



Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

El Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*)

Guía técnica para Productores
Consultores agrícolas y
Empresas Privadas

Programa Nacional de Generación de Tecnología Agropecuaria

Contenido

- **Introducción**
- **Breve Historia mundial y en Honduras**
- **Condiciones Agro-ecológicas del cultivo**
- **Selección y preparación de suelo**
- **Tipos de preparación de suelo**
- **Épocas de siembra**
- **Selección de variedades**
- **Sistema y densidad de siembra**
- **Fertilización**
- **Enfermedades**
- **Plagas comunes y su control**
- **Cosecha**
- **Almacenamiento**
- **Costo de producción**

Introducción

En los próximos 20 años se prevé que la población mundial aumentara en un promedio de 100 millones de personas al año mas del 95% de ese aumento se dará en los países en vías de desarrollo como es el caso de Honduras donde ya se ejerce una intensa presión sobre cultivar la tierra y el agua donde el campesino o productor quiere aprovechar los suelos fértiles produciendo alimentos como el cultivo de la papa. Por lo tanto el mundo en la actualidad afronta un desafío decisivo: garantizar la seguridad alimentaria a las generaciones de hoy y de mañana a la vez que se protegen los recursos naturales de los que todos dependen. El cultivo de la papa forma parte importante de las actividades dirigidas a afrontar estos desafíos del milenio.

El cultivo de la papa se esta convirtiendo en una alternativa favorable para el combate de la crisis alimentaria por esa razón los productores de las regiones donde se cultiva este tubérculo están mas interesados en producir y mejorar su economía familiar.

El consumo de papa Como parte de la dieta de la familia en las zonas productoras de papa es bajo, debido a factores como: el desconocimiento de las condiciones adecuadas de fisiología del tubérculo destinado para consumo y así poder darle los requerimientos para su almacenaje y consumo periódico durante un largo periodo (3 meses) ; Además se puede tener una ventaja con la comercialización y es el hecho que cuando los precios de la papa estén muy bajos, el productor puede almacenar tubérculos y sacarlos luego que el precio mejore en la plaza. Por todo lo anterior se justifica difundir esta tecnología en las zonas productoras de papa del país.

Considerando los volúmenes de producción de papa en el país, generalmente se incrementan en mayor proporción meses después de la introducción de semilla en los meses debido a que la mayor producción se obtiene aprovechando la época lluviosa que empieza a partir del mes de mayo. Esto provoca una saturación del mercado, lo que incide en un menor índice de precios. En consecuencia, los mejores precios se muestran durante el período de junio-agosto, además un 60% de los agricultores esta en manos de pequeños productores (5 tareas/año) a nivel nacional por lo que hay un porcentaje de la misma cosecha servirá para consumo de los mismos. Teniendo el problema que no se pueden almacenar su papa después de un mes ya que la papa se verdea o pierde el gusto culinario.

Breve Historia de la papa nivel Mundial

La papa es originaria de Sudamérica en la región de los andes montañas de los andes y su historia comienza hace 8,000 años, cerca del lago Titicaca ubicada a 3,800 metros sobre el nivel del mar y su diversidad genética se encuentra en las montañas de los andes, y es en los años noventa que tuvo un crecimiento que superó los 100 millones de toneladas métricas en comparación con los 30 millones producidas en la década de los 60 es así como da inicio el cultivo de este tubérculo que ha despertado el interés y el aprovechamiento de la población mundial

La planta de papa conocida científicamente con el nombre de (*Solanum tuberosum*), es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo muy abundante en almidón esencial para incluirla en la dieta alimentaria de todos los seres humanos. La papa ocupa el cuarto lugar en el mundo como alimento nutricional por su alto contenido en carbohidratos después del maíz, trigo y el arroz convirtiéndose de esa forma en un alimento básico en la alimentación mundial.

Historia de la papa en Honduras

En el país el cultivo de la papa se inicia en la década de los años 50 con el establecimiento del Ingeniero Theodoracopoulos Q. D. D. G en la meseta de Intibucá y La Esperanza y comienza su producción con la importación de variedades como mirka, alpha, y red pontiac, específicamente traídas desde Holanda.

En ese sentido se inician los primeros esfuerzos de comercialización y transferencia de Tecnología, posteriormente la Asociación de Ganaderos y Agricultores de Intibucá toman fuerzas y inician a importar variedad de semillas como la atzimba, conchita, rosita anita de (México), Canadá y Holanda, actualmente se cultivan alrededor de 4000 has en las regiones de intibucá Ocotepeque repartiéndose en más de un 95 % de la producción nacional, también la producción de este alimento se da en Lempira Francisco Morazán, Santa Bárbara, Yoro, Copan y El Paraíso en una escala pequeña.

Requerimiento agro- ecológico para el cultivo de papa

Temperatura:

Condiciones Agroecológicas del cultivo

CLIMA

La papa es un cultivo que prefiere climas templados, subtropicales y tropicales, temperaturas diurnas de 30 grados y bajas no menores de 10 grado de noche, en general la papa requiere temperaturas de 18 a22 grados y se logra en las zonas montañosas con alturas de 14000 metros sobre el nivel del mar.

- Climas templados, temperaturas diurnas no mayores de 30°C y bajas no menores de 10|c (noche) la media es de 18-22°C. –zonas montañosas (mayor de 1400 msnm)
- Alto requerimiento de agua, 500-650 mm durante el ciclo de cultivo (90-110 días)
- Suelos profundos, sueltos, ni muy arenosos , ni muy arcillosos, ricos en materia orgánica y buen drenaje

SELECCIÓN Y PREPARACION DE SUELOS

Como se trato en el caso de los requerimientos de suelo este debe tener un buen contenido de nutrientes y estructura suelta para realizar una buena preparación de suelo, con el objetivo de obtener una buena cama con un suelo bien mullido sin terrones en los 30 a 40 CMS de profundidad ya que en esta zona es donde se desarrollan los tubérculos.- El numero de labores depende del tipo de suelo siendo más fáciles de laboreo los suelos francos a arenosos que los suelos arcillosos, una preparación muy anticipada ala siembra contribuye a una descomposición de la materia orgánica con mejor tiempo para una disponibilidad de sus nutrientes para el cultivo además las preparaciones anticipadas ayudan a romper los ciclos o estados juveniles de plagas importantes como gallina ciega, palomilla y otras. Hay que tener en cuenta que aquellos suelos susceptibles a la erosión o exceso de lluvia no es aconsejable esta práctica. Un suelo pobremente preparado con terrones lleno de rastrojo de maleza o de cultivo sin descomponerse no es adecuado para el desarrollo de tubérculos y es un nicho de plagas y enfermedades.

- Lote comercial
- Lote para semilla
- Suelos sueltos, profundos, buen contenido de nutrientes además de materia orgánica y buen drenaje.
- Accesibles al agua

Preparación de suelo

- El suelo debe estar libre de terrenos en 30-40 cm. de profundidad
- El número de labores en el suelo de preparación del suelo depende del tipo de este y la forma en que se prepare.
- La preparación anticipada y continua contribuye a un control de plagas.
- Limpieza de maleza y arbustos alrededor del lote, revisión de la vecindad con otros cultivos y proteger el cultivo (cerca)

Suelo

La papa es un cultivo que su producción se es en el suelo, por lo que se requiere suelos profundos y sueltos no muy arenoso, ni arcillosos que interfieran en el desarrollo normal del tubérculo, suelos francos con buena fertilización natural, ricos en materia orgánica y buen drenaje.

Para su desarrollo y producción la papa requiere de abundante agua que vaya entre los 500 mm a 650 mm equivalente 2,100 litros para una hectárea del cultivo hasta la madurez fisiológica. Es muy importante el suministro de agua durante los 60 días después de la siembra para una cosecha fructífera.

Selección y preparación del suelo

Para tener éxito en la producción de papa se recomienda que los suelos para la siembra de semilla – tubérculos tengan un buen contenido de nutrientes y una estructura suelta para poder realizar una mejor preparación de la misma ya que con esto se obtendrá una buena cama con un suelo bien mullido sin terrones en los 30 o 40 CMS de profundidad ya que en esta zona es donde se desarrollan los tubérculos.

El numero de labores depende del tipo de suelo siendo mas fáciles de labores los suelos francos o arenosos que los suelos arcillosos, una preparación muy anticipada a la siembra constituye a una descomposición de la materia orgánica con mejor tiempo para una disponibilidad de sus nutrientes para el cultivo, además la preparación anticipadas ayudan a romper los ciclos o estados juveniles de plagas importantes como gallina ciega, palomillas entere otras.

No es aconsejable para el productor que utilicen suelos susceptibles a la erosión o con exceso de terrones llenos de rastrojos de maleza o de cultivos sin descomponerse ya que estos no son adecuados para el desarrollo de tubérculos debido a que se convierten en un nicho de plagas y enfermedades dañinas que solo ocasionarán perdidas de cultivo.

Selección de la semilla

La selección de la semilla es la parte más importante en la producción de papa que los productores deben tomar en consideración ya que una selección adecuada de la semilla –tubérculo le traerá ganancias de cultivo mientras que una mala elección del núcleo con sanidad no preparada para la fertilización incurrirá en graves consecuencias y decepciones. Con buenas practicas culturales sobre fertilidad y uso de pesticidas se puede lograr grandes producciones para el consumo y la exportación.

No es aconsejable utilizar semilla de procedencia dudosa ya que los resultados que se obtendrán serán menores es decir: producción con bajo rendimientos, transmisión de enfermedades y plagas al suelo (bacterias), y degeneración genética.

Recomendaciones para seleccionar la semilla

A.-La semilla tubérculo inicial no debe tener mas de 2 multiplicaciones/ ciclos en el campo si es artesanal (del productor), a partir de la semilla certificada.

B.- Al momento (estado fisiológico de la semilla), esta no debe manifestar deshidratación, brotes de exagerado crecimiento brotes de raicillas, los brotes deben ser vigorosos, no mas de ½ pulgada dependiendo de la variedad, el color de los brotes será verde, morado o crema, un tubérculo de semilla certificada debe tener entre 3 a 5 brotes.

C.- La semillas – tubérculo certificada se selecciona por diferentes tamaños o calibres, las medidas en diámetros de largo y ancho de la semilla son por lo general de 28 cm. de ancho y 35 de alto 35/45, 45/55, entre mas pequeño sea un calibre con menos brotes tendrá mejor rendimiento en la cobertura de área de siembra.

D.- La variedad a usar dependerá de las exigencias ya sea de mercado, manejo ambiente y preferencia del productor,

Dentro de las variedades están

- Variedades con color de piel: rojo, amarillo, cremas todas estas recomendables para consumo fresco e industrial.

- Variedades de ciclo largo: de 120 a 150 días

- Variedades de ciclo corto – intermedio: 85 a 100 días

Las variedades mas usadas son las holandesas como ser:

Provento

Caesar

Diamante

Maranka

Scort

Alhpa

Por ejemplo existe otras de tubérculo oval alargado piel crema o amarillo para ciclo corto o intermedio con hojas tolerante a tizón tardío, pero de buen rendimiento y preferencia por el mercado.

Variedades de origen andino

Estas variedades de semilla son de alta tolerancia a tizón tardío, de madurez con una madurez tardía de 5 meses son de buen rendimiento y de una área foliar abundante entre estas variedades encontramos:

- * Atzimba
- * Tollocan
- * Floresta
- * Andrea

Y otras variedades de origen mexicano y peruano.

La siembra

En Honduras como en todos los lugares del trópico la siembra es todo el año, esta se realiza de forma manual y se requiere que tenga una buena profundidad de siembra, esto es importante, por que protege al tubérculo de infecciones o ataques de plagas.

La siembra se prepara a una profundidad de 20 CMS, la distancia que se debe tener entre surcos es entre los 0.90 mts a 1.10 mts ya que un vigor genético disminuido no será mejorado con un buen manejo de la fertilidad, practicas culturales y pesticidas; no es aconsejable para el productor ya que solo le ocasionara perdidas económicas y esfuerzos inútiles.

Fertilización

- Especie de acumulación.
- El traslado del almidón o carbohidratos de las hojas al tubérculo es responsable el potasio.
- La formación de los tubérculos son en los primeros 40 días (fase crítica)
- La fertilización más usada es con 12-24-12, mezclas de KCL y Sulpomag, con aplicaciones de un 60% a la siembra y el resto al aporque.

Las papas pertenecen a las especies vegetales descritas como de “acumulación” esto implica que su principal función fisiológica es acumular o almacenar gran cantidad de nutrientes en los órganos de almacenamiento (tubérculo) siendo los carbohidratos, como el almidón, el principal elemento responsable de la movilización desde las hojas al

tubérculo de tal forma que un alto contenido de potasio en las plantas es decisivo para obtener altos rendimientos.

La fase de desarrollo de los tubérculos dura en promedio de 40 días y se le conoce como “fase crítica” ya que es el momento en que se define y se completa el rendimiento del cultivo, en esta fecha la papa debe tener disponible los nutrientes dentro de la planta, abastecimiento de agua y control fitosanitario.

Otro aspecto importante que el productor debe tomar en cuenta es que las aplicaciones tardías de nitrógeno (las aplicaciones deben de ser antes de los 30 días después de la siembra), el nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo y a partir de los 40 días después de la siembra las plantas requieren nutrientes para la formación de tubérculos como el potasio, fósforo y zinc como elementos presentes en la traslocación de nutrientes del área foliar a los tubérculos.

El fertilizante más usado en el cultivo de la papa es el 12-24-12 con mezclas de KCL y SULPOMAG, una recomendación para la zona alta de Intibucá será de 20 quintales /mz ya sea de KCL o SULPOMAG esto dependiendo de la recomendación y análisis de suelo. El cual es importante realizar en el cultivo de la papa para utilizar eficientemente los recursos económicos y productivos.

Requerimientos nutricionales del cultivo

- **De 100-300 kg/ha de Nitrógeno.**
- **De 100-200 kg/ha de P₂ O₅**
- **100-500 kg/ha de C₂O**
- **100-150 kg/ha de Ca**
- **70-120 kg/ha de Mg**
- **Ph de: 5-6**

El productor debe de conocer cuáles son los nutrientes esenciales que contienen más nutrientes para que pueda utilizarlos en la producción es por eso que se desglosan en esta narrativa algunas de ellas.

Para obtener rendimientos de 25 a 40 TM /ha se necesita nitrógeno de 100, a 300 Kg. / ha, P₂ O₅ Kg /ha. Ca 100 a 150 Kg/ha y MG 70 a 120 kg/ha lo cual dependerá de la pendiente del terreno o las variedades.

La distancia entre la postura va de 25 CMS a 30 CMS dependiendo del calibre de la semilla, la cual se coloca al fondo del surco posterior a la fertilización realizando esta al

fondo del surco. La semilla – tubérculo se coloca con todas las brotes hacia arriba y no hacia el fondo del surco.

Hay que tapar la semilla de cuatro a seis veces su grosor, la germinación por lo general ocurre de 12 a 20 días dependiendo del estado del brote o semilla o riego. La práctica a partir del tubérculo para la siembra no se recomienda debido a la alta incidencia de bacterias en el suelo, y el cuidado que tiene que tener el productor para hacer este corte de la manera aséptica lo cual le causaría mas trabajo y riesgo en nuestro sistema de producción.

Riego

Los riegos se realizan uno antes de la siembra, 2 semanales, en las primeras tres semanas y un riego semanal hasta la madurez del cultivo. El riego por aspiración es el más eficiente para la papa en nuestro medio usando en su mayoría la fuerza de gravedad desde una fuente de agua trasplantándola con manguera s de poliducto hasta un aspesor tipo jardinero los cuales cubren aproximadamente una tarea y la riega en casi una hora.

Plagas comunes y su control

Insectos: se han identificado mas de un centenar de insectos que dañan diferentes partes de la papa, pero solo unos cuantos ocasionan daños económicos importantes.



Afidos: estos insectos son de mayor importancia son *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* estos afidos tienen un amplio rango de plantas hospedadoras, los daños q



ue causan son directos como la succión de savia que causa debilitamiento, marchite y deformación de la planta, el daño de mayor importancia e indirecta es la transmisión de virus y otros patógenos.

Medidas de control

Las medidas de control están más dirigidas a la prevención, como ser rotación de cultivos (gramíneas), eliminación de malezas u hospederos de la plaga, el uso de insecticidas sistemáticos se recomienda bajo un ataque severo.



Gallina ciega (PHYLLOPHAGA SPP.): Las larvas son las que causan daos a tubérculos y sistemas radicular de la papa causan pérdidas de asta 100 % de la producción

Medidas de control:

La época de mayor ataque es en los meses de agosto, septiembre y hasta diciembre según las labores como preparación de suelo, siembra y cosechas que no coinciden con el ciclo de la larva son medidas efectivas para no tener daños.



Palomilla de la papa (Phthorimaea operculella y Tesia solannivora):

Este nombre se conoce el complejo de especies que atacan los tubérculos perforándolos ya sea en el campo o en el almacén para semilla y hacienda minas en las hijas, barrenando los tallos, sus horas de mayor actividad son en la madrugada y atardecer de allí el mejor momento para su control con insecticidas.

Medidas de control

La siembra de tubérculos libres de la plaga, rotación de cultivos, aporques altos, evitar el agrietamiento del suelo con riegos (gravedad), estas practicas contribuyen a controlar la plaga.



Mosca minadora (Liriomyza spp): este insecto de reciente aparición como plaga ene l cultivo de la pap en Honduras, causa daños de más del 50% siendo sus larvas las que causan daños al área foliar debido a que estas larvas construye galeras entre la epidermis de las hojas y esto provoca disminución de actividad fotosintética y por ende baja en la producción.

El adulto es una mosquita como del tamaño de ejen con tonalidades amarillas en el dorso y abdomen, como la palomilla su mayor actividad es en horas tempranas, el uso excesivo de insecticidas a contribución al aumento del ataque de esta plaga.

Medidas de control

El uso excesivo de insecticidas a contribuido al aumento del ataque de esta plaga debido a la eliminación de numeroso enemigos naturales que tiene esta mosca, el uso de trampas de color amarillo con material adhesivo contribuyen a controlar la plaga, la

rotación de cultivos, eliminación de malezas y hospederos son actividades a tomar muy en cuenta para la reducción de daños por la plaga.

El psílido de la papa (Paratrioza cockerenlli)

Insecto aparentemente originario del sur de los Estados Unidos y Norte de México. En los últimos años se ha dispersado hacia el sur y desde hace unos dos años esta en Guatemala. El adulto mide 2 mm de largo y se parece a una chicharra.

Los huevos son muy pequeños, de color amarillo o anaranjado, de forma oblonga y se encuentran pegados a la punta de un tallo, usualmente colocados a lo largo de los márgenes de las hojas. Las ninfas son aplanadas, como una escama de color verdoso, con una banda de espinas cortas en el borde y se mueven al tocarlas. Las ninfas y los adultos chupan savia, especialmente las ninfas, y al alimentarse inyectan toxina en las plantas.

Síntomas de la planta

Su síntoma más importante es un amarillamiento y encrespamiento de las hojas. En la producción puede reducir los rendimientos en un 20 a 50 %, las papas en almacenamiento germinan prematuramente y aumentan la concentración de severos cuando el ataque se presenta temprano. Las plantas pueden recuperarse si el daño no se deja avanzar.

Alternativas de control antes de la siembra.

Con la finalidad de evitar daños económicos en los cultivos atacados por este insecto, se considera como básico el monitoreo de la población con la finalidad de diseñar las estrategias a seguir en cada una de las etapas vegetativas del cultivo. Un manejo integrado de los psílicos es indispensable.

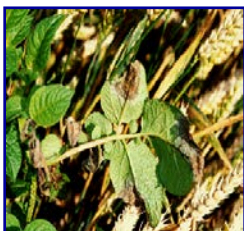
En la actualidad se ha preparado un paquete de manejo integrado el cual se ha tenido una buena respuesta en campo en la zona de ocotepueque.

- selección de terreno para establecer la parcela.
- Siembra con 2 meses de anterioridad a la siembra, de una barrera natural (maíz y /o pasto).
- Preparación anticipada del suelo con un mes y medio antes de la siembra.
- Desinfectación de herramientas de trabajo y uso de pediluvios a la entrada del lote.
- Selección de productos, dosis y frecuencias de aplicación amigables con el ambiente, para el control de enfermedades y plagas concertado con los productores.
- Muestreo de plagas dentro de la parcelas 2 veces por semana.

- Establecer prácticas culturales como: siembra profunda, aporque alto, eliminación de plantas atípicas, recolección de rastrojos y residuos de cosecha. Etec.
- Uso de trampas amarillas fijas y movibles para la captura de insectos.
- Limpieza de malezas a dentro de la parcela MIP, como también a mas de 5 metros de las barreras o periferia del lote.
- Establecer una rotación luego de pap con cultivos que no sean hospederos de insectos plagas de la papa.
- En cuanto a manejo de los químicos como insecticidas se estableció la aplicación de Actara 13 gramos / 16 lts en forma : tronqueada cuando mas del 80% esta germinada , luego realizar 1 aplicación de 15 a 20 días después (aporque), y una ultima entre 55 y 60 días del cultivo.
- De acuerdo a muestreos realizar entre cada aplicación de Actara , no mas de 2 aplicaciones en el ciclo de monarca en dosis de 25 CC/ 16 lts
- Aplicación de ácido salicílico cada 15 días en 3 aplicaciones y no mas de 2 aplicaciones terramicina agrícola al observar los primeros síntomas.
- En cuanto al control de tizón se realizarán 10 aplicaciones en el ciclo con rotaciones de MANCOZEB, METALAXIL RIDOMIL E IMIDAZOLINONA (SERENO).

Control de enfermedades.

Dentro de las enfermedades comunes en el cultivo de papa y que el productor debe conocer al momento de su cultivo para su control están:



Tizón Tardío (*phythophthora infestans*): Es la enfermedad fungosa más seria y de más daño que causa al cultivo de la papa. Afecta las hojas, los tallos y tubérculos y puede devastar un campo de papas en pocos días. La enfermedad es causada por el hongo **phythophthora infestans** y se desarrolla mas veloz mente en temperaturas moderadas y alto grado de humedad. Los síntomas tienen parecido con los daños causados por las heladas. En las hojas aparecen manchas de color verde claro y oscuro que se convierten en lesiones pardas o negras; estas lesiones se expanden a los tallos, que se debilitan y mueren. En los tubérculos se presenta como una decoloración superficial e irregular. Las lesiones necróticas secas y de color marrón se extienden al interior del tubérculo. El control se debe iniciar

- El control debe iniciar de forma preventiva , con la selección de semilla Proveniente de lotes sanos, semilla sana , uso de barreras (King grass)
- Las aplicaciones para protección deben realizarse con macozebo o Clorotalonil se recomienda en el invierno el mayor número de aplicaciones.

- Se recomienda en casos de infecciones mayores de l 20% del área foliar la Aplicación con productos sistémicos como metalaxil.



Tizón Temprano (*alternaria soiani*).el hongo es saprofita o sea que se alimenta de materia orgánica, esta enfermedad por lo general ocurre cuando el cultivo inicia su madurez fisiológica, o hay problemas en aspectos de manejo como fertilidad o riesgo, los síntomas se inician en las hojas de abajo o maduras con lesiones circulares como anillos concéntricos de color pardo y a mayor infección aumenta el numero de anillos en toda la hoja.

- *Se recomienda utilizar productos especialmente para tizón tardío
- *Mejorar las prácticas culturales y agronómicas del cultivo.



Marchitez del follaje.

Marchitez bacteriana. Esta enfermedad es causada por ***Ralstonia solanacearum***, siendo la raza 3 la mas común en papa y la que casi siempre es la asociada con infección latente, portada por los tubérculos. En los campos de papa que fueron sembradas con tubérculos de primera generación o de generaciones posteriores que fueron producidos en camas o campos que hayan sido contaminados por la enfermedad, se puede presentar

En ambientes mas caluroso que favorecen el desarrollo de la bacteria las plantas jóvenes se colapsan, mientras que en clima frió la Marchitez es lenta provoca acaparamientos.

Su control es preventivo y hay que tomar en cuenta estas medidas:

- * Uso de semilla certificada
- * Siembra en lotes libres de la enfermedad
- * Peligro de colindancia con lotes de dudosa sanidad o afectados.
- * Desinfección de herramientas y utensilios de trabajo, zapatos,
- * Con una solución desinfectante.
- * Eliminación de plantas hospederas.
- * Cercado del lote.

Marchitez Bacteriana (*Ralstonia Solanacearum*)

En ambientes más calurosos que favorecen el desarrollo de la bacteria las plantas jóvenes se colapsan, mientras que en clima frió la marchitez es mas lenta y causa acaparamiento. Un síntoma que acompaña a la marchitez es un ligero amarillamiento del follaje y se pueden observar estrías oscuras correspondientes a los haces vasculares infectados en los tallos y a veces en tubérculos.

Su control es preventivo hay que tomar en cuenta estas medidas:

- Uso de semilla certificada
- Siembra en lotes libres de la enfermedad
- Peligro de colindancia con lotes de dudosa sanidad o infectados
- Desinfección de herramientas y utensilios de trabajo, zapatos, etc. Con una solución desinfectante (Cloro)
- Eliminación de plantas hospederas
- Cercado de Lote



Rhizoctoniasis. El hongo promotor de esta enfermedad **Rhizoctonia solani**, se encuentra en un amplio rango de suelos, afecta temprana mente al cultivo de la papa, y es favorecido por los residuos de las cosechas afectadas así como de los esclerotes que se diseminan fácilmente con los tubérculos.

Este problema se evita con:

La realización adecuada de desinfección de las camas, pero su incidencia es más factible en los campos, donde se realiza el trasplante o en aquellos suelos donde se siembra la semilla – tubérculo de primera generación y que no han sido objeto de una adecuada rotación de cultivos.



Pudrición blanda o pierna negra. La pudrición blanda o pierna negra provocada por **Erwinia carotovora**. La pudrición blanda de los tubérculos se caracteriza por la marcación del tejido resultando en una pudrición blanda, cremosa o marrón. Cuando la acompaña un olor fétido, se debe a la acción secundaria de otros organismos.

Los virus que afectan a la papa



Los virus más conocidos son el de enrollamiento (PVX), Y ARRUGAMIENTO (PVY), los cuales son transmitidos por áfidos, las plantas y tubérculos afectados transmiten la enfermedad a la generación siguiente, en el control del vector el áfido esta la clave de reducción de daños.

Existen otras enfermedades causadas por virus.

Los virus son diminutas partículas que solo se pueden observar con ayuda de un microscopio electrónico. En papas los virus causan disminución del rendimiento y constituyen un serio obstáculo al comercio de semilla y para el tráfico de germoplasma entre los países.

Se conocen 24 virus y un viroide que parasitan la papa sin embargo, no todos se encuentran comúnmente en el país. Los virus forman un problema especial por la producción de semilla por que su multiplicación se realiza principalmente de manera vegetativa y no existen productos que eliminen estos patógenos de las plantas o los tubérculos.

Los virus de la papa se clasifican según su forma:

- transmisión
- tamaño
- rango de hospedantes entre otros.

Síntomas

Los síntomas más comunes por enfermedades virales son mosaicos, moteados, clorosis de los hongos, arrugamientos, enanismo y necrosis.

Control

La manera más eficiente de controlar los virus es la prevención. Por ello es importante utilizar tubérculos con garantía sanitaria y ejercer un manejo de vectores.

Virus del enrollamiento de las hojas (PLRV)

Agente causal: **potato leaf roll virus** es un lúteo virus que afecta el floema de la planta, sus partículas son isométricas y su tamaño aproximadamente de 25 micrómetros de diámetro.

Epidemiología

El virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) es la enfermedad viral más importante en papa. Se halla diseminada en todas las áreas productoras de papa del mundo y pueden ocasionar drásticas pérdidas en rendimiento. La transmisión natural de PLRV, ocurre a menudo y por semilla a través de varias especies de áfidos de manera persistente.

Síntomas

La enfermedad presenta 2 tipos de síntomas de acuerdo con el medio de infección. Los síntomas primarios se dan cuando la planta es afectada por un vector contaminado, consistente en el enrollamiento de las hojas superiores, principalmente en la base de las foliares, una tendencia al crecimiento erecto de las hojas y por un color amarillo pálido.

Los síntomas secundarios cuando la infección se localiza en el tubérculo sembrado, consiste en el enrollamiento de las hojas basales, enanismo crecimiento erecto y palidez de las hojas superiores en algunas ocasiones, dependiendo de la variedad puede aparecer una tonalidad marrón rojiza en la base de los folíolos enrollados.

Manejo

Se recomienda al productor usar semilla de calidad y controlar los vectores del virus. En lotes donde se planifica seleccionar semilla. Si existe aumento en la población de áfidos, en la fase final de cultivos, se sugiere eliminar el follaje y las plantas enfermas.

Virus leves o latentes (PVX, PVXS)

Agente causal: **potato virus XY**

El PVX, es un virus cuya partícula mide aproximadamente 520x13 nanómetros. El PVXS, está identificado como un carla virus que mide 640x11 nanómetros.

Epidemiología

Las infecciones de virus PVX y PVS son comunes en cualquier condición del cultivo. Durante muchos años se consideraron inofensivos debido al carácter latente de sus síntomas. Sin embargo suelen causar pérdidas en la producción de alrededor del 10% estos virus se transmiten por contacto y se diseminan con los implementos agrícolas, la ropa o en el aparato bucal de algunos insectos, pueden transmitirse en el tubérculo. Hay evidencia de transmisión por semilla sexual.

Síntomas

Generalmente los virus latentes producen moteadas mosaicos **interveles** y rugosidad en las hojas a veces también ocasionan síntomas que no se pueden detectar a simple vista. En algunas variedades la enfermedad reduce el número o el tamaño de los tubérculos, ocasionalmente se producen un bronceado severo y manchas necróticas en las hojas y llegan a provocar la caída del follaje.

Manejo

Se debe utilizar semilla de calidad. Prevenir la transmisión mecánica limpiando y desinfectando la maquinaria agrícola y controlando el movimiento en el campo.

Mosaico severo (PVY)

Agente causal: potato virus, este pertenece al género potyvirus y tiene partículas flexibles de 740x11 nanómetros.

Epidemiología

El PVY es el segundo virus más importante en papa en el país. Se ha observado una reducción en el rendimiento hasta en un 60% cuando se utiliza semilla severamente infectada. El PVY, es transmitido por varias especies de pulgones de modo no persistente,

su incidencia en el Ecuador es similar a la del PLRV, y disminuye con la altura. A menudo el PVY, está asociado con otros virus.

Síntomas

El PVY puede ocasionar diferentes síntomas de acuerdo con la cepa del virus, la variedad cultivada y las condiciones ambientales. Un síntoma típico es la rugosidad y el retorcimiento de las hojas. Generalmente se presenta un doblez hacia abajo del margen de los folíolos, enanismo y mosaico en las hojas.

Manejo

Como puede el productor manejar esta situación, bueno, la mejor solución es usar semilla de calidad o semilla proveniente de áreas libres de virus. Controlar a los afidos. Es preferible realizar el cultivo en época lluviosa cuando la población de pulgón es baja.

FACTORES ABIÓTICOS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE PAPA

La papa es susceptible a factores ambientales extremos, de humedad, temperatura y desbalances nutricionales que interrumpen el desarrollo normal del cultivo y limitan la producción.

Los síntomas de estas enfermedades, conocidas como abióticas, pueden ser redundantes con enfermedades causadas por organismos vivos. Así comúnmente son difíciles de diagnosticar y causan confusión para los agricultores y técnicos.

Heladas

La temperatura letal de frío es el nivel de temperatura que provoca el congelamiento del tejido en la planta y así la interrupción de sus procesos de fotosíntesis y mortalidad. Es importante que el agricultor conozca que este factor en nuestro medio alcanza un nivel de las 3 y 6 de la mañana con temperaturas entre 1 a 5 C. Los efectos de bajas temperaturas son generalmente más severos en las partes bajas y planas de los campos de cultivo.

Los productores o técnicos que manejan este cultivo, deben saber que una helada se produce cuando el punto de rocío está debajo de 0 C y el rocío se forma sobre una superficie que causa una temperatura igual o inferior a cero grados respectivamente. Luego de una helada las hojas se marchitan, y transforman a un color marrón oscuro. Por lo general las partes superiores de una planta se congelan primero. Cabe mencionar que los daños son más leves durante las primeras etapas del período vegetativo, ya que nuevos brotes pueden ayudar a la planta a sobrevivir.

Las opciones para contrarrestar las heladas son limitadas: Es importante tomar en cuenta las épocas de siembra para evitar riesgos. Adicionalmente, se debe tomar en consideración la topografía del terreno. Cuando se siembra durante periodos de alto riesgo, hay que evitar lotes con pendientes suaves debido a drenaje de corrientes de aire frío.

Tradicionalmente, los agricultores de la sierra han practicado otros métodos de reducir el efecto de las heladas, utilizando quemado de aserrín o paja a un costado del cultivo, otra alternativa es encender fogatas alrededor del lote en horas críticas y regar por aspersion o inundación antes de que se produzca la helada.

Altas temperaturas

Dependiendo de la variedad, la temperatura óptima para crecimiento de la planta de papa normalmente es entre los 17 y 20 C. temperaturas mínimas sobre los 20C pueden atrasar fuertemente la tuberización y la velocidad del llenado.

Temperaturas sobre los 30 tienden a reducir la acumulación de materia seca. Periodos prolongados de altas temperaturas promueven un bajo desarrollo del follaje, lo cual afecta el crecimiento del tubérculo. Las plantas con estrés por calor tienen menos probabilidad de tuberizar y contienen anomalías en los tubérculos. Cuando los tubérculos quedan expuestos a los rayos solares, pueden presentarse varios grados de quemaduras, envejecimiento y formación de áreas hundidas más o menos circulares, tipo escaldaduras, estos síntomas varían según la intensidad de la radiación solar, la temperatura y el tiempo de exposición.

Granizo

El granizo puede causar defoliaciones suficientemente severas para reducir el rendimiento. Generalmente el daño al tallo se localiza en el punto de impacto, donde el tejido epidérmico se vuelve gris brillante con apariencia de papel.

La planta de papa tiene una habilidad extraordinaria de recuperarse por daños sufridos en el follaje. La reducción del rendimiento varía con la severidad del daño y el periodo de desarrollo de la planta. Las mayores pérdidas se producen cuando la planta ha sufrido el efecto del impacto entre las 2 o 3 semanas después de la floración. Cuando el granizo provoca daños durante la maduración, los efectos en el tubérculo son menores. Comúnmente después de una granizada temprana en el ciclo del cultivo, los agricultores deben aplicar bio estimulantes vegetales que incrementen la actividad enzimática y el metabolismo vegetal, acompañados de una fertilización foliar complementaria.

Sequía

La disponibilidad de agua en el suelo influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta. Un cultivo en pleno desarrollo vegetativo puede transpirar de 2 a 10 mm de agua por día. En los lugares donde se practica cultivo de secado, se encuentra una estrecha correlación entre la intensidad de la precipitación y el rendimiento final en tubérculos. La falta de agua se manifiesta por amarillamiento y marchitamiento de las hojas, menor velocidad de crecimiento y maduraron precoz, con una consecuente reducción del rendimiento.

Grietas y magulladuras del tubérculo

Las grietas y magullamientos en los tubérculos son de cuatro tipos:

- *Grietas por presión interna
- *Grietas de crecimiento por infecciones virales
- *Grietas por manipuleo y grietas por cosechas

Las grietas por crecimiento se dan por presión interna ante un crecimiento rápido del tubérculo. Tanto las grietas como las magulladuras se producen en la cosecha cuando los tubérculos caen al suelo o son parcialmente comprimidos. Este daño es grave cuando se cosechan tubérculos del suelo o cuando las plantas tienen follaje vigoroso y turgente. Los tubérculos recientemente cosechados deben ser manejados con mucho cuidado y almacenados en un lugar seco y bien cerrado para evitar problemas semi tóxicos y curar heridas de la cosecha.

Nudosidad y formas irregulares

Una disponibilidad irregular de agua o nutrientes pueden resultar en un crecimiento irregular que produce síntomas de tubérculos con deformaciones o nudos. Si al cultivo le falta agua o nutrientes, el crecimiento del tejido puede detenerse de una forma irreparable en ciertos tejidos del tubérculo. Otros tejidos los meristemáticos, pueden volver a crecer cuando el elemento que faltaba esta nuevamente disponible. Síntomas comunes incluyen la producción de puntas (ápices) alargadas o crecimiento secundario en la base y ápices con contricción en el centro del tubérculo. El crecimiento secundario en los ojos laterales, otro tejido meristemático, puede causar nudos.

Diferentes variedades de papa tienen distintos niveles de susceptibilidad a este problema, y este factor se debería tomar en cuenta cuando se siembra bajo riesgo de sequía. Una vez escogida la variedad, el factor más importante en el crecimiento irregular del tubérculo probablemente sea el agua.

Si el agricultor dispone de riego, puede administrar el agua de una forma que evite el estrés hídrico de la plantas sin embargo la nutrición puede también tener influencia.

Un exceso de nitrógeno durante el periodo de crecimiento del tubérculo puede resultar en un follaje excesivamente abundante. Esto aumenta la transpiración y el consumo de agua.

Corazón marrón y corazón hueco

El corazón marrón es la decoloración del centro del tubérculo y el corazón hueco es cuando el tubérculo cosechado no tiene tejido en el centro. El corazón hueco es una enfermedad poca entendida, pero se cree que ocurre temprano en la vida del tubérculo, cuando tiene entre 2 a 4 cm. de diámetro y es debido al crecimiento lapido del tubérculo. Tanto el corazón marrón como el corazón hueco ocurre mas en tubérculos grande, por eso practicas que limiten el tamaño del tubérculo, sobre todo la densidad de siembra, pueden ayudar.

Punta trasluciente, punta blanda (gelatinosa)

Esta puntas bandas o trasluciente se describe como la punta apical del tubérculo, aparece trasluciente o aun blanda con consistencia de gelatina. Este síntoma causado por una disponibilidad irregular de humedad en el suelo. Cuando la planta sufre un estrés hídrico puede mandar una señal hormonal al tubérculo que tiene como efecto hídrico. Se puede controlar esta enfermedad con un manejo adecuado de la humedad del suelo.

Puntas marrones o necrosis por calor.

Este problema se diferencia de corazón negro por la ubicación de la necrosis, esta se ubica en el centro del tubérculo, produciendo puntas marrones dispersas a través del tubérculo. A veces, cuando se concentran más en el tejido vascular, se le denomina necrosis por calor. Las diferentes variedades parecen tener distintos niveles de susceptibilidad, pero no se dispone de información específica para variedades sembradas en Honduras.

Lenticelosis

Las lentécelas son pequeños poros en la corteza del tubérculo que facilitan el intercambio de gases. Cuando están cubiertas por una película de agua se hinchan el hinchamiento se debe a la producción de células nuevas presentadote pequeñas puntas blancas en la corteza. El manejo de este problema consiste en evitar excesos de humedad en el suelo, con un buen drenaje y aporques altos.

Corazón negro

Consiste en el ennegrecimiento del centro del tubérculo. Esto ocurre como resultado de condiciones anaeróbicas comúnmente debido a un exceso d humedad (encharcamiento) en el suelo, exceso de calor en el transporte o durante el almacenamiento, o una falta de ventilación en el almacenamiento.

Deficiencias nutricionales

La carencia de nutrientes se manifiesta externamente a través de síntomas característicos. En las hojas viejas se detectan las carencias de nutrientes móviles, como

nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. Las hojas jóvenes o las yemas son más afectadas por elementos inmóviles, como hierro, calcio, azufre y zinc.

Manejo poscosecha

Pérdidas

Por poscosecha nos referimos al conjunto de actividades que se realizan luego de que el producto ha llegado a su madurez fisiológica, para que mantenga su calidad. El objetivo fundamental del manejo poscosecha de la papa es la conservación de la salud de los tubérculos.

Tratándose de un producto perecedero, si no se maneja adecuadamente en su cosecha, manipulación y transporte, la papa se deteriora rápidamente y deja de ser apta para el consumo humano. Como consecuencia de la manipulación inadecuada, el deterioro por plagas, estas pérdidas generalmente llegan a un 25% del valor de la cosecha. Esto significa que la cuarta parte de lo que se produce en el campo no llega al consumidor o llega en mal estado, perdiéndose así esfuerzos, tiempo y el dinero invertidos en la producción.

Las pérdidas en la poscosecha son consecuencia de la incidencia y relación entre los diversos factores: físicos, fisiológicos y patológicos. Estos factores pueden reducir tanto la cantidad como la calidad de la papa. Las pérdidas de cantidad de papa son evidentes. En cambio, las pérdidas de calidad son frecuentemente desestimadas, a pesar de que éstas pueden reducir considerablemente el precio de los tubérculos.

Factores físicos

Las pérdidas causadas por heridas mecánicas son frecuentemente desapercibidas. Si a esto se suman los daños secundarios de carácter fisiológico o patológico, hacen que estas pérdidas sean difíciles de estimar.

Comúnmente, los daños mecánicos ocurren durante la fase del cultivo, la cosecha y poscosecha por la manipulación de las papas (selección, clasificación, ensacado y transporte). En promedio, el 75% del total de los tubérculos con problemas en poscosecha se debe al momento de la cosecha. Sin embargo, daños significativos ocurren cada vez que los tubérculos son manipulados.

Los tubérculos seriamente dañados no deben ser almacenados. Los daños mecánicos pueden ser divididos en dos categorías: tubérculos golpeados (cuando la parte exterior de la piel es dañada) y estropeo internos o manchas negras (cuando los

tubérculos frescos se vuelven oscuros y descoloridos). Este último no necesariamente está asociado con un rompimiento de la piel. Los daños por golpes podrían igualmente dividirse en magullados, donde únicamente es dañada la piel y en heridas frescas cuando estas heridas son profundas. Todo tipo de daño podría ser causado por el mismo impacto. El aspecto del tubérculo permite identificar el tipo de daño que ha sufrido.

Diversas condiciones pueden influir en el daño de los tubérculos. El porcentaje de daño durante la cosecha y en la manipulación de los tubérculos está influenciado por las condiciones del suelo, del tubérculo, la temperatura, el método de cosecha, el equipo usado durante la cosecha y la manipulación de los tubérculos cosechados.

Las condiciones del suelo al momento de la cosecha influyen en el nivel de daño de los tubérculos. Suelos muy húmedos o secos y la presencia de terrones y piedras especialmente angulares y puntiagudas pueden incrementar daños. Además, el porcentaje de materia seca contenida en el tubérculo influye en el porcentaje de daño causado por golpes o estropeo internos. La incidencia de daños internos en el tubérculo está directamente relacionada con el alto contenido de materia seca.

Los tubérculos flácidos o blandos son más propensos a daños internos, de tal manera que la susceptibilidad del tubérculo aumenta con el tiempo de almacenamiento. Los daños más severos se registran en tubérculos brotados, del mismo modo la maduración del tubérculo a la cosecha influye en el porcentaje de magulladuras. Si la papa necesita ser cosechada antes de la maduración normal, es aconsejable destruir el follaje por medios físicos o químicos aproximadamente 15 días antes de la cosecha, dependiendo de la variedad y de las condiciones del medio ambiente. De esta forma la piel del tubérculo se endurece, previniendo problemas durante la poscosecha.

La papa es más susceptible a daños mecánicos en momentos de bajas temperaturas ambientales (menos de 5 °C). Los daños pueden ser reducidos al realizar las operaciones de manipuleo, selección y clasificación de tubérculos durante horas con mayor temperatura

Factores fisiológicos

Los tubérculos son órganos vivos. Las pérdidas fisiológicas ocurren por la exposición a temperaturas extremas debido a la respiración natural del tubérculo y la pérdida de agua por transpiración. La magnitud de estas pérdidas depende del ambiente de la bodega y son más grandes en tubérculos dañados y enfermos.

Los daños se presentan cuando los tubérculos son expuestos a temperaturas muy altas o muy bajas, antes, durante o después del almacenamiento. No se recomienda dejar los tubérculos expuestos directamente a la luz solar después de la cosecha, ya que esto estimula el verdeamiento no deseable en las papas y un sobrecalentamiento de los

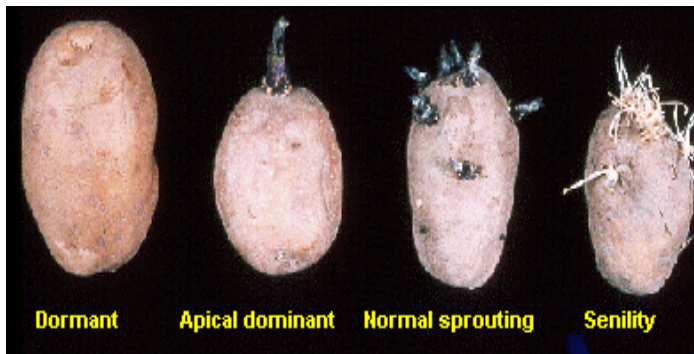
tubérculos. En casos severos ocasiona la muerte de las células y el envejecimiento de los tubérculos.

La presencia de corazón hueco es un síntoma que se desarrolla en tubérculos expuestos a altas temperaturas de almacenamiento. La decoloración del tejido interno del tubérculo es el resultado de la asfixia que se presenta a altas temperaturas de almacenamiento, causando una aceleración en la respiración y un mayor requerimiento de oxígeno.

Los tubérculos expuestos a bajas temperaturas (menos de 2 °C) se dañan por congelamientos internos. Ligeros congelamientos pueden causar decoloración en el anillo vascular. Prolongadas exposiciones producen decoloración necrótica de color oscuro del tejido vascular y posteriormente la muerte total del tejido.

La respiración durante el almacenamiento produce pérdida de materia seca. A una temperatura de almacenamiento de 10 °C, ésta pérdida representa aproximadamente del 1- 2% del peso fresco durante el primer mes y alrededor del 0.8% adicional en cada mes posterior. Esta pérdida aumenta al 1.5% por mes cuando los brotes están bien desarrollados. Si los tubérculos son almacenados en un ambiente deficiente en oxígeno, ocurren varios tipos de daño: fermentación, pérdida de sabor, colapso del tejido y finalmente, muerte.

Estados fisiológicos por los que pasa la papa



El tubérculo pierde agua por evaporación. Debido a que se venden las papas en base de peso, toda pérdida de agua antes de que los tubérculos sean vendidos significa pérdida de ingresos. Una pérdida de agua sobre el 10%, causa una apariencia marchita en los tubérculos y puede afectar su precio en el mercado. **Los**

tubérculos cosechados inmaduros pierden más rápidamente agua que los tubérculos maduros, ya que la piel inmadura es más permeable al vapor de agua. También hay rápidas pérdidas de agua en tubérculos brotados, porque la superficie del brote es más permeable al vapor de agua en comparación con el epidermis del tubérculo. Como resultado, la pérdida de agua se incrementa con el crecimiento de brotes. El poder de secado del aire circundante al tubérculo está influenciado por la humedad relativa y temperatura del aire. Cuando el intercambio de aire (ventilación) está sobre el mínimo necesario, inevitablemente aumenta la pérdida de agua.

Existen factores que influyen marcadamente en la longitud del periodo de dormancia, particularmente la variedad de papa y la temperatura de almacenamiento

Factores patológicos

Los factores patológicos son las causas más serias de pérdidas en poscosecha de papa. Sin embargo, son los factores físicos y fisiológicos los que predisponen el ataque de los patógenos al tubérculo. Las pérdidas causadas por patógenos resultan frecuentemente de un rápido y extensivo daño del tejido hospedante como es el caso del tizón tardío (*Phytophthora* sp.), la pudrición rosada, la pudrición seca y las pudriciones suaves por bacterias.

El patrón de ataque es frecuentemente una infección inicial por un patógeno específico seguido de una invasión masiva de un amplio espectro de organismos secundarios, que comúnmente son pudriciones suaves bacterianas. Estas son únicamente causadas por patógenos o saprofitos, sobre tejidos muertos remanentes de una infección primaria. Estos daños secundarios pueden ser tan agresivos que podrían tener un rol importante en pérdidas poscosecha, multiplicando y exagerando el daño inicial del ataque primario causado por patógenos.

Las pérdidas causadas por patógenos son el típico resultado de enfermedades que manchan a los tubérculos, tales como la sarna común, sarna polvorienta o deformaciones en el tubérculo como en las verrugas. Estas enfermedades, aunque inducen muy poca probabilidad de pudrición al tubérculo, afectan su apariencia, bajando el valor comercial del mismo. ***Otro grupo de enfermedades son los moteados en la piel y la Rhizoctoniosis, las cuales invaden y matan los ojos del tubérculo. Estas son de gran importancia en tubérculos semilla.***

Las enfermedades de poscosecha pueden dividirse en dos grupos: aquellas en las cuales la infección se ha establecido en la fase anterior a la cosecha y aquellas donde la infección ocurre durante o después de la misma. Cuando la infección ocurre antes de la cosecha, generalmente las pudriciones comienzan inmediatamente en el campo y continúan en el almacenamiento, tales como la del tizón tardío, la pudrición parda y la pudrición rosada. Alternativamente, una vez establecida la infección podría permanecer latente y únicamente manifestarse durante el almacenamiento, como es el caso del tizón tardío y manchas en la piel. Cuando la infección ocurre durante o después de la cosecha, ésta generalmente se presenta en los sitios donde se han producido heridas mecánicas, como es el caso de las pudriciones secas, pudriciones acuosas y gangrena.

Fisiología y manejo de la papa

Respiración y transpiración

Luego de su cosecha la papa continua viviendo hasta el envejecimiento y muerte de los tejidos, lo cual depende fundamentalmente de los procesos fisiológicos de respiración y transpiración. La papa necesita respirar a fin de obtener la energía suficiente para mantenerse viva. A la respiración le acompaña la oxidación de las propias reservas de almidón y azúcares. Luego de ser cosechado, el tubérculo no tiene la capacidad de reemplazar estas reservas. El ritmo de la respiración es un factor importante en la duración de la vida poscosecha del producto. Cuando el tubérculo comienza a calentarse por el incremento de la temperatura ambiental, se estimula más la respiración, lo cual disminuye en su vida almacenamiento.

El tubérculo de la papa está compuesto por aproximadamente el 75% de agua. En la etapa de crecimiento tiene un abastecimiento abundante de agua a través del sistema radicular. Al cosechar, el suministro de agua se suspende, y el tubérculo sobrevive con sus propias reservas. Conjuntamente con la respiración, la papa cosechada continua perdiendo agua en forma de vapor por el proceso de transpiración. El tubérculo pierde agua por orificios naturales, como lenticelas y tejido dañado. El agua perdida disminuye significativamente el peso del tubérculo y causa la pérdida de turgencia, alterando la apariencia y elasticidad del tejido. El tubérculo se torna blando y marchito.

Factores que influyen en la respiración y transpiración

Los ritmos de respiración y transpiración determinan la duración de la vida poscosecha de productos frescos. Para asegurar un prolongado almacenamiento de tubérculos de papa en almacenamiento, se recomienda atención a las condiciones de estado inicial del producto humedad, temperatura y ventilación.

La epidermis del tubérculo se impermeabiliza a través de la suberina, lo cual permite limitar la pérdida de agua por transpiración y proteger el tejido epitelial de daños mecánicos, insectos y patógenos. Las heridas y magulladuras causan daños a las células y tejidos, provocando pérdida de agua y un rápido incremento en la respiración del tejido dañado. Por lo tanto hay que tener cuidado en la cosecha, manejo y procedimiento de embalaje para prevenir problemas posteriores durante almacenamiento.

Mientras más seco esté el aire, más rápido pierde agua el producto mediante la transpiración. Para controlar la transpiración en la papa, se requiere mantener los tubérculos en un ambiente con humedad relativa de 85%. Una humedad más alta causa la condensación de agua, lo cual favorece a problemas fitosanitarios. Una mayor temperatura promueve mayor respiración. Manteniendo baja la temperatura se puede reducir la respiración de los tubérculos y ayudar a prolongar la vida poscosecha.

Las papas de consumo no deben ser almacenadas a temperaturas inferiores a los 7 °C. A estas temperaturas ocurren cambios indeseables en la composición química de los tubérculos, siendo uno de los más importantes la transformación del almidón en azúcares, lo que confiere un sabor dulce y un color oscuro en caso de procesamiento como papa frita. Temperaturas altas (superiores a 15 °C) pueden acelerar la producción de sustancias tóxicas en el tejido y proceso de fermentación.

La papa fresca recién cosechada y almacenada a granel o en sacos sin suficiente ventilación crea una atmósfera empobrecida en **O₂** y enriquecida en **CO₂**. Un nivel de **O₂** menor al 2% causa anaerobismo y fomenta procesos de fermentación que producen descomposición de tejidos.

Previo a la cosecha de la papa, unos 15 a 20 días el cultivo presenta un cambio de color de verde a amarillo causando por la madurez fisiológica del cultivo es donde se procede a la defoliación con el objetivo de dar firmeza a la piel del tubérculo, para evitar la transmisión de enfermedades, la cosecha se realiza manual con el uso del azadón, teniendo experiencias con el uso del arado vertedera con tracción animal, en cosechas mayores de 3 manzanas, clasificación se realiza de acuerdo al tamaño en primera categoría, segunda, tercera y cuarta categoría, para el mercado, teniendo en cuenta para semilla las cuales se almacenan bajo un almacén donde se producen brotes de excelente vigor para lo cual se espera de 3 a 6 meses según la variedad.

Almacenamiento y manejo de tubérculo- semilla

Es aconsejable mantener la temperatura alrededor de 10 °C y la humedad relativa entre 80–85%. Estas condiciones, en buena parte, dependen del volumen de papa guardado. Cuando los volúmenes de papa son pequeños se puede usar silos o bodegas con ventilación natural. Al aumentar el volumen a almacenar, se requiere bodegas con ventilación forzada. Siendo la semilla uno de los insumos fundamentales del proceso productivo, se le debe proporcionar el manejo y cuidado a través de un buen sistema de almacenamiento para asegurar su calidad. Entre los principios del almacenamiento de tubérculo –semilla son:

Producir calidad: la calidad inicial de los tubérculos depende de las condiciones y factores de pre- producción y producción. Dentro de estos, las labores culturales como fertilizante, control sanitario, saneamiento y eliminación de plantas atípicas y enfermedades son factores determinantes de la calidad.

Realizar selección: el tubérculo- semilla destinado para el almacenamiento debe estar completamente maduro, sano y entero. Los tubérculos enfermos, partidos o atacados por insectos presentan mayores riesgos de deterioro.

Evitar daños: las labores adecuadas de recolección, limpieza, selección oreada y transporte contribuyen al éxito en el almacenamiento. Los daños mecánicos que se producen durante este proceso aceleran el crecimiento.

No mezclar: durante el almacenamiento se debe evitar las mezclas varietales, ya que presentan diferencias en la duración del tiempo de reposo. Esto incide en la uniformidad del brotamiento del cultivo en el campo.

Etapas del tubérculo – semilla



✔ Un tubérculo semilla que está al inicio o al final del periodo de dominancia apical es una papa fisiológicamente joven. Aquel tubérculo-semilla que haya alcanzado el final de periodo de brotamiento múltiple es una papa fisiológicamente vieja y débil.

✔ **Brotamiento filiforme:** Un tubérculo semilla puede llegar a ser tan viejo fisiológicamente que sólo puede desarrollar brotes filosos, con una marcada tendencia a ramificarse.

Factores que afectan la calidad del tubérculo- semilla almacenada

El tubérculo semilla almacenado sufre alteraciones en su estructura física y química que provocan cambios de apariencia, color, vigor, y poder germinativo en la papa. Estos cambios se deben a varios factores, incluyendo labores, madurez al momento de la cosecha, temperatura ambiental, y luz y daños mecánicos. Desde el punto de vista de la poscosecha, las labores culturales tienen excepcional importancia en el manejo fitosanitario del cultivo para reducir la incidencia de plagas y enfermedades. De igual forma, el saneamiento permite eliminar plantas portadoras de virus y propender a la pureza varietal. Las condiciones de humedad en el suelo al momento de la recolección pueden afectar a la calidad inicial, ya que suelos demasiado húmedos o demasiados secos favorecen daños mecánicos.

El tubérculo –semilla debe haber llegado a su completa madurez antes del almacenamiento. No se recomienda almacenar tubérculos tiernos (papa pelona) por que pueden ser fácilmente afectados por enfermedades fungosas. Después de un largo periodo de almacenamiento, estos comúnmente llegan a un estado de momificación.

Las papas que se cosechan tiernas, es decir antes de su madurez fisiológica, tienen un periodo de dormancia más largo. Esto produce un envejecimiento fisiológico prematuro que tiene implicaciones para el siguiente ciclo productivo, contribuyendo a una emergencia rápida, tuberización prematura y reducción del tiempo de cultivo.

La temperatura es un factor especialmente importante en el almacenamiento de la papa para semilla, por que influye en la velocidad y tipo de brotamiento, temperaturas de 15 a 20 grados acelera el brotamiento de tubérculo. Con temperaturas de 5 a 13 el brotamiento apical es prácticamente nulo. Las heladas y la exposición directa al sol producen ruptura de los tejidos y aceleran la deshidratación, favoreciendo la vejez fisiológica.

Los cortes y rajaduras causados al momento de la cosecha, así como los golpes y rozaduras producidos durante la manipulación, facilitan ataques de insectos, hongos y bacterias, y pueden contribuir al deterioro de la semilla. De igual forma, daños producidos por insectos masticadores y barrenadores dejan expuesto el tejido a organismos patogénicos.

Actividades poscosecha y almacenamiento de tubérculos- semilla

Para asegurar la calidad de los tubérculos –semilla durante el proceso de almacenamiento se debe realizar las siguientes actividades:

- **Oreado:** los tubérculos – semilla, una vez cosechados, deben dejarse a la intemperie por periodos no mayores a una hora, para que la tierra adherida se seque.
- **Limpieza:** la tierra seca se desprende fácilmente cuando los tubérculos son sacudidos en sacos de tejido flojo como los de yute.
- **Selección y clasificación:** las papas recién cosechadas son seleccionadas como medida preventiva para evitar la propagación de plagas; los tubérculos-semilla deben ser clasificados de acuerdo a su peso y forma. Los pesos recomendados están entre 40 a 80 g.
- **Trasporte:** las operaciones de carga y descarga deben ser realizadas con precaución, evitando los golpes y magulladuras a fin de reducir daños fisiológicos.
- **Almacenamiento:** un adecuado manejo de la iluminación, temperatura, humedad y aireación ayuda a conservar la calidad.

- Permite que el tubérculo- semilla presente brotamiento pequeño, vigoroso y sano, y produce un mayor número de brotes por tubérculos.
- Facilita el verdeo, lo cual incrementa el vigor de la semilla.
- Facilita el manejo y la manipulación de los tubérculos –semilla.

Costos de producción

¿Que información debe recolectarse? Los costos variables de la producción son la mano de obra, los insumos, los materiales y el equipo que son utilizados en el proceso productivo. En este documento, los componentes consumidos son llamados insumos (p.e, Los fertilizantes, insecticidas y semillas). Los materiales y equipo(p.e,. herramientas de trabajo y bombas de fumigar).son aquellos componentes que no son totalmente consumidos. Por lo tanto, una actividad de la contabilidad de costos es decidir cuanto del valor de estos componentes debería cargarse al periodo de producción.

Tenemos también los costos fijos (p.e., una bomba de riego, que existe haya o no producción. Ellos tienen un valor que debe n ser monitoreados con la contabilidad de costos.

El uso de semilla de calidad, en cambio, incrementa los costos de producción, pero a la vez se espera un incremento en los rendimientos y rentabilidad. Como resultado, tales cambios tecnológicos deben ser monitoreados con la contabilidad de costos.

PRINCIPIOS DE ALMACENAMIENTO RUSTICO PARA PAPA DE CONSUMO

- **Oscuridad:** párale almacenamiento de papa destinada al consumo, debe de evitarse el efecto de la luz, ya que da la formación de un compuesto llamado ***solanina***, el cual da el color verde a los tubérculos, este compuesto es toxico para animales como humanos, por lo que debe evitarse la formación de este compuesto almacenando la papa de consumo en oscuridad.
- **Temperatura:** para la conservación de papa para consumo es recomendable que la temperatura sea baja, de preferencia entre los 8 c° a 10 c° , para prolongar el periodo de dormancia de los tubérculos. Las temperaturas altas acelera el inicio de la brotación lo que no es deseable en papa para consumo.
- **Humedad relativa:** La humedad relativa dentro de los almacenes o bodegas debe ser alta entre 70% y 90%, ya que las papas pierden menos (humedad) peso por

evaporación y respiración. Los periodos de humedad relativa menores de 70% son críticos a causa de que los tubérculos pierden agua, lo que afecta la turgencia y calidad de las papa.

- **Ventilación:** para mantener temperaturas bajas y eliminar los gases provenientes de la respiración de los tubérculos, es necesario la circulación de aire frío dentro del almacén o bodega. Se debe contar con un conducto de succión de aire frío y con tubo de ventilación que elimine el aire caliente que se genera en el interior de los tubérculos almacenados a granel , al no contarse con buena ventilación, puede ocurrir trastornos fisiológicos que favoreces la formación de "corazón negro" en los tubérculos.
- **Altura de la capa de tubérculos:** la altura de la papa debe alcanzar una altura máxima de 1 a 1.25 mts, para no causar lesiones a los tubérculos por la presión que ejerce como peso el volumen de tubérculos almacenados.
- **Selección y sanidad de tubérculos:** antes de introducir los tubérculos al almacén o bodega deben de eliminarse los tubérculos dañados por insectos y/o enfermedad , los que estén lastimados o golpeados además de los que presenten verdeamiento , ya que no son aptos párale consumo, esto se logra a través de una estricta selección del material que se vaya almacenar.

Manejo de almacenes rústicos para papa consumo

1. El almacén o bodega debe de estar completamente limpio en su interior y en los alrededores. Los posibles insectos que puedan presentarse en su interior deben de eliminarse de forma manual.
2. La selección de tubérculos sanos, debe de ser inmediatamente después de la cosecha, eliminándose los tubérculos dañados por insectos, enfermos, golpeados y cortados. No debe dejarse de transcurrir mas de 24 horas entre la cosecha y la introducción de los tubérculos al almacén, de lo contrario se corre el riesgo de de que se inicie la formación de **solanina** y que los tubérculos pierdan su calidad para consumo.
3. **No debe aplicarse pesticidas a la papa de consumo ya que puede provocar intoxicación.** Por lo que cobra mucha importancia la selección de tubérculos sanos para evitar el desarrollo de enfermedades o plagas dentro del almacén o bodega. Si se tiene riesgo de infestación por insectos se puede aplicar insecticidas en polvo en el suelo o en los alrededores del almacén, pero nunca en contacto directo con las papas.

- 4. Aplicación de inhibidores de brotación:** Son productos químicos hormonales que prolongan el periodo de dormancia y se usan solo para papa de consumo, pudiéndose prolongar el periodo de almacenamiento hasta cinco meses.

Son inhibidores de brotación:

a) BIRGIN1%PROPHAM, (sopropy/-n- pheny/carbamat)

b) Sprout NIP, (isopropy/-m-cholocar banilate 36%. **Cuando se aplican inhibidores de brotación debe de esperarse por lo menos 45 días después de la aplicación para consumir los tubérculos**

