

2 cop.

Dr. Lino Villanar

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA



SUB-GERENTE DESARROLLO

REGIONAL 5

DISTRITOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
PASTO - IPIALES
ESTACION EXPERIMENTAL OBONUCO
DESARROLLO RURAL INTEGRADO

17 JUL. 1984

EL CULTIVO DE LA PAPA

3959
2cop

PASTO, JUNIO 11-15 DE 1979

3 cop

SUB-GERENTE DESARROLLO

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
REGIONAL 5

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

DISTRITOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

PASTO - IPIALES

ESTACION EXPERIMENTAL OBOUCO

DESARROLLO RURAL INTEGRADO

EL CULTIVO DE LA PAPA

COMPENDIO Nro. 34

Pasto, Junio 11 - 15 / 79

3^o

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

CONTENIDO

Página

FISIOLOGIA DE LA SEMILLA	1 01
INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS ✓	10 02
* FERTILIZACION DE LA PAPA/ (Solanum tuberosum L.)	
EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	29 03
LABORES PARA EL CULTIVO DE LA PAPA x	49 - 04
CRECIMIENTO DEL CULTIVO	65 05
ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN EL CULTIVO DE ✓	
LA PAPA Y USO DE TECNICAS DE DIAGNOSTICO	83 06
ENFERMEDADES FUNGOSAS DE LA PAPA	92 07
EL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN NARIÑO	105 08
PLAGAS DE LA PAPA Y SU CONTROL	114 09
FACTORES QUE AFECTAN EL CONTROL DE PLAGAS ✓	133 10
DESCRIPCION DE LAS VARIETADES DE PAPA	148 11
ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE PAPA ✓	154 12

P R E S E N T A C I O N

El cultivo de la papa está ligado a la tradición y a la vocación agrícola que caracterizan a la zona Andina del Departamento de Nariño. Alrededor de veinticinco mil hectáreas se dedican al cultivo lo que implica una inversión un poco superior a los mil millones de pesos y requerimientos de unos tres millones de jornales por año.

La tecnología generada para el cultivo, desde el punto de vista agronómico, ha permitido ubicarlo a la vanguardia entre los productos de clima frío. Los agricultores han adoptado esa tecnología principalmente en lo que hace referencia a la utilización de variedades mejoradas, prácticas agronómicas y control de plagas y enfermedades, lo que ha dado lugar a que medianos y grandes papicultores logren producciones que superan las veinte toneladas por hectárea.

A parte del aspecto meramente tecnológico, las condiciones climáticas de las zonas paperas y las características mismas del producto someten al cultivo a imponderables que lo convierten en una actividad de alto riesgo. Por una parte la presencia inesperada de heladas causan daños irreparables como ocurrió en el segundo semestre del año próximo pasado y en los primeros meses del presente año en Nariño. Por otra parte las irregularidades del mercado para productos fungibles como la papa dan lugar en épocas de escasez a precios altamente remunerativos y cuando las condiciones climáticas son favorables a producción de grandes excedentes que ocasionan bajas en los precios hasta niveles realmente ruinosos para el productor.

Aunque las dificultades en la comercialización continúa siendo el problema más grave que afronta el productor de papa los problemas tecnológicos requieren aún atención prioritaria para tratar a través de su solución de buscar disminución en los costos de producción como una

contribución importante para minimizar los riesgos que el cultivo implica.

En el presente texto se ha consignado el contenido de las conferencias dictadas por Investigadores del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA" y que son el resultado de un proceso de generación de tecnología que está permitiendo llevar parte de la solución a los múltiples problemas que afronta el productor de papa.

ARTURO LOPEZ U.

Director Distrito 02 - Pasto

P: 02765

FISIOLOGIA DE LA SEMILLA (+)

LUIS FELIPE ALVARADO (++)

1. INTRODUCCION

Después del suelo, la semilla es el insumo más importante. Un cultivo de papa no se inicia con la siembra. Se inicia con la selección y conservación de la semilla. El tubérculo es un órgano de almacenamiento de materiales de reserva y por su contenido de agua y nutrientes es el órgano más apropiado para la propagación vegetativa de la planta. La reproducción de la papa por medio del tubérculo-semilla permite mantener casi inalterable su constitución genética. Sin embargo, éste método de propagación facilita la diseminación de enfermedades causadas por virus los cuales reducen la capacidad productiva de la planta.

Composición química de un tubérculo de papa. (SCHWIMER y BURR. 1959)

	% Promedio	% de variación
Agua	77,5	63,2 - 86,9
Total solidos	22,5	13,1 - 36,8
Proteínas	2,0	0,7 - 4,6
Grasas	0,1	0,02- 0,96
Carbohidratos total	19,4	13,3 - 30,53
Cenizas	1,0	0,44- 1,9

(+) Contribución del Programa de Tuberosas - Regional 5.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Programa Tuberosas ICA. Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339 Pasto.

2. PERIODO DE REPOSO O LATENCIA DE LA SEMILLA

En términos generales, todas las variedades de papa de las subespecies Solanum tuberosum sp tuberosum y sp andígena, pasan por un período de relativa inactividad, antes de emitir brotes. Este estado se denomina " Período de Reposo " o " Latencia ".

El período de reposo es una característica hereditaria que depende de la variedad. Variedades de la subespecie S tuberosum sbp phureja no tienen período de reposo. Sin embargo la latencia de la papa puede afectarse por varios factores como: madurez fisiológica al tiempo de cosechar, clima, temperatura de almacenamiento y cortes o heridas causadas al tubérculo, así como también por compuestos químicos.

Los tubérculos cosechados en completa madurez fisiológica tienen un período de reposo más corto que tubérculos cosechados inmaduros. Bajo condiciones de las regiones andinas tropicales, los tubérculos cosechados en clima de páramo brotan más rápido que los cosechados en climas fríos moderados. Igualmente se ha comprobado que cuando el cultivo se desarrolla en condiciones de alta temperatura las semillas pueden brotar antes de la madurez completa del follaje.

Semillas almacenadas a temperaturas altas brotan generalmente más rápido que cuando se almacenan a bajas temperaturas. Sin embargo una temperatura de 5°C es ideal para guardar semilla por largo tiempo sin que se deteriore.

Se ha comprobado un acortamiento en el período de reposo cuando los tubérculos se cortan, o sufren heridas, magullamientos, daños de insectos y hongos.

3. BROTAACION

Los brotes se originan a partir de las yemas localizadas en los ojos del tubérculo. Varios factores afectan el crecimiento y desarrollo de los brotes, entre ellos los siguientes:

3.1 DOMINANCIA APICAL

La latencia es seguida por un período de dominancia apical. Es una característica varietal que estimula el crecimiento del brote apical e inhibe el crecimiento de los brotes laterales, en unas variedades con mayor intensidad que en otras.

Cuando se siembra una semilla en estado de dominancia apical el número de tallos principales por planta es bajo. El desbrote del tubérculo semilla en las variedades que presentan dominancia apical estimula el desarrollo de mayor número de tallos por planta.

3.2 TEMPERATURA

La temperatura de almacenamiento ejerce una gran influencia sobre el potencial de producción del tubérculo semilla. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el crecimiento de los brotes, mientras que la temperatura baja lo retardan. Temperaturas entre 10° y 20°C parecen ser óptimas para el crecimiento de los brotes, pero para almacenamiento esa temperatura debe ser menor.

3.3 HUMEDAD RELATIVA

Una alta Humedad Relativa estimula la formación de raíces en los brotes. En condiciones de alta temperatura una alta Humedad Relativa estimula el crecimiento longitudinal de los brotes.

3.4 LUZ

Es uno de los factores que más efecto tiene en la velocidad de crecimiento y vigor de los brotes. La clorofila y solanina que se acumula en los tubérculos sometidos a la acción de la luz solar, impide la penetración de algunos microorganismos patógenos.

Una semilla que se almacena en una bodega donde penetre la luz solar dá como resultado brotes vigorosos y resistentes a la penetración de hongos patógenos como Rhizoctonia y Fusarium.

Por el contrario, una semilla almacenada en una bodega oscura produce brotes más largos y en menor tiempo pero más débiles y susceptibles al daño mecánico y pudriciones. Algunos investigadores atribuyen un mayor rendimiento a la semilla que ha sido sometida a verdeamiento.

3.5 OXIGENO Y GAS CARBONICO

El tubérculo en almacenamiento, como un tallo que es, necesita de cierta disponibilidad de oxígeno para poder respirar. En la misma forma cuando el CO_2 producido en el proceso de respiración se acumula en una bodega sin circulación de aire llega a ser perjudicial para la semilla porque en ese ambiente proliferan hongos y bacterias.

4. DENSIDAD DE SIEMBRAS Y DENSIDAD DE POBLACION

4.1 DENSIDAD DE SIEMBRA

A veces se confunden los dos términos. La densidad de siembra se refiere al número de plantas o tubérculos a sembrar por unidad de superficie y depende de las distancias de siembra. En cambio, la densidad de población se refiere al número de tallos principales que se desarrollan en cada planta o por unidad de superficie. Con una sola densidad de siembra se puede alcanzar diferentes densidades de población.

4.1.1 Distancias de siembra

Teniendo en cuenta la topografía y las condiciones de clima, las distancias más aconsejables para las variedades mejoradas tipo tuberosum x andigena son de 1.00 m a 1.20 m entre surcos por 25 a 30 cm entre plantas. Estas distancias se pueden aumentar o disminuir de acuerdo al tamaño de la semilla, a la variedad, a la pendiente del terreno y al clima. Una semilla gruesa se debe sembrar a mayor distancia que una delgada, para una mejor distribución de tallos.

Variedades de la subespecie andígena, tardías, como Tuquerreña exigen una mayor distancia entre plantas. Casi todas las variedades mejoradas colombianas responden bien a altas densidades de población. Cuando la distancia entre plantas es muy amplia, el tamaño de los tubérculos en la cosecha aumenta pero el rendimiento por hectárea disminuye. En terrenos planos las distancias se pueden reducir hasta 90 cm entre surcos por 25 cm entre plantas. En regiones pendientes es necesario aumentar la distancia entre surcos hasta 1.30 m ó más. En climas de páramo la papa no responde bien a distancias de siembra muy cortas y altas densidades de población, debido posiblemente a menor disponibilidad de CO₂, O₂ y baja temperatura.

4.2 DENSIDAD DE POBLACION

Se refiere al número de tallos principales que crecen por metro cuadrado de suelo. Un tallo principal es aquel que se desprende directamente del tubérculo madre o semilla.

El número de tallos por m² en un cultivo depende principalmente de las distancias de siembra y número de semillas por sitio, de la variedad, del tamaño del tubérculo semilla y el estado del brote o edad fisiológica de la semilla.

Logicamente que no todos los brotes que lleva una semilla al momento de sembrar se convierten en tallos. Depende también de las condiciones del suelo y la firmeza de los brotes para resistir el manipuleo durante la siembra. Con frecuencia en un suelo seco o con terrones muy grandes la semilla no puede producir raíces.

4.2.1 Variedad y Número de Tallos por Semilla

Hay variedades que producen muchos brotes que dan origen a numerosos tallos, como la variedad chaucha amarilla; otras producen pocos como la variedad ICA MORASURCO ó DIACOL CAPIRO.

Una planta que produce pocos tallos, dá origen a tubérculos de mayor tamaño en la cosecha que una que produce numerosos tallos.

4.2.2 Tamaño de la semilla y número de tallos por planta

Semillas de tamaño grande dan origen a una planta con mayor número de tallos que semillas delgadas. En la misma proporción, una planta con numerosos tallos producirá una cosecha con mayor número de tubérculos pero generalmente más delgadas. Una semilla de tamaño mediano (60 gr) de la variedad PARDA PASTUSA en buen estado de brotación produce un promedio 4 tallos y una de ICA NARIÑO del mismo tamaño produce cerca a tres tallos principales por planta.

Para controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienden a engrosar demasiado como la variedad ICA MORASURCO, es aconsejable eliminar en la semilla el primer brote y sembrar a distancias de 25 y 30 cm entre plantas.

4.2.3 Edad fisiológica

Durante el período de almacenamiento de la semilla se distinguen tres períodos:

- a) Período de latencia, no apto para siembra.
- b) Período de brotación, caracterizado por el crecimiento del brote apical y luego por un desarrollo normal de todos los brotes.

Cuando la semilla es fisiológicamente joven y apta para la siembra.

- c) Período de alargamiento de los brotes, con tendencia a formar tubérculos pequeños sobre la semilla o tubérculo madre. La semilla vieja o senescente dá origen a plantas muy débiles con un sistema de raíces muy pobre y en condiciones adversas del suelo, la planta no emerge.

4.3 DENSIDAD DE POBLACION Y PRACTICAS CULTURALES

Una alta densidad de población permite un mejor cubrimiento del suelo. Para usar una determinada densidad de población se debe tener en cuenta principalmente la variedad que se va a sembrar y el tamaño de tubérculos que se necesitan en la cosecha.

En trabajos sobre tamaño de semilla y distancias de siembra con variedades mejoradas solombianas se han encontrado los mejores rendimientos utilizando semilla delgada o pareja con densidades de población de 15 tallos / m². Un bajo número de tallos por m² o una irregular distribución de los mismos estimula un aumento en el tamaño de los tubérculos los cuales pueden deformarse bajo condiciones adversas de humedad y temperatura.

En cultivos para producción de semilla es conveniente utilizar altas densidades de población con el objeto de obtener un alto porcentaje de tubérculos delgados en la cosecha.

También se ha demostrado, en la variedad Parda Pastusa, que una densidad de población alta de 18 tallos / m², obtenida con semilla gruesa, requiere una mayor dosis de fertilizante que una densidad de población de 11 tallos / m² o menor. En general se puede concluir que semilla gruesa, por dar origen a una mayor área foliar, requiere una mayor disponibilidad de nutrimentos.

4.4 DESBROTE DE LA SEMILLA

El desbrote de la semilla es una práctica útil para estimular el pronto desarrollo de los brotes cuando hay dominancia apical y obtener un mayor número de tallos por planta.

Debido a la competencia que se presenta dentro de cada mata cuando hay un buen número de tallos por planta (mayor de 6) se consigue controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienen tendencia a engrosar demasiado.

El desbrotamiento de la semilla no siempre lleva al desarrollo de un gran número de tallos por planta, ni tampoco todas las variedades responden bien al desbrote. Cuando una semilla es desbrotada varias veces va perdiendo su vigor y finalmente da origen a plantas con un sistema de raíces muy débiles y follaje escaso, o si las condiciones del suelo son adversas los brotes no alcanzan a emerger.

1.5 LONGITUD DE LOS BROTES

Cuando un tubérculo semilla tiene brotes muy largos, muchos de ellos se rompen fácil durante el manipuleo de la siembra. Las heridas y magulladuras producidas en estos brotes facilitan la entrada de patógenos como Fusarium y Rhizoctonia los cuales van a formar un foco de pudrición en la zona radical de la planta. El daño causado por estos organismos en la raíz de la planta producen una sintomatología similar a la causada por algunos virus. Si el número de brotes dañados durante la siembra es numeroso casi todos serán reemplazados por brotes nuevos. Pero si solo son unos pocos, estos no rebrotan. Por consiguiente en el caso de tener brotes de más de 2 cm de longitud es mejor desbrotar la semilla.

4.6 TAMAÑO DEL TUBERCULO SEMILLA, SUS VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Al sembrar tubérculos grandes se obtendrá mayor número de tallos por planta, pero el costo de la semilla por hectárea se eleva debido a que la cantidad requerida es considerablemente mayor. Así, al sembrar a una densidad de 30.000 plantas por hectárea se necesitarían 3 toneladas de semilla tamaño primera (tubérculos de 100 g) y 1,2 toneladas de semilla delgada o de tamaño tercera.

La semilla gruesa produce tallos más vigorosos y por consiguiente tienen más ventajas que la semilla delgada bajo condiciones adversas de suelo y al ambiente, como sequía y heladas.

Beukema (1974) hace la siguiente comparación entre semilla delgada y semilla gruesa.

Semilla delgada	Semilla gruesa
1. Más brotes por kg de tubérculo.	1. Menos brotes por Kg de tubérculo.
2. Más difícil para alcanzar altas densidades de población.	2. Más fácil para alcanzar altas densidades de población.

Menos tallos por planta mejor distribución de los mismos.

Emergencia más tardía.

Pobre emergencia cuando se siembra en condiciones desfavorables del suelo.

Difícil recuperación en caso de sufrir ataques al follaje en estados tempranos de desarrollo.

3. Más tallos por planta, puede haber una distribución desfavorable de tallos.
4. Emergencia más temprana.
5. Mejor emergencia cuando se siembra en condiciones desfavorables del suelo.
6. Recuperación más fácil en caso de sufrir ataques al follaje en sus primeros estados de desarrollo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARADO L.F. y MENDEZ H. 1977. Densidades de población y Niveles de Fertilización en papa. In: IX Seminario COMALFI. Bogotá 26 - 27. pp 37 - 38.

BEUKEMA, H.P. 1974. Potato Production International Agricultural Centre. Wageningen, the Netherlands. 67 p (mimeografiado).

BURTON, W.G. 1966. The Potato. Second edition. H. Veenman and Zonen N.V. Wageningen, the Netherlands. 382 p.

CHWIMMER, S and URR H.K. 1959. Structure and Chemical composition of the potato tuber. In: Potato Processing the AVI Publishing Co. Connecticut U S A . 475 p.

VAN der ZAAG, D.E. 1973. Potatoes and their cultivation in the Netherlands. Dth Information Centre for potatoes. The Hague, the Netherlands. 72 p.

INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS (+)

JORGE E. ORTEGA E. (++)

1. INTRODUCCION

El análisis de suelos, se constituye en un método rápido para establecer las necesidades de fertilizantes y enmiendas con anterioridad al establecimiento de las siembras de los distintos cultivos. El agricultor siempre se ve abocado a tomar la decisión sobre la cantidad y tipo de fertilizante que debe aplicar para lograr mayores beneficios con el mínimo de inversiones, ello se puede lograr a través de una correcta interpretación del análisis físico químico del suelo.

Además, los resultados del análisis de suelos, proporcionan una valiosa información sobre la acidez, alcalinidad, y estado general de la fertilidad potencial de los mismos, dentro de una área o región geográfica. Los datos que se utilizan de dicho análisis se pueden utilizar para identificar a ciencia cierta aquellos nutrimentos que pueden ser deficientes en los suelos, y tornarse limitantes en la producción de cultivos y al mismo tiempo centrar la atención en los fertilizantes o enmiendas necesarias para suplirlos.

(+) Contribución del Grupo Multidisciplinario Tuberosas Hortalizas Regional 5 .

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Programa Hortalizas ICA. Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339 Pasto.

2. ESENCIALIDAD DE NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS

Las plantas requieren para su normal desarrollo de 16 elementos denominados " esenciales " , es decir indispensables para que las plantas puedan crecer y reproducirse en forma normal; ellos son:

- a) **Macronutrientes:** Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K).
- b) **Elementos secundarios:** Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S).
- c) **Micronutrientes:** Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), y Zinc (Zn).

Los requerimientos de fertilizantes varían de acuerdo con las condiciones del suelo y al tipo de planta, por ello se hace necesario, correlacionar el análisis de suelos con la respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizantes, bajo condiciones ambientales diferentes.

A pesar de que algunos investigadores del país, en diversas ocasiones han determinado las concentraciones a aplicar de los distintos nutrientes en el suelo, por encima de las cuales raramente se obtienen respuesta económica a la aplicación de fertilizantes, estos estudios, sin desconocer su importancia técnica y científica, están limitados por las condiciones particulares del lugar, dado que los métodos de análisis no han sido calibrados hasta el momento, en todas las condiciones de fertilidad natural variable. (NAVAS, 1966)

3. ASPECTOS NECESARIOS DE CONSIDERAR EN EL ESTABLECIMIENTO DE DIAGNOSIS SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

3.1 EVALUACION DEL TERRENO

Se debe considerar el relieve y las condiciones de drenaje superficial

que éste determina. Drenaje superficial excesivo hace necesaria la aplicación de riego con bastante frecuencia. Por su parte, un drenaje superficial lento asociado con drenaje interno imperfecto, requiere desague para que la fertilización sea eficaz.

3.2 EVALUACION FISICA DEL PERFIL

Los principales factores a considerar son: la profundidad efectiva y el espacio radical, el drenaje, las condiciones de aireación y retención de agua y los nutrimentos.

3.3 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

La toma de muestras de suelo para análisis, tiene tanta importancia como la exactitud del análisis o la interpretación de los resultados. Según Marín (1968) se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para tomar correctamente una muestra de suelos para análisis:

3.3.1 Muestra representativa

La muestra de suelos debe incluir por lo menos 15 a 20 lugares del campo o área de muestreo como se indica a continuación. Una muestra que incluya muy pocos puntos del área puede dar información falsa sobre la fertilidad general del terreno.

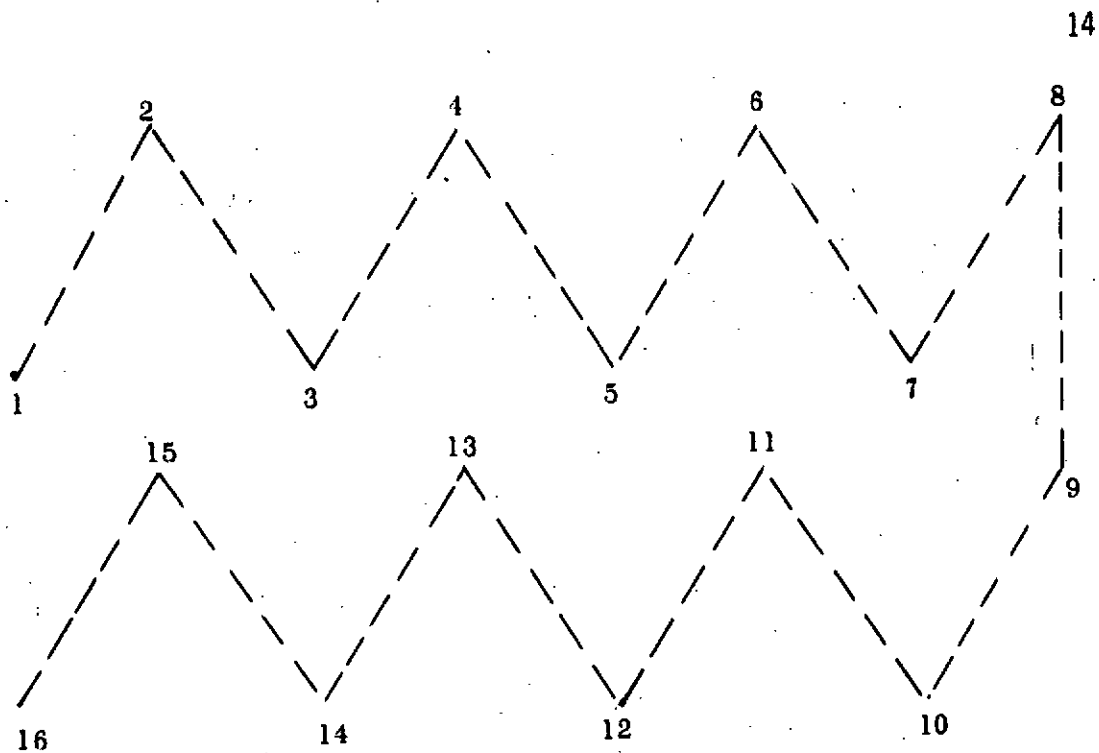


Fig. No. 1 FORMA DE MUESTREO EN EL CAMPO

3.3.2 Epoca del Muestreo

En general las muestras deben tomarse dos o tres meses antes de sembrar. Cuando sólo se puede tomar una muestra durante el año como medio de diagnóstico, debe hacerse en una época normal o promedio (ni en verano pronunciado ni en invierno). Para la mayoría de los cultivos las muestras de suelos deben tomarse cada uno o dos años. Para hortalizas, tabaco, etc., deben tomarse con más frecuencia.

3.3.3 Lugar de muestreo

La unidad de muestreo debe guardar homogeneidad en los siguientes aspectos:

- Uso y manejo anteriores
- Crecimiento de la vegetación
- Relieve
- Drenaje
- Textura
- Color de la capa superficial.

Tabla 1. Reproducción de un formulario de Solicitud de Análisis de Suelos.

I.C.A. Suelos		SOLICITUD DE ANALISIS DE SUELOS				No. Regional				
NOMBRE DEL SOLICITANTE		DIRECCION		LUGAR						
MUNICIPIO		VEREDA		FINCA						
OFICINA RECEPTORA		LUGAR		FECHA						
LA INFORMACION DE CINCO MUESTRAS PUEDE COLOCARSE AQUI :										
DETALLE	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5					
Profundidad a la cual se tomó la muestra.										
Superficie aproximada del lote.										
Altura sobre el nivel del mar										
Cultivo para el cual quiere la recomendación.										
Drenaje (Bueno, Regular, malo).										
Topografía (Plana, ondulada, pendiente.)										
Cal agregada Tons / Ha último año Año.										
Va aplicar riego ?										
Ultimo cultivo o cultivo actual 1.9										
Rendimiento última cosecha (Bueno, Regular, Malo)										
Fertilizantes agregados al último cultivo.	Kg / Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do.	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do
Penúltimo Cultivo 1.9										
Rendimiento penúltima cosecha (B, R, M)										
Fertilizantes agregados al Penúltimo cultivo	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do	Kg/ Ha	Gra do
Tipo de Análisis		No. Muestra		Valor Unitario		Valor Total				
Fertilidad										
Salinidad										
Caracterización										
Determ. Textura Bouyuc.										
Completo										
Determ. Textura Bouyucos										
Elementos menores										

En lotes con cosechas cultivadas en surcos, las muestras deben tomarse entre los surcos o entre los caballones. Evite muestrear antiguos canales, carreteras o caminos, sitios donde se haya colocado estiércol o cal, cenizas o fertilizantes, parchas pantanosas, etc. Si el predio es uniforme en apariencia y producción, así como en el manejo que se ha sometido durante los últimos años, se puede considerar como una sola unidad de muestreo siempre y cuando la superficie no sobrepase las 10 hectáreas:

3.3.4 Profundidad de Muestreo

Depende del cultivo que se va a establecer o está establecido. Para pastos es suficiente 0 - 15 cm; para cultivos semestrales (maíz, frijol, cereales) es recomendable 0 - 25 cm. Para árboles frutales, café, cacao, forestales, palmas, etc. debe hacerse por capas u horizontes, separadamente.

3.3.5 Herramientas y Materiales

Sacabocado, barreno, pala o garlancha, balde limpio, cajas de cartón, bolsas de plástico y hojas de información. En el balde se reúnen las submuestras, se mezcla el suelo y se utilizan de 500 - 1.000 gramos.

3.3.6 Recopilación de Información

Debe llenarse la hoja de información lo más exactamente posible, enviar el original al laboratorio junto con las muestras de suelo y guardar una copia. En el modelo adjunto de hoja de información, aparece todo lo solicitado (Tabla 1).

3.4 TIPOS DE ANALISIS

En los laboratorios de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario se ofrecen los cuatro tipos de análisis de suelos que se describen a continuación:

3.4.1 Fertilidad

Este tipo de análisis incluye información sobre textura, pH, materia orgánica (M.O), P y K. Si el pH es inferior a 5,5 se determina acidez intercambiable.

El análisis de fertilidad permite determinar las variaciones que pueden ocurrir en algunas características del suelo por la adición de fertilizantes y enmiendas, y hacer recomendaciones generales de fertilización.

3.4.2 Caracterización

El análisis de caracterización dá información sobre textura, pH, M.O, P,K, acidez intercambiable, Ca, Mg y Na. Este análisis permite hacer recomendaciones más precisas sobre fertilización y enmiendas que el análisis de fertilidad, pues incluye además las bases intercambiables Ca, Mg, y Na.

3.4.3 Completo

Incluye textura, pH, M.O., P,K, acidez intercambiable, Ca, Mg, Na, C.I.C. y conductividad eléctrica (C.E.). Este tipo de análisis es recomendable para tener conocimiento más detallado de un suelo.

3.4.4 Salinidad

Incluye textura, pH, C.E., Na, C.I.C. porcentaje de saturación de Na y prueba cualitativa de carbonatos. Se recomienda este tipo de análisis cuando se sospecha que el suelo tiene problemas de salinidad.

3.5 CALIBRACION DEL ANALISIS

Desde el punto de vista físico o químico, una técnica de análisis con fines agrícolas puede ser buena, pero si no existe correlación con la respuesta obtenida por la planta bajo condiciones de campo o de inver-

nadero, dicha técnica o procedimiento no tendrá ningún valor. Por tanto, es necesario calibrar el método o sea, fijar los valores límites para calificar el suelo como bajo, medio o alto en un determinado elemento, de acuerdo con los resultados analíticos por el método bajo estudio. (Lora, 1978)

La calibración se obtiene después de comparar estadísticamente los resultados del análisis de bastantes suelos, con los resultados obtenidos en el campo o invernadero (rendimiento u otra variable), al aplicar a esos suelos el nutrimento o nutrimentos bajo estudio. La calibración de un método para establecer los límites estimativos de bajo, medio y alto; solo puede hacerse con base en una probabilidad de que el suelo sea realmente pobre, medio o rico en el elemento que se estudia.

Cuando el suelo se considera pobre, la probabilidad de que responda, es decir que aumenta significativamente el rendimiento al aplicar dicho nutrimento, debe ser alta; cuando es rico, la probabilidad debe ser baja. Agrupados y comparados los resultados de los análisis de los suelos estudiados con la respuesta de la planta a la aplicación del elemento, se establecen los límites buscando que se cumpla el siguiente requisito (Frye, 1972.):

Tabla 2 - LIMITES DE RESPUESTA

Calificación	Valor analítico (unidad de expresión)	Probabilidad de respuesta
Contenido Bajo	Menos de (x)	Aprox.del 80% (Alta)
Contenido Medio	de (x) a (y)	" " 50% (Md.)
Contenido Alto	más de (y)	" " 20% (Baja)

Navas, Manzano y McClung (1966) consideran como respuesta positiva (al fósforo, por ejemplo) aquellos aumentos en rendimiento superiores al 20% y como ninguna respuesta aquellos inferiores al 20%.

Cuando no se puede llegar a mucha precisión en la calibración de un método analítico por lo menos debe establecerse el " nivel crítico ". Valores por debajo de dicho nivel implican alta probabilidad de respuesta, y valores por encima, baja probabilidad de respuesta.

En Colombia se han efectuado algunos estudios con el objeto de correlacionar métodos analíticos con respuesta de la planta. Por ejemplo Navas, Manzano y McClung (1966) con base en pruebas regionales establecidas en Cundinamarca y Boyacá encontraron que para trigo, el método Bray II para fósforo fue el que mostró el más alto índice de correlación.

3.6. INTERPRETACION DEL ANALISIS

Posiblemente la interpretación es la etapa más importante y difícil en un análisis de suelos. No se trata solamente de conocer los niveles críticos, sino tener un concepto global del análisis, considerar la interdependencia entre elementos y propiedades del suelo, medir el efecto de condiciones de clima y conocer el cultivo para el cual se va a utilizar el análisis. Indudablemente esto es difícil, pero habrá una mayor confiabilidad entre más y mejor se consideren los factores expuestos. Hacer un análisis es fácil; interpretarlo y utilizarlo correctamente es lo difícil, (Lora, 1978).

3.6.1 pH.

Menos de 5,5: Muy ácido. Necesario encalar para la mayoría de los cultivos. Posible toxicidad de aluminio, hidrógeno y manganeso. Deficiencia de P, Ca, Mg, Mo y N.

5,5 - 5,9: Moderadamente ácido. Baja solubilidad del P y regular disponibilidad de Ca y Mg. Algunos cultivos como leguminosas requieren encalamiento.

6,0 - 6,5: Ligeramente ácido. Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

6,6 - 7,3: Casi neutro. Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad del P; baja disponibilidad de los micronutrientes a excepción del molibdeno.

7,4 - 8,0: Alcalino. Posible exceso de Ca, Mg y carbonatos. Baja solubilidad del fósforo y micronutrientes a excepción del molibdeno. Posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas. Se inhibe el crecimiento de varios cultivos.

Más de 8,0: Muy alcalino. Posible exceso de sodio intercambiable. Se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos. Necesidad de tratar el suelo con enmiendas (Frye, 1972).

3.6.2 Nitrógeno Total

Normalmente los suelos de clima frío contienen más nitrógeno total que los de clima cálido, pero el suministro es menor debido a la baja tasa de mineralización. Un estimativo conceptual muy general del nitrógeno se observa en la Tabla 3 (Frye, 1972).

Tabla 3. ESTIMATIVO CONCEPTUAL DEL NITRÓGENO EN LOS SUELOS

C L I M A	Interpretación del % de N. Total		
	Bajo	Medio	Alto
Frío	Menor de 0,25	0,25 - 0,50	Mayor de 0,50
Medio	Menor de 0,15	0,15 - 0,25	Mayor de 0,25
Cálido	Menor de 0,10	0,10 - 0,20	Mayor de 0,20

La determinación del N total del suelo no es una medida que permita conocer en forma confiable la disponibilidad de este nutrimento para las plantas. Algunos investigadores han encontrado buena correlación entre producción de nitratos y amonio por el suelo y respuesta a nitrógeno. Sin embargo, para un laboratorio de rutina (servicio para agricultores), la técnica no es adecuada por lo laboriosa y el requerimiento de tiempo (Lora, 1978).

3.6.3 Carbono Orgánico

A medida que disminuye la temperatura el contenido de materia orgánica aumenta debido a la baja rata de mineralización de ésta. En Colombia, por existir relación inversa entre altitud y temperatura, se ha encontrado correlación positiva entre el contenido de materia orgánica y altura sobre el nivel del mar (Marín, y Gómez, 1968).

En la Tabla 4 se observa el estimativo conceptual de la materia orgánica en los suelos.

Tabla 4 ESTIMATIVO DE MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS (+)

C L I M A	Interpretación del % de Materia Orgánica		
	Bajo	Medio	Alto
Frío	Menor de 5	5 - 10	Mayor de 10
Medio	Menor de 3	3 - 5	Mayor de 5
Cálido	Menor de 2	2 - 4	Mayor de 4

(+) Frye, 1972.

La materia orgánica es fuente principalmente de N,P,S y algunos elementos menores. Además mejora las propiedades físicas del suelo y aumenta la capacidad amortiguadora (buffer). Tiene gran influencia en la capa-

cidad de intercambio catiónico; cada 1% de materia orgánica representa en general, 2meq / 100 g en la medida de la C.I.C.

3.6.4 Relación C/N

Resulta de dividir el % C sobre el % de N. Esta relación da una idea de los procesos que están regulando el estado del nitrógeno en el suelo. Una calificación de ésta relación es la siguiente (Frye, 1972):

Menor de 10: Baja. Indica alta mineralización. Seguramente la materia orgánica da buen suministro de algunos nutrimentos.

Propio de clima cálido en suelos bien aireados.

Entre 10 y 12: Media. Mineralización " normal ".

Mayor de 12 : Alta. Mineralización lenta. El aporte de nutrimentos por la materia orgánica es poco eficiente.

3.6.5 Fósforo Aprovechable

Ya se comentó antes, sobre este nutrimento, existen varios métodos para la extracción de P. Algunos de los trabajos efectuados en Colombia han mostrado correlación con los métodos Bray II, Bray I y Troug.

Para Bray II los valores de correlación para trigo, y cebada son: Menos de 20 ppm de P: Alta probabilidad de respuesta.

entre
~~Menos~~ de 20 y 40 ppm: Probabilidad media de respuesta.

Mayor de 40 ppm. : Baja probabilidad de respuesta.

En la tabla 5 se muestran los niveles críticos para fósforo por tres métodos.

Tabla 5 CALIBRACION DE FOSFORO APROVECHABLE EN SUELOS (+)

M E T O D O	Nivel para alta respuesta (ppm)	Nivel para baja respuesta (ppm)
Bray I	Menor que 10	Mayor que 25
Bray II	Menor que 20	Mayor que 40

Olsen

Menor que 12

Mayor que 35

 (+) Frye, 1972 .

Es importante recordar que al hacer recomendaciones de fertilizantes, fosfatados se deben tener en cuenta varios factores tales como:

- a) ensayos regionales
- b) Fósforo disponible
- c) Tipo de cultivo
- d) Uso y manejo anterior del lote
- e) Otras propiedades del suelo
- f) fertilización nitrogenada y/o encalamiento que se va a hacer al cultivo.

3.6.6 Capacidad de intercambio de cationes

Está asociada directamente con la textura, tipo de arcilla y el contenido de materia orgánica del suelo. En Colombia la C.I.C. de los suelos resulta muy variable, aún dentro de una misma región. Es deseable que un suelo presente una C.I.C. alta, asociada con una buena saturación de bases, ya que esto indica una gran capacidad potencial de suministro y reserva de Ca, Mg, y K. En términos generales un estimativo conceptual de la C.I.C. en los suelos es el siguiente (Frye, 1972):

Menor que 10 meq / 100 g	: Baja
10 - 20 meq / 100 g	: Media
Mayor que 20 meq / 100 g	: Alta.

3.6.7 Bases Intercambiables (Ca,Mg,K,Na)

En general es difícil establecer niveles críticos para estos nutrimentos. En la mayoría de los casos se debe tener en cuenta no solamente el elemento intercambiable sino también el porcentaje de saturación del complejo de cambio y el pH del suelo. Otro factor importante a conside-

rar son los iones asociados o acompañantes. Por ejemplo en el caso del calcio, asumiendo cantidades iguales de calcio en dos suelos, pero en el uno el catión acompañante es el aluminio y en el otro es el sodio. Si se considera que la capacidad de retención es $Al > Ca > Mg > K > Na$, entonces la concentración Ca^{++} en la solución será mayor cuando el ión acompañante es aluminio que cuando es sodio, (Lora, 1978).

En la Tabla 6 se observa el estimativo conceptual de las bases en los suelos y el porcentaje de saturación de las mismas (Frye, 1972).

Tabla 6 ESTIMATIVO CONCEPTUAL DE LAS BASES EN EL SUELO

ELEMENTO	Interpretación		
	Bajo	Medio	Alto
Calcio meq/100 g	Menos de 3	3-6	Más de 6
Saturación (%)	Menos de 30	30-50	Más de 50
Magnesio meq/100 g	Menos de 1,5	1,5-2,5	Más de 2,5
Saturación (%)	Menos del 15	15-25	Más de 25
Potasio meq/100 g	Menos de 0,20	0,20-0,40	Más de 0,40
Saturación (%)	Menos de 2	2-3	Más de 3
Sodio meq/100 g	Su contenido debe ser menor de 1.		
Saturación	Debe ser menor del 15%.		
Relación normal Ca : Mg : K			
2-3: 1:0, 15-0,25			

3.6.8 Acidez Intercambiable

En la mayoría de los suelos la acidez intercambiable está constituida por el aluminio intercambiable.

Casi con seguridad ocasiona problemas si la saturación con respecto a la C.I.C. es mayor del 5%. Otro factor a tenerse en cuenta es la relación $Ca + Mg$. Mientras más baja, mayor es el problema. El valor mí-

nimo para ésta relación debe ser uno. Generalmente a valores de pH por debajo de 5,5 (suelos minerales) o por debajo de cinco (suelos orgánicos) existen problemas con el aluminio. Para cultivos poco exigentes en calcio y para suelos de pH inferior a 5,5 y menor de 10% de materia orgánica, se recomienda aplicar 1.500 kg/Ha de CaCO_3 , por cada miliequivalente de aluminio. Para suelos de pH igual o menor que 5,0 y más de 10% de materia orgánica se recomienda aplicar igualmente 1.500 kg/Ha de CaCO_3 . Cuando la relación Ca/Mg es amplia (más de 4) se recomienda aplicar 1.250 kg/Ha de cal dolomítica (Frye, 1972).

3.6.9 Conductividad Eléctrica (C.E.)

Se insiste en que la conductividad eléctrica es un índice de la salinidad así como el porcentaje de saturación de sodio es un índice de la sodicidad del suelo. En la Tabla 7 se hace una evaluación de la salinidad (Marín, y Gómez, 1968).

Tabla 7 INTERPRETACION DE LA C.E. DEL EXTRACTO DEL SUELO (milimhos/cm)

0-2	0-4	4-8	8-16	16
No salino	Muy ligeramente salino	Moderadamente salino	Fuertemente salino	Muy fuertemente salino

En general por encima de 4 milimhos / cm se restringe el rendimiento de muchos cultivos y se debe recuperar el suelo.

Por su parte cuando la saturación de sodio es superior al 15% y el pH es superior a 8,0, existen serios problemas en el suelo principalmente desde el punto de vista físico. En este caso se necesita someter el suelo a un tratamiento a base de enmiendas sulfatadas generalmente, y lavado para recuperarlo.

3.7 UNIDADES DE EXPRESION EMPLEADAS EN EL ANALISIS DE SUELOS

Las unidades comunmente empleadas en el análisis de suelos son: a) Porcentaje (%), b) Miliequivalentes por cien gramos de suelo (meq / 100 g) c) Partes por millón (ppm).

Es de anotar que se acepta que una hectárea de suelo, capa arable, pesa 2.000.000 de kilogramos o en su defecto que tiene un volumen de 2.000.000 de litros.

Brevemente se explicarán las unidades empleadas:

a) Parte por millón (ppm). Se llama ppm a las unidades. Ej: Kg en un millón de kilogramos; gramos en un millón de gramos; litro en un millón de litros.

Si un suelo tiene 10 ppm de P, ese suelo tendrá 20 kg/ha de P, o lo que es lo mismo 45,8 Kg/Ha de P_2O_5 .

1 ppm de P es igual a 4,58 kg de P_2O_5 / Ha.

b) Miliequivalentes. El equivalente químico de un elemento, es su peso atómico dividido sobre su valencia actuante. Si se expresa en gramos se le denomina equivalente gramo.

Ej: 1.	Peso atómico de calcio (Ca)	40
	Valencia	2
	Equivalente gramo $40 \div 2 =$	20 g
2.	Peso atómico del magnesio (Mg)	24
	Valencia	2
	Equivalente gramo $24 \div 2 =$	12 g
3.	Peso atómico del potasio (K)	39
	Valencia	1
	Equivalente gramo $39 \div 1 =$	39 g

Se denomina mili-equivalentes al equivalente dividido sobre 1.000.

Ej: 1.	Miliequivalente gramo de Mg	0.012 g
2.	Miliequivalente gramo de K	0.039 g
3.	Miliequivalente gramo del Ca	0.020 g

c) Conversión de miliequivalentes a kilogramos por hectárea.

La hectárea en promedio pesa 2.000.000 de Kg. Supongamos que un análisis de suelo dió 1 meq de calcio por 100 gramos de suelo. Esto equivale a 0.02 g en 100 gramos de suelo, o sea a 0.0002 Kg por Kg de suelo. Por tanto en 2.000.000 de Kg es decir en una hectárea habrá 400 Kg de Ca.

Aplicando los mismos razonamientos se tiene:

1 meq de Ca / 100 g de suelo	=	400 kg de Ca / Ha
1 meq de Mg / 100 g de suelo	=	240 kg de Mg / Ha
1 meq de K / 100 g de suelo	=	780 kg de K / Ha
1 meq de Na / 100 g de suelo	=	460 kg de Na / Ha.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACOSTA, S.C. Principios básicos de análisis químico para evaluar el estado de fertilidad de los suelos. Bogotá, U.N.C. - ICA, 1974 (Seminario sin publicar).
2. BRAY, R.H. Requirements of successful - Soil Test. Soil Sci. 66: 83-89. 1948.
3. FRYE, C.A. El análisis de suelos en la evaluación de su fertilidad para la aplicación de fertilizantes y correctores. Ibagué, Universidad del Tolima, 1972. pp. 1-29
3a. Reunión Nacional de Suelos.
4. HUNTER, A.H. Soil analytical procedures using the modified Na₂CO₃ extracting solution. In: The evaluation and improvement of soil fertility in Indonesia. Contract AID / ASIA - C - 1062. 1973. pp. 61-68.
5. LORA, R. El Análisis de suelos y su interpretación, Bogotá Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Suelos Compendio No. 23 - pp 237 - 267. 1978.
6. MARIN, G. Instrucciones para tomar muestra de suelos. In: Algunos aspectos del análisis de suelos. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de divulgación No. 6. 1968 pp. 11-18.
7. _____, y GOMEZ, J.A. La interpretación del análisis de suelos. In: Algunos aspectos del análisis de suelos. Bogotá Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de divulgación No. 16. 1968 pp 37-47.

8. MARIN, M.; ORTIZ, G.; LORA, R. y OWEN, E. El análisis de suelos y las recomendaciones de fertilizantes y cal; tercera aproximación. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico No. 34. 1975 p 26.
9. NAVAS, J.; MANZANO, H. y McCLUNG, A.C. Calibración del análisis de suelos. In: Algunos aspectos del análisis de suelos. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario Boletín de Divulgación No. 16. 1966 pp 27 - 36.
10. ORTIZ, G. y RAMIREZ, A. Métodos analíticos del laboratorio de suelos del ICA. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Suelos, Palmira 1974. p-20 (Sin publicar).

FERTILIZACION DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) EN EL DEPARTAMENTO
DE NARIÑO (+)

HERNANDO MENDEZ (++)

1. INTRODUCCION

La fertilización, con Nitro geno, Fósforo y Potasio, como parte integral del paquete tecnológico del cultivo de papa ha influido substancialmente sobre los rendimientos.

El Programa de Suelos de la Estación Experimental de Obonuco inició a partir de 1956 las investigaciones tendientes a determinar las dosis de fertilizante de mayor influencia sobre la producción de papa.

El presente artículo tiene como objetivo exponer los resultados de la investigaciones más recientes sobre fertilización con elementos mayores, realizados en Nariño por el Programa de Suelos.

(+) Contribución del Programa de Suelos - Regional 5.

(++) Agrólogo M.S. Programa Suelos ICA - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339 pasto.

2. ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LOS SUELOS DE LA ZONA PRODUCTORA DE PAPA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

En el Departamento de Nariño, los suelos cultivados con papa se localizan preferentemente en los Valles y zonas onduladas de Pasto, Túquerres, Pupiales, e Ipiales.

Los suelos de los pisos térmico frío y templado del Departamento de Nariño, cultivados con papa como también de trigo y cebada, se caracterizan por la presencia de rocas volcánicas de fines del, Terciario y cuaternario (Suéno, 1946). Estas rocas están constituidas, principalmente de basaltos, tobas, cenizas de diferentes grados de compactación y derrames de andesitas.

De acuerdo a la clasificación americana de los suelos; a nivel de gran grupo los suelos del Altiplano de Nariño se han clasificado como: Eutrandept, Distrandept, Vitrandept y Humitropet, (Camacho, Cortés y López, 1975).

Algunas de las propiedades químicas de los suelos de la zona productora de papa aparecen en la Figura 1; de acuerdo con éstos resultados, predominan los suelos moderadamente ácidos, con contenido de materia orgánica mayor de 15% y contenido de fósforo menor de 20 partes por millón; el contenido de Potasio en todos los sitios muestreados es alto.

Los suelos agrícolas de Nariño, tienen propiedades físicas adecuadas. En general predominan los suelos de textura franco-arenosos, francolimosos, francoarcillosos, y francos; son suelos de baja densidad aparente (Menor de 1 g./C.C.), alta profundidad y alta retención de humedad (Arias, 1970; Camacho y colaboradores 1975).

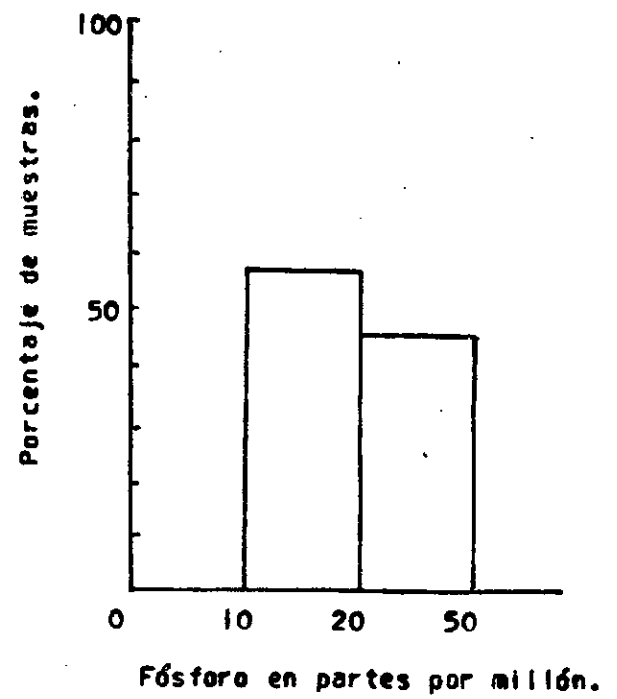
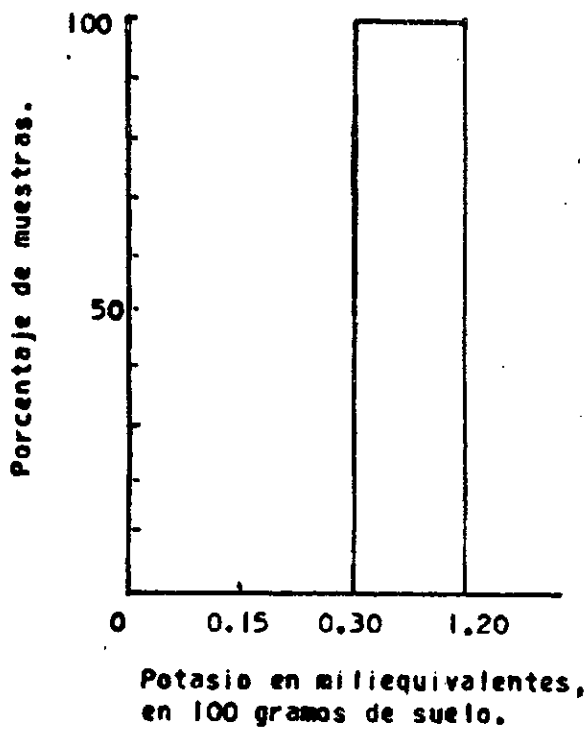
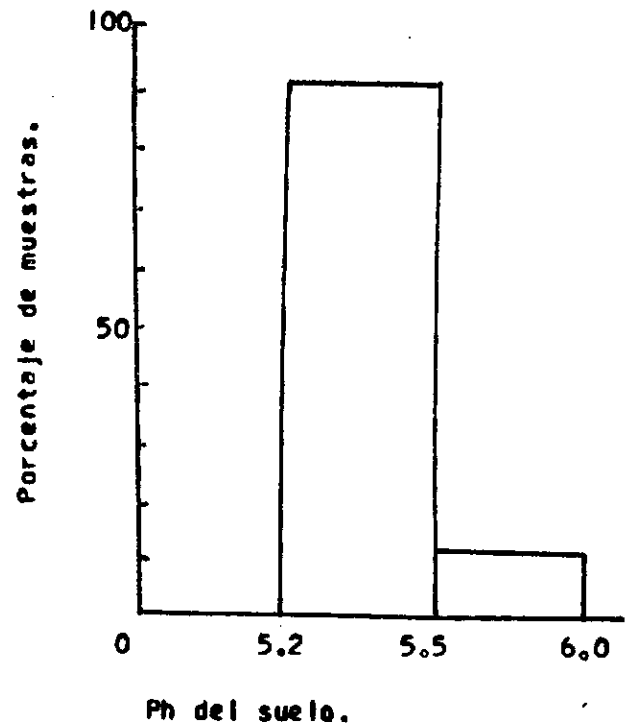
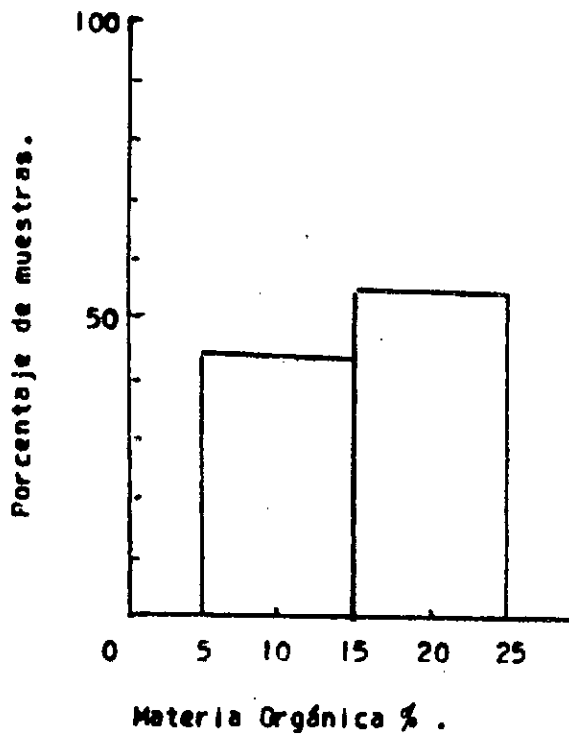


Figura 1.- Algunas propiedades químicas de los suelos de la -
región productora de papa del Departamento de Nariño.

3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE PAPA

Comparado con otros cultivos, el de papa extrae del suelo en total más nutrimentos y en especial alta densidad de potasio. Basando en el análisis de una producción de 26.5 toneladas, la papa extrae del suelo 110 libras de nitrógeno, 30 libras de P_2O_5 y 200 libras de K_2O . De ésta cantidad, los tubérculos aprovechan del 60 a 90%. No obstante, ésta no significa que todos los nutrimentos deban agregarse como fertilizantes, debido a que pueden suplementarse con la fertilidad natural del suelo.

4. RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA A LA FERTILIZACIÓN CON ELEMENTOS MAYORES.

4.1 RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

En ensayos de papa con la variedad ICA - PURACE y Diacol Capiro, realizados en diferentes localidades de la zona productora de papa en el Departamento de Nariño, se obtuvo un incremento apreciable en el rendimiento al aumentar la dosis de nitrógeno entre 0 y 100 kg / Ha, en presencia de dosis adecuadas de fósforo y potasio (Figura 2). Igualmente, se encontró que en una siembra continua de papa que de los tres macronutrimentos, el nitrógeno es el que se agota más rápidamente (Informes Programa de Suelos, Obonuco).

4.2 RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN FOSFORICA

La respuesta del cultivo de papa a la aplicación del fósforo, en varias localidades, aparecen en la Figura 3. Puede observarse que el rendimiento de papa aumenta notoriamente, al incrementar la dosis de fósforo (0 y 300 kg / Ha de P_2O_5) en presencia de dosis adecuada de nitrógeno y potasio (Archivo Programa de Suelos, Obonuco).

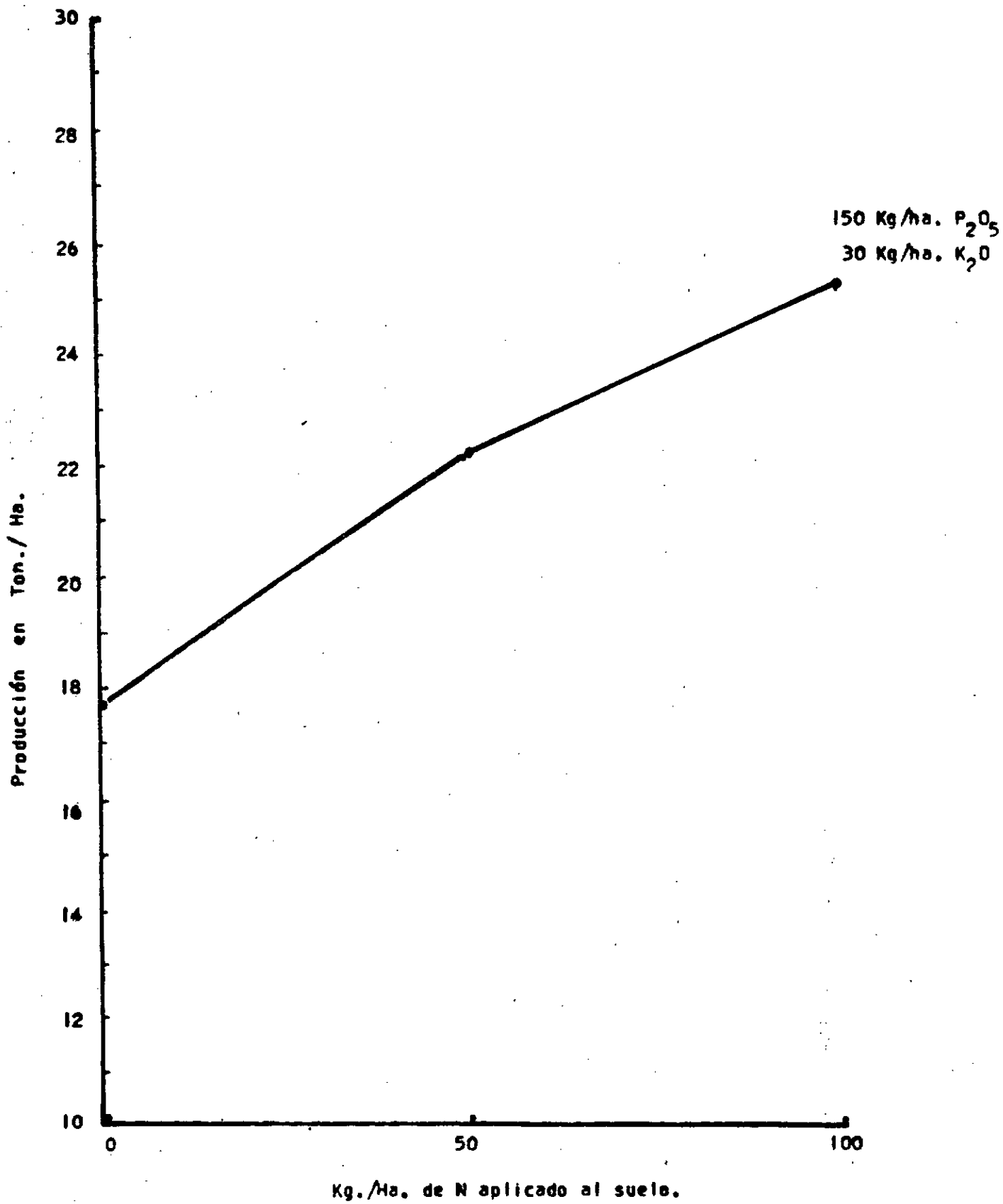


Figura 2.- Respuesta de la papa a la fertilización nitrogenada.
(Informes Programa Suelos, Obonuco).

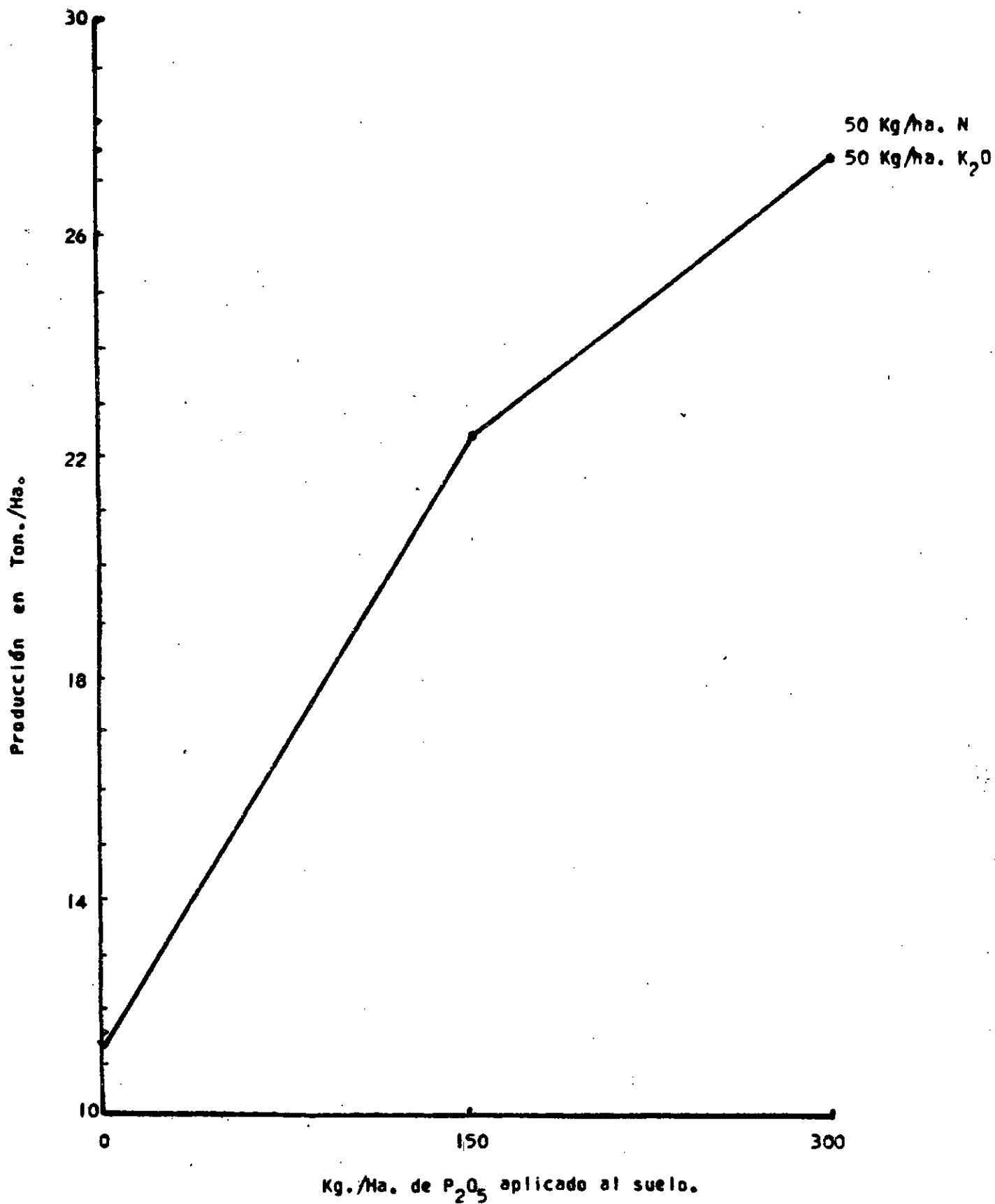


Figura 3.- Respuesta de la papa a la fertilización fosfórica.
(Informes Programa Suelos, Obonuco).

La respuesta del cultivo a las diferentes dosis de (P_2O_5) fósforo, se explica por el bajo contenido y alto poder de fijación de éste nutriente en los suelos de la zona productora de papa (Guerrero, 1971; Revelo, 1969).

Por otra parte, en un estudio realizado con el fin de determinar la fuente y dosis de fósforo más adecuada para la producción de papa (Timarán 1970), se encontró que la roca fosfórica produjo rendimientos significativamente uniformes a los obtenidos por las escorias Thomas, superfosfato triple y superfosfato simple. Pese a ser las escorias Thomas, una fuente de menor concentración y solubilidad, mostraron ser tan eficientes como el superfosfato triple. Los niveles óptimos encontrados fueron el de 600 kilogramos por hectárea de P_2O_5 para superfosfato simple y escorias Thomas, y de 400 Kg / Ha. de P_2O_5 para superfosfato triple.

4.3 RESPUESTA A LA FERTILIZACION POTASICA

La respuesta del cultivo de papa a la aplicación de diferentes dosis de potasio, no ha sido consistente y en la mayoría de los casos no se ha encontrado respuesta a la aplicación de dicho nutriente. Esta situación, posiblemente se debe en gran parte, a la existencia de altos contenidos de potasio intercambiable en los suelos del Altiplano de Nariño (Ordóñez, 1969). Al respecto, Luna (1978), señala que el alto contenido de potasio, de estos suelos, podría provenir en su mayor parte de la alteración de la biotita, por cuanto el contenido de feldepatos potásicos es bajo.

La tendencia de la respuesta del cultivo de papa a la aplicación del potasio aparece en la Figura 4. Puede observarse que la producción es mayor en el testigo en comparación con la aplicación de 50 Kg / Ha de K_2O ; con la aplicación de 100 Kg / Ha de K_2O la producción tiende a aumentar, sin embargo no es mayor que el testigo. En términos gene-

rales el cultivo no respondió a la aplicación de la fertilización potásica. (Archivo Programa de Suelos, Obonuco).

4.4. EL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE N. P_2O_5 y K_2O SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA:

Los datos de la tabla 1 corresponden a 15 experimentos situados en igual número de localidades de la zona productora de papa del Departamento. Los suelos, de acuerdo al contenido de materia orgánica y fósforo se han dividido en suelos con contenido menor de 15% de materia orgánica y menor de 20ppm de fósforo y suelos con contenido de materia orgánica superior al 15% y fósforo mayor de 20 partes por millón.

El promedio de producción correspondiente a los experimentos realizados en suelos con contenido de materia orgánica menor de 15% y contenido de fósforo menor de 20 partes por millón, están representando en la figura 5 estos datos indican una interacción positiva y acentuada entre los nutrimentos Nitrógeno y Fósforo, entre las combinaciones 0,50; 100 y 200 Kg / Ha. de N. y, 100, 150, 200 y 400 Kg / Ha. de P_2O_5 .

En estos suelos, los mejores rendimientos promedios de 32.8 y 36.8 toneladas por Ha de papa. se tuvieron con la aplicación de 200 Kg / Ha de N. y 200 Kg / Ha de P_2O_5 y 50 Kg / Ha de K_2O ; y con la combinación 200 Kg / Ha de N., 400 Kg/Ha de P_2O_5 y 50 Kg / Ha de K_2O respectivamente.

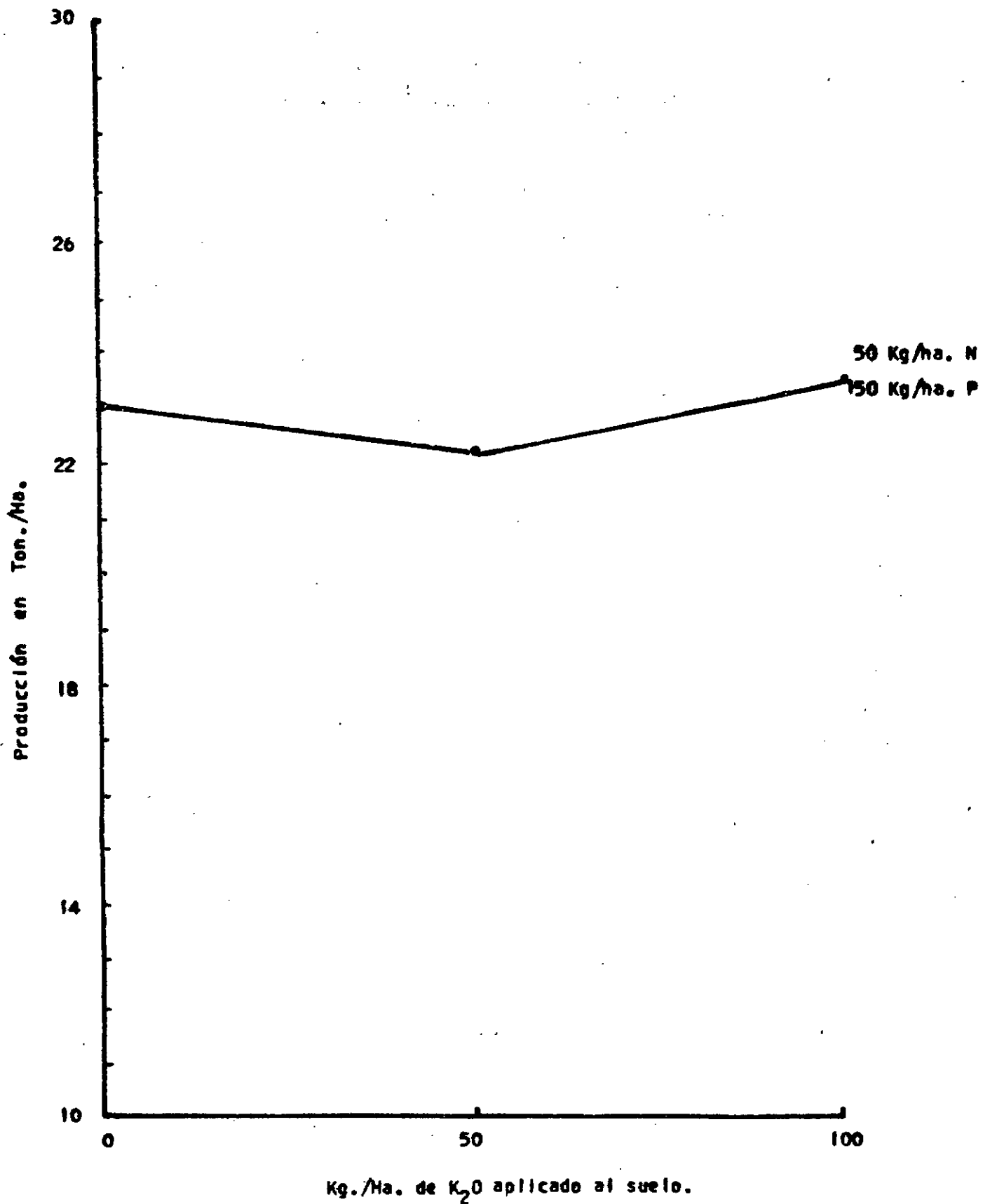


Figura 4.- Respuesta de la papa a la fertilización potásica.
(informes Programa Suelos, Obonuco).

Tabla 1. Respuesta de la papa (Solanum tuberosum) a la fertilización con elementos mayores de acuerdo al contenido de materia orgánica y fosfórica en los suelos del Departamento de Nariño.

Tratamientos	Suelos con menos de 15% de materia orgánica y menos de 25 ppm de P_2O_5 .	Suelos con más del 15% de materia orgánica y 20 ppm de P_2O_5
50-100-50	22.3	41.9
100-100-50	25.2	36.2
200-100-50	27.2	34.0
0-150-50	19.1	22.4
50-150-50	24.9	26.3
100-150-50	28.6	25.3
50-0-50	10.8	11.2
50-100-50	22.3	41.9
50-200-50	25.2	46.6
50-300-50	31.3	49.2
50-400-50	33.5	53.1
100-200-50	28.7	48.2
100-400-50	30.2	50.2
200-100-50	27.2	34.0
200-200-50	32.8	46.3
200-400-50	36.8	36.1
50-150-0	25.9	23.0
50-150-100	26.9	23.6

x = p.p.m. = Partes por millón.

De acuerdo con los resultados de los experimentos realizados en estos suelos, no se, encontró respuesta a la aplicación de potasio (Tabla 1);

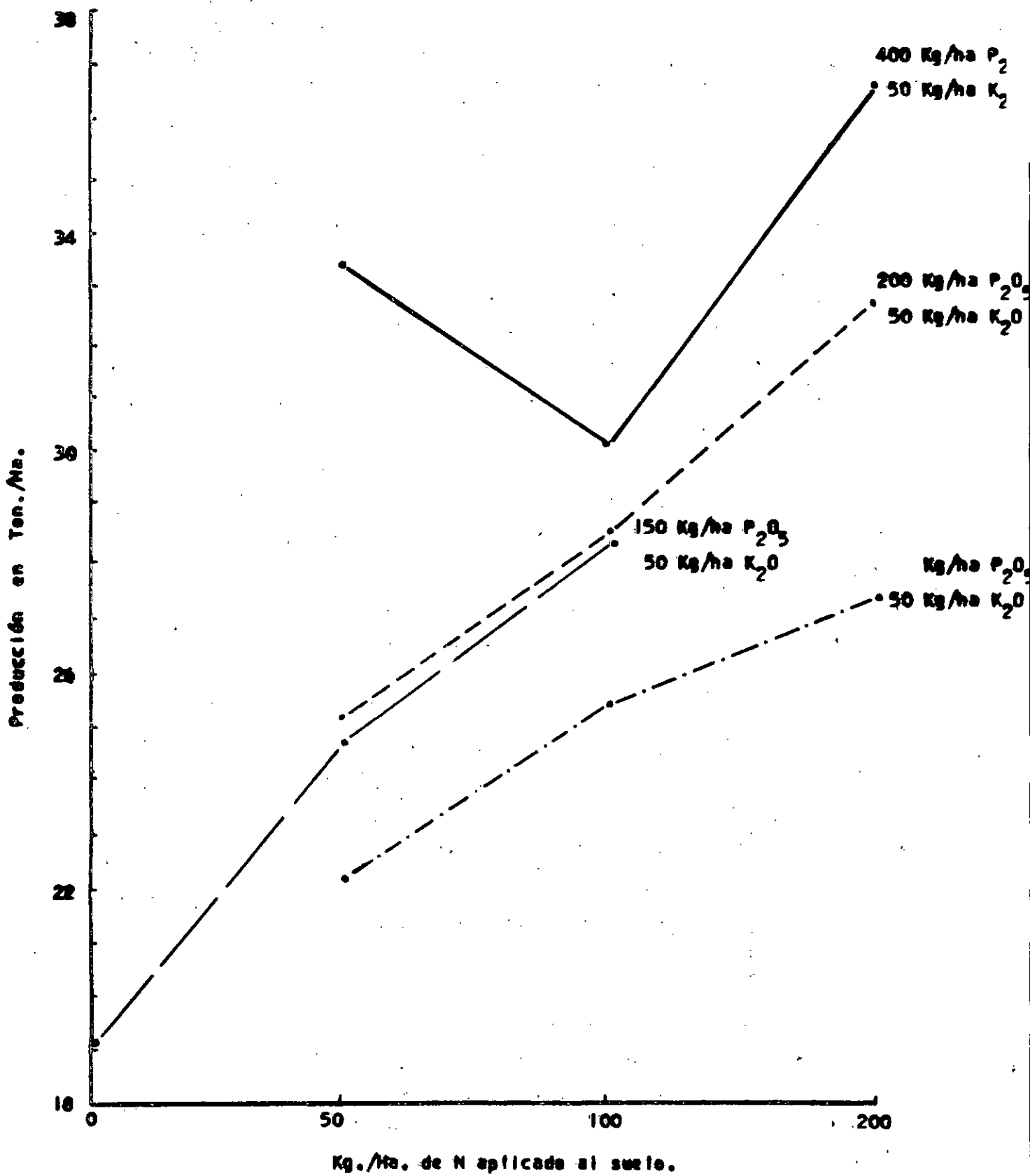


Figura 5.- Interacción N x P sobre producción de papa en suelos con contenido de materia orgánica menor de 15% y con fósforo menor de 20 p.p.m.

lo cual se esperaba debido al alto contenido, de este nutrimento, en el suelo.

Igualmente, en la figura 6 aparecen los incrementos en el rendimiento de papa, cuando a una dosis constante de nitrógeno se aplican diferentes de fósforo; así se observa que con el nivel 50 kg / Ha de nitrógeno, al combinarlo con 100 de P_2O_5 produce 22.3 toneladas; sin embargo con la dosis de 200 kg / Ha de P_2O_5 , el incremento en rendimiento de papa es bajo, no así cuando la dosis aumenta a 400 kg / Ha. con el cual se obtiene 33.5 toneladas por hectárea.

La misma tendencia en el rendimiento se observa cuando se aplican 100 kg / Ha de nitrógeno en combinación, con 100, 150, 200 y 400 Kg / Ha de P_2O_5 .

En esta misma figura, se observa que los mayores incrementos de los rendimientos se obtienen con las dosis altas tanto de Nitrógeno como de fósforo.

En general, la mejor producción de papa se obtiene con la aplicación entre 50 y 200 Kg / Ha de nitrógeno combinado con 400 kg / Ha de P_2O_5 . El promedio de producción, correspondiente a los experimentos realizados en suelos, con contenido de materia orgánica superior a 15% y contenido de fósforo mayor de 25 partes por millón están representados en la figura 7. Estos datos señalan una interacción negativa entre nitrógeno y fósforo entre las combinaciones 50, 100 y 200 Kg / Ha de nitrógeno; y, 100 y 200 Kg / Ha de P_2O_5 . Es decir, que a medida que aumenta la dosis de nitrógeno en presencia de una dosis constante de fósforo la producción de papa tiende a disminuir. Mediante ésta figura, es posible observar que la producción aumenta cuando se aplican dosis de Nitrógeno entre 50 y 100 kg / Ha combinado con la dosis mencionada de K_2O ; sin potasio, la producción tiende a disminuir.

binada co

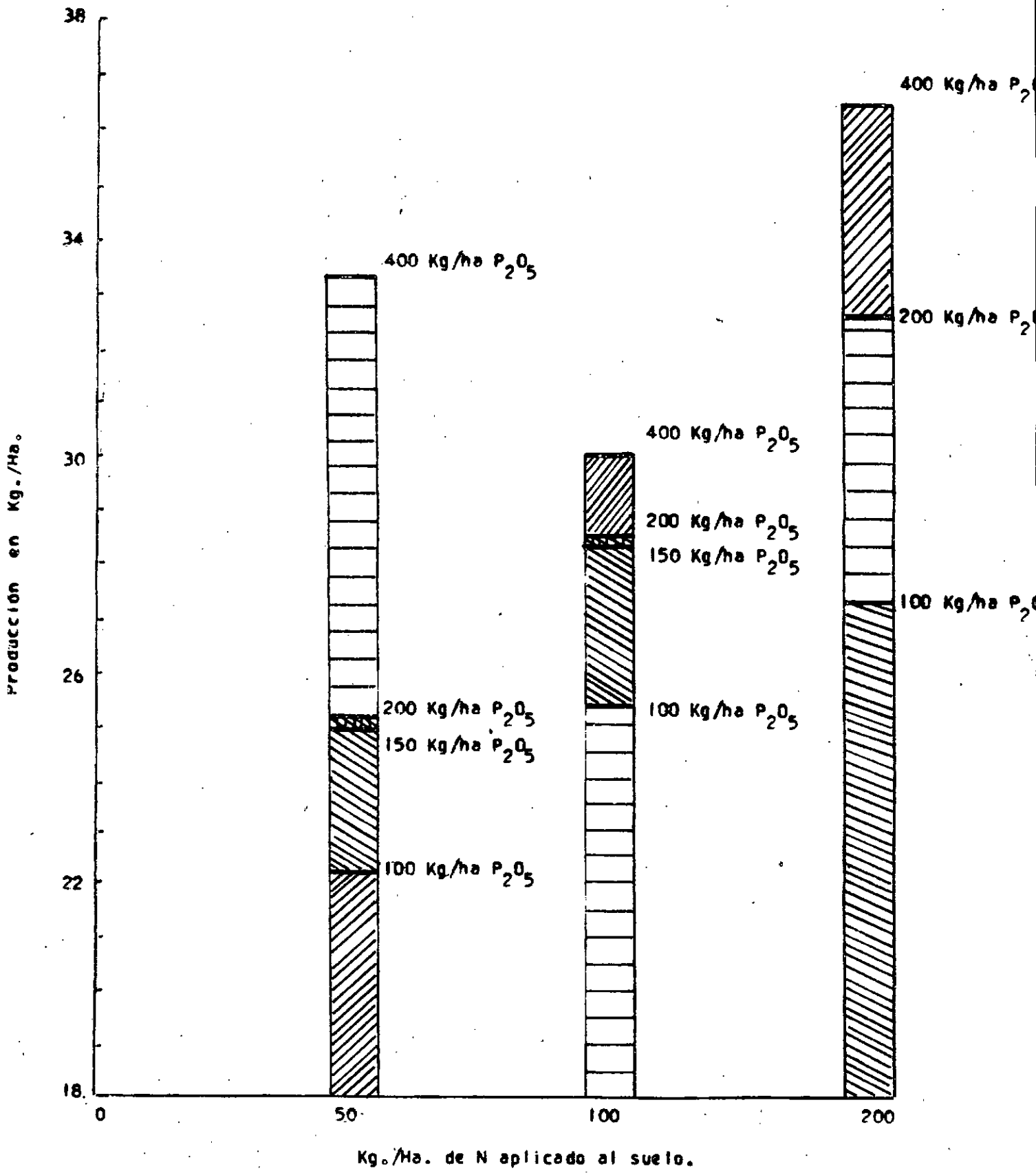


Figura 6.- Interacción N x P sobre producción de papa en suelos con contenido de materia orgánica menor de 15% y con fósforo menor de 20 p.p.m.

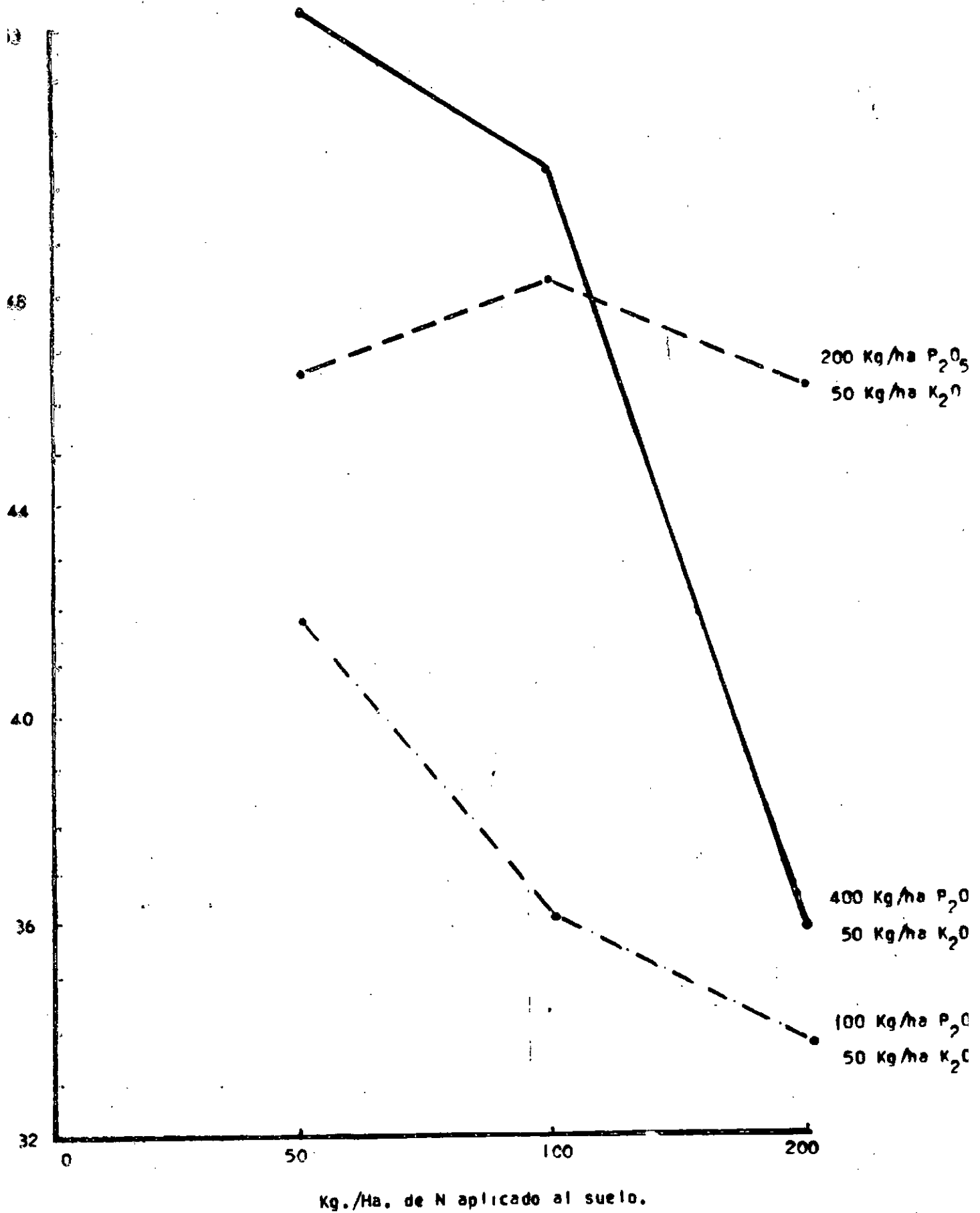


Figura 7.- Interacción N x P sobre producción de papa en suelos con contenido de materia orgánica mayor de 15% y con fósforo mayor de 20 p.p.m.

En general, el más alto rendimiento de (50.3 Ton.) se obtuvo con la aplicación de 50 kg / Ha de nitrógeno, 400 kg / Ha de P_2O_5 y 50 de K20.

Los incrementos en rendimientos debidos con la aplicación de nitrógeno, fósforo, y potasio, se aparecen en la figura 8. Se observa que los mayores incrementos, se obtienen al aplicar al suelo 50 kg / Ha de nitrógeno y 100, 200, 400 kg / Ha de P_2O_5 y 50 kg / Ha de K20. Igualmente se observa que el incremento en rendimiento no es apreciable al aumentar, la dosis de fósforo de 200 a 100 kg / Ha. Al aplicar 100 kg / Ha de nitrógeno combinado con 100, 200 y 400 kg / Ha de P_2O_5 se nota disminución en el incremento de los rendimientos; esta misma tendencia se observa con la dosis de 200, kg / Ha de nitrógeno combinada con 100, 200 y 400 kg / Ha de P_2O_5 , se observa una disminución significativa del rendimiento con la aplicación de 100 kg / Ha de P_2O_5 .

La tendencia a disminuir el rendimiento en suelos con este grado de fertilidad, posiblemente se deba, en gran parte, a que el cultivo desarrolla una área foliar exuberante, de tal forma que la energía requerida para almacenarla en los tubérculos en forma de carbohidrato es utilizado en el proceso de respiración de la planta.

De acuerdo a los resultados, para suelos con un contenido de materia orgánica mayor del 15% hay un contenido de fósforo mayor de 20 partes por millón la mayor producción de papa se espera obtenerla con la aplicación de 50 kg / Ha de nitrógeno, 200 kg / Ha de P_2O_5 y 50 kg / Ha de P_2O_5 .

Aunque no se obtiene respuesta con aplicación hasta 100 kg / Ha de K20, se recomienda, en especial una zona dedicada preferentemente a éste cultivo, aplicar 50 kg / Ha de K20, con el fin de prevenir futuras deficiencias de éste nutrimento.

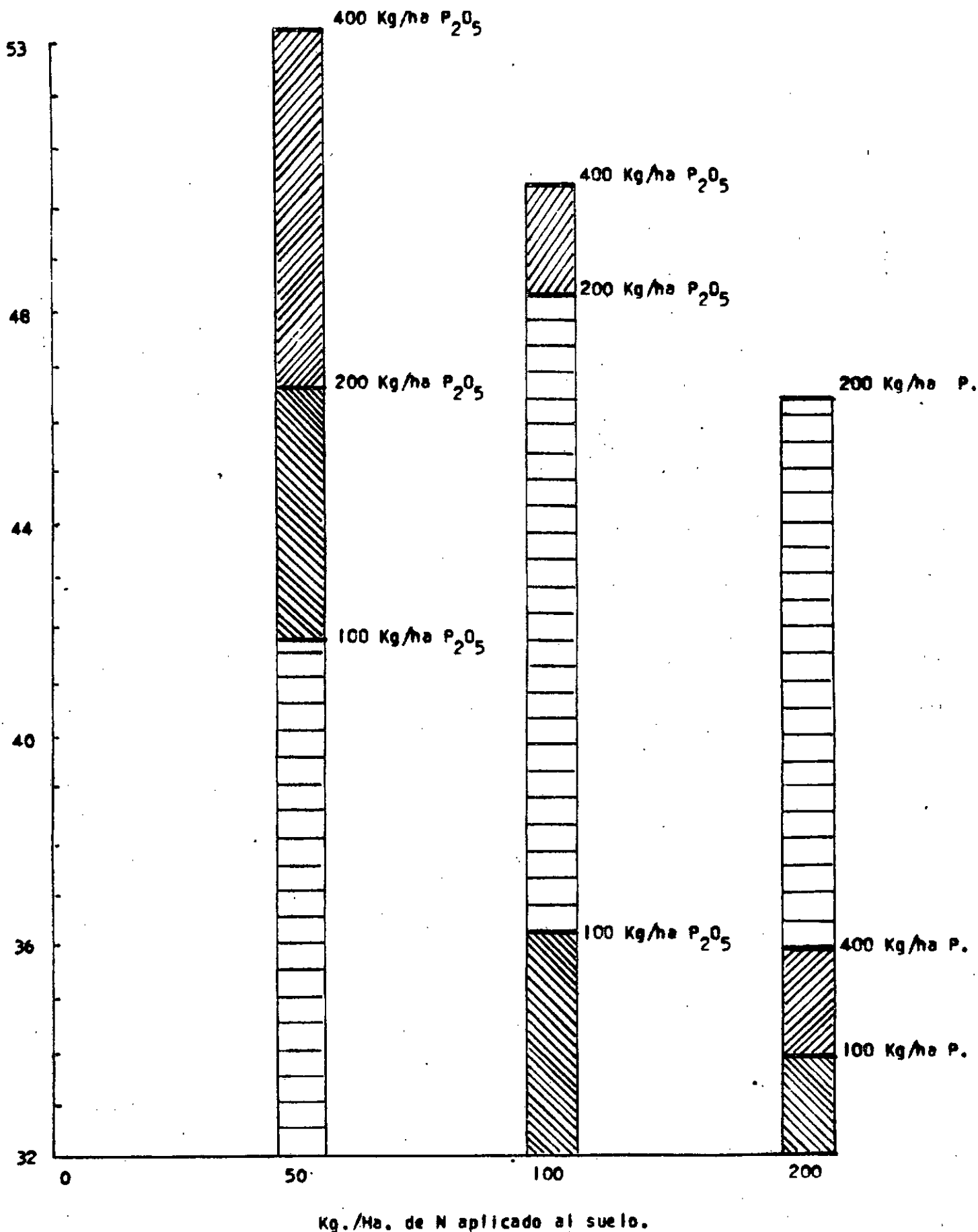


Figura 8.- Interacción N x P sobre producción de papa en suelos con contenido de materia orgánica mayor de 15% y con fósforo mayor de 20 p.p.m.

5. ESTUDIO ECONOMICO

Las relaciones V / C, presentadas en la Tabla 2 indica que los suelos, dedicados al cultivo de papa en Nariño, con menor de 15% de materia orgánica y menos de 20 p.p.m. de fósforo, responden económicamente a la aplicación de nitrógeno hasta 100 Kg / Ha y de fósforo hasta 400 Kg/Ha.

Suelos con contenidos mayores de 15% de materia orgánica y mayores de 20 partes por millón de fósforo presentan altas relaciones V / C, sin embargo, se observa que el valor de éstas decrecen a medida que se aplica al cultivo una dosis mayor de nitrógeno y de fósforo.

En suelos con ésta clase de fertilidad, se recomienda desde el punto de vista económico, aplicar 50 Kg / Ha de nitrógeno y 100 ó 200 Kg/Ha de P₂O₅.

Tabla 2. Análisis económico de los resultados de fertilización del cultivo de papa en el Departamento de Nariño.

Tratamiento			Suelos con menos de 15% de materia orgánica y menos del 20 ppm de P ₂ O ₅	Suelos con más de 15% de materia orgánica y más de 20 ppm de P ₂ O ₅ .
N	P ₂ O ₅	K ₂	RELACION V / C.	RELACION V / C.
50	100	50	7.11	23.3
50	200	50	7.67	18.60
50	400	50	8.31	14.74
100	100	50	9.10	11.27
200	100	50	6.92	4.84

V = Valor del aumento de producción
 C = Costo del fertilizante aplicado.

* Únicamente se tiene en cuenta el valor del fertilizante.
 1 Kg. de N vale \$ 25.20

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados, de acuerdo a las condiciones en que se realizó la presente investigación, permite concluir:

Para asegurar altos rendimientos, es necesario hacer aplicaciones combinadas de nitrógeno y fósforo.

La dosis de nitrógeno y fósforo recomendada para éste cultivo varía con el contenido de materia orgánica y de fósforo intercambiable. En suelos con contenido de materia orgánica menor de 15% y fósforo menor de 20 partes por millón, para obtener la mejor producción de papa, es necesario aplicar entre 200 Kg / Ha. de nitrógeno y 200 ó 400 kg / Ha de P_2O_5 . En suelos con contenidos de materia orgánica mayor de 15% y de fósforo mayor de 20 partes por millón, es necesario aplicar 50 kg / Ha de N. y 200 Kg / Ha de P_2O_5 .

Los suelos utilizados en el cultivo de papa, en su mayoría están bien provistos de potasio. Sin embargo, para prevenir el agotamiento de éste nutrimento al igual que el desbalanceamiento de otros nutrimentos necesarios para el normal desarrollo del cultivo, se recomienda aplicar 50 Kg / Ha de K_2O .

De acuerdo a las relaciones V / C calculadas; para suelos con menos de 15% de materia orgánica y menos de 20 partes por millón de fósforo se recomienda aplicar hasta 100 Kg / Ha de nitrógeno y 100 Kg / Ha de P_2O_5 . En suelos con contenidos de materia orgánica mayores de 15% y de fósforo mayores de 20 partes por millón se recomienda aplicar 50 Kg / Ha de nitrógeno y 100 ó 200 Kg / Ha de fósforo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARIAS, H.A. y GUERRERO, R. Algunas propiedades físicas de los suelos derivadas de cenizas volcánicas de Pasto. In: II Panel sobre suelos volcánicos de América, IICA OEA Universidad de Nariño. Pasto, 1972 pp 157 - 159.
2. BUENO, I. Estudio geológico del Departamento de Nariño. Bogotá, - Ministerio de Minas y Petróleos, - 1946. 80 p.
3. CEMACHO, J., CORTES, M. y LOPEZ, A. Estudio general de suelos de los municipios de el Tambo, Pupiales, Pasto, Túquerres y otros del centro y Sur del Departamento de Nariño. 8 (7): 323 - 654 1975.
1. GUERRERO, R. Estudio de la capacidad de fijación de fósforo y sus formas en suelos volcánicos de cuatro regiones andinas de Nariño. In: II Panel sobre suelos volcánicos de América. Pasto, 1972. pp 24 - 26.
5. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Informe Anual de Labores del Programa de Suelos. 1956 - 1975. Archivo Obonuco Pasto.
6. LUNA, C. Suelos derivados de cenizas, volcánicas del Departamento de Nariño. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Dirección Agrológica. Bogotá. 9 (2): 21-86 1973.
7. ORDONEZ, G. Estudio sobre potasio en algunos del Altiplano de Pasto. In: II Panel sobre suelos volcánicos de América, IICA - OEA Universidad de Nariño. Pasto, 1.972. pp 32 - 38.

8. REVELO, D.C. y REVELO, D.M. Estudio de fertilidad en invernadero de algunos suelos del Altiplano de Pasto. In: II Panel sobre suelos volcánicos de América. IICA - OEA Universidad de Nariño. Pasto 1972. pp. 101 - 103.
9. FERRAN, T.R. Respuesta de la papa (Solanum tuberosum, L.) a fuentes y dosis de fósforo en un Caudosol del Altiplano de Pasto. In: II Panel sobre suelos volcánicos de América IICA - OEA Universidad de Nariño. Pasto 1972. pp 137 - 141.

MARINO RODRIGUEZ (++)

1. INTRODUCCION

El cultivo de la papa es uno de los más importantes del Departamento de Nariño, la producción abastece las necesidades de consumo locales y parte de las de algunos Departamentos del norte del país.

Sin embargo, a pesar de su importancia, debido posiblemente a que la mayor parte de la explotación se hace en terrenos de minifundio y ladera, las labores correspondiente a la preparación del suelo, siembra, deshierba, aporque y cosecha no están lo suficientemente tecnificadas.

De las 23.000 hectáreas cultivadas anualmente, solo en el 40% se hace la preparación utilizando tracción mecánica, lo cual indica, que en la totalidad del área se realizan las labores restantes con tracción animal o con herramientas manuales.

Tales condiciones y la falta de implementos, restringen los rendimientos de trabajo, por lo tanto, estas prácticas normalmente requieren un alto gasto de tiempo o el empleo de un número considerable de jornales que desde luego encarecen la explotación.

Este cultivo por su naturaleza y forma de crecimiento necesita la selección apropiada del tipo de suelo, clima, semilla, preparación de la tierra y realización oportuna de labores culturales, factores determinantes del desarrollo del cultivo y sus rendimientos. No obstante, la baja disponibilidad de mano de obra, las limitaciones actuales del uso de fuentes de energía, exigen también el estudio cuidadoso de cada una de estas operaciones tendiente a lograr la eficiencia necesaria en el trabajo y la rentabilidad del cultivo.

(+) Contribución Programa Nacional de Maquinaria Agrícola.

(++) Ingeniero Agrónomo ~~ICA~~. ICA - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339. Pasto

2. PREPARACION DEL SUELO O LABRANZA

2.1 DEFINICION Y OBJETIVOS

La preparación del suelo o labranza es el conjunto de operaciones que tratan de acondicionar el suelo para la plantación del cultivo, ya sean profundas (aradas) o superficiales (rastrilladas), disturbando en diferentes grados, rompiendo (escarificación), mezclándolo o volteándolo (arado de discos, arado de vertedera) y desmenuzándolo sin pulverizar.

Con la preparación del suelo se pretende los siguientes objetivos:

a) Control de Malezas

Es importante tener en cuenta no solamente la destrucción inicial sino el efecto sobre su comportamiento posterior.

b) Incorporación de residuos vegetales y abonos verdes para su descomposición.

Se requiere la acción de los microorganismos del suelo, lo cual indica la conveniencia de hacerlo con la debida anticipación para evitar la descompensación del nitrógeno tomado por los microorganismos, una vez plantado el cultivo.

c) Incorporación de fertilizantes químicos.

Algunas prácticas de siembra requieren la aplicación de ciertos productos químicos en la última rastrillada, entre estos; fertilizantes, nematocidas, insecticidas, y herbicidas.

d) Esponjamiento del terreno en busca de una estructura que permita la penetración rápida y profunda del agua lluvia, para evitar así las pérdidas por evaporación o por sequía.

Desde luego que un suelo que ha sido preparado racionalmente sin destruir la estructura presenta agragados, que sin ser fácilmente removidos por el agua de lluvia dejan los macroporos suficientes para la infiltración trabajando en forma de esponja y constituyéndose en un reservorio de agua, por lo menos durante las épocas críticas de desarrollo del cultivo.

e) Enriquecimiento de poros que facilite la aireación del suelo.

Una aireación adecuada del suelo conlleva a una apropiada actividad microbiana, a la vez que facilita la oxigenación de las raíces del cultivo.

f) Reducir la compactación del suelo y facilitar el desplazamiento del sistema radicular.

Se ha demostrado que la compactación del suelo restringe el crecimiento de las raíces y por lo tanto el de las plantas por efecto directo e impedimento mecánico o por limitar las condiciones de disponibilidad de aire y agua.

g) Control de insectos en diferentes estados.

El efecto mecánico de los implementos y la exposición de larvas, pupas y adultos a la acción de los rayos del sol o de los predadores se supone ejerce un control natural.

2.2 SISTEMAS DE PREPARACION

2.2.1 Sistema Convencional

Es la preparación que se hace arando y rastrillando el suelo y cuyo número de operaciones es escogido en forma indistinta al cultivo, al suelo y a los implementos, variando de una zona a otra. Esta forma estática e indiscriminada de preparación del suelo generalmente lleva a incurrir en ciertos errores que pueden afectar notablemente los costos de explotación y la conservación del suelo.

Un error común consiste en medir la bondad de la preparación por el grado de pulverización del mismo, destruyendo su estructura y dificultando la aireación e infiltración del agua. Otra práctica errónea consiste en realizar el mismo número de operaciones tanto para la siembra de cereales como para la siembra de tuberosas. Estas últimas por su naturaleza y forma de crecimiento necesitan de un suelo preparado a una profundidad hasta de 40 cms. No así los cereales cuyo mayor porcentaje de raíces está distribuido en los primeros 10 centímetros del suelo.

El sistema convencional mecanizado en el departamento de Nariño consiste en las operaciones siguientes:

Arado de discos	1 - 3 operaciones
Rastrillo de discos	1 - 3 operaciones

Con tracción animal

Arado de vertedera reversible	3 - 5 operaciones
Rastra de púas	3 - 5 operaciones

2.2.2 Sistema de Labranza mínima

Consiste en la reducción de operaciones respecto a la labranza convencional y permite emplearse de diversas maneras, generalmente de acuerdo a las siguientes modalidades:

- a) Reducción del número de operaciones ya sea de aradas o de rastrilladas.
- b) Integración de labores o equipos, por ejemplo de la siembra, fertilización y tapado en una sola operación.
- c) Supresión de algunas labores. Existen cultivos que permiten una preparación superficial. (rastrilladas)

2.2.3 Sistema de no labranza o siembra sin labranza

Consiste en la siembra mecanizada directamente sobre zocas, rastros de cultivos anteriores a otros pastos. Es el paso más avanzado en cuanto a supresión de labores para la siembra, pero se tropieza con el inconveniente de la disponibilidad de implementos apropiados para tal fin.

Cultivos como el maíz demuestran mejor comportamiento cuando se siembran por éste sistema. En investigaciones con trigo y cebada se han encontrado resultados satisfactorios.

2.3 ENSAYO DE LABRANZA MINIMA EN PAPA

2.3.1 Localización, Estación Experimental de Obonuco - Pasto Nariño

En 1977 se realizó un experimento sobre labranza mínima en papa en predios de la Estación Experimental de Obonuco, sobre suelos de textura franco-arcilloso y con 0,68% de materia orgánica. Utilizando tracción animal se analizaron los siguientes tratamientos:

<u>Tratamientos</u>	<u>Implementos</u>	<u>No. Operaciones</u>
1 (Testigo)	Arado de vertedera	1
	Arado de chuzo	2
	Rastra de púas	3
2	Arado de chuzo	2
	Rastra de púas	2
3	Arado de vertedera	1
	Arado de chuzo	1
	Rastra de púas	2
4	Arado de vertedera	1
	Rastra de púas	2

5	Arado de chuzo	1
	Rastra de púas	2
6	Arado de vertedera	2

2.3.2 Resultados

Producción de papa en kg por parcela de 200 m² y seleccionada por tamaños 1a, 2a y 3a clases.

<u>Tratamientos</u>	<u>1a.</u>	<u>2a.</u>	<u>3a. (Cial)</u>
1	521	108	47.....629
2	436	126	48.....562
3	400	102	42.....502
4	383	103	43.....486
5	256	78	34.....334
6	369	94	37.....463

Aunque no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento total por los resultados se puede observar que la producción de papa comercial disminuye a medida que se reduce el número de operaciones.

Por estimación visual de la malformación de los tubérculos se encontró que al disminuir las operaciones aumentaba el número de tubérculos deformes y partidos.

2.4 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE LA PAPA

Un suelo ideal para el cultivo de papa debe tener buen drenaje, adecuada fertilidad y alto contenido de materia orgánica.

Suelos arenosos profundos con una baja capacidad de retención de agua sujetos a la erosión eólica y a la lixiviación de nutrientes, ^{presenta} dificultad para cultivo de la papa. Suelos muy pesados con alta retención de agua son menos adecuados para éste propósito. Su mala estructura y la compactación causa mal formación de tubérculos y a su vez disminución del rendimiento.

Muchos suelos tropicales no poseen una estructura desmenuzada y estable, lo cual puede ser consecuencia del contenido de materia orgánica. Además en los suelos tropicales típicos que aceptan el agua en forma lenta, puede ser beneficioso subsolar.

Sobre suelos de textura media, volcánica y bastante húmicos, es preferible un surco profundo con partículas finamente desmenuzadas.

Muchas áreas del Departamento de Nariño y de Colombia, presentan ese tipo de suelos especialmente volcánicos, con alto contenido de materia orgánica y generalmente una capa arable profunda. En otras áreas de menor explotación el cultivo se hace sobre suelos algo más pesados.

El trabajo de campo de preparación debe hacerse con el óptimo contenido de humedad, lo cual implica la mínima fuerza de tiro y el máximo de des-
terronamiento, condición ésta bastante deseable en el cultivo de papa.

2.1.1 Profundidad de operación

La papa presenta su mayor porcentaje de raíces y estolones entre los 20 cm del suelo dependiendo de la variedad. Estos generalmente son débiles y por lo tanto la resistencia mecánica del suelo por capas endurecidas cespedones etc, son nocivos para su normal desplazamiento y desarrollo.

En las zonas templadas los suelos para el cultivo de papa son preparados profundamente (30-40 cmts) y en general en el trópico se recomienda una labranza profunda la cual puede influenciar la distribución de raíces.

2.4.2 Número de operaciones

Si la recomendación ideal para la preparación del suelo para el cultivo de papa es lograr el desmenuzamiento sin pulverización del suelo evitando el uso indebido de implementos, el número de operaciones depende de los siguientes factores:

a) Textura del suelo

En suelos de textura franco-arenosos las aradas demasiado profundas y en exceso tienden a pulverizarlos. En éste estado el agua de lluvia difícilmente se infiltra provocando escorrentía que arrastra suelo y nutrientes, en terrenos con pendiente, o un asentamiento y costras superficiales que impiden la oxigenación de la planta en terrenos planos.

b) Estado del terreno

Terreno con pasto. En estos dependiendo generalmente de las condiciones topográficas pueden darse dos formas de preparación:

La primera en la cual se utiliza tracción mecánica o animal, normalmente se rompe el suelo arando dos o tres veces con igual número de rastrilladas con un mes de anticipación a la siembra. Si el pasto es kikuyo se recomienda un paso previo a la arada con un rastrillo sin trabar y bastante peso. En esta forma, los discos se desplazan perpendicularmente cortando superficialmente cespedones y rizomas en pequeñas fracciones. Luego de arar, rastrillar inmediatamente ya que el estado de humedad de los cespedones facilita el desmenuzamiento. En éstas zonas se acostumbra hacerlo cuando el cespedón pierde humedad y se compacta.

Normalmente donde la pendiente no permite la mecanización, se hace la preparación en forma de guachado. Esta práctica consiste en voltear hacia el centro con pala ó con azadón cespedones de más o menos 40 cm siguiendo generalmente la dirección de la pendiente y formando un caballón. La siembra se hace picando el cespedón invertido en el cual se coloca la semilla que posteriormente se tapa con tierra del surco. La

bondad de este sistema depende de la textura del suelo, de la clase de pasto, y del comportamiento de las variedades de papa y la disponibilidad de agua para el cultivo. Sin embargo, sería conveniente realizar una mayor investigación sobre las ventajas y desventajas de este sistema en los rendimientos del cultivo.

En lotes con kikuyo por ejemplo el rendimiento de trabajo es relativamente bajo y por lo tanto los costos altos. No se logra la erradicación total del pasto, el cual además de la competencia que presenta al cultivo dificulta tremendamente las labores culturales y la cosecha.

c) Del cultivo anterior

En este caso el número de aradas depende del cultivo que haya habido anteriormente de la clase y densidad de malezas. En algunas regiones por ejemplo Cauca y Antioquia luego de un cultivo de maíz el suelo para la plantación de papa se prepara únicamente rastrillando y recogiendo parte de los residuos de la cosecha anterior. Posiblemente el tipo de suelos permite restringir el número de operaciones para la preparación sin desmejorar la cosecha, no obstante, es importante un estudio de investigación en estos suelos y los de Nariño para hacer las recomendaciones pertinentes.

d) Del tipo de implementos

También el tipo de implementos a utilizarse en el arado o rastrillado determina el grado de desmenuzamiento y pueden, en algunos casos, determinar la limpieza del cultivo en cuanto a malezas. Con el arado de vertedera se logra un mejor control de malezas debido a la inversión casi perfecta del cespedón y un mejor desmenuzamiento con el menor número de operaciones. No así, con el arado de discos, el cual voltea ligeramente el suelo; sin embargo, es un implemento cuyo uso presenta menos limitaciones en cuanto a contenido de humedad, presencia de piedras, raíces y otros obstáculos.

3. SIEMBRA DE PAVA

3.1 METODOS

Como se mencionó antes, existen dos sistemas de siembra de acuerdo a la forma de preparación del terreno: En surcos y en guachado.

El sistema en surcos es el más generalizado en el Departamento de Nariño. Los surcos son trazados en la mayor parte de los casos con el arado de chuzo o manualmente utilizando azadón. En ambos casos la siembra es manual.

3.2 LA PROFUNDIDAD DEL SURCO

Generalmente se realiza entre 10 y 20 cm, dependiendo de los siguientes factores:

a) Época de sequía o lluviosa

En sitios húmedos o épocas de alta precipitación es conveniente la plantación superficial y el tapado con un espesor de suelo de aproximadamente el tamaño del tubérculo 8-10 cms. En ésta forma se evita el ataque de enfermedades fungosas. En suelos secos o épocas secas la plantación se hace más profunda.

b) Temperatura del lugar

En lugares con baja temperatura es aconsejable una siembra superficial puesto que el calor del sol puede penetrar hasta los tubérculos logrando un brote y emergencia más rápida. Lo contrario en lugares de mayor temperatura teniendo en cuenta que las bajas temperaturas estimulan el crecimiento de los tubérculos y las altas temperaturas el aumento del follaje. Hay que tener en cuenta que bajo condiciones de sequía, los tubérculos en crecimiento pueden sufrir "rajaduras" por acción de altas temperaturas.

c) Sistema de cosecha

En una plantación superficial la ubicación de los tubérculos es alta y por lo tanto se facilita la cosecha. Por otra parte siembras muy profundas pueden favorecer el desarrollo de enfermedades como Rhizoctonia.

d) Textura del suelo

En suelos de textura muy liviana es conveniente una siembra profunda puesto que este es un suelo que fácilmente pierde agua por evaporación y por percolación y a mayor profundidad es mayor su disponibilidad.

Según algunos autores en los climas tropicales es mejor plantar el cultivo a la mayor profundidad para proporcionarle una cama fría y húmeda que determinará altos rendimientos. Otros por el contrario, aconsejan una siembra lo más superficial posible.

3.3 DISTANCIAS DE SIEMBRA

Para usar la distancia de siembra apropiada entre surcos y entre plantas en un cultivo debe tenerse en cuenta la variedad, el clima y la pendiente del terreno, condiciones topográficas del terreno y de la variedad. Variedades europeas son sembradas a distancias entre surcos menores a los 90 cm; variedades mejoradas colombianas del tipo Tuberosum por andígena exigen una mayor distancia entre plantas.

Del clima. Así en climas de páramo la papa no responde muy bien a las altas densidades de siembra ya que las concentraciones de CO_2 y O_2 (1) son menores que las existentes en climas fríos moderados.

De la pendiente del terreno. En estos es conveniente aumentar la distancia entre surcos hasta de 1.30 m o más para facilitar labores como la desyerba y el aporque.

De la mecanización. En lotes donde es posible realizar el aporque uti-

lizando aporcadora con tracción mecánica es conveniente reducir hasta 90 cm la distancia entre surcos.

De todas maneras es conveniente tener en cuenta que al aumentar la distancia entre surcos y entre plantas se aumenta los rendimientos individuales y el tamaño de los tubérculos. Sin embargo, lo importante es el rendimiento por hectárea.

4. DESYERBA

En Nariño se hace manualmente con azadón o pala o en unos casos el arado de chuzo en 2 pases consecutivos por calle para luego recoger la maleza en forma manual.

En otros casos se hace pasando la rastra de púas 3 semanas después de la siembra. En esta forma se puede causar daño a la planta sobre todo en terreno pendiente o mal preparado.

Sería ideal disponer de una cultivadora de dientes flexibles de ancho de corte ajustable tirada por animales y controlada por un operario.

En Colombia no se ha generalizado el control químico de malezas, pero se recomienda Sencor en dosis de 1 kg por cada hectárea o Afalón 1.5 a 2 kgs por hectárea, para aplicar 15 días después de la siembra.

5. SISTEMAS Y FORMAS DE APORQUE

El aporque es el alza de tierra cuyos fines principales son los siguientes:

a) Protección de los tubérculos de la luz del sol de plagas y enfermedades.

b) Control del contenido de humedad del suelo. En áreas húmedas posiblemente drenadas los caballones facilitan el drenaje. Así los tubérculos quedarán ubicados en la parte seca. O al contrario en zonas secas con posibilidades de irrigación los caballones pueden emplearse para éste fin.

c) Conservación del suelo y agua. Los caballones trazados a través de la pendiente disminuyen la velocidad de escorrentía y a su vez reducen las pérdidas del suelo y nutrientes.

d) Mejora la estructura sobre suelos finos. Algunos suelos en determinadas condiciones tienden a compactarse, y son aflojados al efectuarse la desyerba. En otros casos como el suelo mal preparado se contribuye al desmenuzamiento.

e) Control de maleza e incorporación de residuos vegetales

f) Facilitar la cosecha. En Nariño, el aporque se hace normalmente entre los 50 y 60 días dependiendo de la precocidad de las variedades. Generalmente la tendencia es hacer aporques altos (mayores de 30 cm de altura).

La altura debería estar relacionada con la profundidad de siembra puesto que profundidades bajas de siembra requieren una mayor protección de tubérculos y por lo tanto mayor alza de tierra.

Esta práctica en la mayor parte se hace manualmente, lo cual implica un costo relativamente alto. Generalmente se hace una rayada o partida entre surcos con el arado de chuzo para aflojar el suelo y posteriormente alzar la tierra con pala.

En algunas regiones páperas se acostumbra a hacer un aporque temprano después de la emergencia y otro a los 70 días. Aparentemente no exis-

te razones que establezcan la necesidad del primero. Sin embargo, es importante realizar investigación sobre éstas prácticas.

Desafortunadamente no existe hasta el momento un implemento ideal tirado por bueyes que ejecute esta labor con menos costo.

La forma del caballón está relacionada con la precipitación. Se aconseja en forma aguda en la parte superior si la precipitación es alta y una forma plana si es baja.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO, L.F. 1977. Distancias y densidad de siembra. In: Prácticas culturales en papa. ICA Pasto 12 h.
2. BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo planta. Hemisferio Sur, Buenos Aires 444 p.
3. COOK, L. et. al. 1958. Save money, Water and soil with minium tillage. Michigan. State Univ. Service Bulletin 352 p.
4. DENCLER, HEINRICH H. C. 1966. Sistemas y medios técnicos auxiliares para el cultivo de la patata. In: Manual de Técnica Agrícola. Omega, Barcelona 932 - 1016 p.
5. FORSYTHE, W. 1975. Física de los suelos. México, IICA AID 212 p.
6. GUERRERO, L. 1974. Diagnóstico de las labores de preparación sobre el cultivo de trigo en el Departamento de Nariño. Pasto, ICA. Mimeografiado 12 p.
7. _____, 1975. Preparación de terrenos para siembras. In: Curso de Maquinaria Agrícola. Compendio No. 9. Instituto Colombiano Agropecuario, Tibaitatá 35 - 55 pp.
8. KOUWENHOVEN, J. k. 1974. Soil Tillage for potatoes. (Agricultural University Wageningen) In: Third International course en potato producction.

9. MESA, A. y CASTAÑO, J.J. 1970. Cultivo de la papa en Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de Divulgación 38 p.
10. MEYER, L. D. 1961. Minimum tillage for corn. Agronomy Engeeniery (12): 72 - 76 pp.
11. RODRIGUEZ, M. 1976. Ensayo de labranza mínima en papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Maquinaria Agrícola. Pasto, Mecanografiado 20 p.
12. RUSELL, J. E. 1959. Condiciones del suelo y desarrollo de la planta. Madrid, Aguilera 476 p.
13. VAN DERZAAG, D.E. 1973. La patata y su cultivo en los países bajos. Instituto Molardés de consulta sobre la patata. Ministerio de Agricultura y pezca. 72 p.
14. VERHOEVEN, G. 1967. Patata growing in Queensland. Agronomic Journal 93: 714 - 728 pp.

CRECIMIENTO DEL CULTIVO (+)

LUIS FELIPE ALVARADO (++)

1. INTRODUCCION

Se entiende por crecimiento y desarrollo, el conjunto de procesos que conducen a una célula ya sea de origen sexual o de origen somática a la forma definitiva del cuerpo vegetativo de la planta.

Con frecuencia se confunden los dos términos crecimiento y desarrollo pero son diferentes. Por crecimiento se entiende el aumento de volumen y substancia. En otras palabras, el aumento de peso en materia seca de la planta a través del tiempo.

El desarrollo comprende los procesos que modifican la forma interior o exterior del cuerpo como son los procesos de multiplicación y diferenciación de las células.

En la presente conferencia sólo se pretende exponer en forma superficial los factores más importantes que determinan el crecimiento.

Los procesos que tienen lugar en la planta de papa se pueden agrupar en dos partes: asimilación o Fotosíntesis y respiración.

En el proceso de Fotosíntesis se producen carbohidratos, mientras que en el proceso de respiración se consumen carbohidratos. Al restar los carbohidratos consumidos de los carbohidratos producidos se obtiene la asimilación neta. Los carbohidratos que no utiliza la planta para su respiración son almacenados como reserva en los tubérculos.

(+) Contribución del Programa Tuberosas - Regional 5

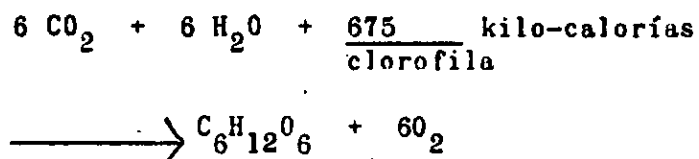
(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Programa Tuberosas ICA - Estación Experimental Obonuco - Apartado Aéreo 339 - Pasto.

2. FOTOSÍNTESIS

En el proceso de fotosíntesis, la energía radiante es absorbida por las hojas y transformada en energía química, a partir del agua y el anhídrido carbónico, el cual es almacenada luego en forma de compuestos de carbono.

Químicamente se produce la separación del hidrógeno del agua con liberación de oxígeno y transferencia del hidrógeno al carbono para formar un compuesto más estable.

En forma general, la reacción de fotosíntesis se produce en la siguiente forma:



La fotosíntesis es afectada por una serie de factores ambientales, que si bien son difíciles de cambiar por el hombre, se pueden aprovechar mejor con prácticas culturales adecuadas.

Los siguientes factores interactúan en forma conjunta en el proceso de asimilación.

2.1 SUMINISTRO DE AGUA

La facilidad con que una planta puede extraer agua del suelo es una función de la diferencia entre la energía de la savia de las células de la planta y la energía de la solución del suelo.

El agua juega un papel muy importante en la apertura y cierre de los

estomas en las hojas. Si la planta dispone de una cantidad adecuada de agua (células túrgidas), los estomas se abrirán fácilmente y el CO_2 pueden entrar libremente a la planta. Pero cuando la planta tiene déficit de agua, la concentración de CO_2 dentro de la hoja llega a ser tan baja que limita el proceso de fotosíntesis.

Bajo condiciones de riego se ha encontrado que las necesidades de agua de un cultivo de papa son de 3 a 5 mm por día.

Por otra parte, cuando el agua disponible para un cultivo depende de las condiciones de lluvia, las necesidades pueden cambiar. Así un acceso de lluvia está asociado con reducción de la energía incidente a causa de la mayor nubosidad.

2.2 TEMPERATURA

Dentro de ciertos límites, el desarrollo del follaje es potencialmente más rápido a temperaturas altas que a temperaturas bajas. La temperatura óptima para la fotosíntesis en papa parece estar entre 10° y 20°C . Sin embargo la temperatura óptima varía según las especies y variedades.

Una variación en la temperatura puede reducir o aumentar marcadamente la producción de materia seca.

2.3 LUZ

Tanto la intensidad de la luz como la duración de la misma (fotoperíodo) afectan la fisiología de la planta. Bajo las condiciones tropicales de Colombia no se detectan diferencias en la longitud del día.

La intensidad de la luz depende de la altitud, latitud, frecuencia y distribución de las nubes y la hora del día. La energía lumínica que recibe la planta está afectada por la densidad de población, forma y

disposición de las hojas y el área foliar de cada planta.

Solamente la luz que es interceptada por las partes verdes de la planta es usada en la fotosíntesis.

Se ha encontrado que aún a bajas concentraciones de CO_2 , un incremento en la intensidad de luz resulta en un aumento de la fotosíntesis.

2.4 SUMINISTRO DE CO_2

Las hojas de papa tienen estomas por ambas caras de la hoja, 18 a 20 / mm^2 en el haz y 100 / mm^2 en el envés, con un diámetro promedio de 2-3 micras. Tales aberturas permiten la difusión de CO_2 en la hoja a una intensidad de 20-24 mg/mm^2 de superficie foliar a 20°C.

La concentración de CO_2 en la atmósfera que rodea las plantas no tiene grandes fluctuaciones. Es de aproximadamente 0.03% y a excepción de las montañas altas, ésta concentración no presenta fluctuaciones apreciables. El suministro de éste elemento a la planta es controlado por la apertura y cierre de los estomas. Por consiguiente, cualquier factor que afecte el movimiento de los estomas afectará también el suministro de dióxido de carbono y por consiguiente la fotosíntesis.

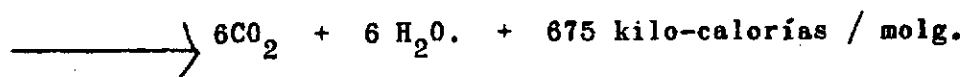
Las deficiencias de CO_2 para la fotosíntesis se presenta principalmente cuando hay restricción de entrada a las hojas por cierre de los estomas. Un cierre de estomas durante el día ocurre cuando la deshidratación de la hoja excede cierto nivel. Winkler encontró que cuando la pérdida de agua de la hoja con sus células turgidas alcanza 7-8% del peso hay restricción a la entrada de CO_2 y cuando ésta pérdida alcanza al 20-24% el cierre de estomas es total. Cuando ésta pérdida sobrepasa el 45% es letal para la planta.

3. RESPIRACION

La respiración es un proceso complejo durante el cual la planta obtiene la energía necesaria para sus procesos vitales.

Una parte de los carbohidratos producidos en el proceso de asimilación son consumidos en la respiración. En presencia de O_2 se libera CO_2 que se había fijado en la fotosíntesis.

La ecuación general de la respiración es: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$



3.1 CRECIMIENTO

El crecimiento en términos de materia seca producida en los diferentes órganos de la planta, hojas, raíces, estolones y tubérculos está influenciado por la temperatura, la intensidad de la luz, la densidad de población, la calidad de la semilla y disponibilidad de agua y nutrientes.

Pero es difícil delimitar la influencia de cada factor separadamente. Cada factor, además de su propia influencia, interactúa con los demás.

Burton (1964) estableció el siguiente balance de CO_2 de una planta de papa en crecimiento, bajo condiciones normales de campo (Inglaterra, Jun. Jul.).

Tabla 1. Balance de CO₂ en una planta de papa

Asimilación de CO ₂	14 gr. CO ₂	Materia Seca
Crecimiento del follaje	13% 1.82 gr CO ₂	1.17 gr
Respiración follaje	7% 0.98 gr CO ₂	0.63 gr
Crecimiento y respiración de la raíz	2% 0.28 gr CO ₂	0.18 gr
Crecimiento de los tubérculos	71% 9.94 gr CO ₂	0.39 gr
Respiración de los tubérculos	7% 0.98 gr CO ₂	0.63 gr

3.1.1 Curva de Crecimiento

Aunque no todas las especies y variedades de papa reaccionan de la misma forma bajo las mismas condiciones ambientales, el crecimiento de una planta de papa presenta un patrón o curva la cual sigue una trayectoria característica.

En los últimos años se ha desarrollado diferentes métodos de análisis de crecimiento, basados en la medición de la fotosíntesis y en la producción de materia seca, realizados mediante muestras de plantas tomadas en el campo.

Los siguientes parámetros han sido estudiados en papa para medir su crecimiento.

3.1.2 Índice de Área Foliar (IAF)

Esto es el área foliar expresada con relación a la superficie del terreno que ocupan las plantas y en la misma medida. Por ejemplo, un IAF de 3 indica que hay tres hectáreas de superficie foliar por una hectárea de cultivo.

3.1.3 Intensidad de Asimilación Neta (IAN)

Es la intensidad fotosintética expresada como ganancia de peso seco por unidad de área foliar.

3.1.4 Intensidad de Crecimiento del Cultivo (ICC)

Esto es el valor del crecimiento en peso seco en $\text{gr} / \text{m}^2 / \text{semana}$.

3.1.5 Intensidad de Crecimiento Relativo (ICR)

Es el crecimiento en términos de peso seco producido por unidad de peso seco existente.

3.2 CRECIMIENTO DE ESTOLONOS Y RAICES

Las principales funciones de la raíz son la absorción de agua, absorción de nutrimentos y sostenimiento de la planta.

La intensidad de crecimiento de la raíz es relativamente alta en los primeros estados hasta la época de floración.

Trabajos sobre análisis de crecimiento realizados en Nariño (Obonuco 1975 - Catambuco 1976) con variedades de papa en diferente ciclo de vida muestran que el crecimiento de raíces y estolones no se prolonga más de los 98 días (14 semanas), como se registra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Crecimiento de raíces-estolones en base a producción de materia seca (gr) por planta, por semana, de tres variedades de papa.

Días después siembra	Parda Pastusa	ICA-Nariño	Criolla
35	3.68	2.56	1.30
42	2.86	1.36	0.80
49	6.20	4.18	2.14
56	6.10	4.94	2.28
63	8.04	4.16	2.82
70	14.24	8.80	6.68
77	15.80	14.42	5.50
84	17.96	12.80	8.12
91	15.44	14.44	9.72
98	22.02	17.80	9.56
105	15.46	9.32	5.48
112	17.50	11.60	7.16

En el suelo el movimiento de agua hacia las raíces es más bien bajo y solamente el agua cerca a ellas está disponible. A mayor volumen de raíces en el perfil del suelo la planta dispondrá de mayor cantidad de agua.

La forma del sistema de raíces es controlada hereditariamente, pero también está muy influenciada por factores ambientales como disponibilidad de agua y nutrientes, oxígeno, CO₂ y resistencia mecánica del suelo. El sistema radical de una planta de papa es débil y su crecimiento es fácilmente afectado en condiciones adversas del suelo.

Al medir semanalmente la longitud de los estolones de una variedad precoz, ICA - NARIÑO y una variedad tardía, Parda Pastusa, bajo condiciones de un suelo franco arenoso de Catambuco (Pasto 1976) se encontró que en la variedad precoz, la formación de estolones es más rápida y por consiguiente requiere un aporte más temprano.

3.2.1 Factores que afectan el crecimiento del sistema radical.

Hay muchos factores físicos que afectan el crecimiento y desarrollo del sistema radical. Los más importantes son: disponibilidad de nutrientes, suministro de agua, aireación y resistencia mecánica del suelo.

Adecuadas cantidades de Nitrógeno y Fósforo disponibles estimulan el crecimiento de las raíces. Un desarrollo de raíces solamente en la capa superficial del suelo puede deberse entre otras causas, a la presencia de la mayoría de los nutrientes en aquella capa. Mala colocación del fertilizante puede inhibir la penetración de las raíces especialmente bajo condiciones de sequía.

Un exceso o una deficiencia de agua limitan el crecimiento de la raíz. En regiones secas la penetración de las raíces está limitada a la profundidad a la cual el suelo es humedecido por el agua lluvia.

Por consiguiente, la falta de agua estimula la suberización de las raíces dando como resultado una reducción en su capacidad de absorción.

Sin embargo, una moderada deficiencia de agua en los primeros estados de crecimiento de la planta y en presencia de un suelo bien preparado puede estimular un enraizamiento más profundo.

Una deficiente disponibilidad de O_2 en el suelo es un factor limitado para el crecimiento y actividad de las raíces. Los síntomas que presenta una planta por aireación deficiente son amarillamiento, escaso

desarrollo del follaje y marchitamiento de las hojas y tallos debido a la poca absorción de nutrientes y agua, causado por el daño y muerte de las raíces.

Teniendo en cuenta la respiración de raíces y organismos del suelo el contenido de oxígeno del suelo disminuye y el nivel de CO_2 aumenta.

Tanto la falta de oxígeno como el exceso de CO_2 limitan el crecimiento de la raíz. La efectividad de cambio de gases en el suelo depende de la textura y estructura del suelo.

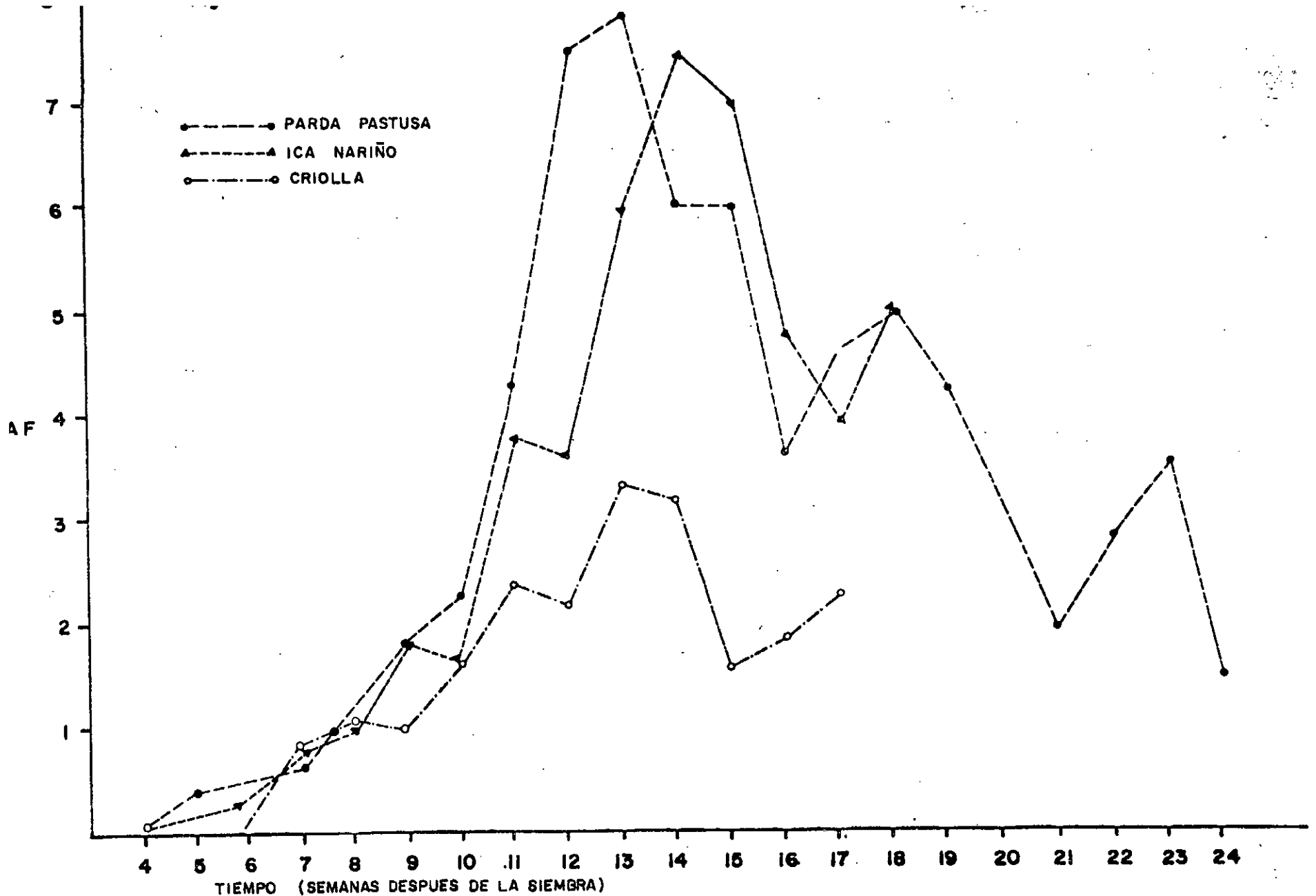
El desarrollo de raíces y estolones está limitado por la presencia en el suelo de capas que condicionan la presencia de agua, oxígeno y gas carbónico. Así, un suelo compactado ofrece resistencia mecánica a la penetración de la raíz.

3.3 CRECIMIENTO DEL FOLLAJE

Las hojas son las fábricas donde, la energía lumínica junto con el anhídrico carbónico y el agua son transformados en materia seca. El crecimiento del follaje es ascendente hasta cuando la planta alcanza la floración completa presentando valores máximos 11 a 13 semanas después de la siembra (Fig. 1).

En condiciones de campo no todas las hojas producen la misma cantidad de materia seca ya que no todas reciben la misma cantidad de luz. Además cuando las hojas envejecen o están en fuerte competencia no pueden fotosintetizar y en cambio consumen una buena parte de carbohidratos en el proceso de respiración.

Según Burton, el aprovechamiento de la luz en un cultivo de papa puede ser como sigue:



INDICE DE AREA FOLIAR (IAF) DE TRES VARIEDADES DE PAPA DE DIFERENTE CICLO DE VIDA: TARDIA, PARDA PASTUSA; PRECOZ, ICA NARIÑO, MUY PRECOZ, CRIOLLA.

10% de las hojas intercepta	60% de la máxima intensidad lumínica
60% de las hojas intercepta	30% de la máxima intensidad lumínica
30% de las hojas intercepta	15% de la máxima intensidad lumínica

Análisis de crecimiento realizadad con variedades colombianas demostraron que los valores promedios del IAF fueron similares para dos variedades de la subespecie andígena y superior en 40% al valor de una variedad de la subespecie phureja. También se comprobó que los valores máximos de IAF establecidos para las variedades de la subespecie Solanum tuberosum en Europa no coinciden con los encontrados en las variedades de la subespecie andígena adaptadas a condiciones de día corto en Colombia.

3.4 CRECIMIENTO DE LOS TUBÉRCULOS

Artchwager (1924) encontró que el crecimiento inicial del tubérculo se debe a la excesiva división celular de la médula. Posteriormente se aclaró que simultaneamente al crecimiento y división radial de las células de la médula, se dividen también las células de la corteza.

Reeve y sus colaboradores (1973) encontraron que el incremento del grosor del tejido perimedular en tubérculos de peso mayor de 45 gr está directamente relacionado con el agrandamiento de las células. Pasado este tamaño la división celular en esta zona es muy baja y por consiguiente el número de células es relativamente constante.

El tejido perimedular comprende aproximadamente el 50% del total del peso de tubérculos maduros.

Luján (1977) resume el crecimiento y desarrollo del tubérculo en los siguientes puntos:

a) El crecimiento del tubérculo se debe principalmente al ensanchamiento de la zona perimedular y es de origen precambial.

- b) La médula y la corteza se forman por diferenciación del parénquima primario que a su vez se deriva del meristemo apical del estolón, aún antes de haberse iniciado la tuberización.
- c) El precambium dá origen al floema externo, xilema primario, floema interno, parénquima asociado y parénquima interfascicular.

Para el caso de algunas variedades que se cultivan en Colombia, la tuberización se inicia entre las 8 a 9 semanas después de la siembra (Fig. 2). Sin embargo, el tiempo hasta el cual la planta puede producir tubérculos puede alcanzar en algunas variedades hasta las 14 semanas después de la siembra. Midiendo el crecimiento en este sentido se puede diferenciar tres etapas de desarrollo del tubérculo:

- a) Formación de tubérculos entre 8 y 13 semanas.
- b) Engrosamiento y diferenciación entre 13 y 16 semanas.
- c) Llenado final a partir de las 16 semanas después de la siembra (Fig. 3).

En ésta última etapa, cuando se presenta una mayor intensidad de asimilación neta se diferencian muy bien las variedades precoces de las variedades tardías.

3.4.1 Factores que afectan el crecimiento de tubérculos

Los tubérculos son órganos de almacenamiento de almidón, por consiguiente las condiciones que favorecen la elaboración y translocación de dicho carbohidrato también pueden favorecer el crecimiento del tubérculo.

Los factores que en mayor grado afectan el crecimiento y desarrollo de los tubérculos son los siguientes:

Fig 2 TUBERIZACION DE LAS VARIETADES DE PAPA ICA NARIÑO Y PARDA PASTUSA (CATAMBUCO 1976)

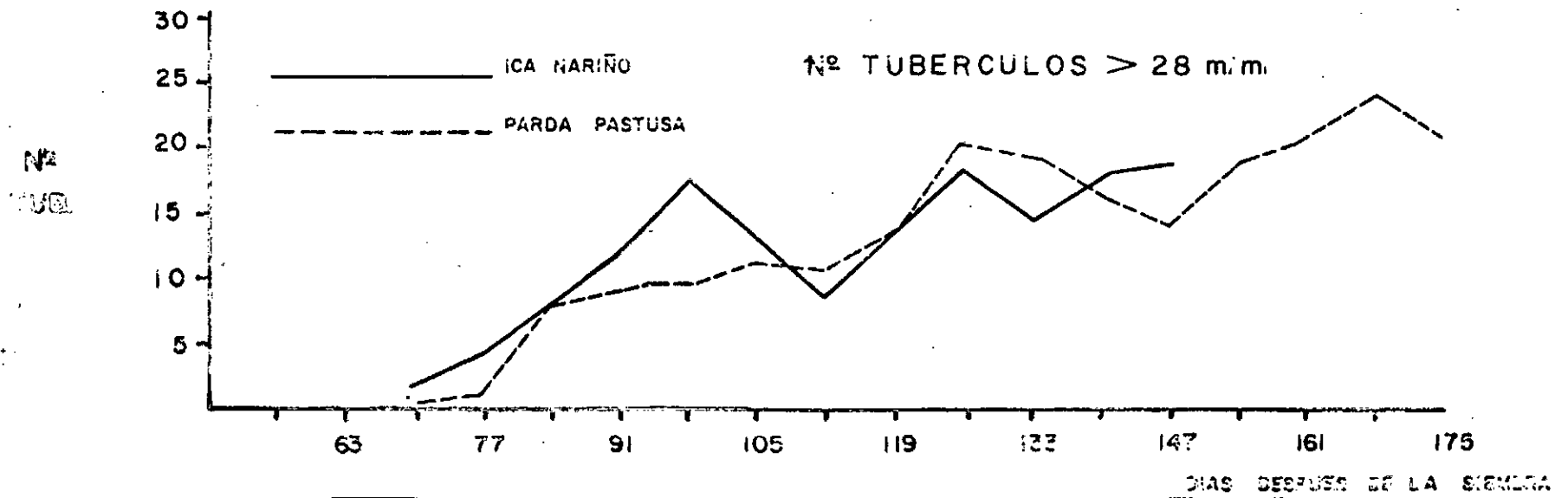
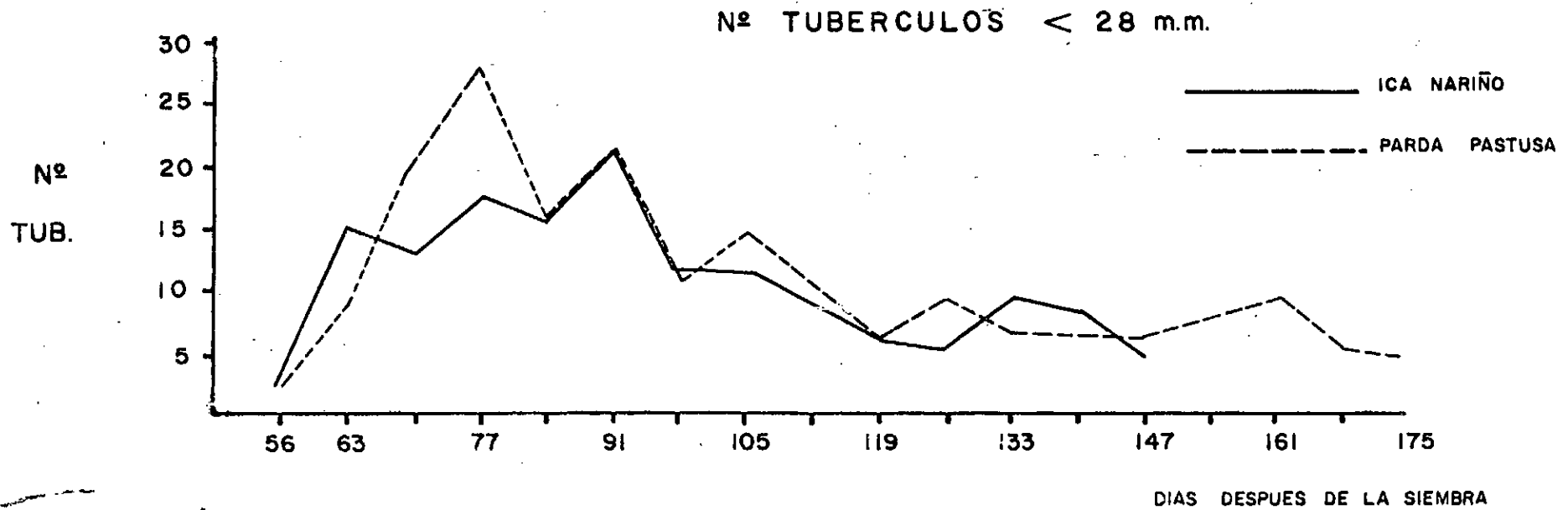
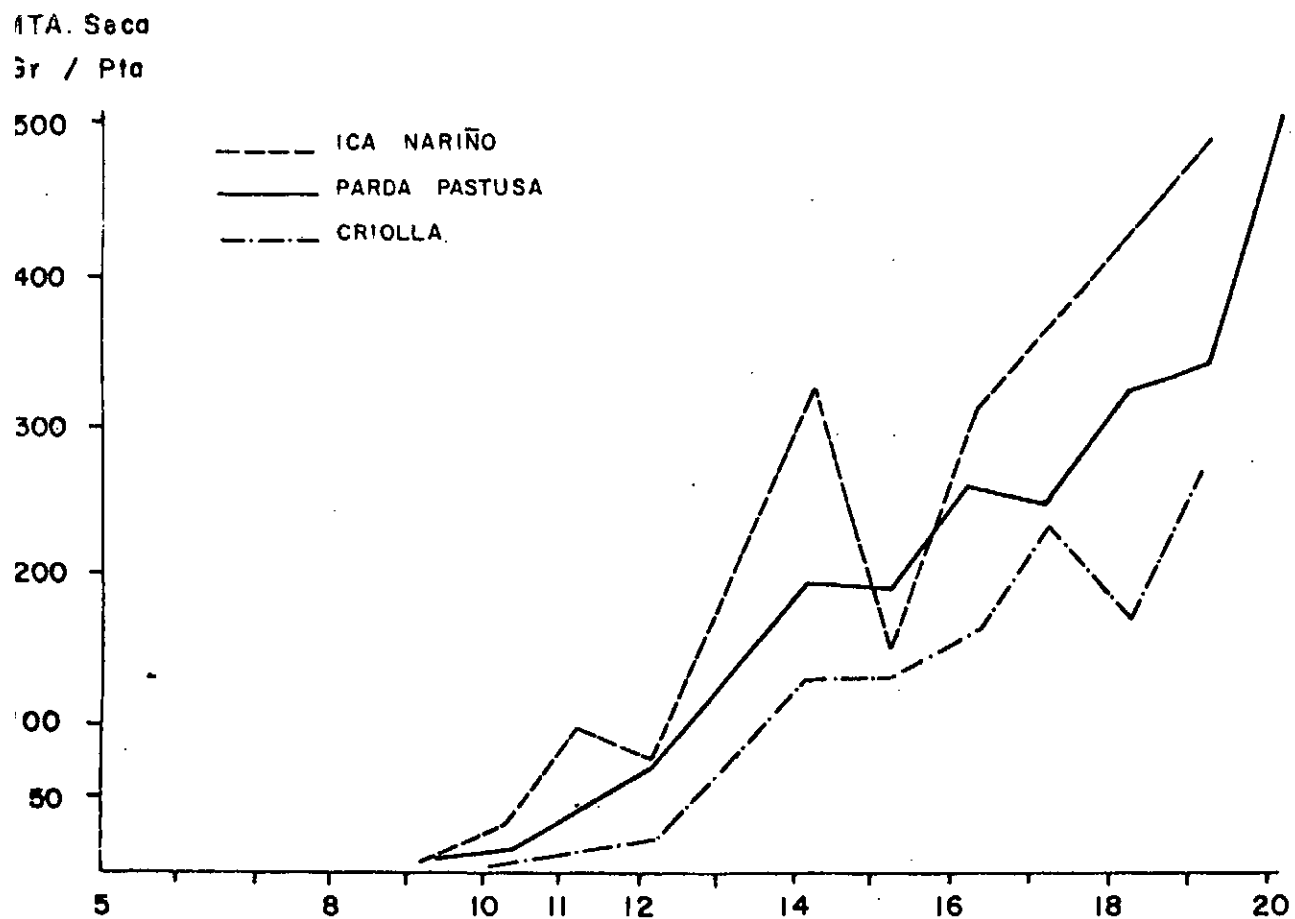


Fig 3 TUBERIZACION DE TRES VARIEDADES DE PAPA
DE DIFERENTE CICLO DE VIDA.

PRODUCCION DE TUBERCULOS (Materia seca)

POR PLANTA POR SEMANA (OBONUCO 1.975)



3.4.1.1 Agua

Sin un adecuado suministro de agua el tubérculo no se puede desarrollar normalmente aunque haya en el suelo cantidades adecuadas de nutrimentos. Un suelo seco en la etapa de formación de los tubérculos y en la etapa de engrosamiento de los mismos afectan notoriamente el rendimiento.

Una lluvia bien distribuída a través del período de crecimiento es ideal. Pero es necesario que el suelo donde crecen los tubérculos re- tenga la suficiente humedad en tal forma que las raíces puedan disponer de ella. Sin embargo, un exceso de agua en el suelo puede afectar el desarrollo de los órganos subterráneos por su acción sobre la presencia de oxígeno. Los tubérculos son tallos subterráneos que necesitan oxígeno suficiente para su respiración.

3.4.1.2 Altitud

Bajo las condiciones de clima de páramo en Colombia los híbridos S tuberosum por S andígena tienen un ciclo de vida más largo, los tubérculos se deterioran más fácil en el almacenamiento y pierden un poco el color y la producción es menor en comparación con algunas variedades no mejoradas de S andígena.

3.4.1.3 Suelo

Desde el momento que se siembra la semilla, el suelo que rodea el sistema radical de la nueva planta debe ofrecer condiciones adecuadas para que tanto el tubérculo como las raíces puedan disponer del agua, los nutrientes y el oxígeno que necesitan para su desarrollo.

Suelos compactados, mal preparados, encharcados o muy pesados no son aptos para el crecimiento de los tubérculos.

3.4.1.4 Luz

Se ha demostrado que la iniciación de la tuberización está muy influenciada por la longitud del día o sea el fotoperíodo. Es evidente que la síntesis de carbohidratos y el subsecuente crecimiento de los tubérculos depende en parte de la cantidad de energía lumínica recibida por la planta.

3.4.1.5 Temperatura

La temperatura afecta la respiración y sus procesos y por consiguiente el crecimiento y desarrollo de los tubérculos.

Mientras que altas temperaturas estimulan el crecimiento del follaje bajas temperaturas son más favorables para el desarrollo de los tubérculos. Temperaturas de 25° a 30°C son desfavorables mientras que cercanas a 15°C son ideales.

Altas temperaturas en época de sequía, seguidas por una lluvia son la causa más frecuente de: Deformación de los tubérculos y rajaduras o fisuras en los mismos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, L.F. y G. LOPEZ, 1976. Tuberización de tres variedades de papa. Resúmenes del VIII Seminario de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Barranquilla. Enero 28-30 de 1976. p. 33 - 34.
- ARTSCHWAGER, E. 1924. Studies on the potato tuber J. Agric. Res. 27: 809 - 835.
- BEUKEMA, H. 1974. Potato Production. International Agricultura Centre. Wageningen the Netherlands. 67p. (mimeogr.).
- BURTON, W. G. 1966. The Potato. 2nd. Edit. H. Veeman and Zonen N.V. Wageningen the Netherlands. 382 p.
- LOPEZ G. y ALVARADO, L.F. 1977. Análisis de Crecimiento de tres variedades de papa de diferente ciclo de vida. Revista COMALFI IV: (4) 209-224.
- LUJAN C.L. 1977. El Tubérculo semilla y supotencial de producción In: Prácticas culturales en papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Distrito Transferencia de Tecnología Ol Pasto pp 1-6.
- REEVE, R.M., H. TISM and M.L. WAVER 1973. Parenchyma cell growth in potato tubers. I Different tuber regions. Amer. Potato J. 50: 49 - 57.
- _____ 1973. Parenchyma cell growth in potato tubers. II cell división vs. cell enlargement Amer. Potato J. 50: 71 - 78.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y USO DE TECNICAS DE DIAGNOSTICO (+)

OMAR GUERRERO GUERRERO (++)

1. INTRODUCCION

El cultivo de la papa es uno de los renglones primordiales de la alimentación y economía de Colombia, por la extensa área que ocupa, calculada en 100.000 Ha y por el gran número de agricultores de zonas frías que se dedican a las labores de producción de este tubérculo.

En el país, éste cultivo se ve cada vez más afectado por las enfermedades causadas por virus y patógenos que producen síntomas similares a ellos, considerándose en la actualidad, un factor limitante en la obtención de mayores rendimientos, además del efecto degenerativo que estas enfermedades producen sobre algunas variedades promisorias, hasta el punto de llevarlas a su desaparición. Su diseminación en forma propagativa en la semilla contribuye a que persista el problema.

Las enfermedades de la papa que hoy se sabe son ocasionadas por virus, fueron observadas en Europa desde mediados del siglo XVIII pero se consideró que era el resultado de un degeneramiento de las plantas por la continua reproducción vegetativa, llegándose a creer que el cultivo estaba condenado a desaparecer. Solo a principios de éste siglo se determinó la verdadera naturaleza de los agentes causales de éstas enfermedades.

(+) Contribución del Programa de Fitopatología - Regional 5.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Programa Fitopatología ICA - Estación Experimental Obonuco - Apartado Aéreo 339. Pasto.

Las enfermedades virosas se caracterizan por diversos síntomas como raquitismo, deformaciones, mosaicos, muerte de los tejidos, enrollamiento de las hojas, amarillamiento de venas, enanismo, clorosis de la planta etc., y son transmitidas por diferentes insectos y en algunos casos por otros medios. Ninguno de los virus que ataca a la papa se refugia libremente en el suelo puesto que necesita estar en una célula huésped, pero pueden conservarse en hojas de otras especies de plantas. (Fernow y Garcés 1949)

2. DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS VIRUS DE PAPA

Entre los virus de mayor importancia y ampliamente diseminados en el cultivo de la papa se pueden describir:

2.1 EL VIRUS DEL ENROLLAMIENTO DE LAS HOJAS DE PAPA (PLRV)

Es uno de los virus de mayor importancia económica en el cultivo de la papa por su amplia diseminación en todas las áreas productoras de este tubérculo, ocasionando graves pérdidas que dependen de la variedad de papa, raza del virus y condiciones ambientales. Sus partículas son isométricas de 21 nm de diámetro y es transmitido en forma circulatoria por varias especies de áfidos entre los cuales Myzus persicae (Zulzer), es el más eficiente vector el cual necesita alimentarse en una planta enferma por un período de un día para tomar el virus y luego transmitirlo a una planta sana, alimentándose en ella también por un período similar. El vector conserva el virus en su cuerpo por el resto de su vida.

Los síntomas de infecciones con PLRV son muy variados y dependen de si se evalúan infecciones primarias o secundarias y además, de la especie de papa que esté afectada.

En infecciones primarias se presenta una coloración pálida de las ho-

jas y una posición erecta de las hojas jóvenes; las infecciones secundarias muestran mayor severidad en hojas bajas y se caracterizan por enrollamiento, enanismo, necrosis de los vasos de floema y acumulación de carbohidratos en los tallos. (Peters 1970; Beemster and Rosendaal 1972).

2.2 EL VIRUS X DE LA PAPA (PVX)

El PVX está ampliamente diseminado en todas las áreas paperas del mundo, sus partículas son alargadas en forma de varilla de 515 nm de longitud por 13 nm de diámetro y se transmite muy fácilmente por inoculación mecánica. La literatura registra como vector de este virus el hongo Sychytrium endobioticum . (Schilb) (Perc)

Los síntomas que PVX produce en la papa varían desde una completa latencia a mosaico intervenal, rugosidad de las hojas, dependiendo de la raza del virus.

Algunos trabajos han demostrado que las pérdidas en producción causadas por este virus pueden oscilar entre 0-75% dependiendo de la raza del virus, el cultivo y otros factores uno de los cuales puede ser la presencia de otros virus latentes sumados al PVX. (Berks 1970; Beemster and Rozendaal 1972; Guerrero Guerrero 1978)

2.3 EL VIRUS Y DE LA PAPA (P.V.Y.)

Es otro de los virus de amplia diseminación en todas las áreas paperas del mundo, es considerado por algunos investigadores, el de mayor importancia económica especialmente cuando se encuentra con PVX asociado. Sus partículas son en forma de filamentos sinuosos con una longitud de 730 nm por 11 nm de diámetro, es transmitido por contacto de una planta enferma a una sana, y por varias especies de áfidos en forma no persistente.

Los síntomas que este virus produce en las plantas afectadas, dependen como en la mayoría de las relaciones virus-planta, de la variedad de papa y de la raza del virus, pudiendo observarse síntomas apenas visibles, hasta necrosis severa de nervaduras y tallos con torción de las folíolos, defoliación de la planta y muerte de la misma.

Las pérdidas ocasionadas por este virus dependen de la raza de este y de la variedad de papa y sobre todo de la presencia de otros virus latentes como el caso de PVX, o sea que la interacción de PVY con PVX pueden ocasionar pérdidas hasta del 40% aproximadamente. (Delgado-Sánchez 1970; Beemster and Rozensaal 1972; Martínez López 1977; Guerrero Guerrero 1978).

2.4 EL VIRUS A DE LA PAPA (PVA)

Es un virus de filamentos sinuosos con una longitud de 730 nm y 15 nm de diámetro. Los síntomas que muestran las plantas afectadas con este virus es un mosaico suave, aunque algunas veces puede ocurrir en forma severa, además ocasiona rugosidad, encarrujamiento de las hojas las cuales pueden tener una apariencia brillante. Aunque los síntomas de PVA son más suaves que los de PVY, en ocasiones no se puede distinguir entre uno y otro. El PVA es transmitido por varias especies de áfidos en forma no persistente y por inoculación mecánica, puede causar disminución en el rendimiento hasta en un 40%. (Beemster and Rozendaal 1972; Martínez López 1976; Centro Internacional de la papa 1978).

2.5 EL VIRUS DEL "MOP-TOP" DE LA PAPA (PMTV)

Es común en áreas de condiciones frías y húmedas que favorecen la diseminación del hongo vector Spongospora subterranea.

Los síntomas más típicos producidos por este virus son acortamiento de entrenudos, ondulación de los bordes de las hojas las cuales tienen parches amarillo brillante en forma de V. Los síntomas primarios se de-

desarrollan en tubérculos y se presentan en forma de anillos que sobresalen de la superficie. Normalmente solo algunos de los tallos de una misma planta resultan infectados, de tal forma que una planta afectada tiene tallos con síntomas normales, únicamente las variedades susceptibles desarrollan síntomas de enanismo y síntomas secundarios severos en los tubérculos los cuales consisten en deformación, rayaduras superficiales y profundas, manchado y anillos marrones en la parte del tubérculo unida al estolón (Beemster and Rozendaal 1972; Centro Internacional de la papa 1978).

2.6 EL VIRUS DEL MOSAICO "AUCUBA"

Se caracteriza por tener partículas en forma de filamentos sinuosos con una longitud de 580 nm y un diámetro de 11nm. Es transmitido por áfidos en forma no persistente y por inoculación con jugo de plantas enfermas. Normalmente los síntomas son secundarios y se presentan como marcas de color amarillo brillante en las hojas, en forma de manchas, listadas o amarillamiento alrededor de las nervaduras; en algunos casos los folíolos se vuelven completamente amarillos. Infecciones severas pueden disminuir el rendimiento y afectar severamente la calidad del tubérculo, causando necrosis o manchas. (Beemster and Rozendaal 1972; Centro Internacional de la papa 1978).

2.7 PUNTA MORADA

Este disturbio es ocasionado por un micoplasma, su presencia es común en la zona andina de Suramérica y tiene efectos severos en el rendimiento en la calidad y en el brotamiento del tubérculo. El agente causal de esta enfermedad es transmitido por insectos saltahojas, y una de las especies vectoras es Macropsis fascifrons. Los síntomas que este microplasma causa en plantas de papa son, el desarrollo de brotes o tubérculos aéreos en las axilas de las hojas, las plantas muestran enanismo y las hojas apicales pueden enrollarse y presentar una coloración

purpúrea o amarillenta y las plantas presentan marchitamiento. Los tubérculos de plantas infectadas, no crecen, son pequeños, deformados, flácidos y no brotan o si lo hacen, los brotes son delgados, filamentosos.

Esta enfermedad se puede controlar eliminando las malezas hospedantes del vector o aplicando insecticida para eliminar al insecto.

Sembrar después de la migración del vector es una buena medida para evitar la infección en el cultivo. (C.I.P. 1978; Beemster and Rozen-daal 1972).

3. USO DE TECNICAS DE DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN PAPA

3.1 SINTOMAS

En Colombia se ha venido diagnosticando año tras año, la presencia de enfermedades virosas de la papa, unicamente por la sintomatología que presentan los cultivos, método éste, que no es enteramente confiable y ha contribuido a que el problema de los virus en papa sea actualmente el número uno de este cultivo.

Sin embargo no se quiere decir que los síntomas no sean un factor de diagnóstico, pero se debe ser cuidadoso cuando se usa este método, por cuanto existen muchos virus en papa que pueden producir síntomas similares y en consecuencia, fácilmente se presentan equivocaciones.

Cuando se usa esta técnica como único recurso de diagnóstico, nos quiere decir que el Agrónomo, Práctico Agrícola o el agricultor han trabajado previamente con el problema y conocen perfectamente las relaciones virus-planta. Lastimosamente en nuestro medio aún no se cuenta, por parte de los Agrónomos de Asistencia Técnica, con una disciplina adecuada, para determinar por síntomas, la incidencia de los virus en papa.

3.2 USO DE PLANTAS INDICADORAS

Una de las técnicas en el diagnóstico de enfermedades de papa causados por virus, es el uso de plantas indicadoras, los cuales nos permiten determinar en muchas ocasiones, que virus está atacando al cultivo de la papa. Si el virus que se quiere determinar se transmite mecánicamente, se maceran hojas de papa enferma y con el jugo obtenido se inocula la planta indicadora, humedeciendo los dedos en el inóculo y luego frotando una hoja de la planta indicadora del virus en diagnóstico.

Si por el contrario, el virus que está afectando el cultivo de papa no se transmite en forma mecánica, se debe emplear su vector e inocular con la ayuda de este, la planta indicadora.

3.2.1 Plantas indicadoras para PLRV

Este virus no se transmite mecánicamente y en consecuencia se debe utilizar su vector el cual la especie de áfido Myzus persicae es la más eficiente. La planta indicadora para este virus más utilizada es Physalis floridana, la cual es altamente susceptible y de 7 - 14 días después de la inoculación muestra un marcado enanismo, clorosis y enrollamiento de sus hojas; Physalis angulata también es usada como indicadora pero es menos susceptible. Datura stramonium reacciona al inocular PLRV, con clorosis y enrollamiento. (Beemster and Rozendaal 1972)

3.2.2 Plantas indicadoras para PVX

La indicadora de mayor uso en el diagnóstico de este virus es Gomphrena globosa, la cual presenta a los 4 - 5 días después, lesiones locales grisáceas rodeados de un halo rojizo, en la hoja inoculada con el jugo de hojas de papa afectadas con este virus. Algunas razas de PVX ocasionan lesiones locales y necrosis sistémica en la indicadora Datura stramonium la cual algunas veces se utiliza para aislar PVX de una mezcla con PVY por cuanto esta planta es inmune a PVY.

En Capsicum annum el PVX desarrolla lesiones necróticas, diferentes a las producidas por el mosaico Aucuha en esta misma planta. (Beemster and Rozendaal 1972).

3.2.3 Plantas indicadoras para PVY

La planta indicadora para éste virus de mayor uso por su sensibilidad es Solanum demissum " A 6 " y presenta en las hojas inoculadas, lesiones locales necróticas 5-6 días después de la inoculación bajo cámara húmeda, luz blanca permanente y 24°C (Guerrero Guerrero 1978) sin embargo Webb y Wilson (1978) registran una nueva indicadora para este virus, Solanum demissum. PI 230579 como más sensible a la inoculación de PVY que la indicadora "A 6".

Otras plantas indicadoras utilizadas en la identificación de PVY son: Chenopodium amaranticolor, C quinoa y Physalis floridana (Delgado Sánchez 1970).

3.2.4 Plantas indicadoras para PVA

En la actualidad se usa como indicadora de este virus a A6. Las hojas inoculadas con este virus en la indicadora mencionada, presentan lesiones locales oscuras, las cuales se diferencian de las producidas por PVY en esta misma planta, por el tamaño y forma; para observar presencia de PVA se guarda las hojas inoculadas de A6 a 20°C, a esta temperatura las lesiones de PVY no son claras y se puede en consecuencia, determinar la presencia de PVA.

La amplitud de hospederos de PVA parece restringido a las solanaceas; Nicotiana glutinosa reacciona con un clareamiento de venas y lesiones cloróticas; Lycopersicum pimpinellifolium reacciona con síntomas sistémicos y locales; Nicandra pyhsaloides reacciona con un mateado sistémico, necrosis y enanismo. (Beemster and Rozendaal 1972).

3.2.5 Plantas indicadoras para el virus del MOP TOP (PMTV)

Se usa la especie Nicotiana debneyi, que reacciona con síntomas necróticos, 5-6 semanas después de sembrada en suelo infectado con PMTV; en Chenopodium amaranticolor reacciona con anillos cloróticos difusos y gradualmente aumenta la lesión en forma de anillos alrededor de la lesión original.

Otras indicadoras utilizadas para este virus son Nicotiana tabacum "White Burley" N. chevelandii y Datura stramonium. La especie Chenopodium quinoa. Desarrolla lesiones cloróticas. (Beemster and Rozendaal 1972).

3.2.6 Plantas indicadoras para el virus Aucuba (PAMV)

Capsium annuum es la mejor planta indicadora para PAMV. Alrededor de 8 - 10 días después de la inoculación en esta planta, presenta lesiones concéntricas irregulares de un color marrón grisáceo, luego se vuelven como manchas necróticas con un color gris en el centro de la lesión y marrón púrpura en las márgenes de la misma. Los síntomas sistémicos se desarrollan más tarde con una deformación y necrosis de la planta. A 20-22°C a menudo la indicadora muere a causas de este virus. A bajas temperaturas solo se desarrollan síntomas locales.

Otras indicadoras son: N. tabacum White Burley, tolerante al virus y N. glutinosa que desarrolla parches amarillos 12 días después de la inoculación. (Beemster and Rozendaal 1972).

3.3 USO DE SEROLOGIA

Los virus que ocasionan enfermedades en plantas, tienen características antigénicas al ser inyectados en animales superiores (ratones, conejos, caballos etc). Utilizando ésta propiedad se puede hacer reaccionar el virus y los anticuerpos por el inducidos, Invitro, o sea en el

laboratorio, para lo cual se puede emplear diferentes técnicas de acuerdo al virus que se quiere determinar y al título del antisuero obtenido. Para lograr un buen antisuero es indispensable utilizar virus purificado en la inyección que se practica en los animales empleados.

Cuando se ha obtenido el antisuero, este puede reaccionar con el jugo de plantas infectadas con el virus, uniéndose las partículas de virus con los anticuerpos y formando un precipitado, que en la mayoría de las veces es observable a simple vista.

Esta técnica es ventajosa porque la reacción es específica, o sea un antisuero reacciona por lo general únicamente con el antígeno (virus) que indujo la formación de los anticuerpos; es de gran sensibilidad y el diagnóstico se lo puede emitir en 24 a 48 horas. (Van. Slogteren 1972; Matthews 1967; Davis et al 1968).

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BEEMSTER, A. B.R. And ROZENDAALL. A. 1972. Potato viruses: Properties and Symptoms. In: Viruses of potatoes and seed potato production. De Bokx, J.A. (ed). Centre for Agricultural Publishing and Documentation Wageningen. pp 115 - 143.

BERCKS, R. 1970. Potato virus X. In: Description of plant viruses. Commonwealth Mycological Institute and Assoc. Appl. Biol. Kew England 4 p (No.4).

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1978. La papa: principales enfermedades y nemátodos. The International Potato Center. Lima - Perú. 67 p.

DAVIS, D. B. et al 1968. Principles of Microbiology and Immunology. Harper Row Publishers. New York pp 357-525.

DELGADO, SANCHEZ, S and Grogan, R.G. 1970. Potato virus Y. In: Description of plant viruses. Commonwealth Mycological Institute and Association Applied Biology. Kew England. 4p (No. 37).

FERNOW, K.H. y GARCES, C.O. 1949. Producción de semilla certificada de papa. Rev. de la Facultad de Agronomía. Medellín 10 (3): 257-295.

GUERRERO G.O. 1978. Evaluación de pérdidas ocasionadas en papa. Var. ICA-Puracé por los virus Potato virus X, Potato virus Y y Potato leaf virus. Tesis de grado, Mag. Sci. Universidad Nacional - ICA. Bogotá. Colombia 92 h.

- MARTINEZ, L. G. 1976. Enfermedades causadas por virus. In:
Curso sobre plagas y enfermedades de la papa en Nariño
ICA Reg. No. 5. Pasto 13-20h.
- _____ 1978. Enfermedades virosas de la papa y su control.
In: El cultivo de la papa. ICA Reg. No. 4. Compendio
No. 24 Medellín 171-182 h.
- MATTHEWS, R.E.F. 1967. Serological techniques for plant
viruses. In: Methods in virology. Vol III. K. Mara-
morosch H Koprowski (eds). Academic Press. New York
pp 199 - 241.
- PETERS, D 1970. Potato leafroll virus. In: Description of
plant viruses. Commonwealth Mycological Institute and
Association Applied Biology. Kew. England 4p (No.36).
- VAN - SLOGTENEN, D.H.M. 1972. Serology. In: viruses of
potatoes and seed-potato production. de Bokx. J.A.
(ed) Centre for Agricultural Publishing and Documenta-
tion Wageningen pp 87 - 114.
- WEBB, R.E. and WILSON, R.R. 1978. Solanum demisum P. C.
230579 a true seed diagnostic host for potato virus y
American Potato Journal 55: 15-24.

ENFERMEDADES FUNGOSAS DE LA PAPA (+)

LUIS A. MOLINA V. (++)

EDGARD MARTINEZ G. (++)

INTRODUCCION

Departamento de Nariño ocupa un tercer puesto en la producción Nacional de papa, con una área promedio de 25.000 Ha. La papa se cultiva durante todo el año, debido a las condiciones favorables de lluvias en la parte Andina de Nariño. También por el cultivo intensivo del tubérculo, en estas zonas frías, los patógenos y plagas han desarrollado algunas variantes en cuanto a resistencia, y por lo tanto en patogenicidad, siendo en algunas épocas muy destructivas, llegando a ocasionar pérdidas de magnitud. Las enfermedades causadas por hongos ocupan un lugar principal en el cultivo y se los puede agrupar en: enfermedades fungosas del follaje y enfermedades fungosas del tubérculo.

-
- (+) Contribución Facultad de Agronomía Departamento de Biología - Universidad de Nariño y Servicio Sanidad Vegetal ICA - Regional 5.
 - (++) Respectivamente Ingeniero Agrónomo M.S. Profesor Asistente de Fítopatología - Facultad de Ciencias Agrícolas - Universidad de Nariño.
 - (++) Ingeniero Agrónomo - Sanidad Vegetal - ICA - Estación Experimental Obonuco - Apartado Aéreo 339. Pasto.

2. ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL FOLLAJE

2.1 GOTA

Nombre de la enfermedad: Gota, lancha, hielo, seco o seca, tizón tardío. Agente causal: *Phytophthora infestans* (Month) De Bary.

2.1.1 Síntomas

Afecta todos los órganos de la planta, los primeros síntomas aparecen en las hojas, a manera de manchas, de consistencia húmeda y color pardo oscuro; la enfermedad continúa desarrollándose en toda el área foliar, peciolo y tallos, observándose alrededor de la lesión, una especie de vellosidad blanca, en el envés de la hoja que constituye la fructificación del hongo. Los peciolo y el tallos se tornan suculentos y quebradizos. Las lluvias pueden arrastrar las esporas del hongo al suelo y desarrollarse sobre los tubérculos, causando pudriciones de color pardo oscuro. Además puede progresar la pudrición por interacción con bacterias y otros organismos saprófitos.

Si las condiciones son adversas, una vez que se haya presentado el síntoma en las hojas las manchas se secan y quedan localizadas.

2.1.2 Epidemiología

La extensión de la enfermedad está dada por las condiciones ambientales que contribuyen al desarrollo del patógeno, diseminación e infección, El hongo puede permanecer latente en residuos de cosechas, tubérculos, tallos, hojas, etc., o permanecer en el suelo en forma de micelio^o en esporas como sucede en algunos centro de origen de la papa.

El hongo desarrolla estructuras reproductivas bajo condiciones de humedad relativa por encima del 91% y temperatura de 3.26°C. óptimo 18-22°C. Las zoosporas se forman a temperaturas de 12°C y en un tiempo entre 4-6 horas.

La diseminación del patógeno la efectúa el viento, la lluvia y los insectos que transportan las zoosporas, de un sitio a otro, o de una planta enferma a una sana, o también en el suelo, en las películas de agua se desplazan las zoosporas.

2.1.3 Control

- a) Utilizar variedades resistentes, obtenidas por mejoramiento o selección en el campo.
- b) Escape. Utilizar fechas de siembra diferentes a las normales procurando que las condiciones ambientales no favorezcan el desarrollo del hongo, esta práctica se realiza cuando se dispone de riego.
- c) Control químico. El control químico se viene utilizando como preventivo desde muchos años atrás. El más antiguo fué el caldo bordeles, mezcla de cal viva y sulfato de cobre y agua. De los más utilizados en la actualidad se encuentran Manzate D, Dithane M-45, Dithane M22, Brestan, Duter, Sulfato de Cobre, Oxiclóruo de cobre, Daconil, Difolatan 80, Orthcide, Antracol, etc.

2.2 TIZÓN TEMPRANO

Nombre de la enfermedad: Tizón temprano de la papa, negrón de la papa, niebla.

Agente causal: Alternaria solani.

2.2.1 Síntomas:

Los primeros síntomas se manifiestan en las hojas más maduras, luego se extiende al resto del follaje. En nuestro medio se presenta la enfermedad, una vez que el cultivo ha cumplido su período vegetativo, en raras ocasiones afecta a cultivos jóvenes.

En las hojas inferiores aparecen manchas pequeñas e irregulares, de color pardo oscuro, rodeadas de un halo amarillo, posteriormente las

manchas crecen en anillos concéntricos, que constituyen los estratos de crecimiento, a medida que la mancha crece, necrosa el tejido.

Otra característica de la mancha es la de estar limitada por las nervaduras, los que le permite resquebrajarse fácilmente y desprenderse del resto de la hoja dejando perforaciones.

El patógeno puede atacar el tubérculo produciendo manchas pequeñas, circulares, hundidas y con bordes levantados.

2.2.2 Epidemiología

El hongo puede vivir en algunas solanaceas como el tomate, batata o en residuos de cosechas hasta por un año. El patógeno se suele presentar en épocas secas, que alternan con días sombreados y de humedad relativa alta.

2.2.3 Control

Cuando el ataque es temprano, los productos químicos utilizados para la gota, son igualmente efectivos para el tizón temprano.

2.3 ROYA

Nombre de la enfermedad: *Roya de la papa.*

Agente causal: *Puccinia pittieriana* P. Henn

2.3.1 Síntomas

Los síntomas se caracterizan por pequeñas manchas cloróticas, hundidas por la haz de las hojas; cuando avanza la enfermedad se puede presentar en peciolo y tallos de la planta. En el envés de las hojas aparecen las pústulas de la roya de color herrumbroso; las lesiones progresan hasta producirse necrosis de la cara superior de las hojas.

Las pústulas están conformadas por uredosporas, que al madurar se tornan de color ladrillo y dan origen a las teleutosporas.

Las pústulas tienen diferentes tamaños de acuerdo a las condiciones ambientales y a la susceptibilidad del hospedante. La abundancia de las pústulas puede ocasionar defoliaciones prematuras y limitar la producción.

2.3.2 Epidemiología

La enfermedad se halla restringida a alturas por encima de los 2.800 m.s.n.m. Las esporas son diseminadas por el viento, insectos y también por otros medios como los operarios; para un óptimo desarrollo requieren de humedad relativa alta temperatura bajas y la altitud, como una limitante de dispersión.

2.3.3 Control

Variedades resistentes

En el Ecuador han realizado algunas formas de control químico a base de Karathane, plant-Vax, Dithane M-45 y algunas mezclas entre los mismos productos.

Se han ensayado el Sicarol 50, Dithane, Plant-vax Bayleton y algunos a base de azufre, con buenos resultados.

2.4 CENICILLA

Nombre de la enfermedad. "Cenicilla, oidiosis"

Agente causal: Oidium sp.

2.4.1 Síntomas

Los síntomas se manifiestan tanto en hojas como en los tallos, en forma de manchas blancas pulverulentas, en ambas caras de los folíolos, los

posteriormente producen manchas necróticas de color pardo oscuro en forma irregular; en los tallos los síntomas son similares, excepto que las lesiones son en forma de estriás. En nuestro medio la enfermedad es frecuente cerca a la ^{consecuencia} de las plantas. Por tanto su importancia no reviste mayor peligrosidad, aunque el hongo en ésta época logra recubrir casi toda la parte aérea causando defoliaciones.

2.4.2 Control

Aunque la enfermedad no reviste importancia económica, con aplicaciones de productos a base de cobre y azufre pueden controlar el hongo.

2.5 PATOGENOS FUNGOSOS SECUNDARIOS DEL FOLLAJE

Otras enfermedades fungosas que se suelen manifestar en el campo especialmente, cuando el follaje es denso y las condiciones de humedad, tanto del suelo como del ambiente son favorables, se presenta en hojas bajas, los hongos Botrytis cinerea y Verticillium sp. El primero causa el moho gris, especialmente de tallos y hojas en contacto con el suelo, el segundo causa una marchitez de las hojas especialmente las bajas, progresando hacia la parte media de la planta.

3. ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL TUBERCULO

3.1 MORTAJA:

Nombre de la enfermedad: Mortaja blanca, lama, pate nieve, lanosa, podrida, blanca.

Agente causal: Rosellinia sp.

3.1.1 Síntomas

El patógeno causa pudriciones del tallo, tubérculo y raíces manifiestan dose una flacidez de' follaje y posteriormente un amarillamiento y muerte de la planta. Al observar los tubérculos y el tallo, especial-

mente la parte que está en contacto con el suelo se nota un recubrimiento blanquecino, superficial a manera de fibras de algodón; este se torna grisáceo cuando es viejo al contacto con el aire, prospera con suficiente humedad. Al efectuar un corte transversal del tubérculo, se observa un estriado como raicillas, que posteriormente se tornan oscuras en condiciones de sequedad.

3.1.2 Epidemiología

El hongo puede actuar como saprófito en ausencia del cultivo y como parásito cuando encuentra la planta huésped, que en nuestro medio son muchas las plantas atacadas. La enfermedad se manifiesta en Nariño especialmente en suelos ácidos, fríos y a una altitud de 2.800 m.s.n.m. en estos sitios se han encontrado pérdidas en porcentajes elevados.

3.1.3 Control

Variedades resistentes

Usar tubérculos sanos, no sembrar en terrenos recién roturados; terreno con buen drenaje; efectuar rotación de cultivos. Aplicaciones de cal al suelo antes de la siembra; remover los terrenos para darle exposición del micelio o luz solar y tratamientos de los tubérculos con carbonatos antes de la siembra; elevación de los surcos en las labores de deshierba y aporques para drenar el suelo. En el Ecuador ensayaron algunos productos químicos aplicados al suelo en orden de efectividad: Di-trapex, Maposol, Captan, Tri, PCNB, DOW-Fume y Brassicol.

3.2 RIZOCTONIASIS

Nombre de la enfermedad: Rhizoctonia solani Kuhn

3.2.1 Síntomas

En patógeno se localiza en el suelo de la planta, donde se observa micelios blanquecino en forma algodonosa, ejerce la destrucción de los haces vasculares, tornándose la planta de un color clorótico, las ho-

jas se recogen y en algunos casos toman una coloración morada y pueden formar tubérculos aéreos; sin embargo éste no es un síntoma representativo, ya que también se pueden formar tubérculos aéreos en ataques de micoplasmas; quizá uno de los síntomas más típicos es la deformación de los tubérculos, presencia de micelio y esclerocios pequeños, levantamientos negros y duros donde se forman los basidios de la fase sexual thenatephorus cucumeris, éste síntoma no afecta el tubérculo pero si su apariencia. En muchos casos cuando el suelo está muy infestado ataca los tubérculos causando pudriciones.

3.2.2 Epidemiología

El hongo es un habitante natural del suelo, vive como saprófito en los residuos de cosecha, en malezas, también los esclerocios pueden permanecer en suelo por un tiempo prolongado, una vez establecido el cultivo puede pasar como parásito. Los mayores ataques se presentan en suelos pesados, húmedos y ácidos y temperaturas bajas.

El patógeno tiene una amplia distribución en las zonas paperas del país, se puede diseminar por los implementos agrícolas, por el agua de riego, en el material de propagación. Se ha comprobado que el factor que más incide es la humedad del suelo.

3.2.3 Control

- a) Utilizar variedades resistentes;
- b) Cultural: Utilizar tubérculos sanos, la profundidad de siembra no debe ser mayor a dos veces el tamaño del tubérculo, efectuar control de malezas, evitar exceso de humedad, hacer aporques tardíos y rotación de cultivos.

De acuerdo a ensayos realizados por el ICA, el verdeamiento del tubérculo por algún tiempo es una de las formas más económicas para reducir la presencia del patógeno, lo mismo que la profundidad de siembra y los aporques.

c) Control químico. Hacer tratamientos de desinfestación de la semilla y tratamientos de desinfección del suelo.

3.3 SARNA POLVOSA

Nombre de la enfermedad: Spongospora subterranea (Wallr) Lagerhein.

3.3.1 Síntomas

El patógeno se desarrolla sobre los tubérculos en forma de lesiones superficiales, sup epidérmicas, donde se forman los Soros o pústulas del patógeno, de forma circular o irregular; cuando maduros se rompe la epidermis liberando las esporas que son dispersas en suelo y llevadas por las películas de agua en donde se desplazan por medio de flagelos a plantas sanas. De acuerdo a estudios hechos en Inglaterra se ha encontrado que las esporas del hongo pueden transportar virus o servir de puerta de entrada de otros patógenos. El daño que ocasionan al tubérculo es muy notorio, ya que lo deforman y le dan una mala presentación.

3.3.2 Epidemiología

El patógeno se conserva en el suelo en forma de esporas que en condiciones adecuadas produce zoosporas biflageladas, las que penetran a la raíz a través de lenticellos, en esta pueden formar zoosporangios o pasar al tubérculo y desarrollarse en forma subepidérmica. La enfermedad es frecuente en suelos sueltos, clima frío y altitudes por encima de los 2.700 m.s.n.m.

3.3.3 Prevención y control

Usar semilla sana, rotación de cultivos por espacios prolongados, evitar agua de riego proveniente de suelos infestados, sembrar salanaceas como Datura Stramonium la que estimula la germinación de las esporas y luego mueren.

3.4 SARNA COMUN

Nombre del patógeno: Streptomyces scabies (Thaxt) Welsman y H.

3.4.1 Síntomas

El patógeno fué detectado en 1974, en algunas regiones del sur del Departamento, se encuentra asociado con Rhizoctonia solani, por tanto el síntoma no es muy notorio ya que tiene mucha similitud con la Rizoctoniasis, presenta agrietamientos de la epidermis y una especie de roña o sarna que le da una presentación desagradable al tubérculo.

Sobre el control no se sabe, ni se conocen formas de control apropiado.

3.5 FUSARIOSIS

Nombre del patógeno: Fusarium solani

Es una enfermedad que se puede presentar en almacenamientos, es conocida como pudrición seca. En condiciones de mal almacenamiento puede causar pérdidas considerables.

Otros patógenos secundarios que se los ha encontrado asociados con pudriciones son Acrostalagnus y Trichothecium sp.

3.6 CARBÓN DE LA PAPA

Nombre de la enfermedad: Gangrena de la papa, Carbón de la papa

Agente causal: (Thecaphora solani Bar) Angiosorus solani

Thirum B. O'Brien. 1972.

3.6.1 Síntomas

El patógeno afecta la parte inferior del tallo y principalmente a los tubérculos. En el momento de la cosecha los tubérculos son de tamaño normal pero presentan deformaciones, grietas y decoloración superficial.

Realizando un corte, se observa que el tubérculo aparenta tener numerosas galerías llenas de partículas pulverulentas herrumbrosas oscuras. Estas son masa de esporas ó "carbón" del hongo. El patógeno solo ha sido detectado en los países del trópico Americano, Venezuela, Perú y Colombia. Hasta el año de 1972 se conocía el patógeno con el nombre de Thecaphora solani Barrus. Apartir de esta fecha de acuerdo a estudios comparativos y por no existir una descripción en latín, OBrien y Thirumalachar propusieron una nueva especie que fue Angiosorus Solani.

3.6.2 Epidemiología

La enfermedad se propaga por tubérculos infectados, prolifera en regiones altas y frías, suelos pesados, el agua es un medio para deseminar las esporas, especialmente el agua de riego, pero con la semilla infestada a grandes distancias. Una vez infestado el suelo, se mantiene durante muchos años, siendo difícil su eliminación, por más largo que sea su rotación.

3.6.3 Prevención y control

Se debe evitar la introducción del hongo, utilizando semilla garantizada, libre de la enfermedad, evitar que las aguas contaminadas rieguen cultivos sanos. No se recomienda sembrar papa en sitios infestados por lo menos durante 5 ó 6 años, para reducir al menos el patógeno. No se conocen variedades resistentes.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DAVID, H. JAVIER y JAIME LOPEZ. S. Organismos Fungosos Asociados con pudriciones de tubérculos de papa, en el Departamento de Nariño. Universidad de Nariño. FACIA Tesis Ingeniero Agrónomo. 1974. 44p. (Mecanografiado).
2. FRENCH, E.R. et al. Enfermedades de la papa en el Perú. Ministerio de Agricultura. Estación experimental Agrícola la Molina. Boletín técnico (77). 36p. 1972.
3. SALAS, A.A. y L.E. PARON, E. Estudios biológicos y hospedantes del hongo Rosellinia sp de la papa *Solanum tuberosum* L. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, FACIA. 1971. 55p. (Mecanografiado).
4. MARTINEZ, G. E. Enfermedades fungosas de la papa In: Prácticas culturales en papa. Instituto Colombiano Agropecuario Regional No. 5 Pasto. 1977. 92 - 101 p.
5. MOLINA, V.L.A. Reconocimiento e identificación de Ustilaginales en Colombia. Tesis M.S. Bogotá, Universidad Nacional ICA. Programa estudio para graduados en Ciencias Agrarias 1976. 146 p. (Mecanografiado).
6. ORELLANA, A.H. Estudio de la enfermedad " Lanosa " de la papa en el Ecuador. *Fitopatología*. 13(1). 61-68. 1.978.
7. VELANDIA, J. Enfermedades fungosas de la papa. In: Curso sobre plagas y enfermedades de la papa en Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario. Estación Experimental Obonuco Regional No. 5. Pasto. 1976 2 - 12.

YEPEZ, A. y HUGO ORELLANA. Influencia del PH. y la humedad del suelo en el desarrollo de la "lanosa" de la papa y su control químico. Fitopatología. 13(2) 107 - 114. 1978.

EL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN NARIÑO (+)

JAN ENNE DEES (++)

OMAR GUERRERO G. (++)

1. INTRODUCCION

Los nemátodos pertenecen al reino animal, son organismos multicelulares generalmente microscópicos y poseen los principales sistemas fisiológicos con excepción del respiratorio y circulatorio. En general tiene forma de gusano, son cilíndricos, alargados, con diferenciaciones en la cabeza y en la cola. En algunas especies las hembras en su madurez pueden tomar formas distintas, por ejemplo forma esférica o redondeada y se denomina "Quiste" porque sus paredes adquieren ciertas propiedades físicas que protegen su contenido de huevos por un período indefinido, de factores desfavorables.

El nemátodo quiste de la papa fue detectado en Colombia a principios de 1971 por el servicio de Sanidad Vegetal en un lote de papa en Cumbal.

Un reconocimiento realizado en las zonas paperas del Departamento de Nariño, ha mostrado que el nemátodo se encuentra ampliamente distribuido en todas las áreas de minifundio.

-
- (+) Contribución de Convenio Colombo Holandés para el reconocimiento y control del nemátodo quiste de la papa, (*Globodera pallida*) en Colombia.
- (++) Respectivamente: Ingeniero Agrónomo M.S. Convenio Colombo Holandés - Estación Experimental Obonuco - Apartado Aéreo 339 Pasto.
- (++) Ingeniero Agrónomo M.S. - Programa Fitopatología - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339. Pasto.

2. EL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA

En cultivos de papa donde se sospecha la presencia del nemátodo quiste, se puede confirmar, mediante la observación de hembras en desarrollo adheridas a las raíces. Con este fin arranque plantas de papa después de su período de floración, en forma cuidadosa y observé a simple vista las hembras del nemátodo quiste que son de forma redonda y color blanco. Este color ha dado origen a su nombre Globodera pallida. Stone.

Otra especie distinta a la anterior es G. rostochiensis Wollenweber que se caracteriza porque sus hembras son de color amarillo dorado y por ésto se la denomina "Nemátodo dorado" de amplia incidencia en Norteamérica y Europa y la cual no se ha observado aún en Colombia.

El tamaño de los quistes es como de una cabeza de alfiler. Si están maduros tiene color marrón y corresponden a hembras muertas, las paredes protegen su contenido de huevos por un período indefinido (hasta 20 años o más) de factores desfavorables del suelo como extrema sequía o inundación.

Cada quiste puede contener hasta 300 huevos, los huevos tienen larvas en 2o instar las cuales salen cuando se presentan condiciones favorables en el suelo; estimulados por los exudados de raíces de plantas de papa.

La larva del nemátodo abandona el quiste a través de aberturas y se dirige hacia la raíz de su huésped donde penetra y se sitúa cerca al sistema vascular central. Las hembras son sedentarias y sufren una distensión de su cuerpo adquiriendo finalmente su forma redondeada; rompe los tejidos de la raíz y sale al exterior, permaneciendo unida a los tejidos de esta por un cuello delgado.

Los machos conservan su forma vermiforme y después de fertilizar la hembra mueren. Los quistes finalmente se desprenden de la raíz y permanecen en el suelo después de la cosecha.

En el laboratorio se pueden separar los quistes del suelo de muestras tomados en el campo. Así se puede determinar el grado de infestación de un lote.

2.1 SINTOMAS Y DAÑOS EN LAS PLANTAS

Cuando el nemátodo es introducido a una región de cultivo de papa su presencia sólo puede ser observada después de varios años de cultivar papa en los suelos infestados. Esto se debe a que inicialmente no hay ningún síntoma aparente en el follaje de las plantas atacadas debido a la baja población del nemátodo. Sin embargo, una vez que se ha logrado un incremento considerable de dicha población por cultivos sucesivos de papa, se comienza a observar síntomas de crecimiento deficiente, generalmente localizadas en parches dentro del cultivo. Estos síntomas no son específicos para el daño causado por el nemátodo quiste de la papa, y son similares a los producidos por exceso o deficiencia de humedad en el suelo.

Si la infestación del suelo aumenta, el tamaño de los parches aumenta y pueden aparecer otros en siembras posteriores.

Los síntomas en suelos severamente infestados con este nemátodo son los siguientes:

Marchitamiento temporal de las plantas, especialmente durante las horas de mayor intensidad lumínica.

Crecimiento retardado de las plantas y desarrollo pobre del sistema radical.

Se confirma ésta sintomatología extrayendo plantas de 12 semanas o más de sembradas y examinando las raíces. Allí se observan adheridas las hembras.

El daño causado por el nemátodo es el siguiente:

Las larvas que invaden las raíces de la papa dañan los tejidos. Esta parte dañada puede formar una entrada para otros patógenos dañinos. Las larvas se establecen dentro de la corteza de la raíz causando hinchamientos en las células, las cuales van a alimentar los nemátodos. Así la planta tiene menor capacidad para formar tubérculos, lo que resulta en un menor rendimiento, registrándose disminuciones del 30 al 50% con infestaciones altas del nemátodo.

2.2 DISEMINACION Y DISTRIBUCION

2.2.1 Diseminación:

La diseminación de los quistes se puede hacer de la siguiente manera:

Por medio de herramientas de labranza o maquinaria agrícola que ha sido usada en suelo infestado.

Por medio de tubérculos de papa en los cuales los quistes pueden ir adheridos en partículas de suelo.

Por medio de material de empaque como costales o bolsas que han sido usados para cosechar papas en suelos infestados.

Por movimiento de tierra o agua superficiales (drenajes, agua de esorrentía, riego) que van de lotes infestados a aquellos libres del nemátodo.

2.2.2 Distribución

La distribución actual de este nemátodo, se puede decir que es mundial. Con muy pocas excepciones, su presencia ha sido conocida en todas aquellas zonas donde la papa es un cultivo de importancia económica.

En Colombia se encuentra el nemátodo en Nariño y en algunas partes del Departamento del Cauca, ampliamente distribuido en todas las áreas del minifundio.

2.3 CONTROL

2.3.1 Rotación de cultivos

Lo que se desea con esta práctica, es cultivar plantas que no sean hospedantes del nemátodo quiste de la papa. Afortunadamente la papa es el único cultivo que sirve como hospedante para el nemátodo en los climas donde se cultiva este tubérculo.

Entonces cualquier cultivo que no sea papa, sirva para rotar. Sin hospedante las larvas permarecen dentro de los quistes y estas mueren porque no pueden sobrevivir un período largo sin alimentación. Así la población del nemátodo (cantidad de larvas en el suelo) baja poco a poco. Según los datos obtenidos por el Convenio Colombo Holandés se demora unos 4 años, antes que una población alta se disminuya al punto de que el agricultor pueda cultivar papa sin problemas con los nemátodos.

Este fenómeno se observa en fincas medianas y grandes, donde se practican buenas rotaciones y en consecuencia no hay problemas con el nemátodo quiste de la papa. La población del nemátodo se incrementa mayormente, cuando la población inicial en el suelo es baja; las plantas de papa se desarrollan bien y no hay competencia entre los nemátodos. Los quistes pueden llenarse con huevos y así aumentar la población a un nivel dañino. El control del nemátodo mediante rotación de cultivos es una de las medidas más efectivas, pero solo sirve cuando se mantienen los cultivos de rotación completamente libres de toyas de papa.

2.3.2 Control químico

Por la forma de cultivar papa en Nariño se ha encontrado que los nema-

ticidas sistémicos: Dasanit, Furadán, Lannate, Mocap, Nematicur, Temik y Vydate ofrecen mejores perspectivas.

De 10 ensayos hechos por parte del ICA y el Convenio resultó que con el uso de nematicidas pueden aumentar el rendimiento de un cultivo de papa en 20-30%, dependiendo mucho de la semilla usada, el suelo, preparación del terreno, fertilización y clima.

Por las altas dosis de producto que se necesitan para controlar el nemátodo (en general 100-200 kg de producto por Ha) no se recomienda el uso de un nematicida para el agricultor, especialmente el minifundista, quien no está en capacidad para comprar estos químicos.

Por este motivo el Convenio solicitó la colaboración del departamento de Entomología del ICA, Obonuco, para hacer ensayos integrados para el control de gusano blanco y nemátodo quiste de la papa.

Para controlar bien el nemátodo se tiene que aplicar una dosis alta en la siembra. Para extender la acción del producto es bueno aplicar una dosis menor en el primer aporque. Esta aplicación puede controlar a la vez el gusano blanco, al igual que la aplicación para el control del gusano blanco en el segundo aporque sirve para controlar el nemátodo quiste.

Así posiblemente se puede rebajar la cantidad de los productos necesarios para controlar el nemátodo y el gusano blanco en tal forma que se economiza el uso del nematicida.

Recien se iniciaron los ensayos integrados para el control del nemátodo y el gusano blanco. Por lo tanto no se pueden dar recomendaciones todavía para el uso de nematicidas en el campo.

2.2.3 Variedades resistentes

Una variedad resistente estimula la salida de las larvas de los quis-

tes, las que luego de ingresar en las raíces mueren. Un campo donde se cultive una variedad resistente se queda prácticamente libre de la plaga y en ese lote se puede cultivar una vez una variedad susceptible sin tener problemas.

Al sembrar permanentemente variedades resistentes se corre el riesgo de que el nemátodo rompa la resistencia y es por esta situación que se presentan biotipos, encontrándose hasta el presente los biotipos A,B, C,D,E y F de esta especie. En Colombia no se han observado variedades de papa con resistencia al nemátodo hasta el presente, pero se sigue buscando esta característica y con este fin se evalúan todos los clones de la "Colección Central Colombiana de papa". En el Perú, el "Centro Internacional de la Papa" hace lo mismo con la colección de ese país.

Ellos han encontrado resistencia en dos clones a varias poblaciones del nemátodo, incluyendo las poblaciones Colombianas de la Laguna, Túquerres y Cumbal. El programa de tuberosas del ICA en Tibaitatá va a realizar cruces con estos dos clones, para incorporar los genes de resistencia a las variedades y/o clones colombianos, pero deben pasar varios años antes de que pueda salir una variedad con resistencia a éste nemátodo en Colombia.

2.2.4 Variedades Tolerantes

En una variedad de papa tolerante, los nemátodos pueden desarrollarse normalmente, pero no hacen mucho daño y la planta puede crecer aparentemente sana. Debido a que la información mundial sobre tolerancia es escasa, el Convenio está estableciendo algunos parámetros para evaluar variedades y clones con esta característica.

3. CONCLUSION

Hasta ahora la rotación de cultivos es el mejor método y el más económico para controlar el nemátodo quiste de la papa en Nariño.

Las demás medidas de control de ésta plaga (nematicidas, resistencia y tolerancia) aún no son aptas para recomendarlas en la práctica.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- . INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1970. El Nemátodo quiste o nemátodo dorado de la papa. Hoja divulgativa 004. 4p.

- . HODGES, L.R. 1976. Nematodes and their control (Union Carbide Agricultural Products and Services. 28p.

PLAGAS DE LA PAPA Y SU CONTROL (+)

HUGO CALVACHE (++)

1. INTRODUCCION

El cultivo de la papa está sujeto a la acción de muchas especies de insectos cuyo daño, en algunas ocasiones, alcanza a afectar desfavorablemente la abundancia y calidad de las cosechas. A excepción del gusano blanco de la papa, las demás especies que se alimentan de éste cultivo requieren de un juicioso criterio sobre manejo de plagas, de acuerdo a las fluctuaciones de sus poblaciones, puesto que los problemas fitosanitarios no se deben tratar en forma aislada de los económicos y sociales tales como precios de sustentación, oferta y demanda, costos de insumos, mano de obra, tenencia de la tierra..... etc.

El objetivo principal del presente artículo es la presentación de algunas alternativas para el control de las principales plagas de la papa. Sin embargo, antes de tomar una decisión sobre el sistema o conjunto de sistemas de control es necesario conocer todos los aspectos involucrados con la plaga tales como: biología, hábitos, fluctuaciones de la población, niveles de daño y las interrelaciones del insecto con la planta, con el medio y con otros organismos. Por ésta razón para cada especie se presenta una información básica sobre algunos de éstos aspectos.

(+) Contribución del Programa de Entomología - Regional 5.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Programa de Entomología - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 336. Pasto.

2. CUZO - (Ancognatha scarabaeoides Burmeister; Coleoptera: Scarabaeidae).

A ésta plaga también se la conoce con los nombres de CHIZA ó MOJOJOY, cuando se encuentra en estado de larva. En éste estado se alimenta de raíces y otras partes subterráneas de la planta, aunque existen otras especies que lo hacen sobre materia orgánica en descomposición. Es una plaga ampliamente distribuída en las zonas frías del país con una gran diversidad de huéspedes.

El daño es ocasionado por la larva, la cual se alimenta de raíces y tubérculos. En cultivos jóvenes se determina su presencia porque se presentan áreas circulares sin plantas y bordes con plantas raquíticas o marchitas. En cultivos maduros o próximos a madurar, las larvas de este insecto hacen grandes perforaciones en los tubérculos. Estos daños son más severos en cultivos establecidos en tierras nuevas dedicadas anteriormente a pastos.

Los huevos son depositados en forma individual a una profundidad de 4.6 cm; son de color blanco perla, esféricos con un diámetro de 2mm y su período de incubación tiene una duración aproximada de 30 días. Las larvas pasan por cinco instares, el último de los cuales puede alcanzar hasta 55 mm de longitud. Son de color blanco cremoso con la cabeza muy bien diferenciada; presentan patas torácicas y ausencia de Pseudopatas; el abdomen es grueso y tiene pliegues profundos; en general tiene la forma de C. Completamente desarrollada la larva, se profundiza hasta unos 20 cm, se torna de un color crema y forma la pupa, la cual adquiere una coloración café claro. Los adultos son de color café oscuro a negro, emergen del suelo especialmente durante los períodos de Abril - Mayo y de Septiembre - Octubre; son bastante atraídos por la luz. El ciclo total de vida del insecto dura aproximadamente un año.

2.1 CONTROL

Los únicos enemigos naturales conocidos con animales superiores tales como perros y aves en general que se comen las larvas durante la preparación del suelo. Entre los insecticidas recomendados para su control se encuentran Aldrin, Clordano, Heptacloro (1 - 2 Kg de i.a./Ha) aplicados al suelo antes de la última rastrillada. Al abrir un lote nuevo que anteriormente haya estado dedicado a pastos, la aplicación preventiva de insecticidas se hace indispensable.

3. TROZADORES Y TIERREROS (Euxoa sp., Agrotis ipsilon, Spodoptera sp, Prodenia sp.) (Lepidoptera: Noctuidae).

Conocidos también bajo los nombres vulgares de " rosquillas " " gusanos cortadores " ó " yatas ".

Los trozadores o tierreros, constituyen otra plaga del cultivo de la papa, Las larvas causan el daño al alimentarse de los tallos de las plantas recién germinadas, sobre o cerca de la superficie del suelo. Los adultos tienen hábitos nocturnos y durante el día se esconden debajo de la paja u hojas secas; son polillas de tonalidad gris negrusca, con una envergadura de aproximadamente 43 mm.

Los huevos, que inicialmente son de color blanco y luego se tornan de color morado, son depositados aisladamente en el suelo y en raras ocasiones en el envés de las hojas o sobre los tallos de las plantas jóvenes. El período de incubación es muy variable pudiendo ser entre 12 y 30 días. Las larvas se alimentan al atardecer; al ser perturbadas se enroscan. Completamente desarrolladas miden aproximadamente 45 mm, tienen la cabeza de color claro y el cuerpo de diferentes tonalidades de gris con pintas oscuras y aspecto grasoso. Las pupas son de color marrón, miden hasta 20 mm y se forman en el suelo. En nuestro medio se las conoce con el nombre de " adivinos".

La vida de los adultos es bastante corta, sólo alcanzan de 6 a 8 días. Son muy atraídos por la luz.

3.1 CONTROL

Antes de la siembra, durante la arada deben tenerse en cuenta los niveles de población de esta plaga. Si se observa, así sea una ligera infestación de trozadores en cualquiera de sus estados, debe hacerse la aplicación preventiva de un insecticida, ya sea en forma localizada o en todo el lote.

Entre los enemigos naturales es muy importante la acción benéfica ejercida por parásitos de la familia Tachinidae (Archytas sp. Eucelatoria armiguera; Gonia sp. Incamiya pos cuzcensis) y parásitos del orden de Hymenoptera.

Entre los productos químicos recomendados para su control se encuentran los siguientes:

Aldrín P, Pm, E.	1-2 kg i.a. / Ha	Antes de la última rastrillada
Clordano P, E.	1	" " " "
Heptacloro P, E.	1-2	" " " "
Toxafeno DDT E.	2	" " " "
Toxafeno E.	Cebo	
Dipterex Dilox o Profitox PS	1 kg i.a. / Ha.	

No se debe aplicar Aldrín al follaje de la papa, pues se acumula en los tubérculos.

El cebo recién preparado se aplica sobre el surco en las horas de la tarde, después de observar las primeras plantas trozadas. Es necesario buscar los focos de infestación, para aplicar el insecticida evitando así que la plaga se extienda.

Preparación del cebo: Mezclar toxafeno 60% E. 1 Lt ó
 Profitox ó Dipterex 80 PS 0.4 kg en 4
 litros de agua y 12,5 kg de salvado de trigo o aserrín fino. En caso
 de utilizar aserrín es conveniente agregar a la mezcla un poco de mela-
 za.

4. GUSANO BLANCO DE LA PAPA (Premnotrypes vorax, (Hustache) Coleóp-
 tera: Curculionidae).

El gusano blanco de la papa es la plaga de mayor importancia económica
 en este cultivo y está distribuída en todas las zonas productoras del
 país.

El adulto es un típico representante de la familia Curculionidae. Es
 un gorgojo cuyo color varía entre café rojizo a casi negro. Mide de
 5 a 7 mm de largo y de 2 a 4 mm de ancho. Tiene las élitros adheridas
 al cuerpo y carece de alas funcionales. Dorsalmente presenta unas ru-
 gosidades, lo cual junto con el tamaño, forma y color hace que se con-
 funda fácilmente con un terrón. Los adultos se congregan en la base
 de las plantas y se alimentan del follaje haciendo roeduras en el ta-
 llo o cortes en forma de semiluna en las hojas. Las hembras colocan
 los huevos dentro de tallos secos de gramíneas, kikuyo y malezas, pre-
 ferencialmente durante el período comprendido entre la germinación y el
 aporque o sea entre los 30 y 60 días de edad del cultivo.

La larva en el último instar es de color blanco cremoso con la cabeza
 pigmentada, bien diferenciada; tiene el cuerpo en forma de C, mide de
 11 a 13 mm y carece de patas. Las larvas recién nacidas penetran a
 los tubérculos en crecimiento, se alimentan de la pulpa y ocasionan
 galerías sinuosas con lo cual destruyen internamente el tubérculo ha-
 ciéndolo inservible.

Para empupar, la larva sale del tubérculo y forma una celda con tierra, a una profundidad de 15 a 25 cm. de la superficie del suelo, debajo de la capa arable.

El ciclo de vida varía enormemente de acuerdo a la presencia de alimentos y a los cambios de las condiciones ambientales, especialmente la humedad del suelo. Los adultos permanecen en el campo hasta 3 meses. El ciclo completo de la vida de éste insecto, o sea desde la oviposición hasta que el adulto sale de la cámara pupal, es de 3,5 a 5 meses pudiendo resumirse así:

<u>Estado</u>	<u>Días</u>
Huevo	30 - 35
Larva (3 a 6 instares)	41 - 54
Pupa	20 - 32
Período de melanización en celda pupal	15 - 30

4.1 CONTROL

Existen varios sistemas de control los cuales en conjunto contribuy a disminuir las poblaciones de la plaga. Estos son:

4.1.1 Control Cultural:

- Buena preparación del suelo
- Control oportuno de malezas
- Apor. ue bien hecho
- Cosecha temprana
- Utilización de semilla sana
- Eliminación de residuos.

4.1.1.1 Preparación del suelo

Una buena preparación del suelo como medio de control de esta plaga

refiere a dos aspectos principales:

- a) Profundidad. La arada debe ser suficientemente profunda (15.25 cm) con el fin de llegar hasta el sitio de formación de pupas para destruir la celda pupal y dejarlas expuestas a las condiciones ambientales; y
- b) Eliminación de terrones. Los terrones constituyen un medio favorable para la presencia de adultos ya que bajo ellos los insectos se protegen. En un suelo bien preparado, sin terrones, el insecto se ve obligado a concentrarse debajo de las plantas haciendo más fácil su control con medios químicos.

4.1.1.2 Control de malezas

Las malezas, especialmente aquellas de hoja ancha, conforman otro medio de protección para el insecto en estado adulto ya que le brindan un ambiente oscuro y húmedo.

4.1.1.3 Aporque

Esta práctica bien realizada es un buen complemento del control químico. Mediante el aporque se aísla la zona de formación de tubérculos de la parte externa donde se encuentran los adultos. Por el contrario si el control químico previo al aporque ha sido deficiente, ésta práctica va a contribuir en la localización de los huevos del insecto en la zona de tuberización.

4.1.1.4 Cosecha temprana

Como regla general no debe dejarse una cosecha afectada en el suelo, ya que constituye el medio ideal para la multiplicación de la plaga.

4.1.1.5 Semilla sana

La semilla libre de larvas de gusano blanco es una medida natural indispensable para evitar la distribución de ésta plaga a áreas nuevas.

4.1.1.6 Eliminación de residuos

Es de mucha importancia que el suelo esté lo más limpio de tallos secos de gramíneas, especialmente cereales menores, ya que el insecto deposita sus huevos en estos desechos.

Cuando el cultivo anterior fué papa y estuvo "picada", los tubérculos que allí quedan servirán de base para aumentar las infestaciones de la plaga.

4.1.2 Control biológico

Se han reportado algunos hongos tales como Geotrichum sp., Spicaria sp., y Cephalosporium sp. afectando larvas de gusano blanco en forma natural. En la E.A.E. "Obonuco" se encontró un efectivo control microbiológico natural de adultos por la acción de Fusarium sp.; los resultados obtenidos con éste hongo son promisorios.

4.1.3 Control químico

Correlacionando el ciclo de vida del insecto con el de la planta se ha podido establecer que existe un período de tiempo, durante el cual, el cultivo debe estar totalmente libre de adultos de gusano blanco. Este período corresponde al comprendido entre la germinación y el aporque o sea de los 30 a los 60 días de edad del cultivo.

Para lograr esto se recomienda la aplicación de Furadán 3 F (3 lt / Ha) a los 40 - 45 días después de la siembra. Los granulares, requieren adecuadas condiciones de humedad en el suelo.

Con ésta primera aplicación de un insecticida líquido también se eliminan las plagas del follaje, especialmente pulgillas, *Epitrix* spp.

Se recomienda además una segunda aplicación de un insecticida granular o líquido, sistémico y de contacto la cual debe realizarse inmediatamente antes del aporque, en la forma indicada por el Programa

d ltos corres-
pondientes a una reinfestacion del cultivo y las larvas resultantes de escapes en la primera aplicación. Con el aporte, después de un buen control químico, la zona de tuberización queda aislada del medio externo donde habrán nuevas reinfestaciones de la plaga; las posturas que alcanzan a eclosionar en el transcurso del cultivo, originará pequeñas larvas que no alcanzan a profundizarse demasiado.

Mediante el sistema de "zarandas" para detectar la presencia de adultos de gusano blanco, se puede llevar un registro de las fluctuaciones de la población a fin de precisar la efectividad de las aplicaciones de insecticidas, en especial de la primera. Si se comprueba la presencia de adultos vivos, tres o cuatro días después de realizada ésta, será necesario una nueva aplicación de insecticida con el objeto de eliminar toda la población.

5. AFIDOS DE LA RAIZ (Rhopalosiphum rufiabdominalis. Homoptera: Aphididae).

Los adultos y las ninfas que son de color verdoso morado, se alimentan de la savia de las raíces, causando amarillamiento y encrespamiento, especialmente a las plantas jóvenes. Hasta el momento ninguno de los insecticidas ensayados ha dado resultados satisfactorios de control en cultivos establecidos. En áreas donde se ha observado ataques en años anteriores son indispensables las aplicaciones preventivas con insecticidas sistémicos al suelo.

6. MINADOR DEL TUBERCULO (Liriomyza ecuadorensis Frost. Díptera: Agromyzidae).

Las larvas demeritan la calidad del producto al construir minas superficiales en los tubérculos y además, permiten la entrada de un gran número de hongos y bacterias que pueden destruirlos completamente.

Las hembras depositan sus huevos debajo de la corteza de la papa especialmente cuando los tubérculos se hallan mal tapados, en semillas sembradas y no tapadas o en papas cosechadas y sin recoger en el campo. Las larvas son de color amarillo pálido; se alimentan haciendo galerías superficiales en los tubérculos. Empupan dentro del tubérculo; son de color café claro y tienen la forma de un barril.

Los adultos son moscas de tamaño más pequeño que el de la mosca casera con una coloración negra con pintas amarillas en el torax.

6.1 CONTROL

Dado que las moscas ponen los huevos sobre los tubérculos destapados o muy superficiales es recomendable un buen aporque para que disminuya la incidencia del ataque. El control químico se dirige hacia los adultos y por lo general las aplicaciones contra el Tostón eliminan esta plaga.

Entre los insecticidas recomendados para su control se enuncian los siguientes:

Dursban o Lorsban	0.5 kg i.a. / Ha
E P N E	0.5
Perthane E	1.5

7. PULGUILLAS (*Epitrix* spp. Coleóptera: Chrysomelidae).

Las pulguillas son cucarroncitos que se alimentan en los cogollos de las plantas y al expandirse las hojas se observan huecos de diferentes tamaños o bien, cicatrices redondas y claras en el haz de las hojas. Cuando son muy abundantes destruyen gran parte del área foliar y es entonces cuando el cultivo puede sufrir daños considerables.

Los daños son de especial importancia durante el primer mes de germinada la papa.

Estos insectos colocan los huevos en el suelo, las larvas se alimentan de las raicillas de las plantas de papa o de las malezas; se transforman en pupas y más tarde en adultos que salen del suelo y se alimentan de follaje; cuando hubo un mal control de adultos a la germinación, las larvas de la segunda generación pueden ocasionar daños de consideración en los tubérculos, poco antes o al momento de la cosecha.

Los adultos son de color negro o café de 3 a 4 mm de longitud. En el campo se observan saltando cortas distancias de hoja a hoja.

7.1 CONTROL

El control adecuado de malezas, la rotación de cultivos y la siembra oportuna son sistemas generales que contribuyen a disminuir las poblaciones.

Para el control de pulgilla pueden usarse dos niveles de daños: uno establecido por apreciación visual del cultivo y otro contando adultos recogidos en determinado número de pases de jama.

Para la evaluación del daño por calificación visual puede usarse la siguiente escala:

- 0 - Sin daño
- 1 - Muy poco daño
- 2 - Poco daño
- 3 - Daño común (nivel de advertencia económica).
- 4 - Daño fuerte (nivel de daño económico).

Por medio de la jama, la captura de 10 adultos en 10 pases dobles, constituye un nivel de advertencia económica. La evaluación del daño

del insecto debe iniciarse desde la germinación de la papa puesto que los daños de mayor importancia son los producidos durante los primeros estados de desarrollo. Por lo tanto, el nivel propuesto comprende el período entre germinación y floración; después de ésta no es recomendable hacer aplicaciones de insecticidas.

Entre los insecticidas recomendados se citan los siguientes:

Temik - Temisid	G	2.0 kg de i.a. / Ha
Thimet	G	1.5
Dayston	G	2.0
Sevin	PM	0.5 - 0.75
Nexagan	E	1.5
Perthane	E	1.5
Carbamult	PM	0.9
Durban - Lorsban	E	0.5
Monitor - Tamaron	E	0.5
Furadán	G	0.75
Lannate	PM	0.25 - 0.50

Los insecticidas granulares solo deben aplicarse al momento de la siembra, al fondo del surco. Si no se controla la primera generación de las pulgillas o se realizan siembras tardías, las larvas de la segunda atacan a los tubérculos.

Si al inspeccionar el campo antes de la siembra se observa un número grande de larvas de pulgillas es recomendable hacer una aplicación al suelo, para prevenir hasta cierto punto el ataque de los adultos.

8. TOSTÓN (*Liriomyza* sp. Díptera: Agromyzidae).

El tostón es una de las plagas más importantes del follaje de la papa; es una pequeña mosca, de color oscuro, con puntos amarillos muy noto-

rios encima de la base de las alas. Los huevos de tamaño microscópico, son depositados en el interior del parénquima foliar; de ellos salen unas larvas ápodas de color blanco cremoso, las cuales causan el daño al alimentarse, produciendo inicialmente minas en forma de serpiente y más tarde parches grandes que dan aspecto clorótico al follaje; estas se secan y se observan como partes tostadas o quemazones en la hoja. Al terminar el período de larva, se convierten en pupas de color café claró; en este estado es fácil encontrarlas ya sea en el suelo y ocasionalmente pegadas en el envés de las hojas. Al cabo de unos días emerge la mosca adulta lista para iniciar un nuevo ciclo.

8.1 CONTROL

En sitios donde no se abusa del control químico, se ha encontrado una avispa del género Opius sp. (Hymenoptera: Braconidae) realizando un buen parasitismo sobre larvas del tostón. Cuando las poblaciones sobrepasan los niveles de advertencia económica, se puede aplicar cualquiera de los insecticidas enunciados para controlar pulguilla. Los niveles de advertencia económica son los siguientes:

Si la evaluación se realiza por calificación visual el nivel establecido para pulguillas coincide para tostón, solo difiere en el tipo de daño evaluado. Con la jama, la captura de 15 adultos en 10 pases dobles desde germinación hasta el comienzo de la floración; de allí en adelante 20 adultos por 10 pases dobles de gama. Por hectárea deben tomarse como mínimo cuatro muestras.

9. MINADOR DE LA HOJA (Scrobipalpula absoluta. Lepidóptera: Gelechiidae).

El daño del minador del follaje se diferencia de aquel causado por el tostón por la forma de las minas que se presentan como "lagunas" en los folíolos.

La larva del Scrobipalpula, cuyo color varía de verde a morado con la

cabeza esclerotizada café o negra, acumula los excrementos en la mina, pero al borde de un foliolo. A diferencia del tostón, una larva puede ocasionar daño a más de un foliolo, pues se deja colgar de un hilo de seda para pasar a la hoja siguiente y comienza otra mina. Los adultos que son polillas pequeñas de color pajizo y con flecos en las alas posteriores tiene una envergadura alar de aproximadamente 1,5 cm.

9.1 CONTROL

En el Departamento de Varuno se han encontrado algunos parásitos cuya acción benéfica en el control de esta plaga no debe desestimarse.

Estos se han identificado como: Elfia sp. (Díptera: Tachinidae); Diadegma sp. (Hymenoptera: Pteromalidae).

Los insecticidas recomendados para su control son los mismos indicados para pulgillas y para tostón; sin embargo, las poblaciones hasta ahora observadas no constituyen un problema de importancia económica.

10. HUEVOS DE LA PAPA (Peridroma sp. pos saucia y Copitarsis consuetata- Lepidóptera: Noctuidae).

La importancia económica de estas dos plagas es más notoria en épocas secas y cuando atacan cultivos en los primeros estados de desarrollo, ya que las larvas actúan como masticadores del follaje y trozadores de tallos y ramas y al no ser controlados oportunamente pueden destruir las plantas en un tiempo muy corto. A continuación se presentan algunas características de estas dos especies:

Peridroma pos saucia. Los huevos recién ovipositados tienen una coloración blanca cremosa la cual varía hasta violacea con el transcurrir de los días; tienen un período de incubación de 8 días. Las larvas son de color pardo oscuro con la parte central más clara; dorsalmente en el 8º segmento abdominal presenta un escudo negro. Cuando se la mo-

lesta, la larva se enrosca. Tiene hábitos nocturnos.

Copitarsia consueta. Las larvas inician su daño en el envés de las hojas. Son de color verde sucio y presentan cuatro líneas blancas longitudinales: dos en dorso y dos lateralmente, una a cada lado. A veces pueden llevar tonalidades rojizas o amarillentas.

10.1 CONTROL

Este debe iniciarse cuando se observan más de una larva pequeña por planta, desde la germinación hasta el aporque; de allí en adelante la planta puede soportar el daño causado por tres o más larvas pequeñas.

11. PULGONES O AFIDOS

Comprenden varios géneros y especies (Macrosiphum euphorbiae; Myzus persicae; Rhopalosiphum spp.) (Homóptera: Aphidae).

En su forma adulta llegan a medir hasta 2 mm de longitud, tienen coloraciones que varían entre amarillento a pardo y están provistos de un fino estilete por medio del cual succionan la savia de las plantas. El daño lo ocasionan tanto los adultos como las ninfas y es más pronunciado en épocas de verano. La importancia económica de estos insectos en papa radica en que ellos son vectores de enfermedades virósicas, muchas de las cuales solo se manifiestan en los cultivos posteriores. Por lo tanto, su control solo se justifica cuando el cultivo de papa está destinado a la producción de semilla.

11.1 CONTROL

Por la consistencia de su cuerpo y los hábitos de vida son presa fácil de varios parásitos y de predadores, cuya presencia se debe tener en cuenta antes de tomar medidas de control químico, a menos que el cultivo esté destinado para producción de semilla.

Algunos de los insecticidas recomendados son los siguientes:

Ekatin	E	0.2 - 0.4 kg de i.a. / Ha
Malathion	E	0.5 - 1.0
Roxión, Perfection,		
Systemín, Roger, Diostop	E	0.5
Metasystox	E	0.7
Dimecron	E	0.7
Thiodan	E	0.7
Disyston	E	1.0

12. PALOMILLA DEL TUBERCULO Phthorimaea (Gnorimoschema) operculella
(Seller) - Lepidóptera: Gelechiidae.

En el mes de enero de 1979 fue confirmada la presencia de ésta plaga en Colombia. Se reportó en Ubaté (Cundinamarca) y Chiquinquirá (Boyacá).

Las larvas de éste insecto minan las hojas, barrenan los tallos y peciolo de las plantas causando marchitamiento, y forman galerías profundas en los tubérculos. Estos son más afectados y el daño puede continuar aún después de la cosecha en los depósitos, donde el insecto también se reproduce.

Los huevos son colocados por las palomillas en forma individual, principalmente en el envés de las hojas o sobre tubérculos destapados o almacenados. Las larvas son blancas con el dorso ligeramente rosado; cabeza, primer anillo torácico y el último segmento abdominal con placas de color negro. Los adultos son unas polillas muy pequeñas de color grisáceo con numerosas manchitas negras. Son más activas durante la noche.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BUSTILIO P., A. 1976. Lista de áfidos (Homóptera: Aphididae) y sus huéspedes registrados en Colombia ICA, Medellín Boletín Técnico No. 44 p 1-11

CALVACHE G., H. 1978. Método de Zarandas para detectar la presencia de adultos de gusano blanco de la papa, Premnotrypez vorax (Hustache) en el suelo. In: El cultivo de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario, Regional 4. Compendio No. 24. p 280 - 286.

CALVACHE G., H y ALVARADO, L.F. 1978. El gusano blanco de la papa Premnotrypen vorax (Hustache) y su control. Instituto Colombiano Agropecuario ICA Regional 5, Pasto 32 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA 1975. Guía para el control de plagas. Programa de Entomología, Bogotá. Manual de Asistencia Técnica No. 1 3a. Ed. 174 p.

_____ 1976. Lista de Insectos dañinos, y otras plagas en Colombia. Programa de Entomología. Bogotá. Boletín Técnico No. 43. 3a. Ed. p 325 - 332.

POSADA.,L. 1971. El gusano blanco de la papa y su control. ICA, Programa de Entomología, Bogotá. Hoja Divulgativa No. 008 2p.

PROGRAMA DE ENTOMOLOGIA, ICA 1979. Notas y Noticias Entomológicas - ICA Informa, Bogotá 13: 77-79.

VERGARA R., R. 1977. Control de plagas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Fac. de Agronomía. p 26-42 (Mimeografiado).

ZENNER DE POLANIA, I. 1976. Plagas de la papa y su control
In: Curso sobre plagas y enfermedades de la papa en Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA Regional 5 Pasto p 44-52 (Mimeografiado).

_____ y L. ROSADA. 1968. Generalidades sobre el Gusano Blanco de la papa, Prennotrypes vorax (Hustache) Agricultura tropical 24 (1): 1 - 8

_____ y _____ 1969. Control químico del Gusano Blanco de la papa Prennotrypes vorax (Hustache). Agricultura Tropical 25 (4): 195-205.

FACTORES QUE AFECTAN EL CONTROL DE PLAGAS (+)

HUGO CALVACHE GUERRERO (++)

1. INTRODUCCION

Casi todo el daño hecho por los insectos, resulta, directa o indirectamente de sus intentos por conseguir alimento, y por esta causa se constituyen en los principales rivales del hombre. Donde haya vegetación siempre habrá insectos, como parte de la cadena alimentaria y el hombre debe aceptar éste hecho en el sentido de que parte de sus cosechas serán aprovechadas por estos. Sin embargo, dentro de la gran variedad de especies insectíbles, existen unas pocas, cuyas poblaciones alcanzan niveles relativamente altos que causan daños graves a las plantas o animales con repercusiones de orden económico. A estas se las considera como plagas y es necesario controlarlas mediante un manejo adecuado de sus poblaciones.

El control racional de plagas mediante el manejo de sus poblaciones es muy difícil de llevar a cabo sin el conocimiento previo de los aspectos ecológicos y biológicos de la plaga, del agroecosistema, de las características de la población misma y de las relaciones que existen entre ellos. Sin embargo es conveniente tratar de aproximarse a un manejo de plagas mediante la utilización de los recursos naturales conocidos y el apoyo de uno o varios métodos de control. En ésta oportunidad se presentan algunos aspectos que se deben considerar en conjunto con miras a lograr un buen control.

(+) Contribución del Programa de Entomología - Regional 5.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. - Programa de Entomología - ICA - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339. Pasto.

2. BIOLOGIA DE LOS INSECTOS

Para emprender cualquier sistema o sistemas de control es necesario el conocimiento de la biología del insecto. Quién es ? Cómo vive ? Dónde vive ? Qué preferencias tiene ? Qué condiciones le son favorables ? La gran capacidad de adaptación y su gran versatilidad hacen que la respuesta a estos interrogantes varíen de un estado a otro en una misma especie.

Por lo general solo se conoce el estado del insecto que mayor daño causa al cultivo y el desconocimiento de los restantes hace que muchas de las recomendaciones resulten deficientes por realizarse talvés en el momento menos oportuno, por estar dirigido hacia el estado menos vulnerable o por el empleo del sistema menos adecuado de acuerdo a los hábitos de los diferentes estados de la plaga.

Los pasos fundamentales para conocer un insecto son:

- a) Nomenclatura: Nombre común y nombre científico. Permite la obtención de referencias relacionadas con sistemas de control empleados en otras zonas.
- b) Distribución del insecto.
- c) Importancia económica, a nivel mundial, nacional y local.
- d) Ciclo biológico.

Huevo : Descripción

Lugar de oviposición

Condiciones de la planta

No. de huevos que oviposita

Cambios que sufre el huevo antes de la eclosión

Determinación de los enemigos naturales.

Larva : Preferencia alimenticia

Cambios de hábitos respecto a su alimentación

Descripción del tipo del daño, dado que muchas veces no es posible encontrar al insecto pero por la especificidad del daño es posible determinar la plaga.

Conocer sus enemigos naturales

Duración de éste período.

Adulto: Descripción de machos y hembras

Conocer los instintos de copulación

Determinar el tiempo entre cópula y oviposición

Oviposición

Enemigos naturales.

3. RECONOCIMIENTO DE PLAGAS

Para determinar la importancia económica de las especies insectílas en un cultivo se deben realizar los reconocimientos de plagas mediante visitas periódicas al campo. En ésta forma se puede determinar qué especies de insectos están haciendo daño, cuál es su abundancia y qué factores, bióticos o físicos, están influyendo en la población. Si se confirma la presencia de la plaga y su abundancia puede producir pérdidas económicas, se deben tomar las medidas de control teniendo en cuenta todos los aspectos observados alrededor de ella y el estado de desarrollo del cultivo.

4. METODOS DE CONTROL

Existen varios sistemas de control de plagas tales como el mecánico y físico, cultural, biológico, autocidal, genético, por esterilización por resistencia de plantas a insectos, químico y legal. El control basado en un solo factor está deshechado y la experiencia alcanzada en éste aspecto indica que se logran mejores resultados mediante la com-

tinación de dos o más sistemas de control. Sin embargo, el control químico es el más ampliamente usado en general y por ésta causa solo se hablará de este sistema en su aspecto práctico.

4.1 CONTROL QUIMICO

En la actualidad los insecticidas son el arma poderosa en la lucha contra las plagas; debe usarse en forma racional para no causar daños irreparables al ecosistema, cuando sea estrictamente indispensable y cuando ninguno de los otros sistemas de control se hayan mostrado promisorios.

4.1.1 Niveles de advertencia económica

Es necesario que el personal encargado del control esté al tanto de los niveles de advertencia económica para cada plaga o sea aquellos niveles de la población por encima de los cuales la plaga ocasiona pérdidas económicas. Cuando la población de una plaga se mantiene por debajo de este nivel no se justifica, económicamente, entrar a controlarla y es precisamente lo que no se hace con las aplicaciones "calendario" o sea aquellas aplicaciones del insecticida que se hacen con cada aplicación de fungicida.

4.1.2 Selección de insecticida

Si las circunstancias que rodean a la plaga no permite sino el uso de un insecticida, se llega a la situación de elegir qué producto se va aplicar? Qué dosis se debe usar? Cómo, cuándo, y dónde se debe aplicar?

La elección del producto debe estar relacionada con el insecto, con la planta, con factores climáticos y con las características, mismas del insecticida, todos los cuales están interrelacionados.

4.1.3 Insecto

Es necesario considera cual es el hábito alimenticio del insecto, pues-

to que los hay masticadores, chupadores y raspadores como es el caso de las larvas, saltahojas y trips respectivamente para los cuales se debe seleccionar un producto de acción estomacal, un sistémico o uno de contacto. Además, no se puede olvidar el estado de desarrollo del insecto en el cual causa el daño, y en el que es más vulnerable, así como la sensibilidad específica de las diferentes especies de insectos hacia los diversos grupos de insecticidas.

4.1.4 Planta

Respecto a la planta, la elección del insecticida no solo debe tener en cuenta la posible fitotoxicidad del producto sino también el destino del cultivo y la posible acumulación de residuos en el producto final de la cosecha. En este aspecto se debe tener en cuenta la composición química de los diferentes productos fitosanitarios. En efecto los insecticidas clorinados (DDT, METOXICLORO, BHC, LINDANO, CANFENO, CLORDANO, HEPTACLORO, ALDRIN, DIELDRIN, THIODAN, TOXAFENO, etc) poseen un prolongado efecto residual y no se degradan. Por ésta razón el DDT y similares han salido del mercado, otros como el Aldrin y similares que todavía se recomiendan para insectos del suelo no se deben aplicar al follaje de la papa puesto que se acumulan en los tubérculos y para otros se recomienda su uso en forma de cebos.

Los insecticidas órgano fosfórico (Parathion, Folidol, Gusathion, EPN, Sumithion, etc) son por lo general extramadamente peligrosos para los animales superiores, de acción rápida y de amplio espectro. Por ésta razón si se continúa, como hasta ahora, usándose en forma indiscriminada, se eliminará el control biológico natural y la presencia de nuevas plagas será inevitable.

Los insecticidas del grupo de los carbamatos poseen cierto nivel de selectividad (Sevin Cebicid, Furadán, Carbamult, Temik) actúan por contacto, ingestión, fumigante y sistémica y su residualidad es bastante grande por lo cual es necesario considerarla en el momento de la

decisión.

El ciclo de vida de la planta influye también en la elección del producto a usar.

4.1.5 Condiciones climáticas

El clima es un factor que afecta considerablemente el éxito de un tratamiento con insecticidas. La temperatura, la humedad, la insolación y las corrientes de aire, además de las características del microclima dentro del cultivo son condiciones muy importantes que se deben tener en cuenta.

La temperatura influye en la turbulencia del aire y en la efectividad directa del producto letal sobre el insecto mismo. La humedad es un factor importante según el tipo de insecticidas a usarse tanto para la fijación, retención y disolución del ingrediente activo como para la acción física sobre el insecto de productos que tienen poder abrasivo. La insolación y la respuesta de los insectos a ésta son aspectos que pueden incidir en la determinación de la hora o el sitio de una aplicación. El viento es un factor limitante en la efectividad de muchos tratamientos.

4.1.6 Insecticida

La presentación comercial del producto es muy importante. Estos vienen en forma de concentrado granular (G); Polvo (P); Polvo Mojable (PM); Polvo Soluble (PS); concentrado emulsionable (E) y concentrado para aplicar a ultra bajo volumen (ULV). Su selección está condicionada por todos los factores antes relacionados.

4.1.7 Toxicidad

La dosis letal media (DL 50) es la dosis necesaria para matar el 50% de una población de ratas u otros animales, dentro de un cierto período de tiempo, bajo condiciones de laboratorio y se expresa en mg por kg de peso del animal.

En Colombia los insecticidas se dividen en 3 categorías según la dosis letal media:

- Categoría I** Altamente tóxicos. Incluye aquellos compuestos cuya DL50 es menor de 50 mg / kg de peso.
Ejemplo: Temik, Gusathion, Furadán, Disyston, Thiodan, Endrín, Thimet, Dimecron, Monitor, Metil Paration, Folidol, Parathion, Texametil.
- Categoría II** Medianamente tóxicos. Compuestos cuya DL50 es de 50-500 mg / kg de peso.
Ejemplos: Baygón, BHC, Nexagan, Clordano, DDT, Basudín, Nuvan, Roxion, Heptacloro, Lindano, Ekation, Toxafeno, Toxafeno DDT, Bux.
- Categoría III** Moderadamente tóxicos. Compuestos cuya DL50 es mayor de 500 mg / kg de peso.
Ejemplos, Sevin, Malathion, Tedion, Dipterex, Virus de la polidriosis nuclear, Bacillus thuringiensis.

4.1.8 Dosis

Desafortunadamente este es uno de los factores más descuidados dentro del control químico. Una dosis inferior a la recomendada induce, como consecuencia, la resistencia del insecto al plaguicida, y una dosis superior, además del desperdicio del producto, con su lógico recargo económico en los gastos de producción, puede causar daños a la planta.

Debido a que en el comercio existen varias formulaciones y concentraciones, una dosis se indica en kilogramos de ingrediente activo (i-a) por hectárea. El asistente técnico debe tomar como puntos de referencia la dosis indicada y el contenido del ingrediente activo que aparece en la etiqueta que acompaña al producto comercial. (Anexo a éste escrito se presentan algunos problemas de interés práctico, que es necesario tenerlos en cuenta para recomendar una dosis.

Si la dosis está indicada en kilogramos de i.a. por hectárea esto nos sugiere que la cantidad de insecticida que se va aplicar en una hectárea ya está determinada y no es variable. El agua que sirve de vehículo para su aplicación es el elemento que ha de variar en cantidad de acuerdo a las características de esta labor. Por ésta razón es muy importante la calibración del equipo.

4.1.9 Aplicación

Al observar la época y modo de aplicación de los insecticidas recomendados en la " Guía para control de plagas " se encuentran notas como éstas:

Aldrín, Clordano, Heptacloro: Aplicar al suelo antes de la última rastillada. El aldrín aplicado al follaje se acumula en los tubérculos.

Toxafeno, Toxafeno DDT, Dipterex - Cebos: El cebo recién preparado se aplica sobre el surco en las horas de la tarde, después de observar las primeras plantas trozadas.

Los insecticidas granulares tales como Furadón, Temik, Disyston, Thimet solo deben aplicarse al momento de la siembra, al fondo del surco. Muchas plagas del follaje se controlan satisfactoriamente con una aplicación al suelo de un insecticida granular.

No aplique Bux al follaje porque puede causar fitotoxicidad.

Esto indica que existen ciertas circunstancias que requieren cierta especificidad en la forma, en la época, en el sitio y en la hora de aplicación, que es necesario conocer para lograr controles económicos y eficaces.

La aplicación de un concentrado emulsionable es la más difícil dado que requiere condiciones especiales en cuanto a la cantidad de agua, presión de la bomba, tipo de boquillas, dispersión del producto en el cultivo, condiciones atmosféricas, etc.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRAVO, GILBERTO . 1976. Clasificación de insecticidas, propiedades, grados de toxicidad, poder residual, dosificación y cuidados en su manipuleo. In: Curso sobre plagas y enfermedades de la papa en Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario, Regional 5, Pasto. p. 62 - 87 (Mimeografiado).

2. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1975. Guía para el control de plagas. Programa de Entomología, Bogotá. Manual de Asistencia Técnica No. 1. 3a. Ed. 174 p.

PROBLEMAS DE INTERÉS PRACTICO

1.- Un agricultor necesita 350 kgs de BHC al 1% de isómero gama, a fin de combatir la broca del café. Cuántos kgs de insecticida tiene que comprar, sabiendo que en el mercado consigue el producto al 12% de isómero gama ?

$$\begin{array}{r}
 \text{BHC del 12 \% de y} \\
 100 \quad \text{---} \quad 12 \\
 X \quad \quad \quad 1 \\
 \hline
 X = \frac{100}{12} = 8.333 \text{ kgs de BHC al 12 \% de y}
 \end{array}$$

8.333 kgs es la cantidad necesaria de BHC al 12 % para obtener 100 kgs de BHC al 1 % de y ; como se necesitan 350 kg luego:

$$\begin{array}{r}
 \text{BHC al 1 \% de y} \\
 100 \quad \text{---} \\
 350 \\
 \hline
 \text{BHC al 12 \% de y} \\
 8.333 \\
 X \\
 \hline
 X = \frac{350 \times 8.333}{100} = 29.166 \text{ kg}
 \end{array}$$

Por consiguiente, son necesarios 29.166 kgs de BHC al 12 % de isómero gama para obtener 350 kg de BHC al 1 % para completar la cantidad pedida, :
 $350 - 29,166 = \underline{320.834}$ kg de material inerte.

Otra solución al problema anterior es usando la siguiente fórmula :

$$q = \frac{Q \times p}{P}$$

Q = Cantidad de mezcla insecticida a preparar (en litros o en kgs.)

P = % de producto activo del insecticida.

p = % de principio activo en la mezcla (concentración que se requiere para aplicar).

q = Cantidad necesaria del insecticida para la preparación de la mezcla (lts. o kgs).

$$\text{Así } q = \frac{350 \times 1}{12} = 29,166 \text{ kg de BHC al } 12\% \text{ de } y$$

$$\text{Talco} = 350 - 29,166 = 320,834 \text{ kgs.}$$

- Un caficultor necesita 700 kgs de mezcla 1,5 + 40 (isómero gama de BHC + azufre) para su cafetal.

En el mercado hay azufre airado y "Gamunio 10 " (este tiene 10 % de isómero gama). Cuántos kgs de ambos productos tiene que comprar el caficultor ?

$$q = \frac{Q \cdot p}{D} = \frac{700 \times 1.5}{10} = 105 \text{ kg de BHC al } 10\%$$

$$q = \frac{700 \cdot 40}{100} = 280 \text{ kgs de azufre}$$

$$\text{talco} = 700 - (105 + 280) = 315 \text{ kgs.}$$

- Para preparar 300 kgs de la mezcla 3 - 10 - 0,40 para pulverizar algodón.

En el comercio se encuentra "Genmezene al 12 % de isómero gama", Deenate 75 - p " (DDT al 75 % para pulverizar) y " Rhodiatox al 1 % Parathion al 1 %). Cuánto necesito de C/u. ?

$$q = \frac{300 \cdot 3}{12} \text{ kgs de BHC al } 12\% \text{ y}$$

$$q' = \frac{300 \cdot 10}{75} = 40 \text{ kgs de DDT al } 75\%$$

$$q'' = \frac{300 \cdot 0.40}{1} = 120 \text{ kgs de parathion al } 1\%$$

$$\text{Talco} = 300 - (75 + 40 + 120) = 65 \text{ kgs.}$$

- Son necesarios 600 lys de emulsión de clordano al 2 % para asperjar.

Cuántos litros de concentrado emulsionable del 75 % son necesarios ?

$$q = \frac{Q \cdot p}{D} = \frac{600 \times 2}{75} = 16 \text{ lts. o kgs}$$

$$600 - 16 = 584 \text{ litros de agua.}$$

- 5.- En 6.000 litros de líquido hay 15 kgs de "Deenate 75 W" (DDT 75 %)
 Cuánto es el % de principio activo de la suspensión ?

$$15 = \frac{6.000 \cdot p}{75} \qquad p = \frac{15 \times 75}{6.000} = 0.187 \%$$

La suspensión tiene un principio activo (DDT) de 0,187 %.

- 6.- Cuántos litros de una solución al 0,05 % de principio activo pueden obtenerse con 4 litros de metasystox al 50 % ?

$$4 = \frac{Q \cdot p}{P} \qquad 4 = \frac{Q \cdot 0.05}{50}$$

$$Q = \frac{4 \times 50}{0,05} = \frac{200}{0,05} = 4.000 \text{ lts.}$$

- 7.- Qué cantidad de un concentrado emulsionable de lindano del 20 % debe agregarse a 100 litros de agua para obtener una emulsión del 0,02 % de principio activo ?

$$q = \frac{Q \cdot p}{P} = \frac{100 \cdot 0.02}{20} = 0,100 \text{ litros}$$

99,900 lts. de agua + 100 cc de lindano del 20 %.

- 8.- Quiero diluir Systox del 50 % en agua, con el fin de obtener una solución con 0,1 % de principio activo.

Cuánto volumen de agua debe usarse para hacer el insecticida,

$$1 = \frac{Q \cdot 0.1}{50}$$

$$Q = \frac{50}{0.1} = 500 \text{ litros}$$

$$500 - 1 = 499 \text{ litros}$$

Por consiguiente 1: 499

~~100.~~

9.- Cuántas partes de talco son necesarias para obtener una de BHC al 6 % de isómero gama, a fin de usarlo al 0.5 % ?

$$9 = \frac{Q \cdot P}{P}$$

$$1 - \frac{Q \cdot 0.5}{6} : Q = \frac{6}{0.5} = 12$$

$$12 - 1 = \underline{11} \text{ partes}$$

Otro procedimiento sería :

$$R = p - 1$$

p

$$R = \frac{6}{0.5} - 1 = 12 - 1 = 11 \text{ partes}$$

10.- Se tienen dos soluciones de DDT en Kerosens: una al 4 % y otra al 1.5% de principio activo. Cuántas partes de cada solución deben ser tomadas para obtener una nueva solución, con un principio activo del 2 % ?

Se propone que :

a = volumen retirado de la solución al 4 %

b = volumen retirado de la solución al 1.5 %

a y b van a ser reunidos para formar otra solución, por lo tanto:

$$4a + 1.5b = 2(a + b) = 2a + 2b$$

$$4a - 2a = 2b - 1.5b$$

$$2a = 0.5b$$

$$\text{Dividiéndose a por b : } \frac{a}{b} = \frac{0.5}{2}$$

Por consiguiente, 0,5 partes de la solución al 4 % y dos partes de solución al 1.5 % dan una solución al 2 %.

Relación de 1 : 4

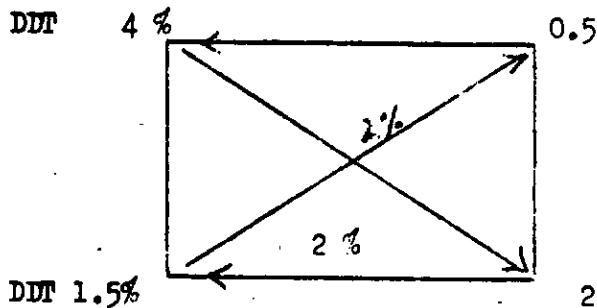


Gráfico que ayuda a la solución de problemas relativos a mezclas de dos insecticidas de concentraciones diferentes.

De acuerdo al gráfico colocamos los porcentajes de los dos insecticidas a mezclar hacia el lado izquierdo. Trazamos las diagonales y colocamos el porcentaje de la mezcla deseada en el centro. Siguiendo las diagonales verificamos :

$$4 - 2 = 2$$

$$1,5 - 2 = 0,5 \text{ (no se tiene en consideración el signo)}$$

0.5 partes (del insecticida al 4 %)

2 partes (del insecticida al 1,5 %)

$$6 \text{ partes} : 4$$

11.- Se necesita una mezcla de DDT. al 5 % y talco, teniéndose para ello un producto comercial con 50 % de DDT. Este producto cuesta \$ 120,00 el kilo y el talco \$ 6,00 el kg. En cuánto sale el kilo de la mezcla ?

Consideramos un kilo del producto al 50 %

$$1 = \frac{0.5}{50} ; \frac{50}{5} = 10 \text{ kg}$$

Por lo tanto, para un kg de DDT al 50 % necesitamos 10 kg de DDT al 5 %

DDT 50%	DDT. 5 %
1	10
x	1
$x = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ kg}$	

$$\text{Talco} = 1 - 0.1 = 0.9 \text{ kg}$$

0.1 kgs de DDT al 50 %	12,00
0,9 kgs de talco	<u>5,40</u>
	\$ 17.40

12.- Si quiere hacer una mezcla de insecticidas de formulación 3-5-0, 40, para esto, se tiene "Gamexane" al 12 % de isómero gama de BHC, "Denetol 50" (DDT al 50 %) y "Rhodiatox al 1 %" (parathion al 1 %). Un kilo de Gamexane cuesta \$ 120.00, de Detenol cuesta \$ 140.00 y de Rhoriatox cuesta \$ 40.00. Cuánto cuesta un kilo de la mezcla sabiendo que un kilo de talco vale \$ 6,40 ?

Considerándose 1 kg de cada producto concentrado, tenemos:

$$1 = \frac{Q \cdot 3}{12} \quad Q = 4 \text{ kg}$$

$$1 = \frac{Q' \cdot 5}{50} \quad Q' = 10 \text{ kg}$$

$$1 = \frac{Q'' \cdot 0.4}{1} \quad Q'' = 2.5 \text{ kg}$$

Por consiguiente, con 1 kg de BHC al 12 % de isómero gama (Gamexane) se hacen 4 kg de mezcla con 3 % de isómero gama.

Con 1 kg de DDT al 50 % (Detenol) se hacen 10 kg al 5 % y con 1 kg de parathion al 1 % (Rhodiatox) se hacen 2,5 kg de mezcla al 0,4 % de parathion, por tanto :

BHC al 12 % de Y	BHC al 3 % de y
1	4
X	1
	$x = 0.25 \text{ kg}$

DDT al 50 %	DDT al 5 %
1	10
X	1
	$x = 0,1 \text{ kg}$

Parathion al 1 %	Parathion 0,4 %
1	2,5
X	1
	$x = 0,4 \text{ kg}$

$$\text{Talco} = 1 - (0,25 + 0,1 + 0,4) = 0,250 \text{ kg}$$

0,250 kg	BHC al 12 %	\$ 30,00
0,100 kg	DDT 50 %	14,00
0,400 kg	parathion 1 %	16,00
<u>0,250</u> kg	talco	<u>1,60</u>
1,000 kg		\$ 61,60

Segunda manera :

$$Q = 1 \text{ kg}$$

$$q = \frac{1 \cdot 3}{12} = 0,250 \text{ de BHC al 12 \% de } y$$

$$q' = \frac{1 \cdot 5}{50} = 0,100 \text{ de DDT al 50 \%}$$

$$q'' = \frac{1 \cdot 0,4}{1} = 0,400 \text{ kg de parathion al 1 \%}$$

i:

Tomado de :

Mariconi, F. 1963. Insecticidas e seu emprego no combate as pragas.

DESCRIPCION DE LAS VARIETADES DE PAPA (+)

LUIS FELIPE ALVARADO (++)

1. INTRODUCCION

Producir una variedad mejorada de papa requiere el trabajo de varios Técnicos en diferentes granjas experimentales por un lapso no inferior a 10 años. Aunque en el trabajo de mejoramiento se busca siempre seleccionar variedades que superen a las nativas en precocidad, rendimiento, resistencia a enfermedades y calidad, no es fácil agrupar todas estas cualidades en un solo genotipo.

El ICA ha producido 26 variedades mejoradas de papa desde que se inició la investigación en éste cultivo hace cerca de 30 años. Por diferentes causas muchas de ellas no han sido aceptadas en el mercado y han desaparecido. Otras variedades han sido multiplicadas directamente por los agricultores, después de ser rechazadas por los técnicos de investigación en base a características que no son deseables como calidad o susceptibilidad a ciertas enfermedades.

En el Departamento de Nariño, en orden de importancia, las siguientes: ICA NARIÑO en un 50%; Parda Pastusa en un 25%, Arbolona (no mejorada) en 10% ICA Guantiva, ICA San Jorge, ICA Morasurco, Ica Tolima y otras mejoradas en un 10%, variedades chauchas y otras⁷⁰ mejoradas en un 5%.

(+) Contribución del Programa de Tuberosas - Regional 5.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. - Programa Tuberosas - ICA - Estación Experimental Obonuco. Apartado Aéreo 339. Pasto.

DESCRIPCION DE LAS VARIETADES DE PAPA MAS CULTIVADAS EN NARIÑO

2. ICA NARIÑO (I. Imbula)

2.1 ORIGEN

Creada por el ICA, proviene del cruce 63-94-4 entre las variedades nativas colombianas I cc 88 x (Jabonilla x Curipamba) x Leona I x Tocana Blanca.

2.2 ADAPTACION Y CICLO DE VIDA

Se adapta bien en casi todos los suelos de clima frío del Departamento de Nariño, Cauca y Norte del Ecuador. Tiene un ciclo de vida de 140 días.

2.3 FOLLAJE

Porte mediano, hojas medianas un poco rugosas de color verde oscuro.

2.4 TUBERCULOS Y OJOS

Tubérculos de tamaño grande de forma oblonga o alargada, con ojos superficiales; de color rojo y pulpa de coloración crema.

2.5 REACCION A ENFERMEDADES

Resistente a gota o lancha y virus X. Susceptible a Rhyzoctonia, virus Y.

2.6 CALIDAD

Para cocina e industria de papa frita: muy buena; 22% de materia seca. Se conserva muy bien durante transporte y almacenamiento.

2.7 RENDIMIENTO

Comercialmente en Nariño produce 30 toneladas / Ha.

2.8 ACEPTACION EN EL MERCADO

Bien aceptada en los Mercados de casi todo el País y Norte del Ecuador.

2.9 OTRAS CARACTERISTICAS

Tolerancia a sequía. En época de sequía los tubérculos tienden a partirse por efectos de temperatura alta y estres de agua. Produce bien a altas densidades de población.

3. ICA CHAUTALA

3.1 ORIGEN

Creada por el ICA. Proviene del cruce 66-563-12 entre las variedades ccc 1255 (S tuberosum) x ccc 33 Helena (S Tub. sbp andígena).

3.2 ADAPTACION Y CICLO DE VIDA

Se adapta bien en las diferentes zonas del departamento de Nariño; entre 2.500 y 3.200 metros de altitud. Los mejores rendimientos se han obtenido en suelos sueltos del Altiplano Túquerres-Ipiales. El ciclo de vida es de 180 días.

3.3 FOLLAJE

Porte mediano, hojas pequeñas, tallos delgados. Período de reposo de 2 meses.

3.4 TUBERCULOS Y RAICES

Tubérculos de tamaño mediano redondos, ligeramente alargados, color rosado y ojos medianos, pulpa de color crema. Sistema de raíces abundante.

3.5 REACCION A ENFERMEDADES

Resistente a gota o lancha; resistente a Rhyzoctonia y virus Y-λ.

Susceptible al virus del enrollamiento de hojas. Suscetible a pudriciones en almacenamiento.

3.6 CALIDAD

Para cocina buena; 21% de materia seca; para papa frita, buena. Su conservación durante almacenamiento y transporte es regular.

3.7 RENDIMIENTO

El rendimiento promedio es de 30 toneladas / Ha.

3.8 ACEPTACION EN EL MERCADO

Apta para los mercados del Valle, Viejo Caldas, Huila.

3.9 OTRAS CARACTERISTICAS

Es aconsejable sembrar la semilla tan pronto esté brotada ya que un almacenamiento prolongado causa pérdidas por pudriciones.

4. PARDA PASTUSA

4.1 ORIGEN

Creada por el DIA (Departamento Investigaciones Agropecuarias).
Proviene del cruce 41-37-1 entre las variedades colombianas Tocana Puño Humano por Tocana Colorada (S. tub sbp. andígena).

4.2 ADAPTACION Y CICLO DE VIDA

Se adapta a una gran variedad de suelos y climas desde 2.500 a 3.200 metros de altitud. Tiene un ciclo de vida de seis meses y un período de reposo de 2½ meses.

4.3 FOLLAJE

Porte alto, hojas medianas, tallos robustos, y abundantes generalmente

cubre bien el surco.

4.4 TUBERCULOS Y RAICES

Tamaño mediano, forma redonda ligeramente aplanada, piel rosada, pulpa crema y ojos superficiales. Sistema de raíces y estolones largos y abundantes.

4.5 REACCION A ENFERMEDADES

Susceptible a gota o lancha y Rhizoctonia. Susceptible al virus del enrollamiento de la hoja.

4.6 CALIDAD

Para cocina: excelente; 22% de materia seca. Ideal para industria de papa frita y papa a la francesa. Muy buena conservación en almacenamiento y durante el transporte.

4.7 RENDIMIENTO

En Nariño el promedio de rendimiento es de 24 ton / Ha.

4.8 ACEPTACION EN EL MERCADO

De gran aceptación en todo el País, principalmente Bogotá.

5. ICA MORASURCO

5.1 ORIGEN

Creada por el ICA. Proviene del cruce 66-511-10 de la variedad colombiana Sotará (15 U.S.W.) por la variedad Peruana, Renacimiento.

5.2 ADAPTACION Y CICLO DE VIDA

Crece y se desarrolla bien entre 2.500 y 3.000 m-s-n-m. Tiene un ciclo de vida de 5 meses y un período de reposo de 2½ meses.

5.3 FOLLAJE

Porte alto, tallos gruesos, hojas pequeñas, color verde oscuro.

5.4 TUBERCULOS Y RAICES

Tamaño grande, de forma redonda aplanada, de piel morado con manchas cremas, pulpa de color crema y ojos superficiales. Estolones: muy largos y abundantes; en suelos sueltos pueden medir hasta 80 cm. Raíces abundantes.

5.5 REACCION A ENFERMEDADES

Gota o lancha: resistente - Virus X - Y: resistente. Virus del enrollamiento: Susceptible - Nemátodo quiste: Tolerante.

5.6 CALIDAD

Para cocina: regular; es aconsejable pelarla antes de cocinar. Tiene 18% de materia seca. Se conserva muy bien durante transporte y almacenamiento.

5.7 RENDIMIENTO

Los mejores rendimientos se han obtenido en suelos sueltos, de origen volcánico, del Altiplano Túquerres-Ipiales, siendo el promedio de 30 toneladas / Ha.

5.8 ACEPTACION EN EL MERCADO

Bien aceptada en los mercados del Valle, Viejo Caldas, Huila y Tolima.

5.9 OTRAS CARACTERISTICAS

No se desarrolla bien en suelos pesado o mal preparado. Por su abundante sistema de estolones y raíces es necesario hacerle un aporque temprano y "bien colmado". Tiende a producir pocos tubérculos; para evitar tubérculos demasiado grandes se aconseja utilizar semilla de tamaño grueso, bien brotada y sembrar a 30 cm de distancia entre plantas.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE PAPA (+)

ARMANDO RODRIGUEZ (++)

ROBERT BOOTH

1. INTRODUCCION

La semilla de papa es una unidad biológica viva de fácil deterioro que tiene que cumplir con un papel muy importante que es el de dar origen a una nueva planta productiva. Por consiguiente, el manejo del tubérculo desde la cosecha incluido el período de almacenamiento, debe ser muy cuidadoso, evitando el daño mecánico el cual, además de causar el debilitamiento fisiológico, abre la puerta de entrada a las enfermedades (Garay, 1977).

Las pérdidas después de la cosecha se manifiestan en cantidad y calidad del producto o en una combinación de ambas. Las pérdidas en cantidad son rápidamente apreciada, mientras que las pérdidas en calidad del producto son frecuentemente subestimadas. Tanto las pérdidas en cantidad como en calidad son debidas a causas físicas, fisiológicas o patológicas y comunmente se deben a una combinación de las tres (Booth, 1978).

En cualquier proyecto de almacenamiento de semilla de papa deben considerarse primordialmente los siguientes objetivos:

1. Reducir al máximo las pérdidas ocurridas durante el almacenamiento.
2. Lograr que los tubérculos semillas se encuentren en las mejores condiciones físicas, fisiológicas y de sanidad al momento de la siembra.
3. Garantizar el máximo retorno a la inversión realizada por concepto de construcciones, maquinaria, manejo etc.

(+) Contribución del Programa de Tuberosas ICA - Tibaitatá - Regional 1.

(++) Ingeniero Agrónomo M.S. Lider Regional Programa de Tuberosas ICA
Tibaitatá - Apartado Aéreo 151123. Bogotá.

Ingeniero Agrónomo Ph.D. Depto de Fisiología, Centro Internacional
de la papa, Lima - Perú.

2. MANEJO PREVIO AL ALMACENAMIENTO

Es absolutamente necesario tomar toda clase de cuidados durante la cosecha, transporte y clasificación, tendientes a evitar al máximo los daños mecánicos que se ocasionan por herramientas, golpes etc. Generalmente, las heridas, cortes, magulladuras y peladuras constituyen los sitios de ingreso a los agentes patógenos. Para disminuir los daños mecánicos es necesario cosechar tubérculos completamente maduros y suberizados, evitando golpes y manejo brusco del producto. (Luján, 1978).

Las papas que no están completamente maduras son las que muestran mayores daños mecánicos debido a que todavía la piel no ha suberizado al momento de la cosecha, de ahí la importancia de cosechar solamente papa fisiológicamente maduras.

Un factor importante a considerar es la temperatura del suelo al momento de la cosecha. El tubérculo tiene la misma temperatura del suelo y cuanto más frío se encuentra menor fuerza se requiere para ocasionar el rompimiento de la piel. En términos generales, la semilla no debe cosecharse cuando la temperatura del suelo es menor de 19°C. Si el suelo está húmedo al momento de la cosecha debe procurarse el secado de la semilla antes de almacenarse.

Según Luján (1978) con variedades diploides y tetraploides de papa se ha determinado que el clima y el suelo de las principales zonas productoras como la Sabana y el Páramo, tienen influencia directa sobre la composición química de los tubérculos y el contenido de materia seca. Con las variedades yema de huevo y Conserrate se encontró que el material producido en el Páramo a 3.100 m. de altitud es de más difícil conservación, por ser comparado con el material producido en la Sabana a 2.600 m de altitud, hubo una mayor pérdida de peso y susceptibilidad a pudriciones. El material de la Sabana registró mayor contenido de materia seca y mejor conservación.

3. CICATRIZACION - SUBERIZACION

La cicatrización tiene por objeto lograr que las heridas sufridas por el tubérculo durante la cosecha y transporte se cierren. Durante este proceso crecen capas de células corchosas en la superficie cortada, formándose una barrera de suber que preserva al tubérculo del ataque de microorganismos. Las condiciones en que mejor se realiza este proceso son temperaturas de 15 a 16°C y humedad relativa promedio de 90% durante dos semanas aproximadamente. A temperaturas menores de 15°C el proceso de suberización es más lento y a 2°C no hay suberización en absoluto. (CIP, 1978).

4. PERDIDAS EN ALMACENAMIENTO

Durante el almacenamiento se llevan a cabo varios cambios en la composición del tubérculo, que en una u otra forma muestran ya sea cuantitativa o cualitativamente la diferencia entre el producto entrado al almacén y el que se saca para la siembra después de un tiempo dado de almacenado.

Las pérdidas de peso durante el almacenamiento se deben básicamente a:

1. Pérdidas por brotación
2. Pérdidas por respiración
3. Pérdidas por evaporación (transpiración)
4. Pudriciones ocasionadas por microorganismos y daños por insectos roedores etc.

4.1 PERDIDAS POR BROTACION

Al momento de la cosecha, las papas están en estado de dormancia, esto es que sin un tratamiento específico los ojos no brotarán. La dormancia fisiológicamente es un estado en que no ocurre división celular cuando el tubérculo o yemas aisladas se colocan en ambientes favorables para su crecimiento. Posiblemente en este estado hay un bloqueo de la síntesis de proteínas por estar reprimida la síntesis de ADN y ARN. La culminación

de la dormancia parece estar asociada con la disminución de la concentración de ácido abscísico y un aumento de ácido giberélico (Garay, - 1977).

Cuando la dormancia ha terminado y si los factores externos son favorables habrá división y alargamiento de las células formando los brotes visibles. El período de reposo de un tubérculo que alcanzó su madurez fisiológica normal, es el tiempo durante el cual permanece en estado latente y sus funciones se reducen al mínimo. Este concepto se aplica especialmente a los tubérculos maduros que durante un período determinado no muestran crecimiento visible de sus yemas debido a causas internas y externas.

Los factores que más influyen sobre el período de reposo son genéticos ambientales. Las variedades difieren en la longitud de dormancia y se hace necesario conocer esta característica para cada variedad para darle el manejo adecuado a la semilla. La dormancia tiene un componente genético importante, lo que permite seleccionar variedades con dormancia larga o corta. La variedad de papa diploide Yema de Huevo no tiene período de reposo, porque antes de llegar a la maduración fisiológica normal, ya presenta brotes de varios centímetros de longitud.

Después de la variedad, la temperatura de almacenamiento es el factor más importante que afecta el rompimiento de dormancia. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el brotamiento rápido. Una temperatura de 4 - 5°C se considera ideal para mantener la semilla en estado dormante. La brotación se estimula sometiendo la semilla a temperaturas fluctuantes de almacenamiento, así por ejemplo, temperaturas altas seguidas de temperaturas bajas tienden a romper la dormancia. Bryan, citado por Garay (1977) señala que fluctuaciones de temperatura estimulan la brotación más que temperaturas altas constantes durante el almacenamiento.

Las semillas atacadas por patógenos, insectos o con daños mecánicos tie-

nen un período de dormancia más corto que las semillas sanas.

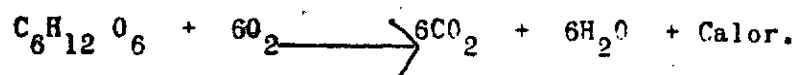
Se ha determinado que humedades relativas altas después de la cosecha estimulan la brotación a ciertas temperaturas.

4.2 PERDIDAS POR RESPIRACION

Los procesos de brotación y respiración resultan del hecho de que la papa es un organismo viviente. La energía requerida para los procesos de vida se produce mediante la respiración.

Las células del tubérculo contienen carbohidratos solubles e insolubles los cuales son la principal fuente de energía durante el almacenamiento.

El oxígeno absorbido del aire conjuntamente con los carbohidratos se convierten en dióxido de carbono y agua con producción de energía en forma de calor. Este proceso se representa con la reacción clásica de la respiración.



La temperatura del almacén influye directamente en el grado de respiración. A manera de ejemplo se presenta el siguiente cuadro que ilustra el comportamiento de la variedad Holandesa de papa Libertas durante la respiración (Hesen 1960).

	Temperatura Almacén en °C			
	2°	5°	7°	10°
Consumo de oxígeno en gr/ton/24 horas	67	46	56	107
Producción de CO ₂ en gr/ton/24 horas	92	63	76	147
Producción de calor en Kilo cal/ton / 24 horas	236	162	195	375
Pérdida de materia seca en gr/Ton 24 horas	63	43	52	100

Del cuadro se desprende que el grado de respiración es mínima a 5°C. A temperaturas mayores la proporción aumenta. El hecho de que a temperaturas de 2°C la respiración también aumenta se debe al alto contenido de azúcar del tubérculo. De acuerdo con Burton (1955) la producción de calor de tubérculos sanos y bien maduros, mantenidos a temperaturas entre 5 y 15°C está entre 8 a 12 kilo calorías por tonelada de papa por hora empezando un mes después de la cosecha, en tanto que papas almacenadas inmediatamente después de la cosecha producen hasta 40 kilo calorías. Es importante tener en cuenta que cualquier daño presente en los tubérculos aumenta notoriamente el proceso de la respiración.

4.3 PERDIDAS POR EVAPORACION

Los tubérculos pierden agua por evaporación. A pesar de que no se pierde materia seca como en el caso de la respiración, la pérdida de peso debida a evaporación es mucho mayor que las pérdidas de peso por concepto de respiración.

La evaporación es un proceso físico cuya magnitud se ve afectada principalmente por las condiciones del aire y por la permeabilidad de la piel del tubérculo. Las condiciones del aire son específicamente temperatura y humedad relativa. La evaporación del agua de los tubérculos debe entenderse como la difusión del vapor de agua a través de una membrana. El grado de evaporación aumenta con la diferencia de temperaturas entre los tubérculos y el aire circundante, así como una disminución de la humedad relativa del aire. (CIP, 1978).

Además de las condiciones del aire del almacén, el grado de evaporación depende de la permeabilidad de la piel del tubérculo. Cuando los tubérculos están inmaduros o con daños serios, la piel es sumamente permeable al vapor del agua. Esto nos confirma la importancia del proceso de suberización o cicatrización tratado anteriormente.

4.4. PERDIDAS POR MICROORGANISMOS

Aunque como se ha visto hasta ahora, parte de las pérdidas de peso del tubérculo durante el almacenamiento son debidas a brotación, respiración y evaporación, la mayor parte debe atribuirse a las pérdidas ocasionadas por la acción de microorganismos.

Normalmente las infecciones tienen lugar en el campo. Las lesiones de los tubérculos son la puerta de entrada de microorganismos. De ahí que un estricto control durante el período del cultivo, incidirá beneficanente en la obtención de tubérculos semilla que tendrán un comportamiento adecuado en el almacén. Igualmente, el manipuleo y cuidadosa selección durante el transporte contribuirán al éxito de la papa almacenada.

El deficiente control de temperatura y humedad en la bodega favorecen el desarrollo y diseminación de enfermedades fungosas y bacterianas. Por consiguiente, debe almacenarse solamente tubérculos secos y sanos, evitando puntos húmedos o de condensación en la papa acumulada.

A continuación se presenta una lista de los principales patógenos que frecuentemente causan pérdidas en almacenamiento.

1. Gota o tizón tardío	<u>Phytophthora infestans</u>
2. Rhizoctoniasis	<u>Rhizoctonia solani</u>
3. Roña	<u>Spongospora subterranea</u>
4. Pudrición seca	<u>Susarium spp</u>
5. Tizón temprano	<u>Alternaria solani</u>
6. Escama plateada	<u>Helminthosporium atrovirens</u>
7. Sarna	<u>Streptomyces scabies</u>
8. Pata negra	<u>Erwinia atroseptica</u>
9. Dormidera	<u>Pseudomonas solanacearum</u>
10. Pudrición blanda	<u>Erwinia carotovora</u>

5. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Para minimizar las pérdidas ocasionadas por los factores que se acaban de estudiar, los tubérculos semilla deben ser almacenados en ambientes muy húmedos y a bajas temperaturas. Después de cargar el almacén tanto los tubérculos como la tierra adherida a ellos deben estar secos.

Para asegurar una buena suberización, no es conveniente bajar la temperatura muy rápido inmediatamente después de la cosecha. Para restringir la pérdida de peso por evaporación, es necesario mantener la temperatura a 15°C durante las dos primeras semanas. Después de este período, la temperatura más aconsejable para almacenar semilla de papa es de 4° a 5°C. Las variaciones de temperatura de almacenamiento tiene un efecto directo sobre el período de reposo como se muestra en los siguientes datos:

(Luján, 1978)

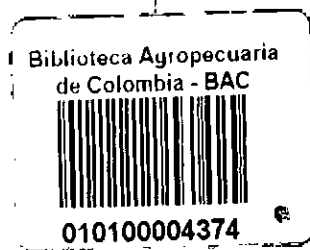
10 a 20°C	disminuye el período de reposo en 18%
10 a 5°C	aumenta el período de reposo en 67%
10 a 3°C	aumenta el período de reposo en 150%

A medida que disminuye la temperatura disminuye la actividad respiratoria pero solamente hasta alcanzar un mínimo de 4°C.

La humedad relativa más conveniente para la conservación de la semilla de papa debe ser de 85 a 90%. En el ambiente demasiado seco las papas se arrugan debido a una rápida deshidratación de los tubérculos con consecuente pérdida de peso.

6. VERDEAMIENTO

Cuando no se puede ejercer un control estricto de la temperatura del almacén, una forma de regular el crecimiento de los brotes es mediante la



exposición de los tubérculos a la luz. Sin embargo la luz no tiene un efecto directo en el período de reposo de los tubérculos. Bajo el efecto de la luz los brotes crecen lentamente y son vigorosas, condición ideal para producción de plantas vigorosas. La piel y la pulpa de los tubérculos expuestos a la luz por varios días desarrollan una coloración verde suave o intensa, resultado de la producción de clorofila y solanina, las cuales dan un sabor amargo y pueden llegar a ser tóxicas. Esta característica parece conferir cierta resistencia a la penetración de patógenos y al ataque de insectos. Se ha comprobado que tubérculos verdeados dan plantas más vigorosas que tubérculos sin verdear.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOOTH, R. 1978. Postharvest Losses and their control. 14 p. CIP Lima.
2. BURTON, W.G. 1955. The Potato H. Veenman. Zonen N.V. Wageningen, Holland. 382 p.
3. CIP. 1978. Borrador de Notas sobre Almacenamiento de Papas. 33p CIP Lima.
4. GARAY, A. 1977. Producción, Manejo y Calidad de Semilla de Papa 53 p. CIP, Lima.
5. HESEN, J.C. 1960. Daño mecánico a las papas. Eur. Pot. J. Vol. 3. 209 - 228.
6. LUJAN, L. 1978. Principios Básicos de Almacenamiento. El Cultivo de la Papa. Compendio No. 24, ICA - Medellín Colombia.
7. WIERSEMA, S. G. 1979. Aspectos Fisiológicos del Cultivo de Papa. Curso Regional de Producción de Papa. 7p. Tibaitatá, Colombia.