



**INIAP - UC - CIP - PRACIPA**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA  
PROGRAMA ANDINO COOPERATIVO DE INVESTIGACION EN PAPA

---

MEMORIAS DEL TERCER CURSO

SOBRE MULTIPLICACION ACELERADA DE SEMILLA DE PAPA  
LIBRE DE VIRUS A PARTIR DE CULTIVO DE MERISTEMAS

---

29 - 31 de Mayo de 1985

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"

QUITO - ECUADOR

# TECNOLOGIA DEL CULTIVO DE PAPA

## CON ENFASIS EN PRODUCCION DE SEMILLA

Iván A. Reinoso R.\*

### INTRODUCCION

El crecimiento de la agricultura requiere el mejoramiento continuo de la tecnología de producción de cultivos a nivel de finca. La investigación y la extensión agrícolas ayudan a desarrollar nuevas tecnologías apropiadas y a transferirlas a los agricultores. Sin embargo, algunas de las nuevas tecnologías desarrolladas en las estaciones experimentales no son adoptadas por los agricultores porque no ofrecen ventajas frente a los métodos comunes de producción.

Sin perjuicio de la posibilidad que lo anotado anteriormente suceda, generalmente se observa que una nueva alternativa tecnológica "no funciona" frente a los métodos tradicionales, por cuanto se descuidan o no se toman en su debida consideración una serie de factores adicionales complementarios, los que en conjunto y en adecuado equilibrio de acción, permiten optimizar los recursos y maximizar los resultados.

El presente documento analiza "esos" factores de producción que deben tomarse en cuenta cuando se inicia una etapa de cultivo de papa, sea como para consumo y más específicamente,

---

\* Ing. Agr. Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Programa de Papa y Hortalizas.

cuando se trata del establecimiento de lotes para producción de papa-semilla.

#### SELECCION DEL TERRENO

Es importante una adecuada selección del lote en donde se sembrará la papa, principalmente si se trata de una parcela para producción de semilla.

Debe tomarse en cuenta las condiciones del suelo, las que están determinadas por su estructura, humedad y temperatura.

##### a) Estructura del suelo

El suelo debe ser razonablemente fino, suelto y sin capas compactas. Estas no permiten el buen crecimiento de las raíces y causan acumulación de humedad. La compactación generalmente es provocada por el excesivo laboreo, principalmente por acción del tractor.

Los terrones y piedras reducen el contacto de las raíces con el suelo, afectando así el desarrollo de la planta. Igualmente, causan deformaciones de los tubérculos en crecimiento y daños mecánicos a los implementos de labranza.

##### b) Humedad del suelo

La papa necesita agua para su emergencia y crecimiento. El tubérculo-semilla debe tener suficiente contacto con un suelo razonablemente húmedo.

Condiciones de excesiva humedad reducen la aireación y por ende el crecimiento de raíces, estolones y tubérculos.

Regulando en forma adecuada la profundidad de siembra, el cultivo de papa puede ser adaptado a las condiciones de humedad existentes.

c) Temperatura del suelo

La temperatura del suelo influye en la velocidad de crecimiento de los brotes, y por tanto, en la velocidad de la emergencia.

Los suelos templados (debajo de 15°C) retardan la emergencia. Temperaturas altas del suelo pueden afectar la formación de los tubérculos.

Como en el caso de la humedad del suelo, regulando en forma adecuada la profundidad de siembra, el cultivo puede ser adaptado con éxito a las condiciones de temperatura existentes.

#### PREPARACION DEL SUELO

El número de labores y tipos de implementos utilizados para la preparación del suelo, serán distintos según el estado que presente el terreno. En general, el laboreo de un lote en rastrojo o barbecho recientes, exigirá menor número de labores que aquel que sea barbecho viejo o pastura.

En cualquier caso, la preparación del suelo consistirá en dejar

el terreno con buena estructura, razonablemente suelto (no pulverizado) y sin capas compactas, terrones o piedras. Esta condición de suelo proporcionará:

- a) Suficiente oxígeno para las partes subterráneas de la planta.
- b) Suficiente retención de humedad.
- c) Suficiente drenaje del exceso de agua.

A su vez estos factores permitirán:

- a) Buen crecimiento de raíces, estolones y tubérculos.
- b) Buena conformación de tubérculos.

La estructura del suelo influye en el manejo del cultivo, especialmente en la siembra y la cosecha.

Cada vez que es removido, el suelo pierde humedad. Por ello se debe reducir al mínimo posible el número de operaciones en la preparación del suelo, especialmente en épocas o en condiciones de sequedad.

En suelos con estructuras muy finas, el excesivo número de operaciones en su preparación para la siembra podría conducir al sellado de la superficie, la erosión y al secado rápido.

## LA SIEMBRA

La calidad de la siembra influye en el éxito del cultivo de la papa, desde la emergencia, pasando por el cuidado del mismo, hasta la cosecha y almacenamiento. Los procedimientos de siembra dependen de las condiciones de la zona, forma y frecuencia de aplicación de fertilizantes y pesticidas, sistemas de explotación manual o mecanizada, disponibilidad de mano de obra y experiencia local en el cultivo.

### Importancia de la siembra correcta

La siembra correcta debe asegurar:

- a) Emergencia rápida, y
- b) Uniformidad del cultivo.

Después que se ha sembrado el tubérculo-semilla, los brotes que emergen a la superficie del suelo están expuestos a numerosas enfermedades y plagas del suelo. Las condiciones favorables de crecimiento ayudan a acelerar la emergencia y en consecuencia a disminuir el tiempo que los brotes en desarrollo están expuestos a las enfermedades y plagas del suelo. Las pérdidas del cultivo debidas al deterioro de la semilla sembrada pueden ser minimizadas mediante una rápida emergencia.

La uniformidad del cultivo es determinada por la uniformidad de la emergencia y la regularidad de la distribución del cultivo en el campo. Un cultivo uniforme hace más fáciles las labores culturales (aporques, riego, aplicación de agroquímicos y cosecha). La uniformidad del desarrollo de la planta es especial-

mente importante en la producción de semilla de papa. Es difícil la identificación visual de las plantas enfermas en un campo donde las plantas están en diferentes etapas de desarrollo o distribuidas en forma irregular.

#### Emergencia de la papa

Durante su período vital, el tubérculo de papa pasa por varios estados de desarrollo fisiológico. En el momento de la siembra el tubérculo puede estar:

- a) Latente: no se han formado brotes, la emergencia se demorará y no será uniforme.
- b) Bajo dominancia apical: solo se desarrolla el brote apical. El resultado es un cultivo relativamente uniforme de plantas con tallos únicos.
- c) Brotes múltiples: se desarrollan varios brotes, que llevan a una buena emergencia y a un cultivo uniforme.
- d) Señal: los brotes son muy débiles para una buena emergencia. Pueden desarrollarse pequeños tubérculos.

Los tubérculos sembrados en su edad fisiológica óptima y que crecen bajo condiciones igualmente óptimas, tienen rápido crecimiento de brotes. Las raíces se forman y toman agua y nutrientes del suelo. Hasta la formación de suficiente follaje para la fotosíntesis, la planta que emerge vive de la energía suministrada por el tubérculo semilla.

### Condiciones para la emergencia

La emergencia está influenciada principalmente por:

- a) Las condiciones del tubérculo semilla, y
- b) Las condiciones del suelo

Las condiciones del tubérculo-semilla están determinadas por la edad fisiológica de los tubérculos, su tamaño y sus condiciones físicas.

Edad fisiológica.- El estado de brotamiento múltiple es la mejor edad del tubérculo para la siembra, la que lleva a una fuerte emergencia con varios tallos. La edad fisiológica está afectada por las condiciones de almacenamiento. El almacenamiento bajo luz difusa (durante parte o todo el período de almacenamiento) es a menudo una buena práctica para obtener tubérculos-semilla con numerosos brotes verdes y vigorosos que emerjan rápida y uniformemente.

Tamaño del tubérculo-semilla.- La planta que emerge vive de los nutrimentos que le suministra el tubérculo semilla; por ello este debe tener el tamaño suficiente para atender esta primera demanda. Esto es especialmente importante cuando las otras condiciones de emergencia son inferiores a las deseables. Los tubérculos semillas se venden al peso; por ésto la siembra de tubérculos grandes es comúnmente costosa.

Quando las condiciones de emergencia no son buenas o cuando



existe alta probabilidad de incidencia de heladas tempranas, se debe sembrar tubérculos medianos o grandes, los cuales compensan mejor las condiciones pobres de crecimiento o el daño por las heladas.

Condiciones físicas de los tubérculos.- Los tubérculos de papa y los brotes son sensibles a daños mecánicos. Durante el manejo, transporte y siembra los brotes pueden desgajarse con facilidad o desprenderse, originando una emergencia desuniforme.

Las condiciones del suelo están determinadas por su estructura, humedad y temperatura, como se mencionó anteriormente.

#### Profundidad de siembra

La humedad y la temperatura del suelo son los factores más importantes que influyen en la determinación de la profundidad de siembra.

##### a) Humedad

El suelo se seca más rápidamente en la superficie; por ello se hace una siembra más profunda cuando la humedad es limitada. Bajo condiciones de humedad, es mejor la siembra superficial.

##### b) Temperatura

Durante el día la superficie del suelo es más caliente y

y la parte más profunda es más fría. Por ello, en climas templado-fríos se siembra superficialmente y en climas abrigados o calientes se hace una siembra profunda.

La estructura del suelo es otro factor que determina la profundidad de siembra. En suelos pesados o arcillosos se puede hacer la siembra superficialmente y en suelos sueltos o arenosos conviene la siembra profunda.

La siembra profunda ayuda a disminuir el ataque de enfermedades y plagas, como la lanchar causada por el hongo Phytophthora infestans y la polilla de la papa (Ptorimea operculella) y previene el verdeado de los tubérculos en formación.

La siembra superficial ayuda a disminuir los ataques de enfermedades que puede transmitir el suelo durante la emergencia y también facilita la cosecha.

Los tubérculos grandes se adaptan mejor a la siembra profunda que los pequeños. En ciertas situaciones la siembra superficial seguida de aporque alto puede considerarse una buena manera de regular la profundidad de siembra.

La uniformidad de la profundidad de siembra influye en la uniformidad de la emergencia.

#### Distancias de siembra

Las distancias de siembra dependen de la variedad, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado de los tubérculos a la cosecha.

El suelo mantiene menos plantas si la fertilidad es baja, o si falta agua o hay otros factores limitantes.

Las dos dimensiones en la distancia de siembra - entre surcos y entre plantas en los surcos - están determinadas por las siguientes consideraciones:

a) Distancia entre surcos

Depende de la topografía del terreno, la costumbre local, los implementos disponibles y del hábito de crecimiento de la variedad sembrada.

Distancia amplia entre surcos:

- Provee más tierra para los camellones
- Previene el daño de los implementos a las plantas, raíces y tubérculos durante el cultivo.
- Facilita el descarte ('roguing') de las plantas no deseables.

Distancia estrecha entre surcos:

- Permite que el agua de riego alcance fácilmente a las zonas de las raíces.
- Aumenta la eficiencia del empleo del terreno, luz, agua y nutrientes.

b) Distancia entre plantas

Debido a que la distancia entre surcos esta determinada por factores relacionados con el manejo del cultivo, la densidad de cultivo deseada se consigue regulando los espacios entre plantas en los surcos. Para una densidad de cultivo dada, la amplitud de la distancia entre surcos puede ser compensada variando la distancia entre plantas dentro de los surcos.

Otro factor de capital importancia dentro del cultivo de papa, principalmente para la producción de tubérculos-semilla y que en muy raras ocasiones se lo toma en cuenta, es la densidad de tallos.

Densidad de tallos en la producción de papa

Tradicionalmente, la densidad de un cultivo se ha expresado como número de plantas por unidad de área. Pero en papa, cada planta proveniente de un tubérculo consiste en un conjunto de tallos, cada uno de los cuales forma raíces, estolones y tubérculos. Cada tallo crece y se comporta como si fuera una planta individual.

En consecuencia, la densidad de un cultivo de papa tiene dos componentes. El primero es el número de plantas; a esto se llama densidad de plantas. El segundo componente es el número de tallos por planta, lo que se denomina densidad de población o densidad de tallos.

Así, la verdadera densidad del cultivo de papa es el resultado de la densidad de plantas multiplicada por la densidad de población.

La densidad de población afecta el rendimiento, a través del número y tamaño de los tubérculos; igualmente afecta la tasa de multiplicación.

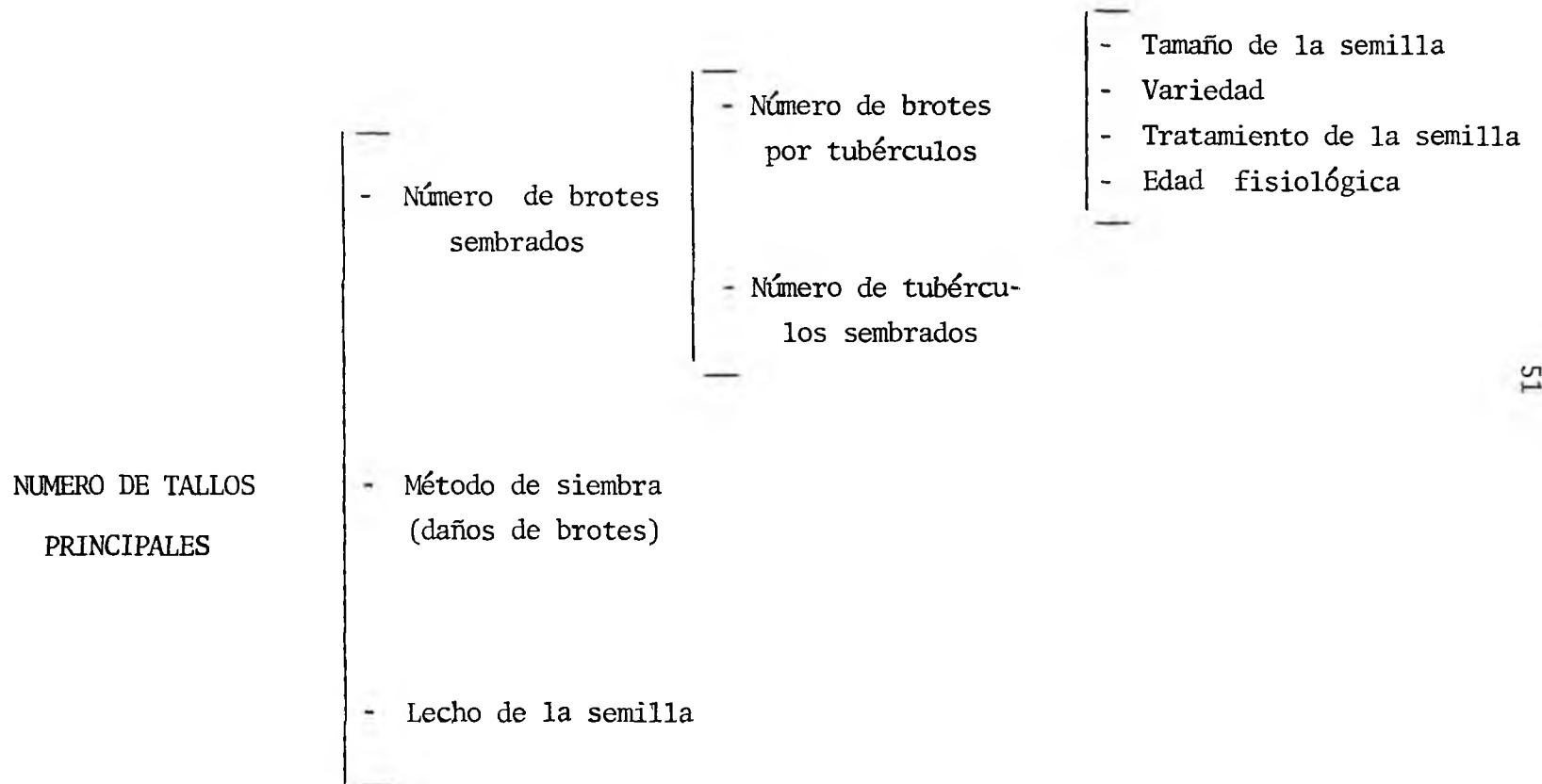
El número de tubérculos que empiecen a crecer depende de la competencia entre tallos. A menor densidad de tallos, corresponde menor cantidad de tubérculos, pero estos son en su mayoría de tamaño grande; en cambio, alta densidad de población produce gran cantidad de tubérculos pero de tamaño pequeño.

La tasa de multiplicación es el rendimiento en tubérculos utilizables obtenido de un tubérculo-semilla en una sola temporada de cultivo. Cuando se incrementa la densidad de tallos se disminuye la cantidad de tubérculos utilizables producidos por un tubérculo-semilla, lo cual equivale a una reducción en la tasa de multiplicación.

Se puede concluir que:

- a) Alta densidad de tallos, conduce a un incremento en los rendimientos, hasta cierto punto.
- b) Alta densidad de tallos conduce a una disminución en el tamaño promedio de los tubérculos.
- c) Alta densidad de tallos conduce a una reducción en la tasa de multiplicación.

FACTORES QUE AFECTAN LA DENSIDAD DE TALLOS



### Densidad de tallos óptima

La mejor densidad de tallos depende de:

a) Ambiente

Las condiciones de baja producción causadas por baja intensidad de luz, baja fertilidad del suelo, poca humedad y mala estructura, no pueden sostener tantos tallos como las condiciones de alta producción. Para obtener tubérculos del mismo tamaño en condiciones de baja producción, la densidad de tallos debe ser más baja que cuando existen condiciones de alta producción. Alta densidad de tallos en condiciones bajas de producción reduce el tamaño del tubérculo y disminuye el rendimiento.

b) Propósito del cultivo

Al contrario del objetivo en la producción de papa para consumo, en la producción de papa-semilla, se busca la reducción del tamaño del tubérculo. Por eso, en la producción de semilla se usa una densidad de tallos más alta que en la de consumo.

c) Variedad

Las variedades que tienden a producir demasiado follaje (como algunas andígena y las variedades tardías), pueden tener una densidad de tallos óptima más baja que las variedades con un follaje moderado.

La mejor manera de determinar la densidad de tallos óptima para una área específica es experimentar con distancias de siembra y tamaños de tubérculo.

#### FERTILIZACION

El suministro adecuado y oportuno de nutrimentos se refleja en el crecimiento óptimo de las plantas y en una buena tuberización.

La fertilización baja o deficiente determina plantas pequeñas con vigor pobre de tallos, reducida área foliar, prolongado ciclo vegetativo hasta la madurez fisiológica y escasa tuberización, tanto en número como en grosor de tubérculos. En cambio, la sobre fertilización provocará el desarrollo excesivo de las plantas con un área foliar demasiado amplia, lo que determinará el sobre crecimiento de los tubérculos y sus consiguientes trastornos fisiológicos (rajaduras y "corazón hueco"), a más de la pérdida de su valor comercial, se puede llegar a un índice de rentabilidad negativo.

El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y se hace necesario reponerlos para mantener la fertilidad de éste. Los fertilizantes son costosos y pueden no estar disponibles con facilidad; por ello el conocimiento de la acción de los nutrimentos en las plantas y el suelo ayuda al agricultor a emplear los fertilizantes en forma más eficiente.

Los elementos químicos que conforman los fertilizantes comúnmente se los agrupa en macro y micro elementos. Los primeros



son aquellos sin los cuales sería imposible la producción agrícola, y son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca).

Los micro elementos no son indispensables, sin embargo su ausencia o deficiencia provoca alteraciones fisiológicas que pueden incidir en el logro de bajos rendimientos; ellos son en orden de importancia: Magnesio (Mg), Azufre (S), Boro (B), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn).

La disponibilidad de todos estos elementos para la planta, depende de su interrelación, y es alterada con frecuencia por las condiciones del suelo, especialmente los llamados " complejos de intercambio". Estos son responsables de la adsorción, liberación e intercambio de elementos en el suelo. El análisis químico del suelo ayuda a identificar las necesidades de fertilizantes bajo condiciones específicas; con los resultados de este análisis puede calcularse la cantidad de fertilizante que se debe aplicar.

#### Importancia de los nutrientes

##### a) Nitrógeno (N)

El nitrógeno es importante para un crecimiento vegetativo vigoroso. Es un componente de las proteínas de la planta, cuyo contenido está directamente relacionado con la concentración del nitrógeno de los tejidos. Además, el nitrógeno es un componente de la molécula de clorofila y de los ácidos nucleicos que constituyen a los cromosomas.

El nitrógeno que aprovecha la papa está influido por las condiciones del clima, tipo del suelo, fertilidad del suelo, cultivo anterior, variedad y prácticas de manejo del cultivo (especialmente la irrigación).

#### Fuentes de Nitrógeno

El nitrógeno es suministrado por la materia orgánica del suelo, los fertilizantes químicos y las leguminosas que fijan el nitrógeno.

- Materia orgánica. Se origina en los organismos que viven dentro y encima del suelo y de los residuos de cultivo. El nitrógeno es liberado (mineralizado) lentamente por la materia orgánica; la cantidad de ésta en el suelo, puede determinarse mediante el análisis químico del suelo. El "compost" es otra fuente valiosa de materia orgánica, que contiene alrededor de 1% de nitrógeno; puede originarse de los residuos del cultivo, desperdicios caseros o heces de los animales.
- Fertilizantes nitrogenados. El nitrógeno está disponible en los fertilizantes nitrogenados simples o en los fertilizantes compuestos, en las concentraciones que se indican en el cuadro 1.
- Plantas leguminosas. Las leguminosas, tales como: alfalfa, fréjol, arveja y maní, viven en simbiosis con bacterias del género Rhizobium, las cuales viven en las raíces de las leguminosas, pero suministran

nitrógeno del aire a la planta. El exceso de este nitrógeno puede también ser utilizado por la planta de papa cuando crece como cultivo de rotación con las plantas leguminosas, o cerca de éstas.

#### Deficiencias de Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno causa reducción del crecimiento y clorosis; las plantas se ponen amarillentas y débiles. El nitrógeno es móvil dentro de la planta y es traslocado a las partes en crecimiento. La clorosis y el color amarillento aparecen primero en las hojas bajas de la planta, las que pueden después volverse de color pardo y morir.

#### b) Fósforo (P)

El fósforo es un elemento esencial de los componentes químicos de la planta, que son responsables de la transferencia de energía necesaria para los procesos metabólicos dentro de la planta. El fósforo se encuentra también en los ácidos nucleicos; y es especialmente importante para la formación de la semilla y el crecimiento de la raíz.

#### Fuentes de Fósforo

Este elemento existe en el suelo, en el "compost" y en los fertilizantes químicos, así como en la roca fosfatada.

- Fósforo del suelo. En el suelo, el fósforo está a la vez en forma orgánica e inorgánica. La mineralización del fósforo de la forma orgánica depende de la actividad de los organismos del suelo (bacterias), temperatura, enzimas y de la relación carbono-fósforo.

La planta de papa utiliza el P disponible en la solución del suelo. Suelos vírgenes generalmente tiene suficiente cantidad de fósforo para sustentar cultivos de subsistencia. Suelos con alto contenido de materia orgánica suministran cantidades adecuadas de P. Los suelos volcánicos contiene alta cantidad de este elemento; sin embargo, la mayor parte de él no está en forma disponible para el uso de las plantas.

- "Compost". Este contiene alrededor de 0.15% de fósforo.
- Fertilizantes fosforados. La concentración de fósforo de todos los fertilizantes comerciales se expresa como porcentaje de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Cuadro 1). La eficiencia de la planta para absorber el fósforo y por ende la cantidad necesaria de fertilizante, depende del tipo de suelo y de la temperatura.

Generalmente, solo el 10% del fósforo aplicado llega a estar disponible para el cultivo que está desarrollándose. En la segunda campaña se usa 5% adicional y en la tercera campaña se puede utilizar otro 2.5% del P residual. La aplicación de fósforo puede ser reducida en los años siguientes a la primera aplicación, debido al efecto residual.

La habilidad de la planta para utilizar el fósforo de-  
crece con la temperatura. Por ello, se debe aplicar  
más fósforo cuando se cultiva papa en climas fríos.

#### Deficiencia del Fósforo

El Fósforo es importante especialmente para el crecimen-  
to de la raíz y la formación de la semilla. Su deficien-  
cia puede causar desarrollo pobre del sistema radicular.

#### c) Potasio (K)

El potasio no está incluido directamente en las sustan-  
cias químicas de la planta. Actúa en la formación de  
carbohidratos y en la transformación y el movimiento del  
almidón de las hojas de la papa a los tubérculos. Es tam-  
bién importante para el control de abertura de los estomas  
y del movimiento del agua en la planta.

#### Fuentes de Potasio

Se encuentra en el suelo, el "compost" y los fertilizan-  
tes.

- Potasio del suelo. Esta presente en los minerales del  
suelo como feldespatos, mica y biotita (minerales  
primarios). En minerales de arcilla (minerales se-  
cundarios) el K puede estar adsorbido e intercambia-  
ble. El potasio intercambiable es utilizable para el  
crecimiento de la planta. Este elemento puede per-  
derse por lixiviación.

- "Compost". Este contiene alrededor de 0.5% de K.
- Fertilizantes potásicos. El contenido de potasio de los fertilizantes comerciales se expresa en porcentaje de K<sub>2</sub>O (cuadro 1). La cantidad de fertilizante con potasio requerida puede determinarse mediante el análisis químico del suelo.

#### Deficiencia de Potasio

Su deficiencia se evidencia por la decoloración de las hojas inferiores, que se ponen de color amarillo y pardo, y por la necrosis de los bordes de las hojas.

#### d) Calcio (Ca)

El calcio está relacionado con la síntesis de proteínas, la división de la célula y el crecimiento y desarrollo del tejido meristemático. La concentración de Ca en los tubérculos de papa y en el rastrojo es relativamente baja, por ello la papa requiere poco de este elemento.

#### Fuentes de Calcio

Esta disponible en el suelo y en los fertilizantes.

- Calcio del suelo. El calcio se encuentra en los minerales, tales como calcita, dolomita y apatita. Su disponibilidad para la planta depende de los factores del suelo, como la capacidad de intercambio del

suelo, la saturación de Ca y la interrelación con otros elementos del complejo de intercambio. El exceso de Ca puede reducir el potasio y el metabolismo del hierro en la planta.

- Fertilizantes cálcicos. Comúnmente, los fertilizantes fosforados contienen considerables cantidades de calcio (Cuadro 1). Materiales calcáreos, tales como el óxido de calcio (cal viva), hidróxido de calcio (cal apagada), carbonato de calcio (calcita) y silicato de calcio (escorias), son buenas fuentes de Ca, y pueden incrementar el pH de los suelos ácidos.

#### Deficiencia del Calcio

El calcio es un elemento inmóvil. Si existe una deficiencia de Ca el nuevo tejido meristemático no tiene acceso a la cantidad requerida para su desarrollo. La deficiencia de este elemento llega a manifestarse en la falta de desarrollo de las yemas terminales.

#### e) Magnesio (Mg)

Este es el único mineral que está en la constitución de la molécula de clorofila. El Mg es también necesario para la activación del metabolismo de los carbohidratos y la respiración de la célula.

#### Fuentes de Magnesio:

La piedra calcárea dolomítica suministra no solo Mg sino también calcio para la regulación de la acidez del suelo (pH). La escoria básica, el sulfato potásico-magnésico y el magnesio son también buenas fuentes de Mg (Cuadro 1).

#### Deficiencia del Magnesio

La deficiencia del Mg conduce a la clorosis intervenal de las hojas, y solo las venas permanecen verdes. Las hojas inferiores muestran primero los síntomas de la deficiencia, porque el Mg es traslocado con facilidad a las partes en crecimiento.

#### f) Azufre (S)

El azufre se requiere para la síntesis de los aminoácidos que contienen S (cistina, cisteína, metionina) y proteína. Los aminoácidos que contienen azufre no pueden ser sintetizados por el organismo humano, es por esto que por el contenido de aminoácidos la papa es valiosa para la nutrición humana.

La cantidad de azufre que contienen los aminoácidos en las plantas puede ser incrementada mediante aplicaciones de azufre al suelo.

El azufre en la mayoría de los cultivos se encuentra localizado en la materia orgánica o adsorbido en el complejo del suelo. La industria moderna emite cantidades



considerables de S a la atmósfera; de allí regresa al suelo por la precipitación.

El azufre contenido en el suelo más el que se incorpora con la precipitación puede ser suficiente en la agricultura de subsistencia, pero no es para la producción intensiva de papa.

Fuente de Azufre:

Puede ser suministrado a través de superfosfato triple, superfosfato simple, sulfato de amonio, yeso, escoria básica o sulfato de potasio (Cuadro 1)

Deficiencia de Azufre:

Retarda el crecimiento de la planta. Las plantas se tornan uniformemente cloróticas, raquílicas y alargadas con tallos débiles.

CUADRO 1. PRINCIPALES FERTILIZANTES, SU FORMULA QUIMICA Y CONTENIDO DE NUTRIENTES (%)

FERTILIZANTE	FORMULA	Contenido de Nutrimiento					
		N	P205	k20	Ca	Mg	S
Nitrato de Amonio	NH4 NO3	33					
Nitrato de Calcio	Ca (NO3)2	16			21		
Sulfato de Amonio	(NH4)2 SO4	20					24
Urea	Co (NH2)2	46					
Fosfato diamónico	(NH4)2 HPO4	18	46				
Superfosfato simple	Ca SO4 + Ca(H2PO4)2 H2O		20		20		12
Superfosfato triple	Ca (H2PO4)2 H2o		46		13		1
Cloruro de potasio	K Cl (Muriato)			60	0.3		
Cal dolomítica	Ca CO3.Mg CO3				22		13
Fertilizante compuesto	(ej.10-30-10)	10	30	10			

## g) Microelementos:

Los microelementos como el boro (B), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y Zinc (Zn), en pequeñas cantidades, son importantes para el crecimiento de la planta. Ocasionalmente pueden ser limitantes o estar en exceso hasta proporciones tóxicas (especialmente Fe y Mn bajo condiciones húmedas). Una de las maneras más fáciles para rectificar la deficiencia de los microelementos es la aplicación de cenizas de las chimeneas de las casas. Las cenizas contienen comúnmente pequeñas cantidades de los microelementos indicados.

#### Aplicación de los fertilizantes

La forma, cantidad y época de aplicación del fertilizante dependen de las condiciones locales.

Los fertilizantes orgánicos generalmente se aplican en el momento de la preparación del suelo para la siembra; lo importante es lograr una buena incorporación y una distribución uniforme en todo el terreno.

El fósforo inorgánico y el potasio se aplican antes de sembrar localizados al fondo del surco a "chorro continuo"; conviene tapar el abono aplicado con una ligera capa de tierra, para evitar la quema de los brotes de la papa-semilla. Debido a que el nitrógeno es lixiviado con facilidad por la lluvia o el riego, se recomienda aplicar la mitad en la siembra junto al fósforo y el potasio, y la otra mitad a un costado de las plantas, a "chorro continuo" para ser incorporado con la labor de medio aporque o aporque.

La cantidad de fertilizante depende del rendimiento que se desea, las condiciones del suelo y las consideraciones económicas (precios de los fertilizantes).

#### LABORES CULTURALES

Las labores culturales comprenden tres actividades básicas que deben realizarse para el buen mantenimiento del cultivo. Estas son: rascadillo o deshierba, medio aporque y aporque, las que pueden efectuarse manualmente (azadón), por tracción animal (yunta) o tracción mecánica (tractor)

##### a) Rascadillo o deshierba

Es la primera labor cultural que se realiza, cuando las plantas tienen una altura aproximada de 15 a 20 centímetros (40 ó 50 días después de la siembra). Esta labor cumple dos finalidades específicas:

- Eliminación de malezas que comienzan a competir con el cultivo por los nutrientes.
- Rotura de la costra del suelo para evitar la capilaridad y la consiguiente pérdida de humedad.

Aunque se haya realizado control de malezas mediante el uso de herbicidas, en la época recomendada para su aplicación (20 a 25 días después de la siembra), el rascadillo no puede dejar de efectuarse en la oportunidad indicada.

## b) Medio aporque

Para esta labor el cultivo habrá emergido totalmente, y fundamentalmente las plantas deberán presentar uniformidad de altura en los surcos, para mayor eficiencia en la labor. La época propicia es cuando las plantas tienen una altura aproximada de 40 centímetros (70 a 80 días después de la siembra).

El medio aporque es un primer colme de tierra alrededor de las plantas y a lo largo de la línea de siembra. Esta labor es aprovechada para incorporar la segunda mitad de nitrógeno del requerimiento total de este elemento, así como de una segunda aplicación de insecticida granulado para el control de gusano blanco.

Con el medio aporque se persigue:

- Proporcionar soporte a la planta para evitar su volcamiento.
- Proporcionar mayor área, suave y mullida, para un eficiente desarrollo de raíces y estolones.

## c) Aporque

Esta tercera y última labor cultural es realizada entre los 90 y 110 días después de la siembra, inmediatamente antes de la floración.

Con esta labor se da forma definitiva a los surcos, los que deberán permanecer así hasta la cosecha. Por tanto, un aporque insuficiente o defectuoso tendrá resultados adversos en la producción y en el rendimiento.

La importancia de las labores culturales, más que su realización material en sí, radica en que se efectúen con eficiencia y sobre todo con oportunidad. La anticipación de las labores afecta el desarrollo de las plantas; las demoras en su realización tendrán incidencia negativa en los rendimientos.

#### SANEAMIENTO DEL CULTIVO

La actividad de saneamiento del cultivo es una labor cultural de sanidad que se efectúa en lotes de producción de semilla.

Consiste en la selección cuidadosa de las mejores plantas dentro de un lote de producción de semilla para, del producto de su cosecha, destinar los mejores tubérculos que en una siguiente campaña puedan ser utilizados como semilla, los que garantizarán alta sanidad del cultivo y buenos rendimientos.

El saneamiento puede realizarse mediante dos métodos:

##### a) Marcación de plantas

Por este método, se señalan a las mejores plantas con estacas, etiquetas o cualquier otra identificación, las que en la cosecha proporcionarán los tubérculos semilla.

La ventaja de este método radica en que las plantas no seleccionadas podrán ser destinadas para papa consumo. Entre las desventajas, se puede señalar que las plantas marcadas tienen que ser cosechadas antes que las no marcadas; la labor de marcaje puede elevar los costos de producción; las plantas no marcadas son un foco potencial permanente de contaminación para las plantas marcadas.

b) Descarte de plantas.

Es el método más conveniente y efectivo para mantener la sanidad del cultivo, de la semilla y la pureza varietal.

Este método consiste en la erradicación y posterior eliminación de todas las plantas diferentes o atípicas a la variedad cultivada, tales como:

- plantas infectadas por virus,
- plantas de otras variedades, y
- plantas espontáneas o voluntarias.

En el descarte se deben considerar dos factores principales:

- Sanidad de semilla. Los síntomas de enfermedad pueden ser difíciles de reconocer, especialmente cuando son leves. Debe ponerse énfasis en los siguientes síntomas evidentes:

1. Cambios en el hábito de crecimiento, y

## 2. Decoloraciones y enrollamiento del follaje.

- Pureza de la variedad. La identificación varietal es relativamente simple cuando las plantas están en flor. Sin embargo, en otras etapas de crecimiento las características varietales solo pueden determinarse mediante la constante observación en el campo y estar muy familiarizado con las características fenotípicas de la variedad.

El descarte esta dirigido principalmente a la eliminación de plantas infectadas por virus. Estos se transmiten de una planta a otra en dos formas: por contacto y por vectores.

La transmisión por contacto resulta del roce directo con plantas enfermas, por los implementos de labranza o el hombre. Puesto que al efectuar el descarte se contaminar las manos, solo se deben tocar las plantas que se extraen. Igualmente, para reducir la transmisión por contacto de virus, como el virus X, el descarte debe realizarse y terminarse antes de que el follaje empiece a juntarse.

La transmisión por vectores ocurre principalmente a través de insectos. El descarte deja de ser efectivo, especialmente cuando los áfidos invaden el campo. Por esta razón, además de un permanente programa de controles fitosanitarios, el descarte debe realizarse después de un efectivo control de vectores, y para este control, se



debe usar insecticidas que no dejen residuos en el follaje, para facilitar la observación visual de síntomas o evitar su enmascaramiento.

#### Condiciones para el descarte

##### 1. Uniformidad del cultivo

Debido a que en los saneamientos se toman en cuenta cambios en el crecimiento de las plantas, la uniformidad es un requisito básico.

##### 2. Humedad del suelo

El campo debe tener apropiada humedad antes del descarte, ya que es difícil reconocer los síntomas de enfermedad en plantas marchitas.

##### 3. Luz

Los síntomas de mosaico se aprecian mejor bajo condiciones de luz uniforme. La luz solar directa proyecta sombras en las hojas, lo que dificulta la identificación; si no es posible evitar esta condición, se procurará cubrir la planta con la sombra del propio saneador. La condición ideal es un día cubierto uniformemente de nubes.

##### 4. Agua en las hojas

Esta oculta la manifestación de mosaicos. Las hojas deben estar secas.

#### 5. Viento

Este al agitar las hojas dificulta la observación.

#### 6. Limpieza de las hojas

El follaje debe estar limpio de pesticidas o elementos extraños.

#### 7. Daño foliar

Los síntomas de enfermedades también son difíciles de detectar en un follaje dañado mecánicamente o por insectos. Además, otras enfermedades, especialmente manchas o marchitez de la hoja, obstaculizan el descarte correcto. Igualmente daños por fitotoxicidad pueden confundirse con enfermedades virosas.

### LABORES ADICIONALES

#### a) Controles Fitosanitarios

Es importante la inspección permanente del cultivo para realizar oportunos y efectivos controles fitosanitarios, para el combate de plagas y enfermedades.

#### b) Cosecha

Para la cosecha, el cultivo debe haber madurado fisiológicamente, de tal manera de evitar el pelado de los

tubérculos, lo que constituye una puerta de entrada de patógenos.

c) Transporte y almacenamiento

Luego de una rigurosa selección de tubérculos, estos deben llevarse y almacenarse en las mejores condiciones que garanticen su buena conservación. El mal trato o el almacenamiento en condiciones inapropiadas, puede hechar a perder todo el trabajo realizado en el campo.

LITERATURA CONSULTADA

1. CORTBAOUI, R. 1980. Descarte de plantas de papa. Boletín de Información Técnica 5. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 11 pp.
2. \_\_\_\_\_. 1981. Siembra de papa. Boletín de Información Técnica 11. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú 17 pp.
3. VANDER ZAAG, P. 1981. Necesidades de fertilidad de suelos para la producción de papa. Boletín de Información Técnica 14. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 20 pp.
4. WIERSMA, S.G. 1981. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Boletín de Información Técnica 1. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 15 pp.