



Instituto Nacional de Innovación Agraria



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

ALMACENAMIENTO Y MULTIPLICACIÓN DE PAPA - SEMILLA UTILIZANDO BROTES DE CALIDAD



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA - HUANCAYO

MANUAL TÉCNICO

**ALMACENAMIENTO Y
MULTIPLICACIÓN DE PAPA - SEMILLA
UTILIZANDO BROTES DE CALIDAD**

*Ing. Zenón Ramos Santiago
Especialista en Papa - INIA*

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

Diagramación e Impresión:

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA

Primera Edición:

Mayo, 2014

Tiraje : 500 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 Casilla N° 2791 - Lima 1

Telefax: 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014- 05436

Impreso

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

MATERIAL FOTOGRÁFICO

Ing. Miguel Ángel Mañazo Bozán, especialista de la EEA E EEA Santa Ana

Ing. Benín Ramos Santiago, especialista del EEA en EEA E EEA Santa Ana

Presentación



Aproximadamente el 99,7 % de los agricultores productores de papa del país, utilizan semilla de mala calidad, comprada en el mercado local, a esto se adiciona el mal manejo que le dan a la semilla en sus almacenes tradicionales, agravando la calidad sanitaria de la papa-semilla, a porcentajes significativos de “degeneración” (70 %) y como consecuencia de ello, campos de papa de mala calidad con muy bajos rendimientos (6 a 8 t/ha), lo cual repercute en su precaria economía.

En este contexto el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA a través del Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces y Tuberosas, viene produciendo papa-semilla de alta calidad genética (prebásica y básica), libre de virus y enfermedades, de variedades mejoradas y 46 variedades nativas del Perú. En tal sentido el INIA pone a disposición de los productores, especialmente de pequeños agricultores, la semilla de calidad que produce, ofertándola en el ámbito de influencia de la Estación Experimental Agraria Santa Ana, como son las Regiones de Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica.

Asimismo con la finalidad de orientar al productor de papa en el manejo técnico del cultivo, el INIA ha elaborado el presente manual técnico cuyos objetivos son:

1. Promover el uso de semilla de calidad de papa (semilla certificada).
2. Difundir la forma correcta de preservación de esta semilla a través de la utilización de almacenes mejorados de luz difusa; y
3. Coadyuvar a la adopción de una tecnología de multiplicación masiva, sencilla, de bajo costo y de alta eficiencia en la producción de papa-semilla de calidad, utilizando la propagación a través de brotes, contribuyendo con los agricultores en desarrollar su capacidad productiva, aprovechando la extraordinaria rusticidad de los brotes y su potencial productivo (mayor a 30 t/ha), dándoles la oportunidad de multiplicar semilla de calidad en las cantidades que requieran a costos mínimos y en corto tiempo. Con esta tecnología se puede producir semilla de papa en áreas pequeñas formando núcleos semilleros, o en áreas mayores a 1 ha.

El Capítulo I trata sobre el tubérculo desde el aspecto morfológico, señalando la importancia de los ojos, yemas y la función que desempeña en la propagación de plantas.

El Capítulo II considera los aspectos técnicos del almacenamiento en luz difusa de la papa - semilla de calidad para preservarla óptimamente y obtener tubérculos con brotes vigorosos que sirvan para la producción de papa.

En el Capítulo III se desarrolla la tecnología de propagación de plantas de calidad por brotes, considerando que cada yema da origen a un brote y este a una planta, por lo tanto un tubérculo origina tantas plantas como yemas o brotes tenga.

El principio básico de la tecnología de brotes se centra en el aprovechamiento máximo de los brotes del tubérculo - semilla para producir plantas, luego trasplantarlas en campo y obtener tubérculos de calidad. La tecnología va complementada con el manejo de almacenes tecnificados de luz difusa.

Ing. Zenón Ramos Santiago

Especialista en producción de semilla prebásica de papa - INIA

Contenido

CAPÍTULO I MORFOLOGÍA DEL TUBÉRCULO DE PAPA	7
1.1 El tubérculo	7
1.2 Partes del tubérculo	7
1.2.1 Ojos	8
1.2.2 Yemas	9
1.2.3 El brote	10
1.2.3.1 Partes del brote.....	10
1.2.3.2 Formas y color del brote.....	12
CAPÍTULO II ALMACENAMIENTO DE PAPA-SEMILLA	14
2.1 Semilla de calidad	14
2.1.1 Características técnicas de la papa-semilla de calidad	15
2.1.2 Condiciones para el almacenamiento de papa-semilla.....	15
2.1.3 Cuando renovar la papa-semilla	15
2.2 Formas de almacenamiento.....	16
2.2.1 Almacenamiento tradicional de tubérculos	16
2.2.2 Almacenamiento mejorado de tubérculos en luz difusa	18
CAPÍTULO III MULTIPLICACIÓN DE LA PAPA-SEMILLA MEDIANTE LA TÉCNICA DE BROTES	21
3.1 Obtención controlada de brotes de calidad.....	21
3.2 Desbrotado de la papa-semilla	23
3.3 Preparación de camas para enraizamiento de brotes	25
3.4 Enraizamiento de brotes	26
3.4.1 Metodologías de enraizamiento.....	28
3.5 Crecimiento de los brotes.....	30
3.6 Manejo de brotes en las camas de enraizamiento	32

3.7	Condiciones de los brotes para el trasplante	33
3.8	Preparación del campo para el trasplante.....	34
3.9	Trasplante de brotes en campo definitivo	35
3.10	Manejo agronómico de plantas de brotes en campo	37
3.11	Desarrollo de plantas.....	39
3.12	Tuberización	41
3.13	Ventajas y desventajas de la técnica de multiplicación papa-semilla mediante el uso de brotes.....	42
	BIBLIOGRAFÍA	43

Capítulo I

MORFOLOGÍA DEL TUBÉRCULO DE PAPA

1.1 El tubérculo

Es un tallo subterráneo engrosado provisto de ojos, yemas, cejas y lenticelas, funciona como un depósito de nutrientes (almidón, azúcar, ácidos orgánicos, etc.) que le permite subsistir en condiciones adversas por un tiempo determinado, luego de un periodo de reposo reverdece desarrollando brotes y posteriormente estos brotes generan plantas (preservación de la especie a través de la propagación vegetativa por tubérculos), este proceso se sucede de generación en generación; característica natural evolutiva de la papa en las condiciones adversas del medio donde se desarrolla. El hombre a través del tiempo domesticó la papa, haciendo de ella un alimento básico por su valor nutritivo. En este capítulo trataremos sobre la morfología del tubérculo, especialmente los ojos, yemas y brotes, lo cual nos permitirá conocer al tubérculo, para desarrollar la tecnología de brotes.

1.2 Partes del tubérculo

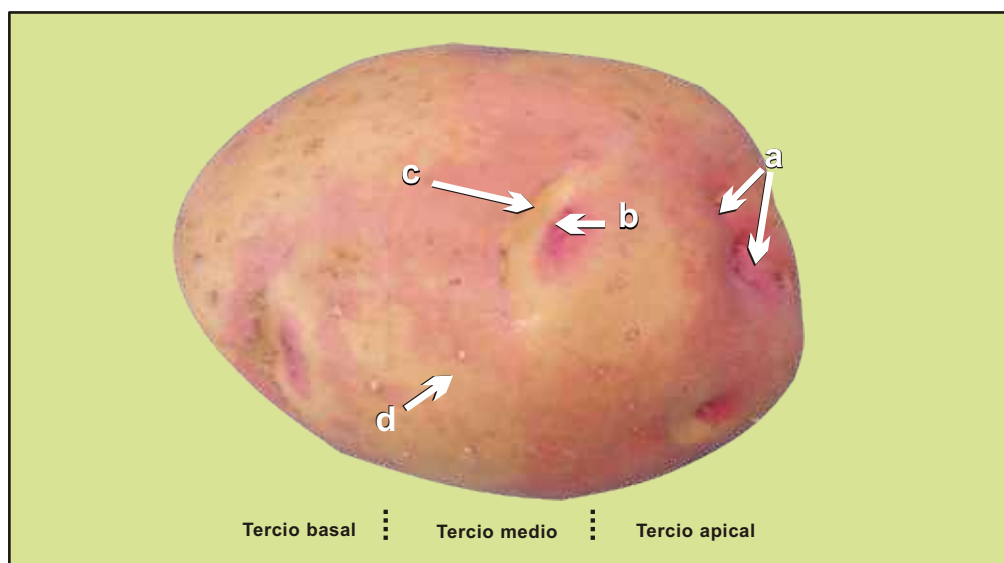


Foto 1. Tubérculo de papa y sus partes : **a)** ojos, **b)** yemas y su ubicación en el ojo, **c)** cejas, **d)** lenticelas, pequeñas aberturas sobre la superficie del tubérculo. La mayor cantidad de ojos se encuentran ubicados en el tercio apical del tubérculo.

1.2.1 Ojos

Los ojos son hendiduras que se forman en la superficie del tubérculo, siguen un patrón de disposición en espiral de la ubicación de las ramas en el tallo de una planta, en cada ojo normalmente puede formarse 3 yemas o más (una yema principal y dos a tres secundarias), la distancia entre ojos es mayor a medida que están alejadas del extremo apical; los ojos se concentran en mayor cantidad en el extremo apical; en esta región son más profundos. Esta característica es más notoria en tubérculos de forma redonda que en los alargados, especialmente en las variedades nativas (foto 3).



Foto 2. Se observa el ojo en una estructura superficial con yemas en estado de dormancia; las cejas son pocos protuberantes, la pigmentación morada de los ojos y de la ceja es una característica varietal.



Foto 3. Tubérculos con los ojos apicales formando un conjunto arrosetado.

1.2.2 Yemas

Son pequeñas protuberancias constituidas por estructuras meristemáticas ubicadas generalmente en la parte central del ojo del tubérculo, estas estructuras o puntos vegetativos dan origen a los brotes (foto 4), formando un sistema morfológico ramificado y no simples ramas, que originan plantas independientes una de la otra. La yema apical del tercio distal es lo primero que desarrolla, denominándose a esta característica dominancia apical.



Foto 4. Culminada la etapa de reposo o dormancia, la yema principal inicia su crecimiento, dando origen a un brote, a los costados de este brote podemos observar las yemas secundarias.

1.2.3 El brote

Es el crecimiento de la yema, que da origen a una planta, generalmente la yema principal del ojo desarrolla primero que las secundarias. El brote morfológicamente es una planta completa en miniatura, presenta rudimentos de hojas, ramas, primordios radiculares, nudos, lenticelas, yemas laterales, pelos; algunas variedades incluso presentan rudimentos de estolones. Los brotes plantados en tierra húmeda, activan inmediatamente los primordios radiculares desarrollando las raíces; el brote desarrolla longitudinalmente hasta emerger a la superficie, las hojas se abren y activan su función fotosintética y la planta crece; a partir de ese momento la planta crece independientemente de los otros brotes del tubérculo, concluyendo la función del tubérculo como sustento a los brotes en el momento que este enraíza, emerge y fotosintetiza.

1.2.3.1 Partes del brote

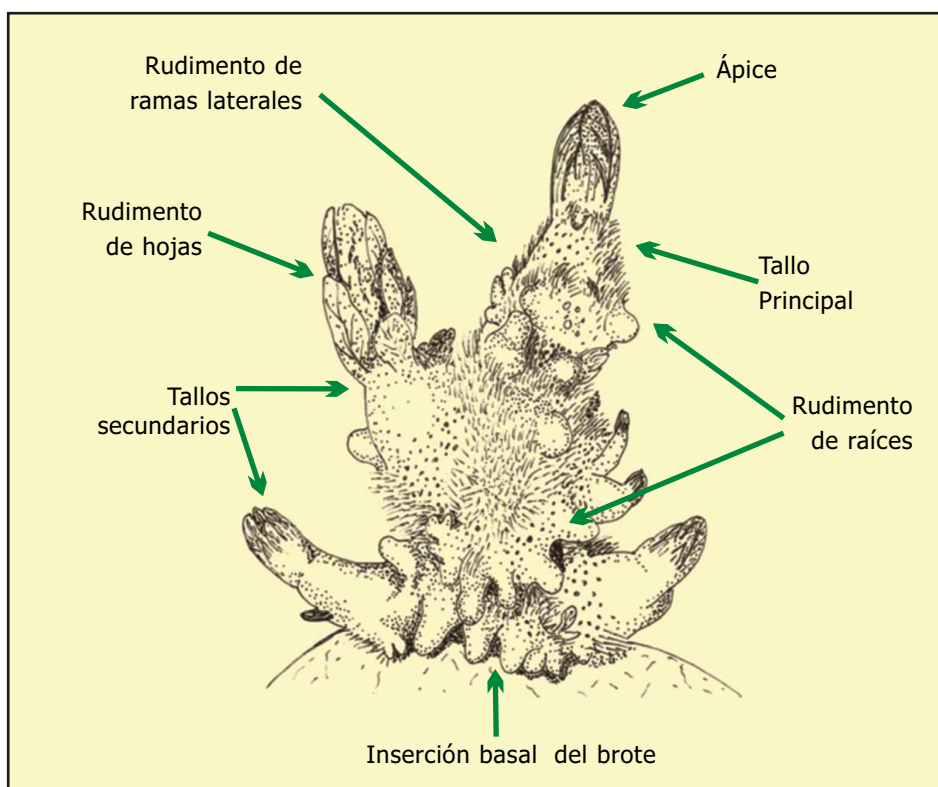


Figura 1. Brote de papa y sus partes.

El estudio morfológico de los caracteres del brote bajo condiciones de luz, temperatura y humedad tiene un gran valor en los sistemas de almacenamiento.



Foto 5. Los brotes desarrollados en luz intensa tienen una marcada coloración.



Foto 6. Los brotes desarrollados bajo luz difusa expresan sus caracteres en forma más definida; presentan brotes ramificados, pubescentes, con hojas.



Foto 7. Brotes desarrollados en oscuridad presentan escasez de pigmentos y son alargados.

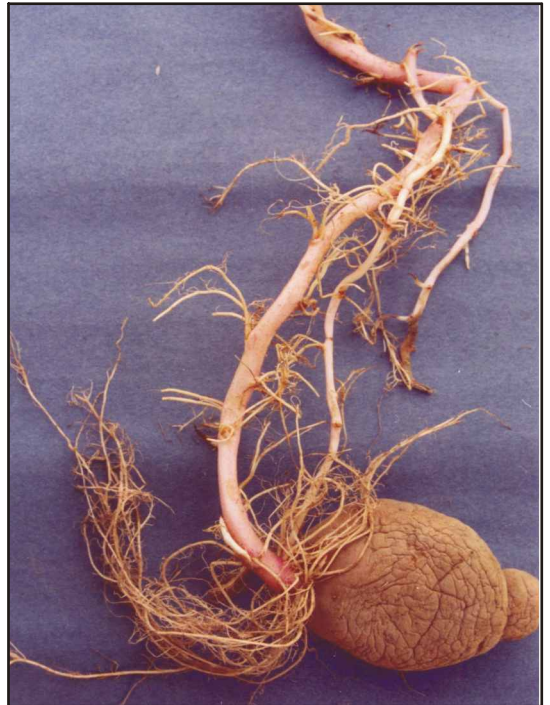


Foto 8. Tubérculos almacenados en forma tradicional, en oscuridad, presentan brotes muy alargados con raíces desarrolladas.

1.2.3.2 Formas y color del brote

La forma y el color del brote son elementos utilizados para la descripción y caracterización morfológica de las variedades de papa, los colores básicos de los brotes en forma general son el morado, violeta, rosado, rojo y blanco.



Foto 9. Las variedades nativas presentan diferentes formas de tubérculos, profundidad de ojos, color y vigor de los brotes.



Foto 10. Después del periodo de dormancia la yema principal del ojo apical se activa, generando un rudimento de brote de 1 a 2 mm y paulatinamente van activándose el resto de yemas de los demás ojos; estos no desarrollarán mientras las condiciones ambientales no sean favorables.



Foto 11. Posteriormente crecen formando un conjunto de brotes.

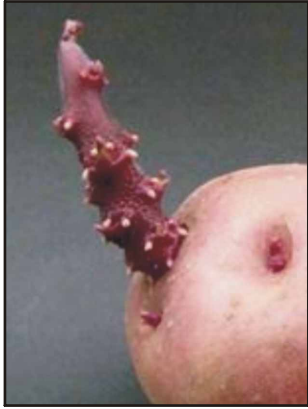


Foto 12. Brote producido por dominancia apical en variedades tempranas.



Foto 13. Brotamiento múltiple por efecto de la luz difusa.

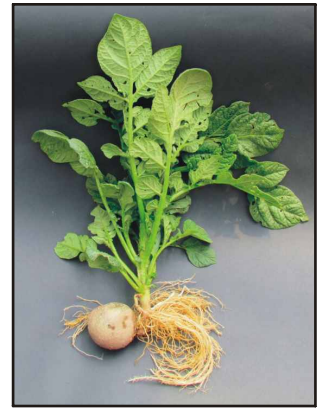


Foto 14. Planta generada por un brote apical.

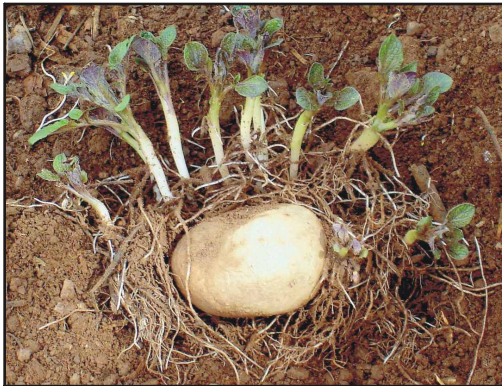


Foto 15. Plantas generadas por brotes múltiples; cada brote forma una planta independiente y cada planta desarrolla su propio sistema de raíces, estolones, ramas, etc., formando un conjunto o conglomerado de plantas; los agricultores de la sierra a esto le llaman una "mata" de papa.

Cuadro 1. Número de ojos por tubérculo clasificado según tamaño

Promedio	CALIBRE DE PAPA - SEMILLA						
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
Peso (g)	104,8	56,3	42,6	20,4	12,8	6,2	2,8
Diámetro (cm)	5,98	5,05	4,20	3,54	3,04	2,5	1,9
Nº de ojos	7,8	6,8	6,4	4,6	4,2	4,4	3,0

En el cuadro 1 se observa la cantidad promedio de ojos que tiene un tubérculo en los diferentes calibres de la clasificación de papa - semilla para el caso de la variedad Yungay; esta variedad es la preferida por los agricultores del país, por su productividad, pese a que es tardía.

Capítulo II

ALMACENAMIENTO DE PAPA - SEMILLA

2.1 Semilla de calidad

Una buena papa - semilla es aquella que nos garantiza calidad sanitaria, brotamiento vigoroso, uniformidad de los tubérculos, pureza varietal entre otros, asegurándonos una alta producción con buenos rendimientos. Debe utilizarse semilla certificada con etiqueta (prebásica, básica y registrada), que se encuentre libre de virus y enfermedades. Adquirirla en centros productores especializados de garantía como las Estaciones Experimentales Agrarias del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, y productores privados inscritos en el Registro de Semilleristas de Papa del Perú. Esta alternativa es la más económica, rápida y efectiva para obtener semilla de calidad, sin embargo debe tomarse medidas sanitarias para conservar la calidad de la semilla por más años, considerando que la degeneración del cultivar de papa es difícil de evitar; sin embargo puede mantenerse la semilla en un margen aceptable de sanidad, realizando descartes rigurosos de plantas enfermas en los campos semilleros.



Foto 16. Tubérculos - semilla de calidad; sanos y uniformes entre otras características.



Foto 17. Tubérculo - semilla con brotes vigorosos; esta semilla nos garantiza un buen desarrollo de plantas.

2.1.1 Características técnicas de la papa-semilla de calidad

- Buena condición sanitaria de la semilla (prebásica, básica y registrada).
- Pureza varietal o genética.
- Uniformidad de la semilla.
- Edad de la semilla.
- Tamaño de la semilla.
- Brotamiento vigoroso.

El éxito de una buena producción de papa está en relación directa a la calidad de la semilla sembrada, asegurando el 50% de la inversión.

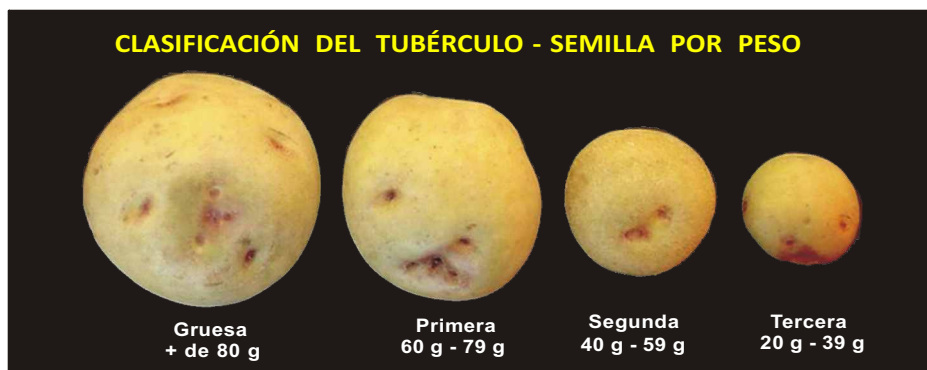


Foto 18. Clasificación de papa semilla por categorías o calibre según la Ley de Semillas.

2.1.2 Condiciones para el almacenamiento de papa-semilla

A una buena semilla hay que darle las condiciones óptimas de almacenamiento para evitar en lo posible pérdidas de peso por factores fisiológicos, físicos o patológicos, considerando que:

- Los tubérculos son órganos vegetales vivos y por lo tanto respiran.
- La respiración del tubérculo trae como resultado la pérdida de materia seca y agua.
- La posibilidad de daños o pérdidas de los tubérculos esta en relación directa a la forma de almacenamiento; un mal almacenamiento sin las condiciones mínimas, origina que la papa semilla de calidad pueda perderse en menos de un año.

2.1.3 Cuando renovar la papa-semilla

Nadie mejor que el agricultor puede determinar, cuando la semilla esta “cansada” o “degenerada”, el mejor indicador para saber el momento en que hay que cambiar la semilla de papa, es cuando los campos presentan un aspecto de plantas enfermas, deformes, amarillentas y las cosechas comienzan a producir rendimientos bajos, pese al buen manejo de campo que se le haya dado.

2.2 Formas de almacenamiento

2.2.1 Almacenamiento tradicional de tubérculos

La mayoría de los agricultores de la sierra del Perú almacenan su papa-semilla de manera tradicional, en ambientes oscuros por un periodo que va desde la cosecha hasta la siembra (5 a 7 meses); estos almacenes son deficientes en ventilación, y allí es donde guardan inapropiadamente en montones o en sacos apilados uno sobre otro sus tubérculos-semilla; en estas condiciones se producen pérdidas que van desde 40 % hasta 100 % por efecto de la deshidratación, proliferación de insectos (polillas, gorgojos, áfidos) y por enfermedades virósicas y fungosas que infectan los brotes y pudriciones en los tubérculos a consecuencia de la humedad y la temperatura existente en los tubérculos arrumados.

Estas condiciones promueven el crecimiento acelerado de las yemas, especialmente las apicales, generando el desarrollo de brotes largos y débiles; si los tubérculos son almacenados con tierra, emitirán raíces, las mismas que por las condiciones sanitarias sufrirán pudriciones, dañándose gran parte de los brotes (debemos considerar que cada brote es una planta).

Los agricultores tienen una costumbre muy errada de desbrotar, con la idea, que se inducirá al crecimiento de nuevos brotes. En estas condiciones, debido a la deshidratación la papa-semilla disminuye un 70 % su vigor, por lo tanto la calidad se pierde completamente.

La siembra de papa-semilla desbrotada es un riesgo, tanto económico como productivo, porque produce plantas débiles, de lento desarrollo (emergencia de plantas entre 30 a 45 días o más), fallas en la emergencia de plantas (30 % a 60 % de fallas) presentando plantaciones muy desuniformes, finalmente trae como consecuencia la obtención de bajos rendimientos (5 a 10 t/ha). Ver fotos 19 a 23.

Todo esto desalienta al productor de sembrar papa para el mercado, sembrando sólo para su consumo. Les falta información y muchos desconocen el manejo de la papa-semilla en sus almacenes.



Foto 19. Tubérculos guardados en almacén tradicional en proceso de deshidratación y con brotes en desarrollo.



Foto 20. Brotes y raíces dañadas por enfermedades fúngicas.



Foto 21. Tubérculos deshidratados con brotes largos y débiles.



Foto 22. Brotes eliminados (pérdida de plantas).



Foto 23. Campo desuniforme con plantas débiles.

2.2.2 Almacenamiento mejorado de tubérculos en luz difusa

La mejor forma de conservar la papa-semilla es mediante la utilización de la luz natural difusa en un sistema de almacenamiento sencillo, rústico, de bajo costo, que está al alcance de los productores, especialmente de los pequeños agricultores de papa, utilizando los recursos de la zona como palos, piedras, tejas, ichu, barro, adobes entre otros materiales o aprovechando la infraestructura disponible de su vivienda como corredores, balcones, segundo piso y su almacén tradicional acondicionado con ventanales laterales o claraboyas en el techo para el ingreso de luz difusa, con la finalidad de preservar óptimamente la papa semilla, es decir en las mejores condiciones fisiológicas y agronómicas para el tubérculo (fotos 24 a 26).



Foto 24. Almacén con madera aserrada de 5 pisos tiene capacidad de almacenamiento de papa-semilla para varias hectáreas.



Foto 25. Almacén rústico acondicionado en un corredor, construido con material de la zona.



Foto 26. Almacén en segundo piso, especialmente para lugares altoandinos; el techo presenta una abertura cubierta con plástico agrícola para el ingreso de la luz difusa.

Los tubérculos almacenados en tarimas con luz difusa producen mayor número de brotes vigorosos (brotamiento múltiple), en estas condiciones los tubérculos tienen una óptima ventilación, y se verdean impidiendo el ataque de insectos especialmente polillas, áfidos y gorgojos (foto 27). Los tubérculos infectados con pudriciones u otras enfermedades, simplemente se secan momificándose sin contagiar al resto de los tubérculos.

Los tubérculos con brotamiento múltiple producen varias plantas; considerando que cada brote es una planta individual, entonces un tubérculo producirá tantas plantas como brotes desarrolle, sucediéndose una competencia de plantas por tubérculo; como promedio de brotes en la papa-semilla se considera 5 brotes por tubérculo; el número óptimo de brotes por tubérculo es de 2 a 3 y el tamaño adecuado de la semilla son los tubérculos del 2º al 4º calibre.

El potencial productivo de la papa se encuentra en los brotes, por lo tanto no es necesario desbrotar la papa semilla al momento de la siembra.

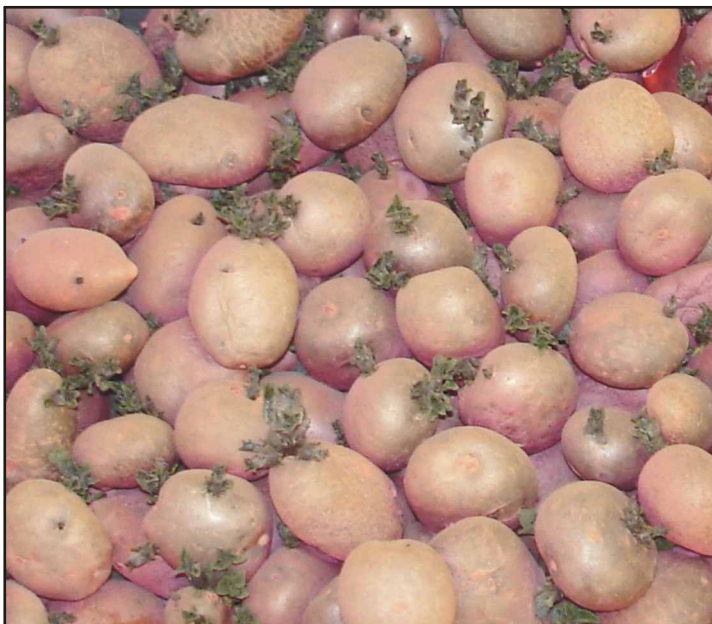


Foto 27. Tubérculos verdeados con brotes robustos, nótese que no se han deshidratado, encontrándose en perfectas condiciones sanitarias en un almacén de luz difusa.

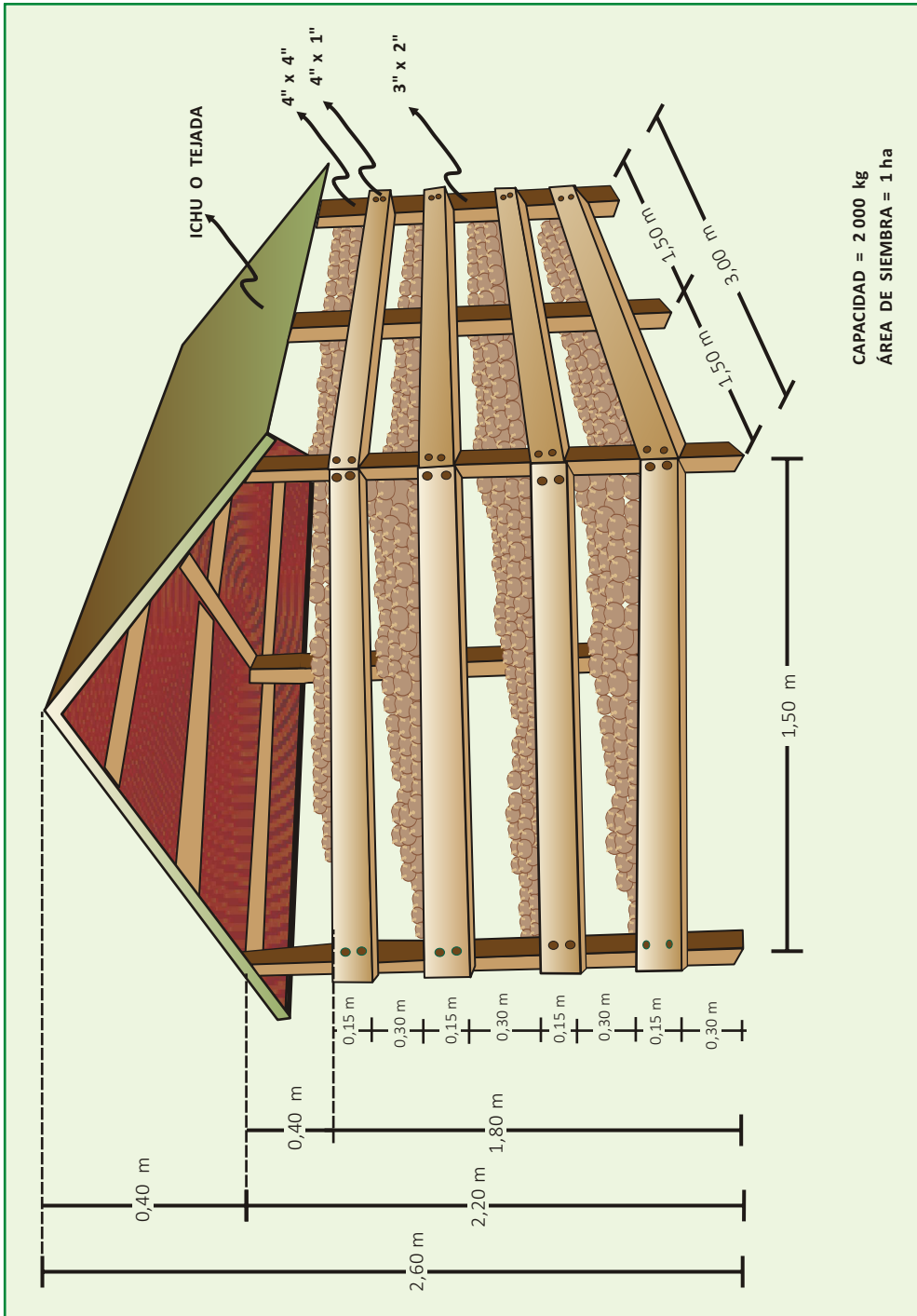


Figura 2. Modelo de almacén rústico de luz difusa para papa-semilla con capacidad de almacenar dos toneladas (2 000 kg) de tubérculos.

Capítulo III

MULTIPLICACIÓN DE LA PAPA - SEMILLA MEDIANTE LA TÉCNICA DE BROTES

El brote del tubérculo de papa es un órgano vegetativo de propagación asexual que da origen a una planta individual; los brotes son estructuras vegetativas muy rústicas, de crecimiento acelerado y de extraordinaria capacidad productiva, superando en rendimiento a la papa - semilla (mayor a 30 t/ha), los brotes producen generalmente en mayor proporción tubérculos grandes con un alto porcentaje sanitario (70 % de sanidad). El proceso productivo por esta técnica es muy sencillo y de bajo costo.

A continuación explicaremos los pasos a seguir para obtener plantas vigorosas y productivas; una semilla de calidad produce brotes sanos y una de mala calidad produce plantas débiles y enfermas, por lo consiguiente es recomendable utilizar semillas de calidad (prebásica, básica y registrada). El proceso es el siguiente:

3.1 Obtención controlada de brotes de calidad

Para la obtención de brotes, es necesario contar con un almacén de luz difusa, donde los tubérculos permanezcan en tarimas, previa selección, clasificación, desinfección y tratamiento por tamaños y variedad en un volumen máximo de 15 cm de alto.

El brotamiento debe ser natural, no requiere ningún bioestimulante; debe coincidir con la época de siembra grande y el inicio de las lluvias de temporada. En la sierra central las siembras de papa se realizan a partir de la segunda quincena de octubre.

Para inducir el crecimiento uniforme de los brotes, se cubren con una manta negra, acelerando su desarrollo durante 7 a 10 días, hasta lograr brotes de 8 cm a 12 cm de largo. Ver fotos 28 a 31.



Foto 28. Tubérculos cubiertos con mantas de color negro, para abrigarlas e inducir al desarrollo de los brotes.



Foto 29. Desarrollo de brotes en forma rápida y uniforme.



Foto 30. Brotes de tamaño adecuado, de 8 cm a 12 cm, con un diámetro del tallo de 6 mm.



Foto 31. Tubérculo con 3 a 5 brotes; los brotes pequeños quedan para el desarrollo posterior.

3.2 Desbrotado de la papa -semilla

Un tubérculo puede producir más de 20 brotes considerando las yemas secundarias y efectuarle hasta 3 desbrotados; lo recomendable es como máximo 2 desbrotados para evitar la deshidratación del tubérculo; después del desbrotado los tubérculos deben guardarse en el mismo almacén con mucho cuidado para que vuelvan a brotar. Los tubérculos almacenados correctamente en luz difusa producen brotes robustos; en estas condiciones regulamos el envejecimiento del tubérculo aprovechando al máximo el potencial productivo de la papa (fotos 32 a 37).



Foto 32. Brote vigoroso. A lo largo del tallo principal presenta los nudos que dan origen a tallos laterales y raíces.

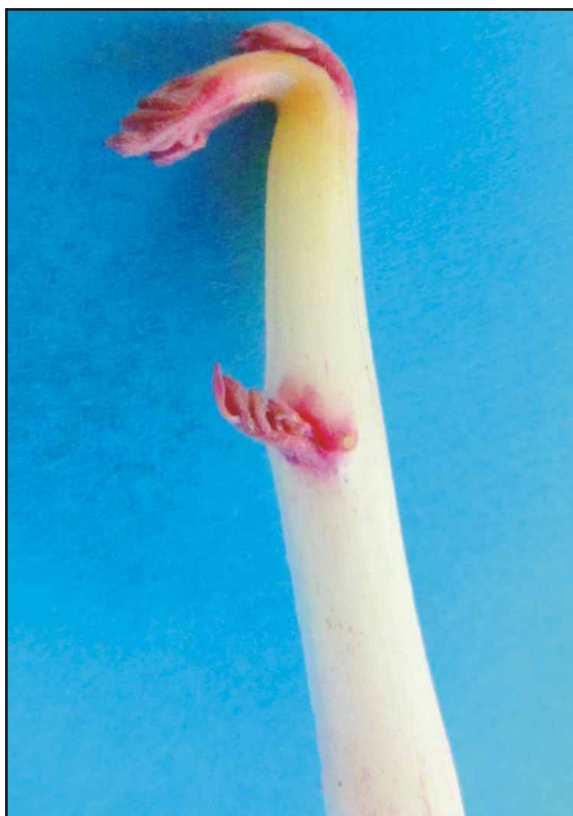


Foto 33. El ápice del tallo principal presenta una curvatura con rudimentos foliares que darán origen a las hojas apicales.



Foto 34. Brote de la variedad INIA 303 - Canchan.

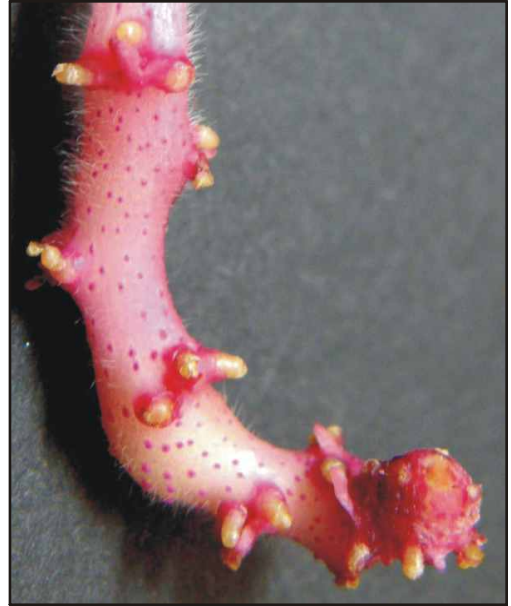


Foto 35. Porción basal del brote de la papa Canchán donde se observa mayor número de protuberancias radicales y los rudimentos caulinares que darán origen a las raíces y a los tallos laterales de la planta respectivamente.



Foto 36. El desbrotado se realiza con mucho cuidado, girando suavemente el brote para desprenderlo fácilmente del tubérculo sin dañar las yemas secundarias del ojo, ni producir heridas.



Foto 37. Los brotes obtenidos se guardan en un recipiente limpio (bandejas o cubetas) cubriéndolas con papel toalla húmeda, para evitar la deshidratación; utilizar solución jabonosa para desinfectar las manos, después de cada tubérculo desbrotado.

3.3 Preparación de camas para enraizamiento de brotes

El método que da seguridad del 99,8% de prendimiento de plantas trasplantadas en campo son los brotes enraizados, especialmente para áreas grandes que sobrepasan 1 ó más de 2 ha, siendo esta la mejor alternativa de producción. Por hectárea se requiere aproximadamente entre 60 000 a 70 000 brotes enraizados y para lo cual es necesario un área de enraizamiento de 70 m² (1 000 brotes/m²).

Para pequeños núcleos genéticos de semillas, en áreas menores a 2 000 m², puede utilizarse los brotes sembrados directamente en campo con riegos frecuentes hasta que emerjan a la superficie y el resto del crecimiento coincida con las lluvias temporales.

El primer paso para la preparación de las camas de enraizamiento, consiste en elegir un terreno descansado como mínimo 3 años o de preferencia un campo “pulun” (campo de pasto o grama de 5 años), en lo posible debe estar ubicado cerca a la chacra donde se hará el trasplante; si el suelo presenta piedras es necesario tamizar, y adicionar, por cada 10 m² un saco de 50 kg de estiércol de ovino o de vacuno descompuesto. El tipo de cama puede ser similar a las almacigueras para hortalizas, en alto relieve, tipo melga, sobre losa de cemento (en el patio). Las camas se bordean con ladrillos, palos, tablas, piedras o troncos de tal manera de aprovechar lo recursos que uno dispone.

El ancho de cama es de 1,20 m con una profundidad de 8 cm, y el largo de acuerdo a lo requerido, considerando que en un metro cuadrado enraizan 1 000 brotes (2,5 cm de brote a brote y 4 cm de ancho del surquito).



Foto 38. Tamizado de tierra, agregando estiércol descompuesto para preparar las camas al enraizamiento de brote.



Foto 39. Mezcla del estiércol con tierra formando una capa de 5 a 10 cm de profundidad.

Para enraizar brotes solo se requiere una capa de tierra preparada de 5 a 10 cm de alto, dependiendo del tamaño del brote. El tipo de suelo de preferencia debe ser el franco-arenoso-humoso (fotos 38 a 41).



Foto 40. En camas para enraizamiento de brotes de 1,20 m de ancho puede utilizarse ladrillos, tablas, piedras o troncos como bordes.



Foto 41. Camas tipo almaciguera, en alto relieve o en melgas, como para siembra de hortalizas. Deben tener buena cantidad de estiércol incorporado bien con la tierra.

3.4 Enraizamiento de brotes

El desbrotado requiere preparar una solución jabonosa diluida en 3 litros de agua que servirá para aplicarse en las manos después de cada desbrote de tubérculo; la solución jabonosa desinfecta las heridas producidas en el tubérculo por el desbrotado y evita infecciones virales o de otros patógenos. Los brotes se colocan en bandejas limpias, por tamaño; no retirar brotes menores de 6 cm. Los tubérculos desbrotados guardarlos en el mismo almacén con mucho cuidado y tapados con mantas para inducir el desarrollo del resto de brotes; solo es necesario que los nuevos brotes desarrollen 5 mm para que puedan sembrarse en campo, o caso contrario venderlos y con la venta cubrir los gastos de conducción del campo de brotes; de esta manera reduciremos los costos de producción. Si trasplantamos brotes en un campo y sembramos los tubérculos en otro campo, estaremos duplicando hasta triplicando el área de nuestro semillero.

Los brotes no requieren ningún tipo de tratamiento, menos con bioestimulantes; el desbrotado es manual, no es necesario cuchillas; al desbrotar no hay que quebrar ni arrancar los brotes porque dañaremos las yemas secundarias produciendo una herida en el ojo; el modo más sencillo de sacar un brote es realizando un giro suave con las yemas de los dedos desprendiéndolo fácilmente del tubérculo. Los brotes son depositados en un recipiente limpio (bandejas o lavatorio plástico) y cubiertos con papel toalla húmedo,

pulverizando agua cada cierto tiempo para evitar su deshidratación. Recordar que es recomendable un solo desbrotado y en el mejor de los casos hasta dos (si los tubérculos no muestran deshidratación y son grandes).

Las camas de enraizamiento deben tener humedad a la capacidad de campo y estar compactada moderadamente. Utilizando un palito del espesor de un lápiz, se forman agujeros cada 2,5 cm, donde colocamos el brote de tal manera que la mitad del brote quede en contacto con el suelo y presionar suavemente la tierra alrededor del brote e inmediatamente aplicar un riego suave con una regadera para asentar los brotes (fotos 42 y 43).



Foto 42. Cama con agujeros lista para enraizamiento de brotes.



Foto 43. Se requiere cierta habilidad para colocar los brotes rápidamente en los agujeros.

Es importante indicar que las camas de enraizamiento deben ubicarse a campo abierto sin ninguna cobertura para que las plántulas de brotes se aclimaten al medio y puedan resistir las inclemencias del tiempo, especialmente las escaldaduras producidas por efecto de la radiación solar al momento del trasplante. De esto depende el éxito de la producción por brotes en campo.

3.4.1 Metodologías de enraizamiento

Una alternativa interesante para enraizar brotes es la utilización de bandejas almacigueras, recomendándose las de 72 celdas, donde puede utilizarse un sustrato preparado a base de musgo, turba y humus, adicionándole productos orgánicos; esta técnica es perfectamente compatible en los sistemas modernos de cultivos ecológicos, ya que emplea productos orgánicos. Un aspecto importante a tener en cuenta al utilizar el brote separado del tubérculo es la sanidad debido a que la papa es uno de los cultivos con más problemas sanitarios en el campo, le afectan enfermedades fungosas, bacterias, virus y otros, de igual manera plagas como insectos y nemátodos.

Por su forma de propagación vegetativa, el tubérculo se comporta como una fuente de inóculo de los problemas fitosanitarios antes mencionados; en la piel o cáscara se observan síntomas de enfermedades como pústulas, puntos necrosificados, pudriciones, costras, etc., incluso en los ojos y heridas pueden encontrarse huevos de insectos, nemátodos y larvas. Sembrado el tubérculo en el suelo, diseminará enfermedades y plagas en el espacio circundante, obligando a utilizar una gama de pesticidas que encarecen el cultivo. Está demostrado que usando papa-semilla de calidad (prebásica, básica o registrada), obtendremos plantas de calidad y si utilizamos los brotes desgajados del tubérculo, lo estaremos aislando de la fuente de inóculo (tubérculo-semilla) obteniéndose plantas de un alto porcentaje sanitario, en el campo se observarán plantas de tamaño y crecimiento uniforme, vigorosas con bajo porcentaje de problemas fitosanitarios. En cosechas de campos sembrados con brotes se tienen rendimientos que sobrepasan las 50 t/ha, con un promedio de 70 % de tubérculos grandes sin deformaciones y un 80 % de tubérculos sanos con mínimas sintomatologías de enfermedades en la piel. La ventaja es que obtendremos semilla de calidad (sana).

En el mercado nacional existen modelos de bandejas a precios razonables, de buena duración según el manejo que se les de. Es una forma muy limpia y efectiva con un 100 % de resultados óptimos (fotos 44 a 46).



Foto 44. Bandeja de 42 celdas con sustrato preparado y un brote por celda. En estas almacigueras hay que regar frecuentemente para mantener la humedad del sustrato.



Foto 45. Cono extraído de celda almaciguera; se observa el brote con raíces y hojas apicales en inicio de desarrollo.



Foto 46. Conos con plántulas de brotes ubicados al fondo del surco para su tapado con tierra; los fertilizantes y guano de corral son aplicados en el espacio entre los conos.

3.5 Crecimiento de los brotes

El promedio de días que necesitan los brotes para enraizar es de 8 a 12, para ello requieren tierra húmeda quedando aptos para el trasplante a partir de los 14 días, el crecimiento de las raíces y hojas es rápida, no hay que olvidar que cada brote es una planta.

Para acelerar el desarrollo foliar de los brotes en las camas es necesario aplicar fertilizantes nitrogenados y abonos foliares, sin embargo el riesgo es que las plantas aceleren su crecimiento y puedan ganar tamaño y área foliar, lo cual no es recomendable para el trasplante en campo por el riesgo de estar más propensas a la deshidratación por insolación, sufriendo un retraso en su recuperación. La dosis recomendada de fertilizante es de 1 kg de nitrato de amonio/80 m² aplicado cuando las plantas inician el crecimiento de las raíces (fotos 47 y 48).



Foto 47. Brotes recién enraizados, se observa cierto decaimiento por efecto de la insolación, esto sucede durante los primeros días.

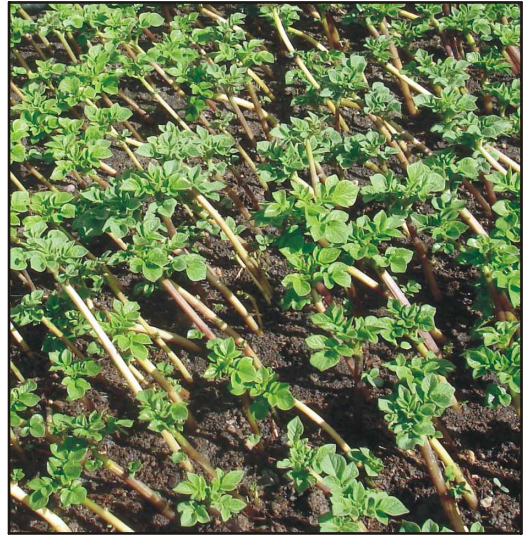


Foto 48. Brotes de 10 días, obsérvese el desarrollo de las hojas apicales.

Los brotes de 14 a 16 cm solo requieren que desarrollen las hojas apicales y las raíces para ser trasplantados; a esta edad la cabellera radicular es abundante (ver foto 49). A partir de los 20 días las plantas comienzan a envejecer formando tallos duros, algunas variedades comienzan a emitir estolones y tuberizar y las hojas adquieren un color amarillo y en otras variedades se tornan de color violáceo por encontrarse en competencia entre plantas. Es importante conocer el efecto de la tuberización temprana,

que hasta cierto punto es favorable; se ha observado que la acción misma de separar el brote del tubérculo los induce a que comiencen a tuberizar tempranamente; en variedades precoces este efecto es más notorio, lo cual nos da una ventaja en la producción de papa por brotes. Todas las variedades inician la tuberización en campo a los pocos días después del trasplante, en algunas variedades precoces los brotes comienzan a tuberizar en las camas de enraizamiento. Este efecto favorece la producción de papa por brotes, generalmente con esta técnica todas las variedades producen por lo menos el 70 % de tubérculos grandes y bien formados.

En las camas de enraizamiento, el ataque de insectos como épitrix, diabrotica y noctuideos, es mínimo, no es necesario la aplicación de insecticidas; no se ha observado la presencia de enfermedades (foto 50).



Foto 49. Una plántula de brotes con hojas apicales y raíces laterales, la mayoría de las variedades producen abundante cabellera radicular.



Foto 50. Plantas vigorosas de buen desarrollo aptas para el trasplante en campo; las camas no se deben cubrir con ningún tipo de cobertor.

3.6 Manejo de brotes en las camas de enraizamiento

Los riegos en las camas son muy necesarios, realizándolos periódicamente de acuerdo a la necesidad hídrica de las plantas; no regar muy seguido; las camas deben mantenerse húmedas, de lo contrario las plantas comenzarán a madurar prematuramente formando tubérculos.

En lo posible utilizar agua de caño potabilizada, teniendo en cuenta que esté tratada con hipoclorito de calcio y libre de patógenos. Aplicar riegos ligeros con regaderas tipo ducha (fotos 51 y 52).



Foto 51. Riego ligero, utilizando agua de caño y regadera tipo ducha.



Foto 52. Riego utilizando manguera con un acoplado a una regadera. Los riegos son realizados según la necesidad hídrica de las plantas.

3.7 Condiciones de los brotes para el trasplante

Las plántulas por brotes están óptimas para el trasplante desde los 14 días hasta los 20 días (foto 53), después de los 20 días el trasplante es dificultoso por el desarrollo acelerado de las plantas y su mayor área foliar.

Un día antes del trasplante aplicar un buen riego para humedecer la tierra; las plántulas irán al campo con pan de tierra. Las variedades precoces y semi-precoces presentarán estolones y en muchos casos tuberculillos, no es necesario eliminarlos.

Para el transporte de las plántulas de brotes de la cama al campo se utiliza jabas de madera (las jabas o envases de frutas son muy económicas y manejables), antes de utilizarlas es necesario remojarlas en solución jabonosa y aplicarles lejía con una pulverizadora manual para descontaminarlas de enfermedades y plagas.



Foto 53. Plántulas de brotes, óptimas para el trasplante en campo definitivo.

3.8 Preparación del campo para el trasplante

La ubicación del campo donde vamos a trasplantar las plantas de brote es fundamental, debe estar cerca de una fuente de agua, para el primer riego (riego de instalación) y un segundo riego si fuera necesario, el resto de la campaña debe coincidir con las lluvias temporales. El terreno debe ser un campo en rotación de tres años como mínimo, de preferencia buscar suelos de pastos o suelos “pulún” que estén en descanso más de 3 años.

El tipo de suelo recomendable es el franco-arenoso, profundo, y preparado con anticipación; los canales de riego deben estar limpios, de igual manera los bordes de la chacra. Considerar que en este lote vamos a multiplicar material de calidad, por ello la preparación tiene que hacerse profunda, dejando el suelo bien mullido utilizando maquinaria, yunta o chaquitacla (fotos 54 y 55).



Foto 54. Preparación del suelo con yunta.



Foto 55. Preparación de suelo con maquinaria, debe ser profunda (el suelo debe tener humedad).

Es necesario abonar con guano de corral o estiércol en una cantidad promedio de 8-12 t/ha, aplicándolo al fondo del surco (foto 56).



Foto 56. Aplicación de materia orgánica al fondo del surco, entre 8 a 12 t/ha.

Los surcos deben abrirse el mismo día del trasplante para evitar la pérdida de humedad del suelo. La época propicia para el trasplante en campo es a partir de los primeros días del mes de noviembre hasta finales del mismo, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias.

Para pequeñas parcelas menores a 3 000 m² los brotes pueden sembrarse directamente en el campo sin enraizar. Para áreas mayores a 1 ha, necesariamente los brotes tienen que estar enraizados, con ello se obtendrá 99,98 % de prendimiento en el campo. Para 1 ha, se requiere 60 000 a 70 000 plantas de brotes.

3.9 Trasplante de brotes en campo definitivo

El trasplante de brotes en campo se realiza por unidad de planta (una planta de brote enraizado por golpe). Una planta de papa no requiere de mucho espacio, tampoco dosis altas de fertilizantes, solo lo necesario.

Los distanciamientos de trasplante son:

- Ancho de surco = 0,80 m (125 surcos en una hectárea)
- Entre plantas = 0,18 m a 0,20 m
- Para distanciamientos de 0,18 m se requiere 69 400 plantas.
- Para distanciamientos de 0,20 m se requiere 62 500 plantas.
- Fertilización : N - P - K
120 - 120 - 90

La aplicación de los fertilizantes debe realizarse al momento del trasplante; el nitrógeno fraccionarlo en dos partes, al trasplante y al aporque, utilizando nitrato de amonio. La aplicación es por golpes entre plantas. El trasplante de las plántulas de brotes se realiza al fondo del surco, o también en la costilla del surco, colocando una planta por golpe y luego cubriéndola con tierra hasta la mitad del tallo, el riego realizarlo en forma inmediata muy suavemente para evitar que el agua arrastre o lave el fertilizante; el primer riego es clave para el éxito del prendimiento de las plantas, este riego favorece que las raíces tengan mayor cohesión con el material fino del suelo y puedan desarrollar rápidamente los pelos absorbentes del área radicular (fotos 57 a 60).

La cantidad de personal para el trasplante de 1 ha es de 14-16 personas.



Foto 57. Traslado de plantas en jabas de madera.



Foto 58. Las plantas enraizadas se colocan de una en una con pan de tierra, puede ser al fondo del surco o en la costilla; la fertilización es por golpes entre las plantas.



Foto 59. El tapado es inmediato, cubriendo la raíz y parte del tallo con tierra, sin cubrir las hojas.



Foto 60. El primer riego es suave y lento para lograr una buena cohesión de las raíces con el suelo.

3.10 Manejo agronómico de plantas de brotes en campo

Las plantas de brotes enraizadas son muy rústicas, reaccionan inmediatamente; los primeros 8 días las plantas presentan decaimiento en las hojas, luego generarán hojas fuertes formando una planta robusta (foto 61). A los 12 días realizar una remoción del suelo como efectuando un semi - aporque, en este momento puede aplicarse parte del nitrógeno; a mayor remoción del suelo, la planta crecerá con mayor vigor (foto 62).



Foto 62. Remoción del suelo para dar aireación a las raíces de las plantas de brotes.

La presencia de insectos es mínima especialmente los épitrix, diabrotica, áfidos y noctuides, siendo necesaria la aplicación preventiva de insecticidas con un abono foliar para ayudar a fortalecer la planta (foto 63); a partir de este momento el desarrollo de las plantas se acelera, realizándose el aporque entre los 20 a 30 días del trasplante. El aporque puede efectuarse con maquinaria, yunta o a mano, previa aplicación de la segunda dosis del fertilizante nitrogenado.

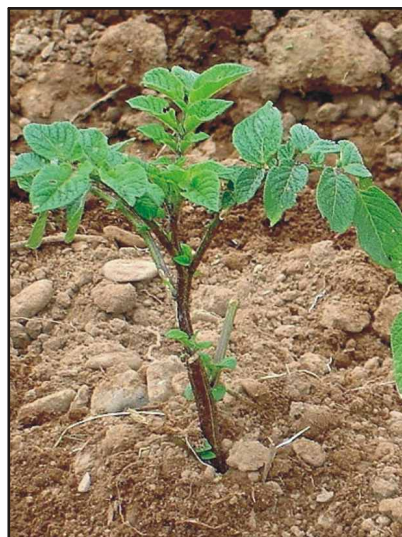


Foto 61. Planta de brotes, de desarrollo vigoroso.



Foto 63. Aplicación preventiva de pesticidas para proteger las plantas de plagas.

El aporque debe ser lento y suave para no dañar las plantas, e inmediatamente después levantar la tierra con azadón (foto 64).

Las plantas al desarrollo presentan vigor y tamaño homogéneo con verdor intenso. El periodo vegetativo normalmente se acorta en 21 días, el desarrollo de las plantas es tan normal que no hay diferencias con los cultivos instalados con papa-semilla; la ventaja de los brotes es que estos ya están tuberizando desde el momento del trasplante y de presentarse una sequía, las plantas aceleran el desarrollo de los tubérculos. En variedades tardías han llegado a acortar el periodo vegetativo hasta en 50 días produciendo tubérculos de buen tamaño con pocas deformaciones y en buen número a comparación de plantas sembradas con papa - semilla que presentaron un número reducido de tubérculos pequeños y deformes.

Producir papa para semilla o para consumo con la tecnología de brotes, tiene grandes ventajas, superando en 100% la papa producida por semilla-tubérculo.



Foto 64. Aporque utilizando maquinaria.

3.11 Desarrollo de plantas

Las plantas desde el inicio de su desarrollo comienzan a formar estolones vegetativos y tuberíferos; las ramas laterales desarrollan presentando una arquitectura de varios tallos; se requiere un cultivo alto y temprano para inducir a la formación de plantas secundarias de tallos laterales, especialmente los formados en el nudo del cuello de la planta.

Las variedades tempranas solo forman un tallo principal con tallos laterales; INIA 403 -Canchán y variedades tardías como Yungay forman tallos laterales y plantas secundarias por el desarrollo de estolones vegetativos (también formarán raíces y tubérculos). La altura de planta es normal con crecimiento vigoroso, llegando al tamaño característico de la variedad (fotos 65 a 68).

La tecnología de unidades de plantas/ha, consiste en plantar una sola planta cada distancia mínima de desarrollo (18 a 20 cm) para formar tubérculos y dar una población real

de plantas por hectárea, considerando que si tomamos en cuenta en una siembra normal con papa-semilla la experiencia indica que es necesario sembrar entre 30 000 a 40 000 tubérculos-semilla, dependiendo de su tamaño, esto da un promedio de 35 000 tubérculos/ha, es decir una población de 35 000 “matas”, con esta cantidad de semilla habrán tubérculos que emitan 1 brote, otros 3, 6, 8 hasta 10 o más dando un promedio de 5 brotes por tubérculo. Está demostrado, que un brote produce una planta independiente, entonces un tubérculo produce varias plantas (el número de plantas por tubérculo está en relación directa al número de brotes desarrollados). Si calculamos los 5



Foto 65. Plantas de brotes en estado de desarrollo.



Foto 66. Planta de brotes, de crecimiento vigoroso con tallos laterales.

brotos y lo multiplicamos por los 35 000 tubérculos, tendremos una población de 175 000 plantas por hectárea.

Esta población de plantas es muy alta, generando mucha competencia entre ellas, como cada planta requiere cierta cantidad de nutrientes, por esta razón, es que el cultivo de papa es exigente en fertilizantes. Una planta versus una “mata” de 5 plantas, producen casi el mismo rendimiento especialmente en peso (de acuerdo a las variedades). Es así que para llegar a producir 52,5 t/ha de papa, cada mata tiene que producir 1,5 kg y en el caso de una planta de brote requerimos que esta produzca 0,75 kg.

Experimentalmente una planta de brote puede llegar a producir más de 3 kg y una “mata” de papa de igual manera. En esto se basa la tecnología de la producción de papa por brotes.



Foto 67. Formación de estolones y tubérculos en una planta de brotes.



Foto 68. Campo de plantas de brotes en pleno desarrollo.

3.12 Tuberización

Las plantas de brotes producen generalmente tubérculos grandes en la mayoría de las variedades (70%), los tubérculos son mas uniformes y de mayor calidad sanitaria (70 a 80 %), con una baja cantidad de tubérculos deformes. La tecnología está diseñada para que cada planta produzca como mínimo 0,5 kg de papa con una fertilización media a baja, esto es 30 a 40t/ha. Los costos son relativamente bajos, teniendo en cuenta que sólo se utiliza los brotes de la semilla de papa, de calidad (fotos 69 a 72).



Foto 69. Campo apto para la cosecha.



Foto 70. Muestreo de tubérculos de plantas de brotes de la variedad Canchán.

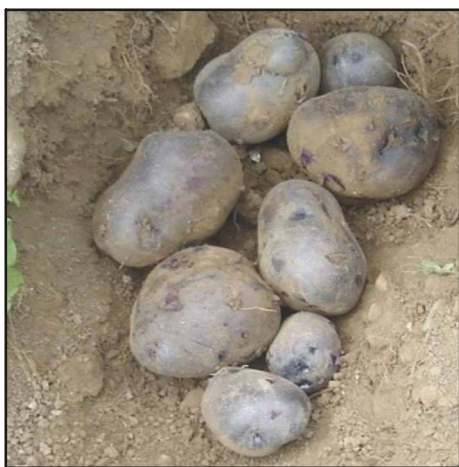


Foto 71. Muestreo de tubérculos de plantas de brotes de la variedad Serranita.

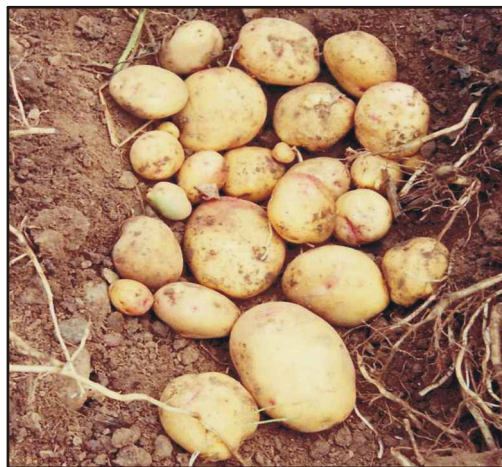


Foto 72. Muestreo de plantas de brotes de la variedad Unga.

3.13 Ventajas y desventajas de la técnica de multiplicación papa - semilla mediante el uso de brotes

Ventajas

- Es una técnica sencilla y productiva, al alcance del pequeño agricultor.
- La tasa de multiplicación de papa - semilla de calidad es alta, puede duplicarse hasta triplicarse en una campaña.
- Está diseñada para producir rendimientos mayores a 30 t/ha.
- Diseñada para producir comercialmente en áreas mayores a 1 ha.
- El periodo vegetativo se acorta hasta en 45 días dependiendo del medio ambiente y la variedad.
- El 80 % de los tubérculos producidos son grandes con alto porcentaje de tubérculos sanos (70%).
- Requiere utilizar papa - semilla de calidad (prebásica, básica y registrada).
- Puede aplicarse en todas las variedades mejoradas.
- Se adapta a cualquier sistema de producción de papa - semilla y de papa consumo.
- Puede controlarse el desarrollo y programar la producción de brotes según la necesidad requerida.
- Las plantas de brotes tuberizan desde el trasplante.
- Hay ahorro de semilla, terreno, fertilizantes, pesticidas, mano de obra y tiempo.
- El uso de semilla de calidad nos dará plantas de calidad.
- Los costos de producción se reducen significativamente, considerando que la semilla madre puede venderse.

Desventajas

- Requiere terrenos con riego para la etapa de trasplante.
- No es recomendable para zonas altas y terrenos de secano.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. RASTAVSKI, A. 1981. Storage of Potatoes. Centre for a Agricultural Publish and Documentation. Wegeningen.
2. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIAA. Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo. 1986. Informe Final Huancayo, Perú
3. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo. Unidad de Apoyo Operativo. Informe Final Campaña Agrícola 2001-2002 de Producción de Semillas.
4. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo. 2002. Informe Final de Producción de Semillas. Documento de trabajo. Huancayo, Perú.
5. Robert, H. Boothy R. L. Shaw, 1994. Principio de Almacenamiento de Papa. Editorial Hemisferio Sur SR.



Innovación y Tecnología



DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA
PROGRAMA NACIONAL DE MEDIOS Y
COMUNICACIÓN TÉCNICA

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1
Telefax: 349-5631 / 349-2600 Anexo 248
<http://www.inia.gob.pe>