadro 4.2. Resultados de materia seca, rendimiento y la severidad de los tizones en variedades de papa del trabajo nutrición v.s. severidad de tizones. UAAAN, 1997.

No. de lote	Variedad	Materia seca kg/ha	Rendimiento ton/ha	Severidad % Tizón temprano	Severidad % Tizón tardío
1	Agría	2606	31	10	10
2	Alpha	2132	15	25	10
4	Alpha	2361	45	10	10
5	Alpha	2723	48	10	5
8	Alpha	3589	39	10	10
10	Alpha	4384	34	0	0
12	Alpha	3569	42	10	5
17	Alpha	3556	40	10	10
18	Alpha	2865	35	10	5
19	Alpha	3034	34	10	10
20	Alpha	4714	50	10	10
24	Alpha	2759	22	5	5
27	Alpha	2510	30	25	10
29	Alpha	3081	32	10	5
30	Alpha	2602	32	10	10
3	Gigant	1990	58	0	0
7	Gigant	4019	46	0	0
11	Gigant	4959	44	10	10
13	Gigant	3345	42	10	5
14	Gigant	1838	54	10	0
15	Gigant	2655	32	10	5
31	Gigant	2717	40	50	25
6	Atlantic	2835	38	10	15
9	Atlantic	2975	45	5	0
21	Atlantic	1873	34	10	10
22	Atlantic	3230	36	25	10
23	Atlantic	2463	25	10	25
28	Atlantic	3476	33	10	10
16	Mondial	3541	44	10	10

25	Mondial	3690	42	5	5
26	Mondial	3017	35	10	5

4.2. Variedad Alpha.

En esta se presento la mayor significancia en las correlaciones de los elementos, tanto con los tizones como con materia seca y rendimiento.

El Cuadro 4.2.1. se refiere a una matriz de correlacione múltiple, entre valores de nutrientes absorbidos por hectárea, severidad de tizones rendimiento y materia seca.

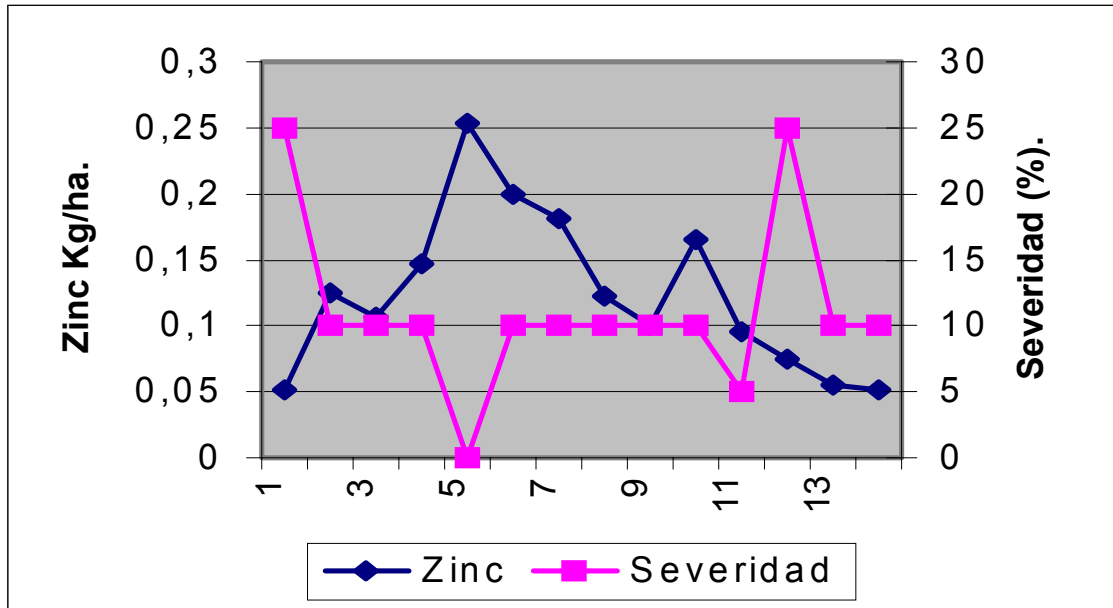
En cuanto a la relación de los elementos, con el tizón temprano (*Alternaria solani*), la correlación entre el cobre, fierro, magnesio, potasio, calcio, sodio y fósforo y severidad del hongo, no existe, por lo que podemos decir que estos elementos no influyen en el ataque de dicho patógeno. Y la relación entre el tizón temprano y el rendimiento no fue significativa. Esto lo podemos apreciar en el Cuadro 4.2.1.

Mientras que para el zinc, manganeso, nitrógeno y la materia seca si se obtuvo relación significativa, esto quiere decir que tanto estos nutrientes como la materia seca si influyen en la disminución del ataque del tizón temprano.

En la gráfica 4.2.1. se muestra la concentración de zinc y la severidad del tizón temprano. Aquí podemos observar de manera general, que al aumentar la concentración del zinc, la severidad del daño disminuye, con una relación estadísticamente significativa ($r = -0.5791$), ($P < 0.05$).

Lo anterior con el respaldo en Huber (1980), donde dice que el zinc es determinante para la síntesis de algunas auxinas y enzimas, así como la

producción de algunos exudados, los cuales favorecen el desarrollo de raíces.
Por consiguiente mayor resistencia al ataque de enfermedades.

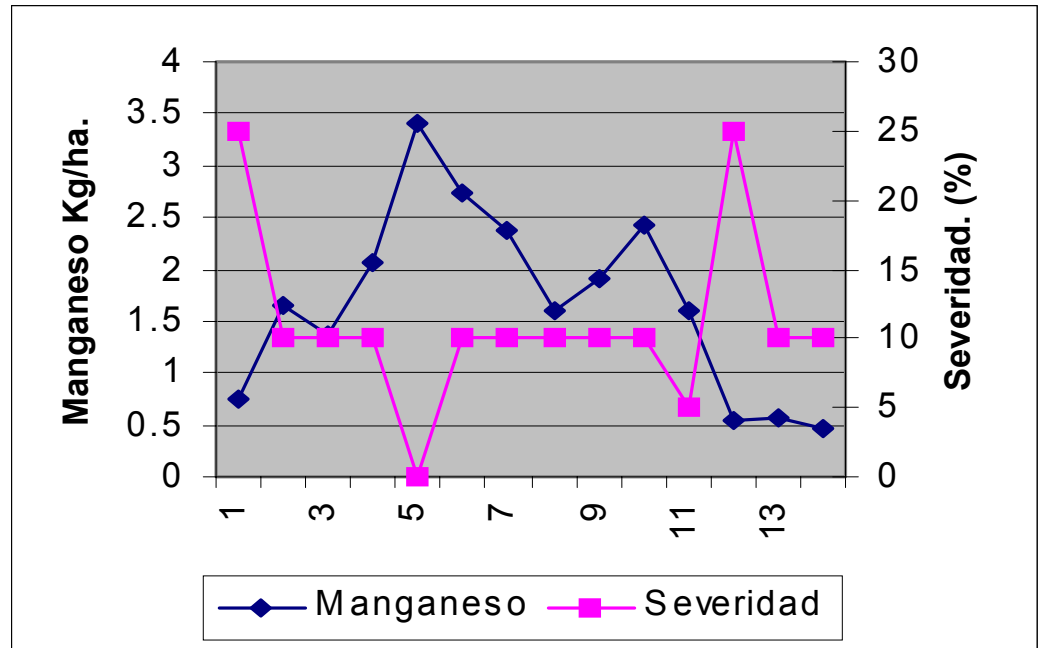


Gráfica 4.2.1. Relación entre contenido de zinc absorbido por hectárea con el porcentaje de severidad del tizón temprano (*Alternaria solani*) de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

En lo que concierne al manganeso, este presentó un comportamiento similar al zinc (Gráfica 4.2.2.), con una relación estadística significativa de ($r=-0.628$). ($P < 0.05$) resultado entre este elemento y la severidad provocada por el tizón temprano.

Huber (1980) y Narro (1995), expresaron que el manganeso es determinante para la síntesis de la clorofila y en los procesos de oxidación-reducción en el sistema de transporte electrónico en la fotosíntesis, lo cual es

esencial para el incremento de su vigor. Ver Gráfica 4.2.2.

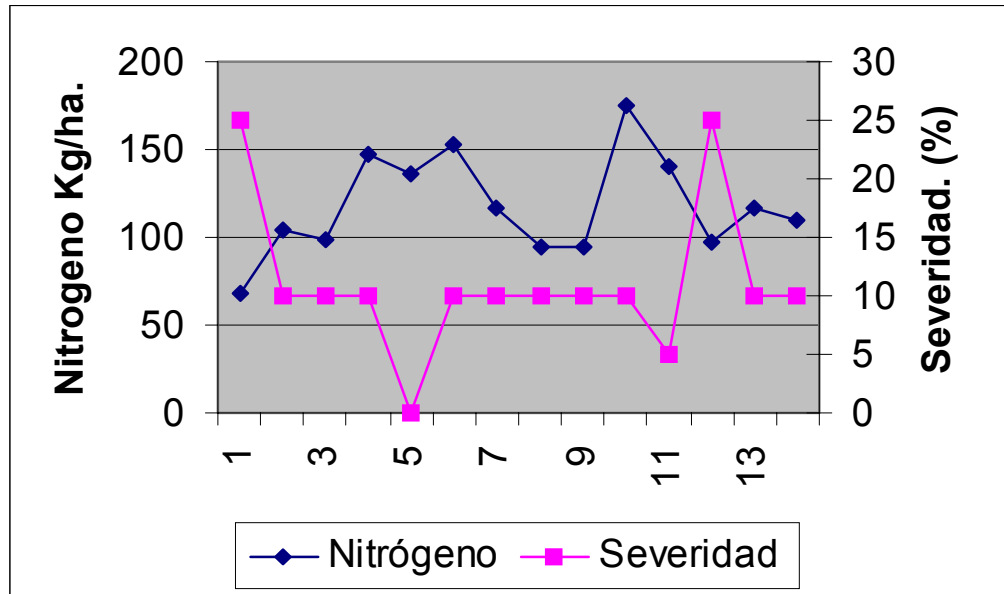


Gráfica 4.2.2. Relación del contenido de manganeso absorbido por hectárea con el porcentaje de severidad del tizón temprano. (*Alternaria solani*) de la variedad Alpha UAAAN, 1997.

Para el nitrógeno Huber (1980), indico que es el cuarto elemento más abundante en las plantas y que el tiempo de aplicación de los fertilizantes a base de este elemento es determinante para la resistencia o susceptibilidad a enfermedades.

Lo anterior lo denota la Gráfica 4.2.3. ya que los contenidos de nitrógeno en los diferentes sitios de muestreo en el área de estudio tendieron a ser altos y la severidad baja. Esto quiere decir, que a mayor concentración del elemento el

ataque del tizón temprano al cultivo fue mínimo. Con una correlación estadística significativa de $r = -0.5448$, ($P < 0.05$). (Gráfica 4.2.3.).

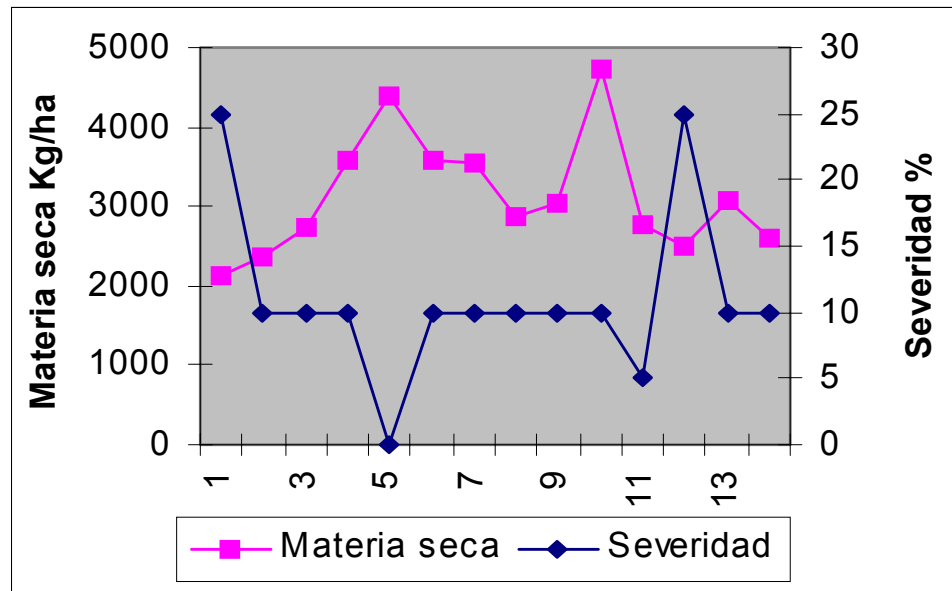


Gráfica 4.2.3. Relación del contenido de nitrógeno absorbido por hectárea con el porcentaje de severidad del tizón temprano (*Alternaria solani*) de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

Respecto a la severidad del tizón temprano con la materia seca se presento una correlación de $r = -0.5481$ ($P < 0.054$). Esto indica que a medida que se tiene mayor materia seca la severidad tiende a disminuir, lo cual manifiesta una mayor fotosíntesis y respiración por el bajo daño en el follaje. Ver Grafica 4.2.4.

Una relación está presente entre el contenido de los elementos y una

disminución en la severidad, al incrementar los procesos fisiológicos de la



planta sin obstáculos. (Narro, 1995).

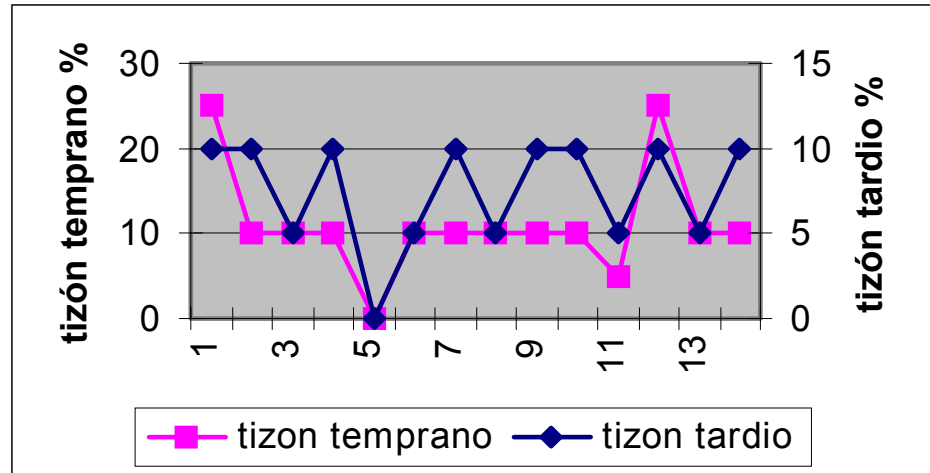
Gráfica 4.2.4. Relación del contenido de materia seca con el porcentaje de severidad del tizón temprano (*Alternaria solani*) en la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

En lo concerniente a la severidad del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con la relación de los elementos minerales, materia seca y rendimiento, esta no fue significativa en dicha variedad (Ver Cuadro 4.2.1.).

Esto indica, que tanto el contenido de los elementos como el de materia seca y rendimiento no afectan la severidad del tizón tardío.

Por otra parte si hay relación entre los dos tizones con un valor de

$r = 0.5862$ ($P < 0.05$), con esto podemos decir que ambos tizones están presentes y considerar que el tiempo de aparición de cada uno es variable. Ver



Grafica 4.2.5. (Narro, 1995).

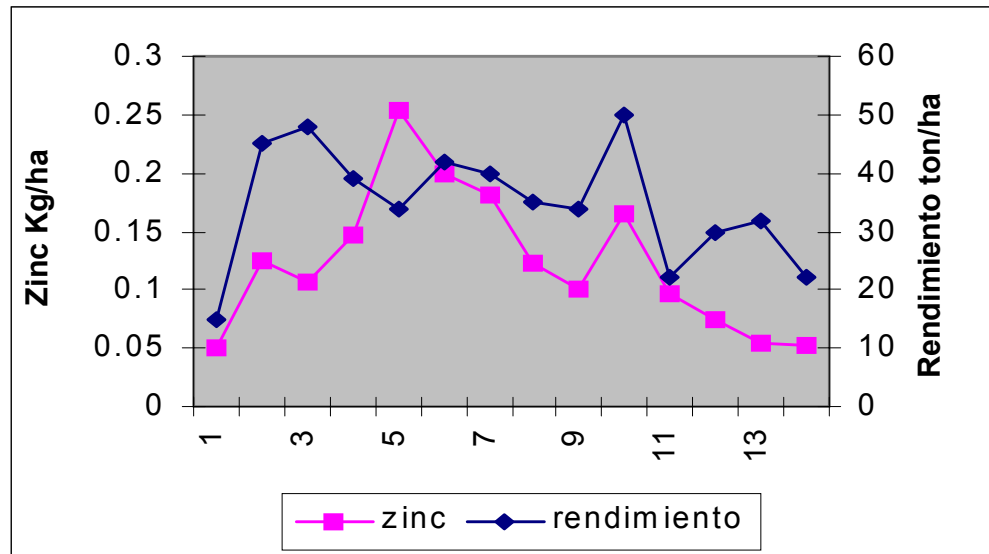
Gráfica 4.2.5. Relación entre el porcentaje de severidad de los tizones *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* en la variedad Alpha . UAAAN, 1997.

Respecto a la relación del rendimiento con el contenido de elementos minerales en el follaje, el cobre, hierro, manganeso, calcio, nitrógeno y la materia seca no influyeron, mientras que el zinc, magnesio, potasio y sodio fueron significativos con coeficientes de correlación de $r = 0.5486$, 0.5696 , 0.6223 y 0.5485 respectivamente y el fósforo fue altamente significativo con $r = 0.7992$.

Con esto podemos decir que a medida que aumentamos dichos elementos el rendimiento tiende a aumentar.

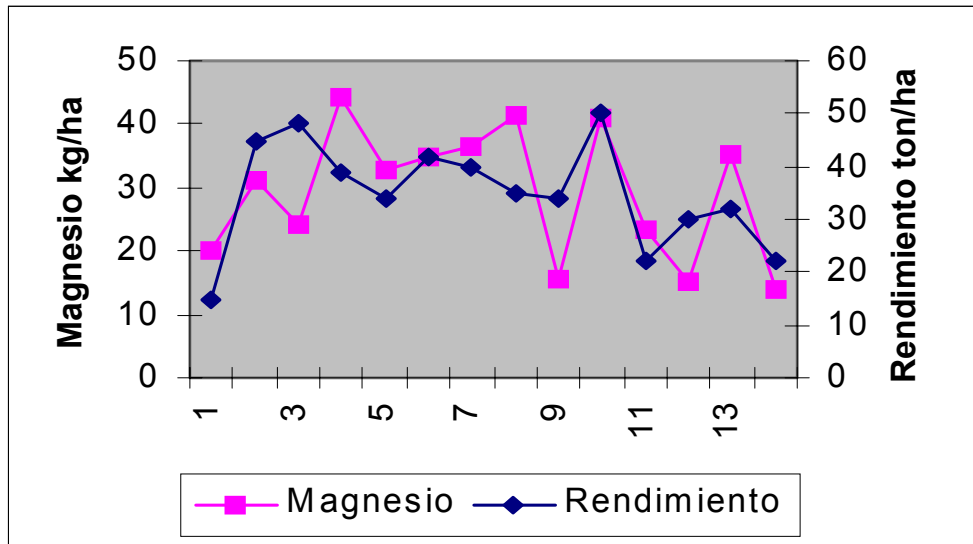
Para producir altos rendimientos y productos de calidad, es indispensable una buena nutrición vegetal, la cual depende de muchos factores, tales como la

calidad del suelo cultivado, la oportunidad del riego, el clima que predomine durante la estación del crecimiento, las necesidades de las plantas y del manejo del agricultor para minimizar cualquier problema que produzca condiciones de

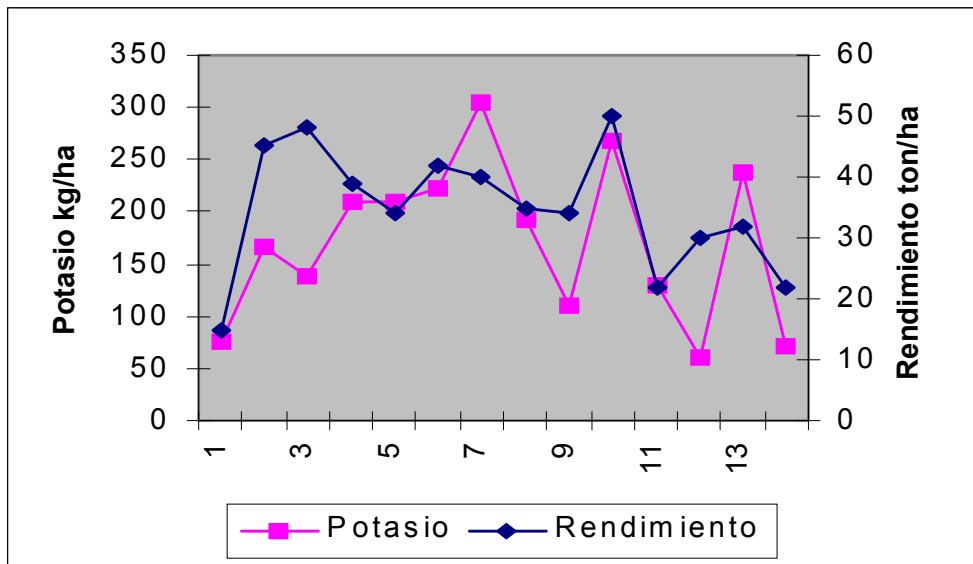


deficiencia en las plantas y por consecuencia bajos rendimientos. (Narro, 1995).

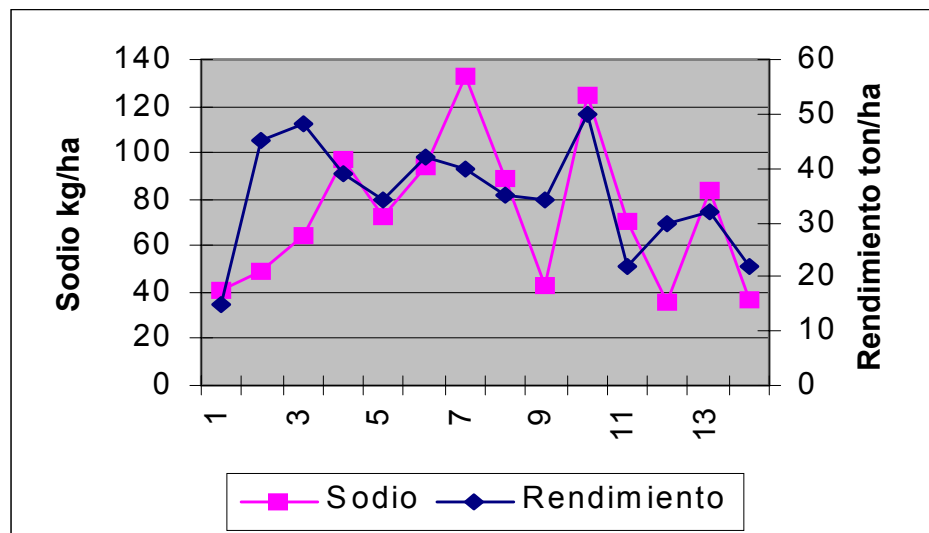
Gráfica 4.2.6. Relación del contenido de zinc absorbido por hectárea con el rendimiento de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



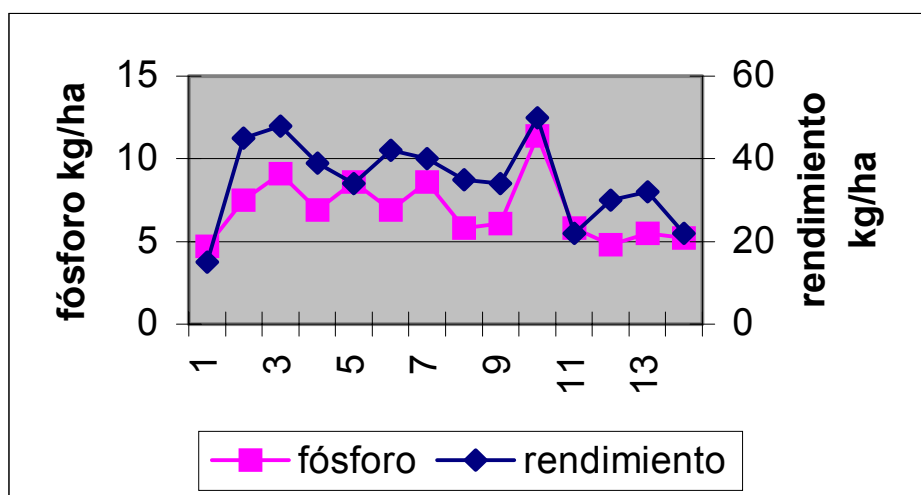
Gráfica 4.2.7. Relación del contenido de magnesio absorbido por hectárea con el rendimiento de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.2.8. Relación del contenido de potasio absorbido por hectárea con el rendimiento de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



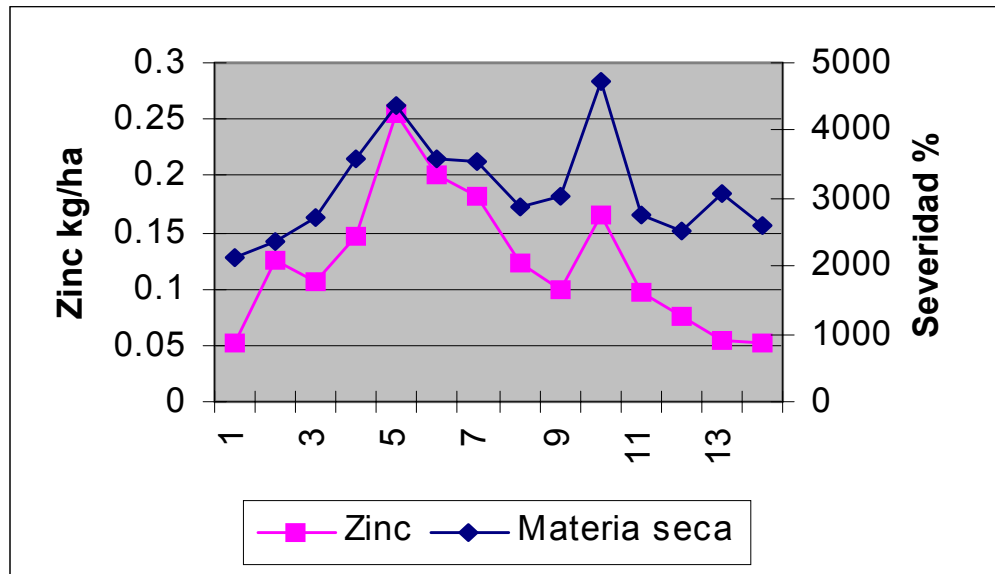
Gráfica 4.2.9. Relación del contenido de sodio absorbido por hectárea con el rendimiento de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



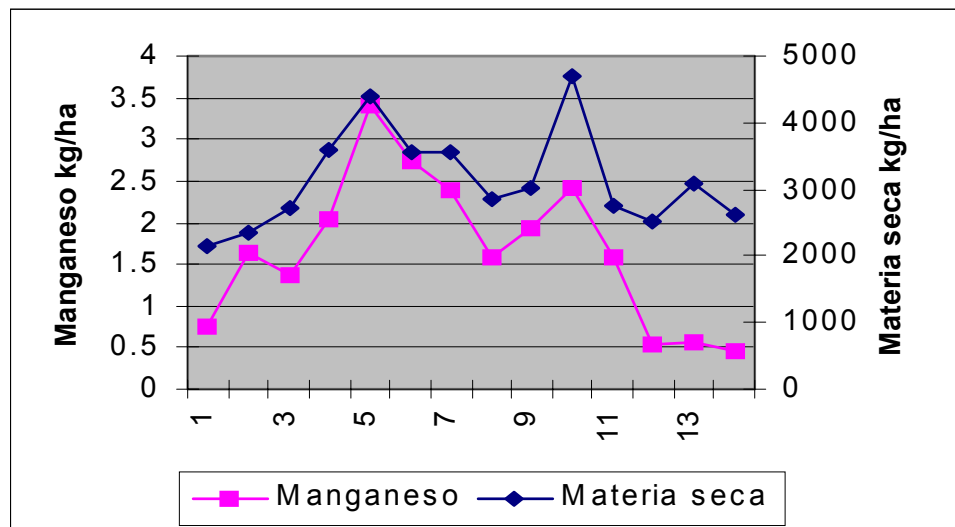
Gráfica 4.2.10. Relación del contenido de fósforo absorbido por hectárea con el rendimiento de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

En cuanto a la relación de la materia seca con las concentraciones de los elementos se obtuvo una correlación altamente significativa para el zinc, manganeso, potasio, sodio fósforo y nitrógeno con valores de $r = 0.7817, 0.7817, 0.7322, 0.7233, 0.7377$ y 0.8057 mientras que para magnesio y calcio solamente fue significativa, con valores de $r = 0.61258$ y 0.6147 .

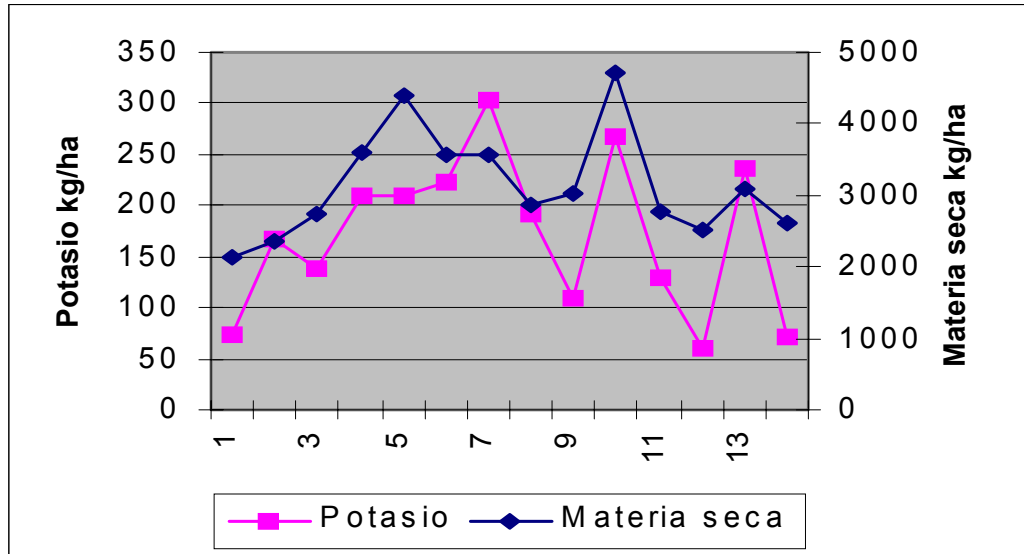
Con esto lógicamente podemos decir que a medida que aumenta la materia seca, el contenido de los elementos también. Es aquí la importancia de tener la disponibilidad de los elementos para un buen crecimiento y desarrollo de la planta, por consecuencia un follaje frondoso, ya que las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o más elementos de los cuales solo 16 se consideran esenciales, ya que forman parte de moléculas básicas para la fisiología y metabolismo vegetal, y las plantas no pueden completar su ciclo de vida si falta alguno de ellos.



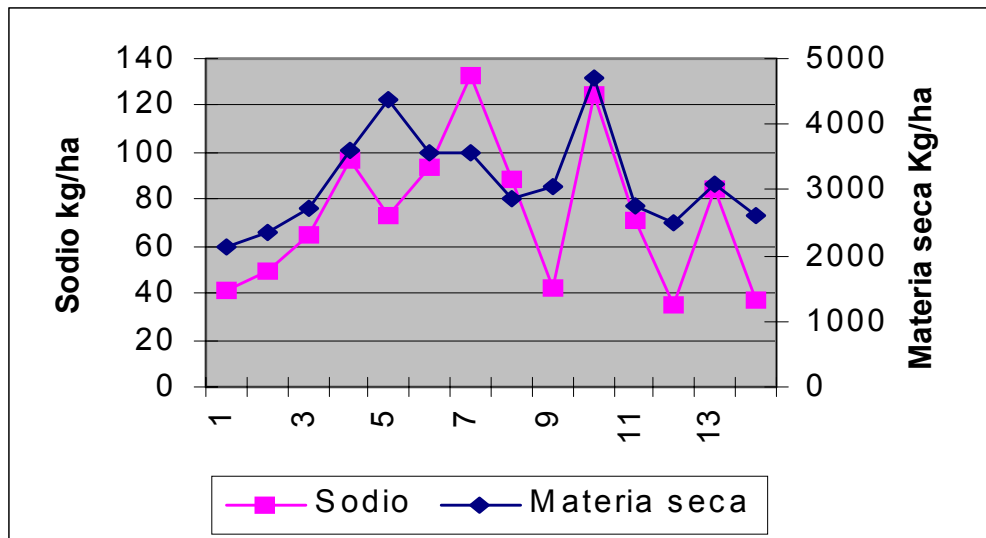
Gráfica 4.2.11. Relación del contenido de zinc absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



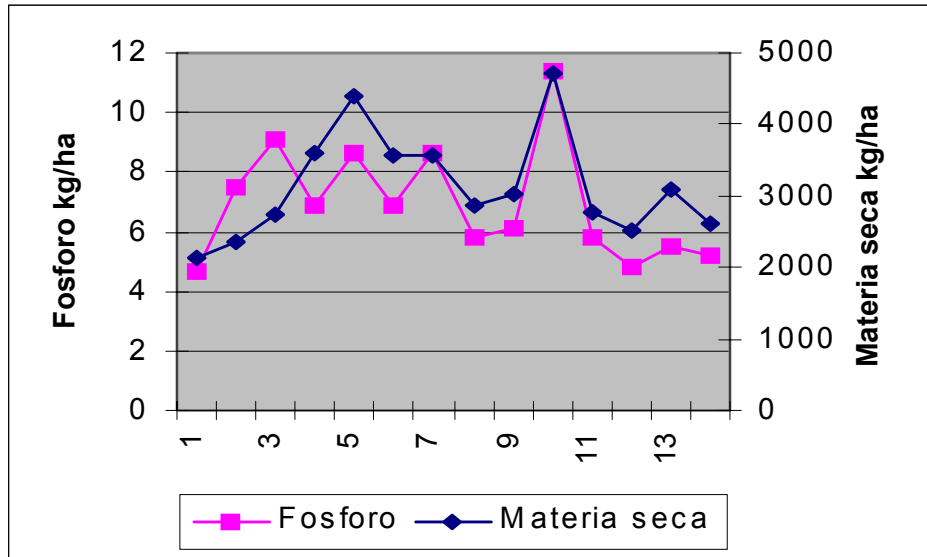
Gracia 4.2.12. Relación del contenido de manganeso absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



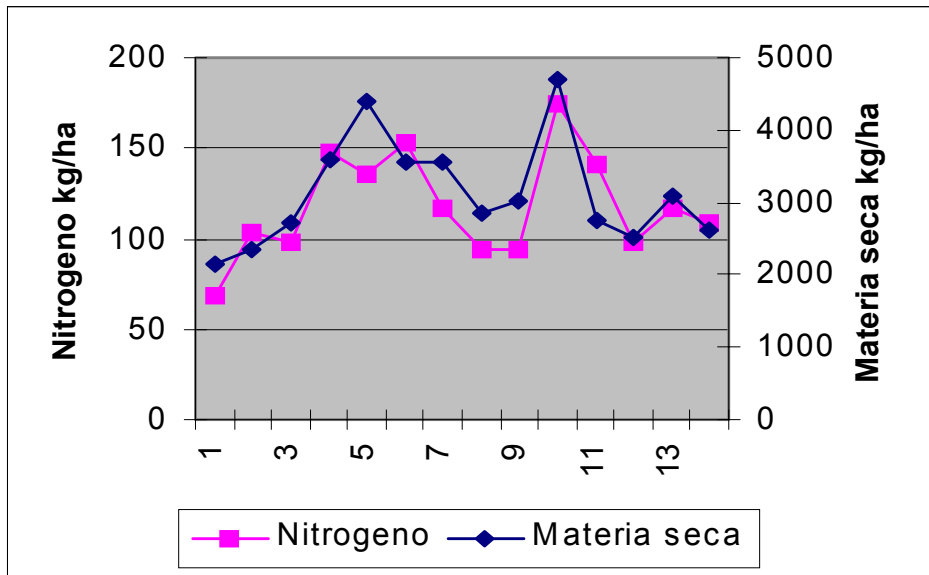
Gráfica 4.2.13. Relación del contenido de potasio absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



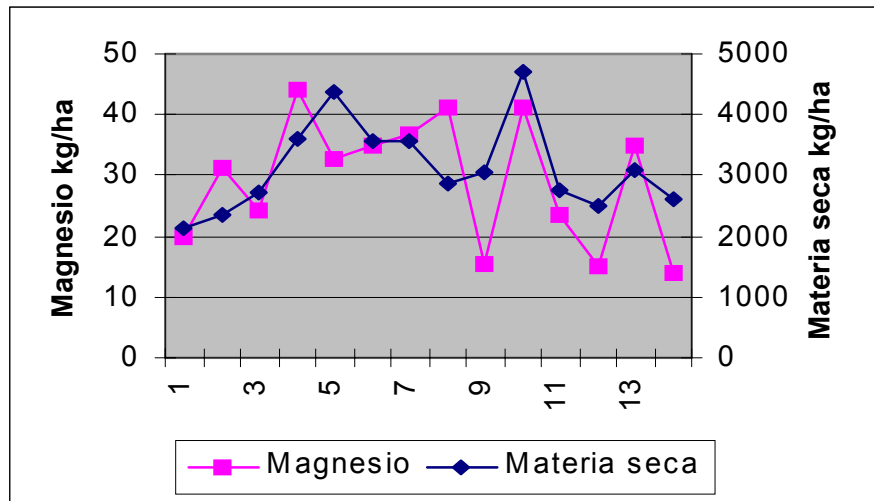
Gráfica 4.2.14. Relación del contenido de sodio absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



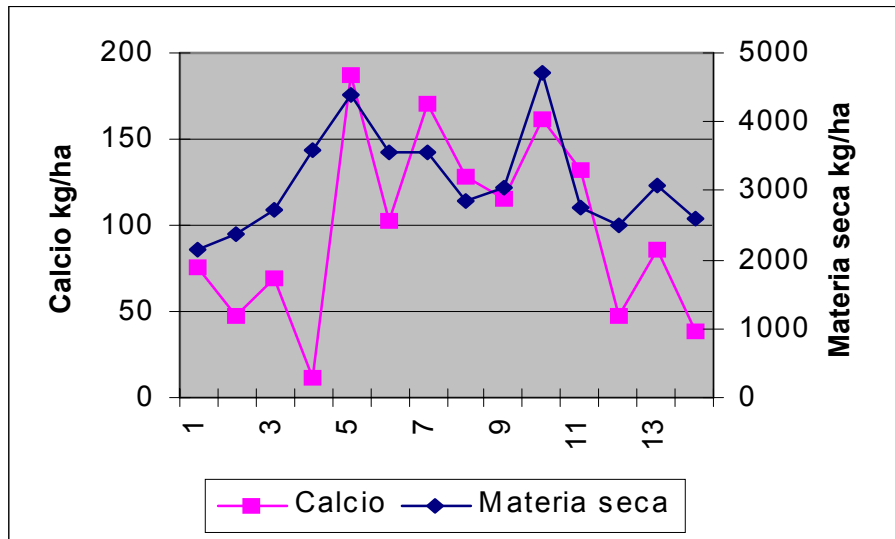
Gráfica 4.2.15. Relación del contenido de fósforo absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.2.16. Relación del contenido de nitrógeno absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.2.17. Relación del contenido de magnesio absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

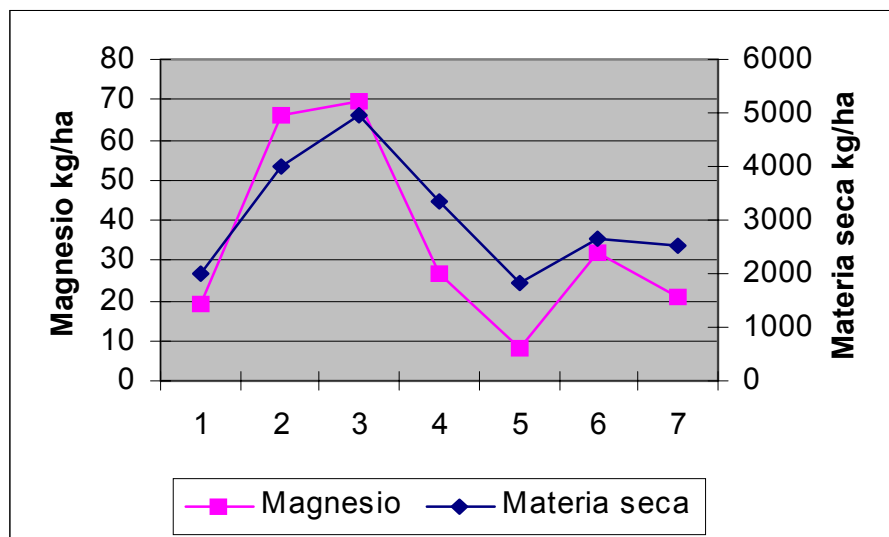


Gráfica 4.2.18. Relación del contenido de calcio absorbido por hectárea con la materia seca en de la variedad Alpha. UAAAN, 1997.

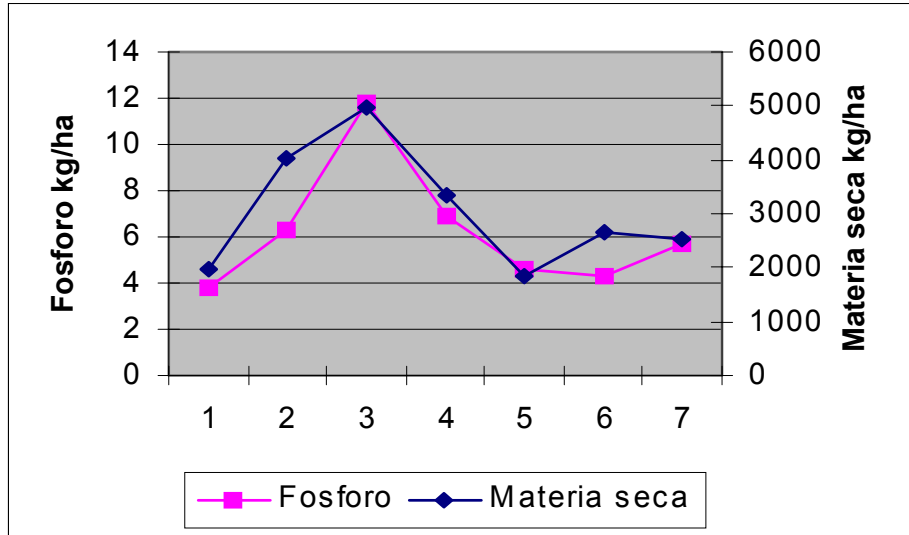
4.3. Variedad Gigant.

Aquí el contenido de los elementos no correlacionó con los tizones (*Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*), esto quiere decir, que para esta variedad la cantidad de los elementos no influye en el ataque de los patógenos.

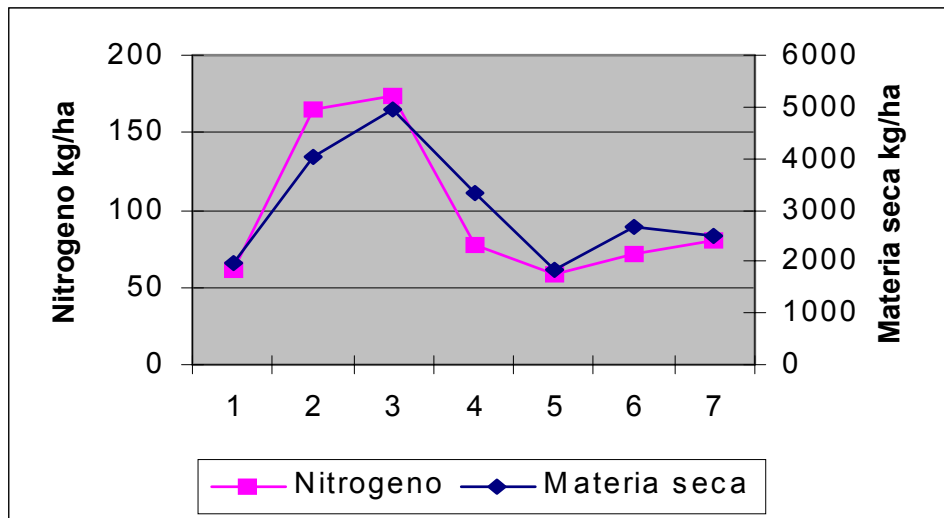
En cuanto al rendimiento, tampoco se obtuvo relación con los elementos. Respecto a la materia seca no podemos decir lo mismo, ya que con el magnesio, el fósforo y el nitrógeno se obtuvo una relación altamente significativa con coeficientes de correlación de $r = 0.9361$, 0.8955 y 0.9247 respectivamente, por consiguiente entre mas sean las concentraciones de los elementos, mayor cantidad de materia seca tendremos.



Gráficas 4.3.1. Relación del contenido de magnesio absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Gigant. UAAAN, 1997.



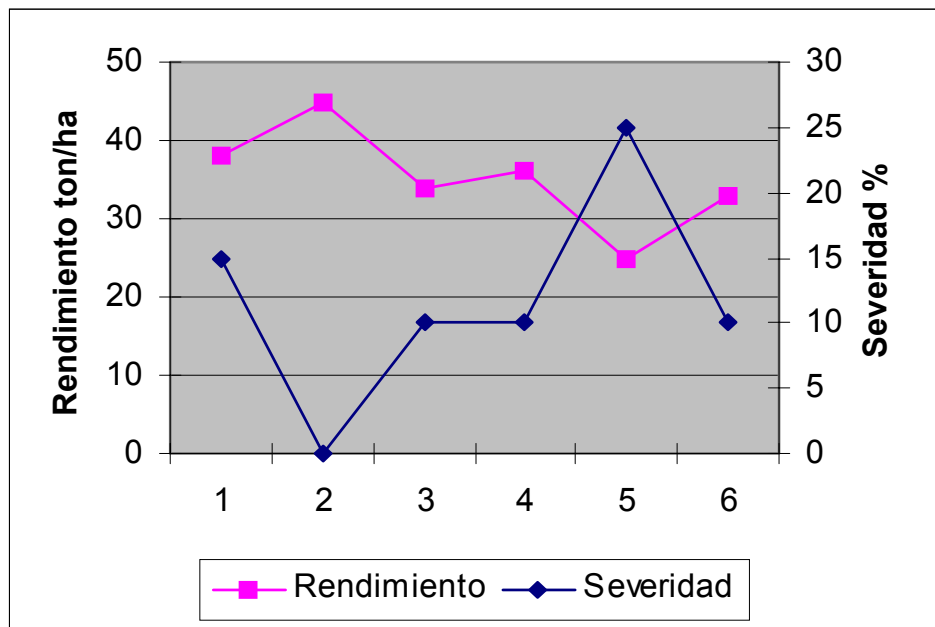
Gráfica 4.3.2. Relación del contenido de fósforo absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Gigant. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.3.3. Relación del contenido de nitrógeno absorbido por hectárea con la materia seca de la variedad Gigant. UAAAN, 1997.

4.4. Variedad Atlantic

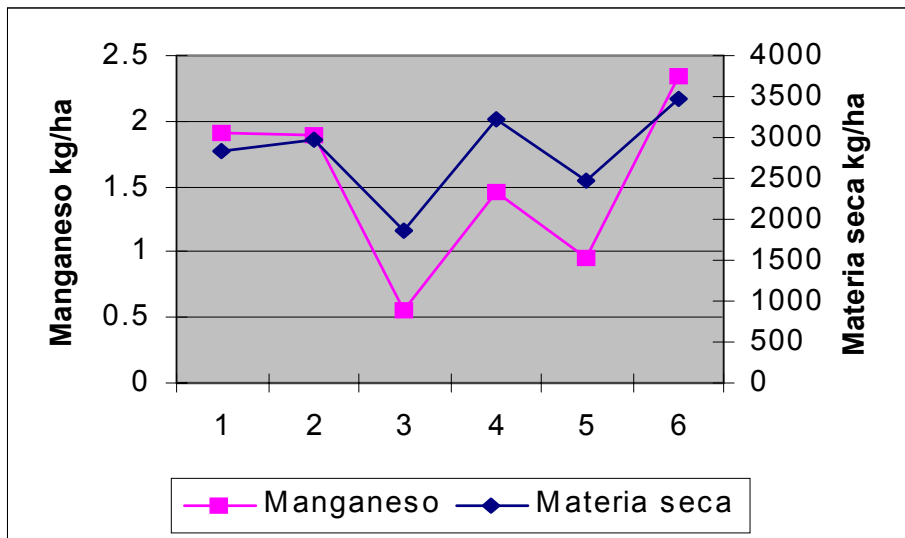
Según la matriz de correlaciones, los elementos no se relacionaron con los tizones, solamente el rendimiento y la materia seca fueron significativos. El rendimiento con el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con un valor de correlación de $r = -0.8844$. Con esto podemos decir que a medida que el tizón disminuye el rendimiento aumenta. (Gráfica 4.2.22.)



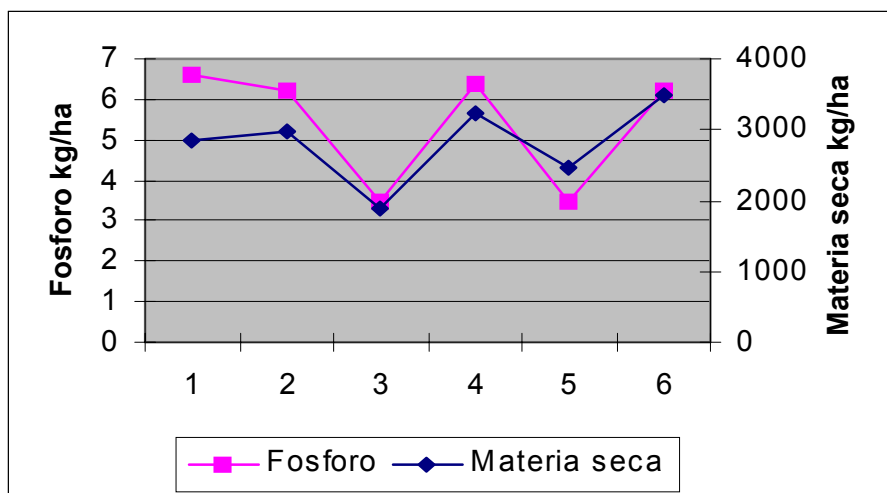
Gráfica 4.4.1. Relación entre el rendimiento y la severidad del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la variedad Atlantic. UAAAN, 1997.

Respecto a la materia seca esta fue significativa con el manganeso y el fósforo con valores de correlación de 0.8851 y 0.8376 ($P < 0.05$) respectivamente, en este caso mientras mas sea el elemento absorbido, mayor

será el contenido de la materia seca.



Gráfica 4.4.2. Relación entre el contenido de manganeso absorbido por hectarea y la materia seca de la variedad Atlantic. UAAAN, 1997.



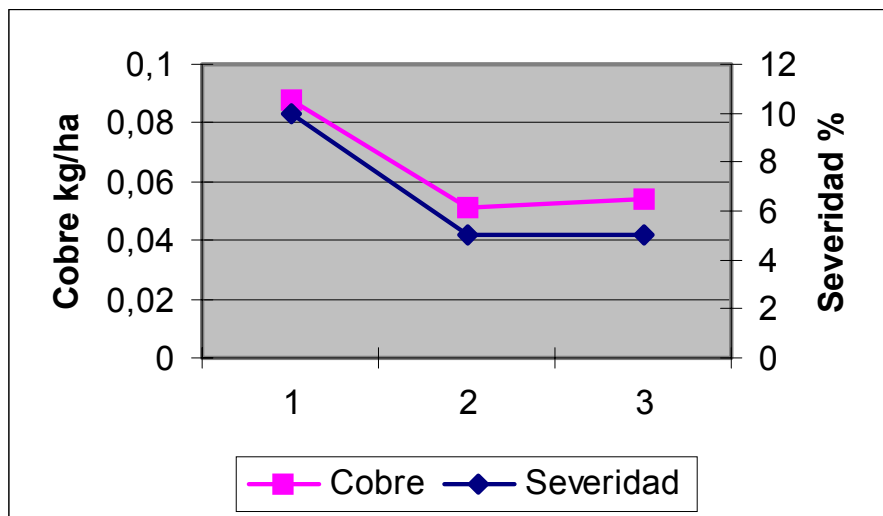
Gráfica 4.4.3. Relación entre el contenido de fósforo absorbido por hectarea y la materia seca de la variedad Atlantic. UAAAN, 1997.

4.5. Variedad Mondial

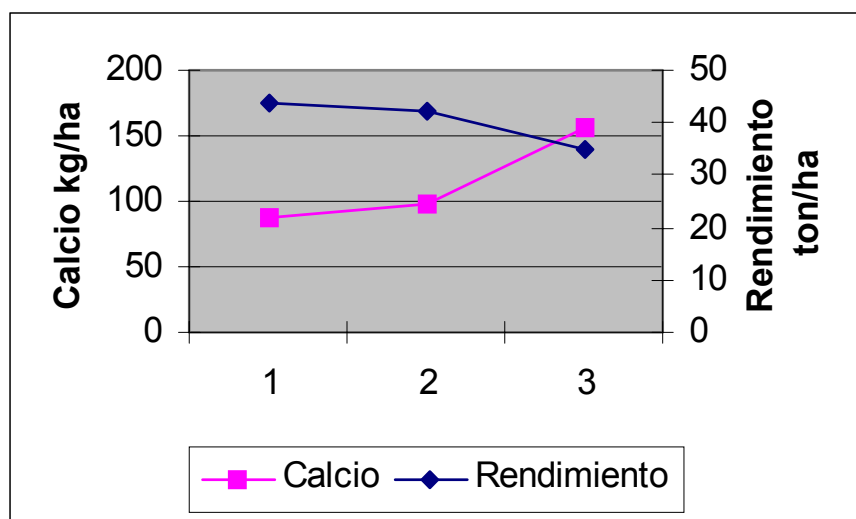
En el Cuadro 4.2.1. Para la variedad Mondial se aprecia como las correlaciones del tizón temprano con todos los elementos nutritivos fueron estadísticamente no significativos, lo cual establece que no se presenta ninguna relación entre estas variables.

Para el caso del tizón tardío, se puede observar que éste solo tiene relación con el cobre con $r= 0.997$. Los demás elementos no son significativos. Aquí surge una discrepancia, estadísticamente al aumentar la concentración del elemento aumenta la severidad del hongo. Esto es a causa de que el coeficiente de correlación (r) es positivo. En la situación practica y real tenemos altos contenidos del elemento ($> 20\text{ppm}$), según las normas de Beneton (1991) y bajos porcentajes de severidad (5 a 10%), de acuerdo a lo establecido por el Centro internacional de la Pàpa. Esto es lo lógico.

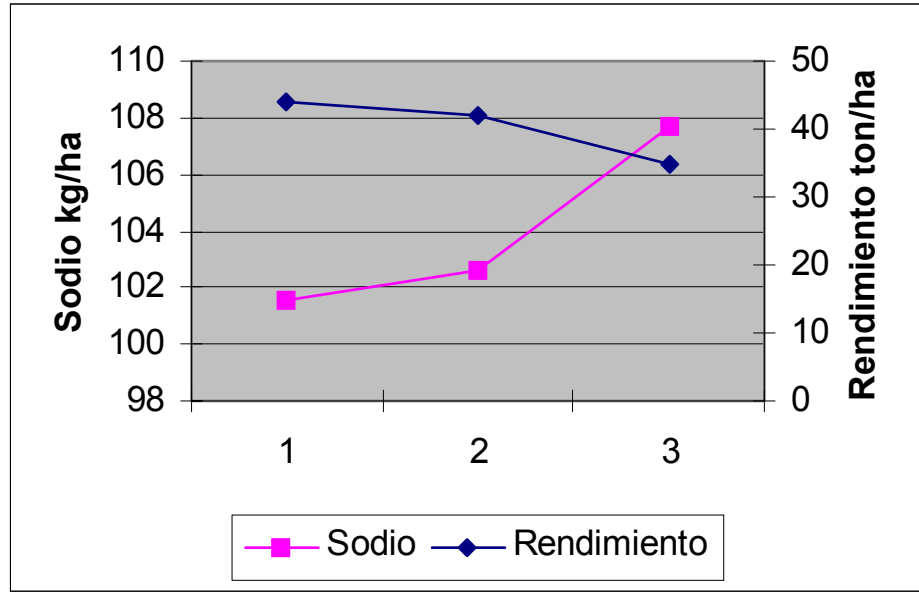
El rendimiento correlaciono con el calcio y el sodio, con $r= -0.997$ y -0.998 respectivamente. Esto es, gracias a que a medida que el calcio y el sodio fueron altos en el tejido vegetal, el rendimiento de papa fue menor.



Gráfica 4.5.1. Relación entre el contenido de cobre absorbido por hectarea y la severidad del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en la variedad Mondial. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.5.2. Relación en el contenido de calcio absorbido por hectarea con el rendimiento de la variedad Mondial. UAAAN, 1997.



Gráfica 4.5.3. Relación entre el contenido de sodio absorbido por hectarea y el rendimiento de la variedad Mondial. UAAAN, 1997.

5. CONCLUSIONES

1.- Para la variedad Alpha, el zinc, manganeso, potasio, sodio, fósforo, y nitrógeno presentaron una correlación altamente significativa, y el magnesio y el calcio una relación significativa en función a la materia seca, mientras que el zinc, magnesio, potasio y sodio fueron significativos y el fósforo altamente significativo en relación al rendimiento.

El tizón temprano es afectado por el zinc, manganeso, nitrógeno y la materia seca, con una relación significativa.

Los elementos minerales no tuvieron ninguna correlación con el tizón tardío, lo que indica que el contenido de estos no afecta la severidad.

2.- En la variedad Gigant, solamente el magnesio, fósforo y nitrógeno afectaron a la materia seca, mientras que el rendimiento no presentó ninguna correlación con los elementos.

Los tizones tampoco fueron influenciados por los elementos en esta variedad, solamente se obtuvo una relación altamente significativa entre los tizones, por lo que podemos decir que están muy relacionados entre sí, y que al aparecer uno, el otro también se presenta

3.- Para la variedad Atlantic, solamente el manganeso y el fósforo tuvieron influencia sobre la materia seca, y respecto al rendimiento los elementos no lo influenciaron.

Los tizones no fueron afectados por los elementos minerales, solamente el tizón tardío tuvo una relación significativa con el rendimiento, lo que quiere decir que a medida que disminuye el tizón tardío, el rendimiento aumentara.

4.- En la variedad Mondial, el zinc fue significativo ante la materia seca, mientras que el calcio y el nitrógeno afectaron al rendimiento, por otra parte tampoco se tuvo influencia de los elementos sobre los tizones, a excepción del cobre, en donde se presentó una correlación positiva con un valor de $r=0.9973$, el cual sí tuvo efecto sobre la severidad.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Agrios, G.N.1996. Fitopatología. Reimpresión de la Segunda Edición. Editorial Limusa, S.A de C.V. México D.F. pag. 317.
2. Alexopoulos, C. J. and Mims, C. W. 1982. Introductory Mycology. Third Edition. Jhon Willey & Sons, New York.
3. Báez, P. M. 1983. La Papa (*Solanum tuberosum*) Monografía, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mex.
4. Bennet, W. F. 1993. Nutrient Deficiencies & Toxicitis In Crop Plant. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minesota.
5. Benton, J. J; Wolf B. and . Mills, H. 1991. Plant Analysis Handbook. pag. 184.
6. Cassares, E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera Edición. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Pags. 281-283.
7. Centro Internacional de la Papa. 1996. Informe Anual. Impreso en Lima, Perú.
8. Cepeda, S. M. 1984. Revisión Bibliográfica del Tizón Temprano (*Alternaria solani*). Boletín 21. Departamento de Parasitología. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
9. De la Garza, G.J.L. 1996. Fitopatología General. Primera Edición. U.A.N.C. Méx. Pag. 185,1813.

10. De la Morena, I., Guillen, A. and Gracia del Moral, L. F. 1994. Yield development in potatoes as influenced by cultivar and the timing and Level of nitrógeno fertilization. *American Potato Journal*. 71(3):249-251
11. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 1997. Primera Edición, Ediciones PLM S.A. de C.V. México D. F.
12. Hooker, W. 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de Lima, Perú.
13. Huber, D. M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. In: "Plant disease: An advanced treatise". (J. G. Horsfall and E. B. Cowling, eds). Vol. V, pag.381-406.
14. Maldonado, A. V. 1982. Papa. Alimento base del pueblo mexicano. Folleto Informativo. México D. F. pag. 8.
15. Manners, J. G. 1986. Introducción a la Fitopatología. Primera Edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D. F. pag. 144.
16. Montaldo, A. V. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Primera Edición. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. pag. 39-40.
17. Montaldo, A. V. 1991. Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. Segunda Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. pag. 28.
18. Narro, F. E. y Ortega R. M. 1986. Predicción del requerimiento de fertilizante fosfatado del cultivo de papa. Reunión Sobre Investigación y Análisis de la Problemática de la Papa. Saltillo, Coahuila, México, D.F. pag.4-5.

19. Parsons, M. D. 1982. Manual para Educación Agropecuaria: Papas. Primera Edición, Editorial Trillas S. A. de C. V. México D. F. pags. 9-123.
20. Phillips, M. Wilberth. A. y Keane P.J. 1996. El Genero *Phytophthora* II, *P. cinnamomi*, *P. infestans* y *P. palmivora*, tres especies contrastantes. Manejo Integrado de Plagas. No 39, pags. 40-63.
21. Pscheidt, J.W. and. Sterenson, W. R. 1998. The critical period for control of early blight (*Alternaria solani*) of potato. American Potato Journal. 65(8): 425-427.
22. Soto, G. L. F. 1997. Evaluación de Variedades de Papa (*Solanum tuberosum*) con Criterios Morfológicos, Fisiológicos y de Rendimiento. Tesis, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pag. 34-38.
23. Valadéz, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. Primera Edición, Editorial Limusa. S. A. de C. V. México D.F. pag. 212-219.
24. Walker J C. 1973. Patología Vegetal. Segunda Edición . Editorial McGraw-Hill Book Company, Inc de New York. Pag. 239,317.
25. Walker, J. C. 1989. Producción de Hortalizas. Primera Edición, Editorial Limusa, S. A. de C.V. México, D. F.

7. APENDICE

Cuadro 7.1. Temperaturas medias de los meses de Abril a Octubre de 1997 de Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Mes	Temperaturas máximas (promedio mensuales)	Temperaturas mínimas (promedio mensual)
Abril	19.77	4.45
Mayo	24.74	6.34
Junio	26.63	9.42
Julio	25.49	9.57
Agosto	26.84	7.42
Septiembre	26.03	5.23
Octubre	22.07	4.77

(UAAAN, 1997)

Cuadro 7.2. Temperaturas medias de los meses de Abril a Julio de 1997 de Galeana, Nuevo Leon.

Mes	Temperaturas máximas (promedio mensuales)	Temperaturas mínimas (promedio mensual)
Abril	19.8	4.5
Mayo	26.1	10.6
Junio	No se tomo	No se tomo
Julio	24.2	13.5

(UAAAN, 1997)

Rendimiento en ton/ha. Del cultivo de papa en los 31 lotes estudiados. UAAAN, 1997.			
Lote 1: 31	Lote 9: 45	Lote 17: 40	Lote: 25: 42
Lote 2: 15	Lote 10: 34	Lote 18: 35	Lote 26: 35
Lote 3: 58	Lote 11: 44	Lote 19: 34	Lote 27: 30
Lote 4: 45	Lote 12: 42	Lote 20: 50	Lote 28: 33
Lote 5: 48	Lote 13: 42	Lote 21: 34	Lote 29: 32
Lote 6: 38	Lote 14: 54	Lote 22: 36	Lote 30: 22
Lote 7: 46	Lote 15: 32	Lote 23: 25	Lote 31: 40
Lote 8: 39	Lote 16: 44	Lote 24: 22	

