

20198

Logo of the Center for Documental Research
Centro de Documentación
REGIONAL 4

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

11 FEB. 2003

ANATOMIA Y FISILOGIA DE LA
PLANTA DE PAPA

LUIS F. ALVARADO *Esquivel*

✓

Handwritten notes:
... de ...
... de ...

F60
A481

Faint text at the bottom of the page, possibly a library stamp or footer.

Handwritten number: 0119

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA PLANTA : PAPA

Por : Luis F. Alvarado*

INTRODUCCION.

El objetivo principal de un cultivo de papa es obtener una máxima producción de alimento por unidad de superficie a un costo mínimo.

Para conseguir este objetivo es necesario manejar eficientemente todos los factores de producción. Entre los factores de producción más importantes están los recursos naturales como el suelo y la semilla.

Para el mejor aprovechamiento de la capacidad potencial de producción de la semilla, es necesario conocer perfectamente la anatomía y fisiología de la planta.

1. ANATOMIA Y MORFOLOGIA.

1.1. RAIZ.

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

Una planta de papa que se desarrolla a partir de semilla sexual produce una raíz principal pivotante, la cual da origen a raíces fibrosas secundarias y terciarias. Una planta proveniente de un tubérculo desarrolla solamente raíces adventicias fibrosas que emergen en grupos a partir de los nudos de la parte subterránea del tallo principal y aún de los estolones.

Generalmente el sistema radical penetra hasta los primeros 0,30 m. del suelo pero puede alcanzar hasta 1,50 m. Lateralmente las raíces se extienden hasta 0,60 m. o más según la variedad o especie. En especies silvestres es normal encontrar raíces de más de 2 m. de longitud, extendidas lateralmente.

* Ing. Agr. M.S. Programa Tuberosas. ICA. Estación Experimental Obonuco. Distrito Traaferencia de Tecnología. Pasto Nariño.

1.2. ESTOLONES.

Morfológicamente los estolones y tubérculos son tallos subterráneos.

Los estolones son más gruesos y carnosos que las raíces y comienzan a crecer casi al mismo tiempo. Los estolones aparecen en los nudos de la parte subterránea del tallo, rodeados por dos o cinco raíces, o ramificados produciendo estolones laterales.

La longitud de los estolones puede alcanzar hasta 4 m. en especies silvestres.

En el momento de iniciarse la floración, el extremo del estolón comienza a hincharse para dar origen a un tubérculo. Según la variedad un estolón puede producir más de un tubérculo.

Si el estolón no queda cubierto con tierra durante la labor de aporque, en lugar de producir tubérculos puede formar un nuevo tallo.

1.3. TUBERCULOS.

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.

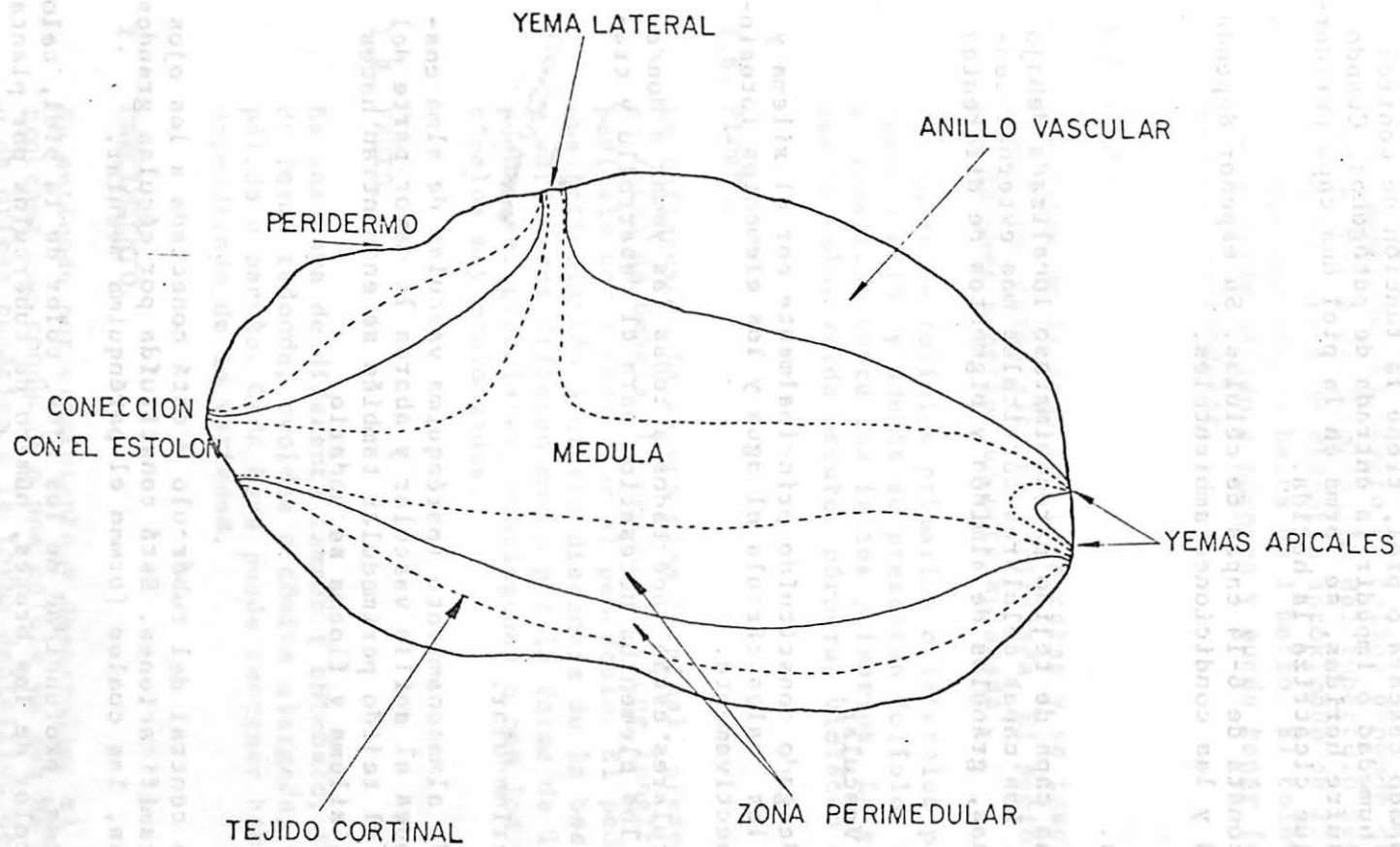
La producción asexual de la papa por medio del tubérculo semilla permite mantener casi inalterable su constitución genética. Pero este método de propagación facilita el establecimiento y diseminación de enfermedades causadas por virus que reducen la capacidad productiva de la planta si no se usan métodos adecuados de producción de semilla.

La iniciación de formación de los tubérculos se identifica por hinchamiento del estolón y unas hojuelas muy pequeñas en el extremo de éste.

Las axilas de estas hojuelas corresponde a los ojos del tubérculo que se formarán más tarde. En cada ojo se localizan generalmente tres yemas.

En la anatomía del tubérculo se distinguen las siguientes zonas (Ver Fig. 1).

Fig. I PARTES INTERNAS DEL TUBERCULO



1.3.1. Peridermo.

Comúnmente llamado cáscara o piel, tiene la función de controlar la pérdida de humedad o impedir la entrada de patógenos. Cuando el tubérculo sufre heridas, se forma en la piel una capa peridermal corchosa que cicatriza la herida.

El peridermo consta de 6-14 capas de células. Su espesor depende de la variedad y las condiciones ambientales.

1.3.2. Corteza.

Es una estrecha capa de tejido parenquimatoso localizada debajo del peridermo. Las capas celulares corticales más externas contienen proteínas, gránulos de almidón y pigmentos de diferentes colores.

1.3.3. Anillo Vascular.

Es un anillo delgado constituido principalmente por el xilema y el floema por los cuales circula el agua y los elementos fotosintetizados respectivamente.

Los haces vasculares están conectados a todas las yemas a donde se translocan los elementos necesarios para el desarrollo y crecimiento.

1.3.4. Zona Perimedular.

Es un tejido de almacenamiento (parénquima vascular de almacenamiento) que rodea el anillo vascular y abarca la mayor parte del tubérculo. En el tejido perimedular también se encuentran haces vasculares del xilema y floema secundario.

1.3.5. Médula.

Ocupa la parte central del tubérculo y está conectada a los ojos por medio de ramificaciones. Está constituida por células grandes y transparentes, las cuales forman el parénquima medular.

El tamaño, forma, profundidad de los ojos, color de la piel, color de la pulpa, color de los brotes, número de tubérculos por planta y contenido de materia seca de los tubérculos son características hereditarias.

1.4. TALLO AEREO.

Se origina por el desarrollo de yemas localizadas en los ojos del tubérculo semilla. El tallo es herbáceo, erguido o ligeramente postrado. El número de tallos depende de la variedad, tamaño y estado de germinación del tubérculo semilla y condiciones del suelo. Tiene un diámetro aproximado de 25 milímetros y puede alcanzar una altura hasta de 1 metro. El color de los tallos varía de verde pálido a púrpura y puede tener forma redonda, triangular o cuadrangular.

1.5. HOJAS.

Las hojas de la papa son compuestas y se insertan al tallo principal en forma alterna espiralada. El peciolo es redondeado con la cara superior un poco aplanada.

El número de folíolos primarios o laterales por hoja varía desde 3 a 15 y además se presentan folíolos secundarios que se localizan entre los folios primarios. La superficie puede ser de color verde oscuro, púrpura, violáceo o verde claro.

1.6. FLORES.

La inflorescencia es una cima terminal, presentándose a veces en forma de úmbela. El pedúnculo tiene longitud variable. Un pedicelo une a cada flor al pedúnculo. El pedicelo presenta una articulación a cierta distancia de la base. Las especies y variedades difieren mucho por la forma de los botones que pueden ser globulares, puntiagudos o con los lóbulos de los sépalos muy prolongados.

1.7. FRUTO.

Es una baya de diferente tamaño (chimbalo, tomate o pepino), de forma redonda, ovoidea o cónica alargada, de color verde pálido a oscuro. Cada baya puede contener hasta 400 semillas dependiendo de la variedad.

2. CRECIMIENTO.

Se entiende por crecimiento y desarrollo, el conjunto de procesos que conducen a una célula ya sea de origen sexual o de origen somático 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 sustancia. 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, dadas las limitaciones de espacio y conocimientos.

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

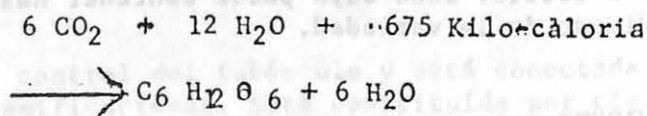
En el proceso de Fotosíntesis se producen carbohidratos, mientras que en el proceso de respiración se consumen carbohidratos. Al restar los carbohidratos consumidos de los carbohidratos producidos se obtiene la asimilación neta. Los carbohidratos que no utiliza la planta para su respiración son almacenados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

2.1. FOTOSÍNTESIS.

En el proceso de fotosíntesis, la energía radiante es absorbida y transformada, junto con el agua y el anhídrido carbónico en forma de hidratos 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 está 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.

2.1.1. 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 turgidas), los estomas se abrirán fácilmente y el CO_2 puede 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 exceso de lluvia está asociado con reducción de la energía incidente a causa de la mayor nubosidad.

2.1.2. 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.

2.1.3. 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 de las hojas 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.

2.1.4. Suministro de CO_2 .

Las hojas de papa tienen estomas por ambas caras de la hoja, 18 a $20/\text{mm}^2$ en el haz y $100/\text{mm}^2$ 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 $20\text{-}24 \text{ mg}/\text{dm}^2/\text{h}$, de superficie foliar a 20°C .

La concentración de CO_2 en la atmósfera que rodea las plantas de papa no tiene grandes fluctuaciones.

La concentración de CO_2 en la atmósfera que rodea las plantas es de aproximadamente 0.03% y a excepción de las montañas altas, ésta concentración no presenta fluctuaciones apreciables. A excepción de una posible falta de CO_2 en la atmósfera, el suministro 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.

Una fuerte deficiencia de agua (sequía) limita la entrada de CO_2 a la hoja por cierre de los estomas.

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 alcanza 7-8% del peso de la hoja cuando las cédulas están túrgidas, hay restricción a la entrada de CO_2 y cuando esta pérdida alcanza al 20-24%, el cierre de estomas es total y la entrada de CO_2 es nula, cuando esta pérdida sobrepasa el 45% es letal para la planta.

2.1.5. Hojas y Fotosíntesis.

Solamente la luz que es interceptada por las hojas es utilizada para los procesos de asimilación.



En un cultivo con amplias distancias de siembra no habrá competencia entre plantas por luz pero una parte de esta se pierde, ya que no toda la superficie de suelo disponible estará cubierta con hojas verdes. En un cultivo con un follaje bien denso se presenta cierta competencia por luz.

No todas las hojas de una planta reciben la misma cantidad de luz. Según Burton, la distribución de la luz en un cultivo de papa puede ser como sigue :

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

La producción por planta es alta cuando no hay competencia entre plantas. Con una alta densidad de población el rendimiento por planta se reduce pero el rendimiento por unidad de área de suelo es superior.

La intensidad de asimilación de un cultivo puede ser óptima cuando el 100% de la superficie de suelo es cubierta con hojas verdes.

La producción de materia seca total de un cultivo depende de la intensidad de asimilación y el tiempo durante el cual ésta asimilación toma lugar.

Desde el punto de vista de la producción es importante conocer la longitud del período durante el cual el suelo está cubierto 100% con hojas.

2.2. RESPIRACION.

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 : $C_6 H_{12} O_6 + 6 H_2O$
---> $6CO_2 + 6 H_2O. + 675$ kilo-calorías.

La respiración es un proceso complejo durante el cual la planta obtiene la energía necesaria para sus procesos vitales. Todas las partes vivas de la planta utilizan oxígeno para su respiración.

Burton (1964) estableció el siguiente balance de CO₂ de una planta de papa en crecimiento, bajo condiciones normales de campo (Inglaterra, Jun.Jul.).

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

2.3. CRECIMIENTO.

Las diferencias en rendimiento obtenidas en las diferentes regiones productoras de papa no se pueden explicar solamente por diferencias en asimilación, respiración y longitud del período de crecimiento sino que es necesario considerar la distribución de materia seca a través de su ciclo de vida, lo cual se representa en la curva de crecimiento.

El crecimiento en términos de materia seca producida de 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 nutrimentos.

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

2.3.1. 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 presenta un patrón o curva en la cual se pueden distinguir tres períodos : Preemergencia- Emergencia-Crecimiento de follaje y crecimiento de los tubérculos.

En los últimos años se han 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.

2.3.1.1 Índice de Area Foliar (IAF), esta es el área foliar expresada con relación a la superficie del terreno que ocupan las plantas y en la misma medida.

Por ejemplo, un I.A.F. de 3 indica que hay tres hectáreas de superficie foliar por una hectárea de cultivo.

2.3.1.2. Intensidad de Asimilación Neta (IAN), o sea la intensidad fotosintética expresada como ganancia de peso seco por unidad de área foliar.

2.3.1.3. Intensidad de Crecimiento del Cultivo (ICC), esta es el valor del crecimiento en peso seco, en gr/m^2 / semana.

2.3.1.4. Intensidad de crecimiento Relativo (ICR), o sea el crecimiento en términos de peso seco producido por unidad de peso seco existente.

Recientemente se han utilizado estas medidas de crecimiento para analizar variedades de papa en la Estación Experimental Obonuco en Pasto.

Estos análisis 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 Solanum tuberosum en Europa son diferentes en las variedades adaptadas a condiciones de día corto en Colombia.

El máximo valor de IAF entre las especies y variedades estudiadas se encontró casi al final del ciclo de vida es decir coincidiendo con la máxima acumulación de carbohidratos en los órganos de reserva.

Durante el período de preemergencia-emergencia se inicia el crecimiento de raíces y brotes. Bajo las condiciones climáticas de las zonas productoras de papa en Colombia la emergencia se inicia entre los 25 y 30 días después de la siembra. Este período puede variar de acuerdo al estado de brotación de la semilla, preparación del suelo y disponibilidad de agua.

El crecimiento y desarrollo del follaje se inicia paralelamente con la raíz.

Los tubérculos inician su crecimiento un poco más tarde y puede terminar para el caso de las variedades que se cultivan en Colombia, entre los 3½ meses según la precocidad de la variedad. En un momento determinado los órganos subterráneos y aéreos están creciendo en forma paralela, para una mayor objetividad se analizara separadamente su crecimiento en la presente exposición.

2.4. CRECIMIENTO DE ESTOLONES Y RAICES.

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

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

El crecimiento de las raíces se realiza casi al mismo tiempo con el crecimiento de los estolones.

Trabajos sobre análisis de crecimiento realizados en Nariño (Obonuco 1.975-Catambuco 1.976) con variedades de papa de diferente ciclo de vida muestran que el crecimiento de raíces y estolones no se prolonga más de los 98 días (14 semanas). En la siguiente tabla se observa un crecimiento acelerado de estolones y raíces habiéndose alcanzado el máximo para variedades tardías y precoces (Parda Pastusa, ICA Imbula) a los 98 días y para las variedades muy precoces (criolla) a los 90 días después de la siembra.

Tabla 1. 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 Imbula ICA Nariño;	Criollo
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 Imbula (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 intensidad de crecimiento es más rápida y por consiguiente requiere un aporque más temprano (Fig. 3).

2.4.1. 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.

Una adecuada cantidad de Nitrógeno y Fósforo disponibles estimula el crecimiento de las raíces. Un desarrollo de raíces solamente en la capa superficial del suelo puede deberse entre otras cosas, a la presencia de la mayoría de los nutrientes en aquella capa.

Una mala colocación del fertilizantes 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. Una deficiencia de agua restringe 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 aireación del suelo es un factor limitante 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 crecimiento y elongación de raíces es afectado por la resistencia mecánica que ofrece el suelo por compactación. Esta compactación se origina por la misma textura del suelo, por un uso excesivo de la maquinaria o una deficiente preparación 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.

El crecimiento de estolones es afectado por las mismas condiciones que afectan el crecimiento y desarrollo de la raíz ya que se desarrolla al mismo tiempo y en el mismo ambiente.

La longitud e intensidad del crecimiento de los estolones depende además de la variedad. Hay variedades que producen estolones tan largos que requieren de un aporque temprano y abundante como en el caso de la variedad ICA Morasurco.

2.5. CRECIMIENTO DEL FOLLAJE.

Las hojas son las fábricas donde, la energía lumínica junto con el anhídrido carbónico y el agua son transformados en materia seca.

El desarrollo y crecimiento de raíces y follaje se inicia casi al mismo tiempo a partir de la germinación.

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 respirar.

El Area Foliar (AF), expresada en decímetros cuadrados de superficie foliar por planta, el Índice de Area Foliar (IAF) y la Duración del Area Foliar (DAF) o sumatoria del área foliar dividida por la duración del ciclo o vida, son utilizados para medir la actividad del aparato fotosintético.

✓ En variedades tardías como Parda Pastusa se han encontrado valores de 372 dm^2 de área foliar por planta y en variedades muy precoces como Criolla se han medido valores de 164 dm^2 por planta. Variedades de la subespecie andígena han mostrado valores de IAF 40% mayores que variedades de la subespecie phureja. Sin embargo no se ha establecido cual sería el valor óptimo de IAF en ninguna variedad.

A pesar de que en trabajos sobre análisis de crecimiento no se encontraron diferencias significativas en la persistencia del área foliar, (DAF) expresada en dm^2 , éstas diferencias pueden ser significativas en el caso de las variedades tardías en razón de su mayor exposición de esa área en la actividad fotosintética.

2.6. CRECIMIENTO DE LOS TUBERCULOS.

Artchwager (1924) encontró que el crecimiento inicial del tubérculo se debe a la excesiva división celular de la médula. Posteriormente se aclaró que simultáneamente al crecimiento y división radical 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 procambial.
- 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 procambium da origen al floema externo, xilema primario, floema interno, parénquima asociado y parénquima interfascicular.

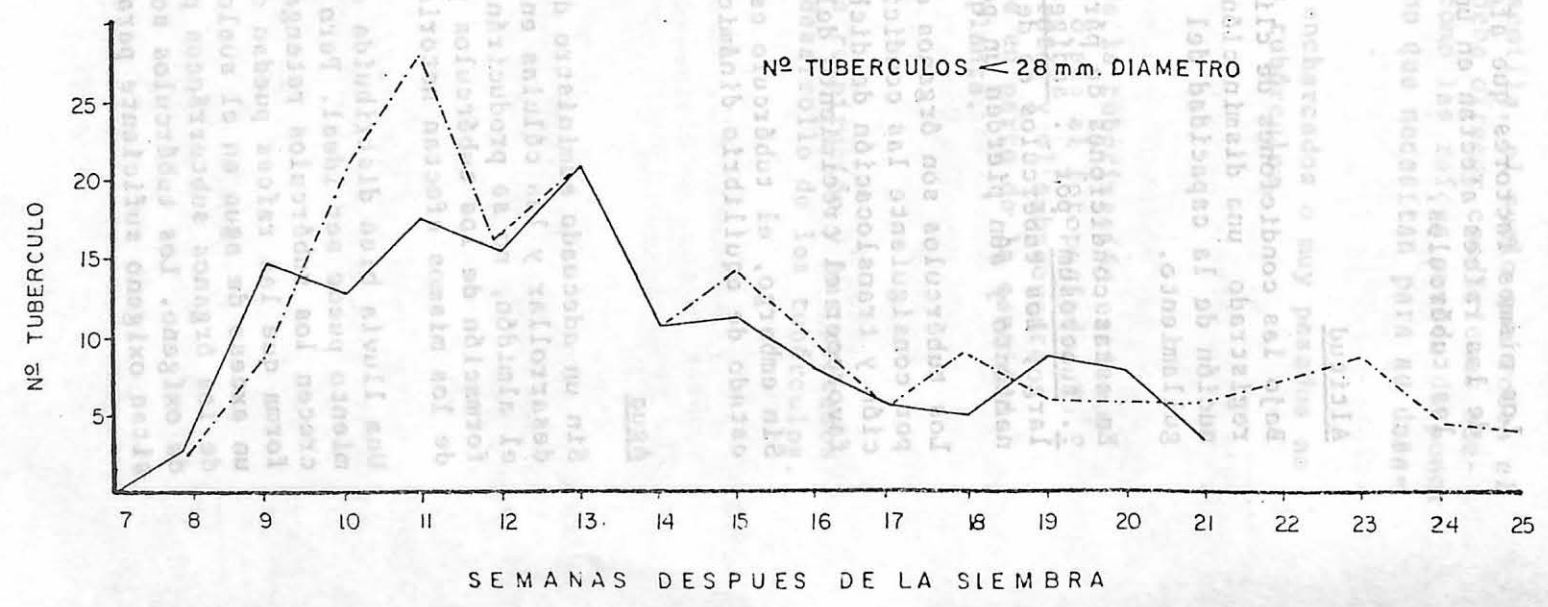
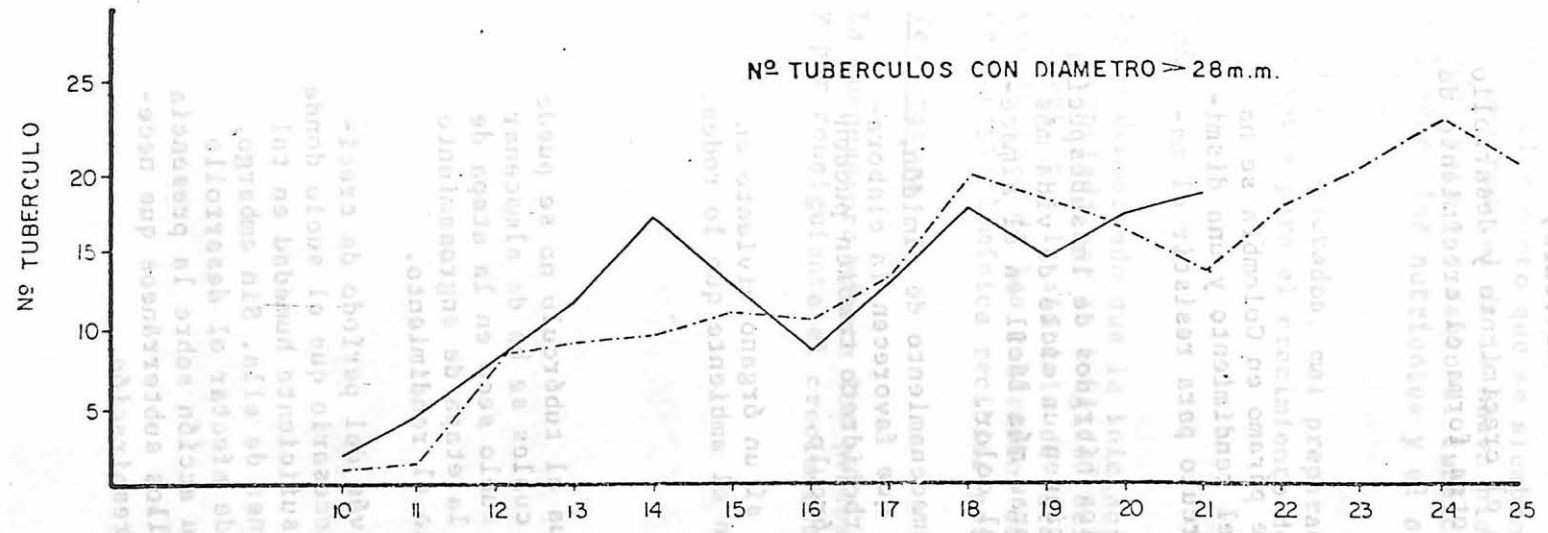
Al estudiar la tuberización, en base a la producción de materia seca, en variedades de la sub-especie Andigena se encontró que este proceso se inicia entre los 56 a 63 días después de la siembra (Alvarado y López 1976). Sin embargo el tiempo hasta el cual la planta puede producir menos tubérculos alcanza en algunas variedades hasta las 14 semanas después de la siembra (Fig. 2).

Midiendo el crecimiento en este sentido se puede diferenciar tres etapas de desarrollo del tubérculo:

- a) Formación de nuevos 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. 2).

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

— PARDA PASTUSA
 - - - ICA NARIÑO (Imbula)



SEMANAS DESPUES DE LA SIEMBRA

2.6.1. Factores que afectan el crecimiento de tubérculos.

Los mismos factores que afectan el crecimiento y desarrollo de las raíces afectan en una u otra forma el crecimiento de los tubérculos.

Altitud

Bajo las condiciones de clima de páramo en Colombia se ha registrado una disminución en el rendimiento y una disminución de la capacidad del tubérculo para resistir el manguillamiento.

En estas condiciones de páramo los híbridos de las subespecies E. tuberosum por E. andígena tienen un ciclo de vida más largo, los tubérculos se deterioran más fácil en el almacenamiento y aún pierden un poco el color.

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.

Sin embargo, el tubérculo es por sí un órgano viviente en estado de equilibrio dinámico con el ambiente que lo rodea.

Agua

Sin un adecuado suministro de agua el tubérculo no se puede desarrollar y las células en las cuales se ha de almacenar el almidón, no se producirán. 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 puede ser ideal. Pero es necesario que el suelo donde crecen los tubérculos retenga 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.

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.

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.

Temperatura

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

LITERATURA CONSULTADA

=====

- 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 1.976. p. 33-34.
- _____ y G. LOPEZ 1977. Tuberización de tres variedades de papa de diferente ciclo de vida.(Mimeogr.)
- 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. 67 p... (mimeogr.).
- BURTON, W.G. 1966. The Potato, 2nd. Edit. H. Veenman and Zonen N.V. Wageningen The Netherlands. 382 p.
- LOPEZ G. y L.F. ALVARADO 1977. Análisis de Crecimiento de tres variedades de papa de diferente ciclo de vida. Revista Comal-fi (En prensa).
- LUJAN C.L. 1977. Prácticas culturales en papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Distrito Transferencia de Tecnología Pasto 1-6.
- REEVE, R.M., H. TIMM 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 division vs. cell enlargement Amer. Potato J. 50: 71-78.

ANOTACIONES SOBRE EL CULTIVO DE LA PAPA

Por: Octavio Ruiz

Importancia:

La papa es un alimento muy apetecido por todos los habitantes del territorio colombiano. Ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos.

Apesar de ser originaria de la América Latina, contándose Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador como sus lugares de origen, hoy se siembra en varios países del viejo continente y se constituye base de la alimentación diaria en cada país.

Fuera de utilizarse como alimento en varios formas, también se utiliza para la extracción de almidón utilizado en el engomado de telas y fabricación de plásticos; igualmente se utiliza en la fabricación de alcoholes Etilico y butírico utilizados en la fabricación de bebidas alcohólicas los primeros y la preparación de barnices y compuestos orgánicos los segundos.

Preparación del suelo:

Lo primero que hay que tener en cuenta para el establecimiento de un cultivo de papa es el suelo que sea ojalá de textura liviana y suelta y de buena profundidad.

Una vez escogido el terreno se procede a efectuar la labor de arada si se dispone de maquinaria, o roturada del mismo sino la

con otro instrumento como arado

A. 0

tiene ó es terreno pendiente. *La arada debe hacerse* Esta labor debe tener de 25 a 30 centímetros de profundidad. Enseguida se debe efectuar varias rastrilladas cada una en sentido *opuesto* (diferente a la anterior, hasta que la tierra quede polvosa o suelta y lista para iniciar la siembra.

Epocas de siembra:

a las De acuerdo al régimen de lluvias y a las (posibilidades de heladas *que se producen a principios y a fines*) a mediados y fines de año, las mejores épocas para efectuar la primera siembra (ó cosecha principal) son, salvo el caso que se disponga de riego, en la segunda quincena de Enero y durante todo el mes de Febrero; para la siembra de segundo semestre (ó cosecha *traviesa* de ~~mutaca~~) del 15 de Julio al 15 de Agosto. Estas épocas son muy similares para toda la zona, productora de Antioquia principalmente La Unión, Sonsón, San Pedro. La Ceja, Rionegro, Marinilla, Santa Rosa etc.).

En el caso que se disponga de riego ésta puede efectuarse en cualquier época del año.

Semilla:

La calidad de la semilla es un aspecto muy importante para obtener una buena cosecha. Para el efecto es necesario usar semillas de variedades mejoradas y recomendadas por el ICA. Cuando el agricultor seleccione su semilla, ésta debe provenir de campos observados durante toda la cosecha y que no se hayan presentado plantas enfermas ó defectuosas.

La semilla a utilizar debe poseer una buena presentación, tan-
(gente) con brotes gruesos, libres de insectos y hongos y que
no tenga mezclas de otras variedades, si se practican estas ob-
servaciones, se consigue uniformidad en la maduración, ^{que se} ^{debe} las pla-
gas y enfermedades son más fáciles de controlar y el mercadeo
se hace más fácil.

Se recomienda sembrar semilla de tamaño segunda, es decir con
^{un peso de} tubérculos que tenga un peso aproximado de 50 a 60 gramos y evi-
tarse sembrar semilla muy pequeña ó partida, salvo el caso en
que ésta última sea tratada con un fungicida para impedir la en-
trada de enfermedades por el corte.

Encalada:

Es una práctica muy recomendable a los agricultores paperos, és-
ta consiste en aplicar al terreno 2 ó 3 toneladas de cal. des-
pués de la arada y unos 20 días antes de la siembra. Para que
esta labor sea bien hecha se debe incorporar al terreno al mo-
mento en que se haga la h. rastrillada.

Un consejo muy importante para nuestro agricultor papero es que
antes de efectuar la siembra se haga un análisis del suelo, pa-
ra que esté más seguro sobre la cantidad de cal como de fertili-
zantes que debe aplicar. Para el efecto debe consultar a un téc-
nico bien sea del ICA ó Secretaría de Agricultura quien le indi-
cará como tomar la muestra y a donde la debe enviar para su

análisis y luego poner en práctica las recomendaciones indicadas.

Fertilizantes:

Si usted hizo analizar los suelos use los abonos siguiendo las recomendaciones indicadas para el cultivo. Ahora si no dispone de análisis use el grado 10-30-10 u 8-30-8 en dosis de una tonelada por hectárea, aplique el abono a un lado de la semilla (en corona) y a unos 8 centímetros aproximadamente de distancia de la semilla). No debe aplicar abono al voleo.

Control de malezas:

La eliminación de malas hierbas en los campos de papa es indispensable, especialmente para evitar competencia y robo de los abonos, de la humedad y de la luz a las plantas del cultivo, además de que en algunos casos son un foco de infección de plagas y enfermedades. por otra parte invaden la buena acción de otras labores como el aporque y la cosecha.

Esta práctica es efectuada por el agricultor en dos formas:

a) Con el uso del azadón y b) con el uso de matamalezas.

El combate de malezas con productos químicos, llamados herbicidas ó matamalezas deben ser aplicados dos semanas después de la siembra, es decir antes de que la papa inicie la germinación. de ahí que se les llame también Pre-emergentes ó sea antes de

la germinación. El suelo debe estar húmedo cuando se haga la aplicación.

Señor agricultor si desea aplicar herbicidas use uno de los siguientes productos a saber: Afalón, en dosis de un kilogramo por canéca de 55 galones de agua. ó Premerge ó Caldón en dosis de cuatro litros por caneca de 55 galones de agua.

Como las sustancias indicadas son venenosas y caústicas, debe tenerse cuidado de no estar en contacto directo con ellos. igual que deben estar en bodegas fuera del alcance de los niños. El trabajador encargado de hacer uso de estas sustancias debe usar guantes protectores para su manipuleo igual que usar máscaras protectoras.

Control de plagas y enfermedades.

Por tratarse de un capítulo de gran importancia, se indicará en forma más detallada su presencia y control tanto de plagas como de enfermedades.

Corte de follaje:

Es una práctica común y necesaria el cortar el follaje de la papa cuando la mitad ó más de la plantación muestra el característico amarillamiento de su madurez. Con esta labor se consigue una maduración más pareja y se evita que gran parte de los túberculos se pelen al cosecharlos.

Cosecha:

A los 15 ó 20 días después de cortado el follaje, se hacen varios cateos a lo largo del cultivo, con el objeto de observar el estado de consistencia de la piel en los tubérculos. Si estos no se pelan al hacer un fuerte apretón con la yema del dedo, indican que la cosecha está lista para recolectarse.

Una vez efectuada la cosecha, la cual es recogida en sacos de cabulla, estos son transportados a los sitios de clasificación y donde hayan clasificadoras, con el fin de separar la producción de acuerdo a los diferentes tamaños comerciales que son: Tipo Cero cuyo peso aproximado es superior a los 100 gramos de Primera cuyo peso aproximado es de 80 a 100 gramos, de Segunda con peso entre los 50 y 80 gramos, de Tercera con un peso entre los 20 y 50 gramos, de Cuarta ó (guache) con un peso inferior a los 20 gramos.

Almacenamiento:

Por ser la papa un producto de fácil descomposición y si en su almacenamiento no se cumplen requisitos tales como: bajas temperaturas (4 ó 5 grados centígrados), humedad relativa de 85 a 90 por ciento, adecuada ventilación y buena sanidad del tubérculo, en poco tiempo el producto puede sufrir fuertes bajas.

Naturalmente que cuando no se dispone de bodegas en donde se puedan satisfacer los requisitos arriba indicados, entonces se deben buscar otros medios de conservación en almacenamiento

tales como el uso de "Inhibidores químicos" que impiden la brotación. El producto más utilizado en la actualidad es el Cloro IPC al 2%.

Si usted señor agricultor quiere poner en práctica este segundo sistema, debe observar estas condiciones :

- 1a. La papa no debe tener más de 15 días de cosechada.
- 2o. Buena ventilación.
- 3o. Buen estado sanitario de la papa.
- 4o. No debe tener papa partida.
- 5o. Evitar hasta donde sea posible la luz directa (con el fin de no acelerar el verdeamiento, ya que esto lo perjudica en el mercado).

Variedades:

El Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Consiente de la necesidad que tienen los agricultores papeiros de tener altos rendimientos, buena calidad, y precoces, está haciendo todo lo posible por suministrarles periódicamente variedades mejoradas de papa que reúnan estas condiciones.

De las 21 variedades que se han lanzado al mercado, cinco de ellas se siembran actualmente en el Departamento con resultados bastante halagadores.

Una ligera descomposición de cada uno de ellos nos da base para diferenciarlas:

agosto 11/72

Puracé: Planta de hoja grande especialmente las bajas. Tallos gruesos y largos. flor morada. Tubérculos de gran tamaño, aplanados, de piel rosada y ojos superficiales. Es altamente resistente a la gota en tiempo seco, pero en tiempo lluvioso debe fumigarse por lo menos una vez por semana para evitar que la enfermedad diezme el cultivo. Se adapta muy bien a terrenos nuevos. Resistente al transporte. Su período vegetativo es de 4½ a 5 meses.

Capiro: Planta de hojas pequeñas, follaje poco abundante, tallos delgados y cortos, poca floración y de color rosado pálido, tubérculos grandes, de piel morada oscura y de ojos superficiales. Resistente a la gota y al almacenamiento. Es un poco exigente en suelos de ahí que prefiera suelos que ya hayan sido sembrados antes.

Cumanday: Planta de tallos largos y gruesos de color verde oscuro, de flores blancas. Es una variedad muy parecida a la Puracé en la forma y tamaño del tubérculo y en el rendimiento por hectárea. El color del tubérculo es más oscuro que el de la puracé. Es menos resistente a la gota que la puracé de ahí que exija una atención mayor que para su control que la puracé. Es una variedad que resiste más a la sequía que otras variedades, de su mismo período vegetativo de 4½ a 5 meses.

Guantiva: Planta de hojas pequeñas pero de follaje abundante, de tallos ligeramente gruesos de flor morada, tubérculos grandes y de piel tipo careta (blanco y rosado). Altamente resistente a la gota. Resistente al transporte, pero poco apropiada para su almacenamiento por su alta susceptibilidad al verdeamiento.

Pandeazucar: Planta de hoja grande, de tallos gruesos y largos. flor morada, tubérculos grandes de forma redonda y de ojos medianos. Color de la piel rosada oscura, altamente resistente a la gota. Resistente al transporte y al almacenamiento. Período vegetativo de 4 a 4½ meses.

En general todo papero debe observar los siguientes puntos los cuales deben ser aplicados no sólo al cultivo sino que son base de su buen mercadeo y más cuando en nuestro medio éste es tan exigente:

- 1o. Uso de variedades precoces es decir de período vegetativo de 4 a 5 meses.
- 2o. Usar variedades resistentes a la gota, ya que esta es de las enfermedades fungosas más graves del cultivo.
- 3o. Usar variedades recomendadas por el ICA de buena producción y que produzcan tubérculos grandes y medianos de uso corriente en el mercado.
- 4o. Usar variedades que produzcan tubérculos de piel morada u oscura que son los preferidos por los consumidores y son más resistentes al verdeamiento.

50. Usar variedades que produzcan tubérculos de ojos superficiales y formas redondas.

... Color de la piel rosada oscura. ...
... Resistente al transporte y al almacenamiento. ...
... Color de la piel rosada oscura. ...
... Resistente al transporte y al almacenamiento. ...
... Color de la piel rosada oscura. ...
... Resistente al transporte y al almacenamiento. ...
... Color de la piel rosada oscura. ...
... Resistente al transporte y al almacenamiento. ...
... Color de la piel rosada oscura. ...
... Resistente al transporte y al almacenamiento. ...