



## CULTIVO DE PAPA

Huarte, Marcelo A. y Silvia B. Capezio

Docentes Investigadores. Asignatura Cultivo de Papa. Unidad Integrada Balcarce INTA-FCA UNMdP

*A la memoria de Américo Mendiburu*

### INTRODUCCIÓN

La papa es el tercer cultivo alimenticio luego del arroz y del trigo (FAOSTAT, 2009). El tubérculo de papa es importante fuente de carbohidratos (almidón), proteínas de alta calidad, vitamina C y minerales. La papa es un alimento tradicional de la dieta de los argentinos y se consumen cerca de 60 kg/cápita/año.

La papa cultivada en las principales regiones productoras de la Argentina pertenece a la especie *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* (L.). Asimismo en las regiones andinas de Latinoamérica se cultivan *S. tuberosum* ssp. *andigena* (papas andinas o criollas), *S. phureja* (yema de huevo) y otras. Por otro lado existen más de 150 especies tuberíferas dentro del género *Solanum*. Los alrededores del lago Titicaca (Perú y Bolivia) concentran la mayor diversidad genética de papas cultivadas, por lo cual se considera a esta región como el centro de origen de esta especie y de su domesticación. Su nombre deriva del quechua y tiene otras denominaciones en otras lenguas (patata, batata, pomme de terre, potato, aardappel, kartofel, etc.). La papa es una especie que requiere fotoperiodos acortándose más allá de un umbral de horas diarias para tuberizar; dicho umbral depende de la especie y de las variedades. Las variedades *tuberosum* pueden tuberizar con fotoperiodos más largos que las variedades *andigena*, por ello las primeras se cultivan en altas latitudes y las *andígenas* en los países andinos a menores latitudes. Las variedades *andígenas* no tuberizan en los veranos de días largos de los países más septentrionales y las variedades *tuberosum* se inducen rápidamente bajos los días cortos de los países tropicales disminuyendo su rendimiento.

Los principales países productores del mundo son China, Rusia e India. Los países de mayor nivel tecnológico son Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Europea. La producción mundial alcanza a 325 millones de toneladas. En Latinoamérica, nuestro país se destaca por sus altos rendimientos (35 t/ha en promedio), la calidad de la “semilla” y el porcentaje de la producción destinada al procesamiento industrial (alrededor de un 25%).

En Argentina se produce papa en todo el territorio, alrededor de 80.000 ha, y la producción se clasifica según la llegada al mercado en:

**I. Producción Temprana** (Tucumán, Salta; Jujuy, Corrientes, Misiones), el riesgo de heladas es grande y la papa es muy sensible a ellas, las altas temperaturas a cosecha hacen que este tipo de producción se deba vender en forma inmediata y no se pueda conservar muchos días en el campo. Se suele cosechar papa inmadura y puede llegar golpeada al mercado.

**II. Producción Semitemprana** (Bs Aires, Córdoba, Mendoza, Santa Fe, Tucumán), se realiza en los mismos lotes que la tardía, generalmente. En parte se conserva en cámaras frigoríficas ya que no puede mantenerse en el campo por las altas temperaturas. Produce, junto con la tardía, la denominada “papa blanca”, denominación derivada del color que la piel de los tubérculos toma al formarse en suelos arenosos. En los alrededores de Rosario se establecieron los primeros cultivos comerciales de Argentina a fines del siglo XIX.

**III. Producción Semitardía** (Buenos Aires, Mendoza, Río Negro, Chubut), es la característica del SE de la Pcia. de Buenos Aires provenientes de la zona mixta papera constituida por los Partidos de Gral Alvarado, Gral. Pueyrredón, Balcarce, Tandil, Necochea y Lobería, comercialmente denominada “Sudeste”. Es la producción de mayor rendimiento del país, pudiéndose obtener más de 50 t/ha. Produce la denominada “papa negra” por la coloración que la piel toma en suelos con alto contenido de materia orgánica; la excepción es Mendoza que produce “papa blanca”. El Sudeste es la principal zona de producción de papa para industria, que también se produce en Río Negro (Choele Choel). Los altos rendimientos obtenidos en el Sudeste han provocado una continuada disminución de la superficie y de número de productores en esta región.

**IV. Producción Tardía** (Córdoba, Mendoza, Santa Fe) su producción compite con la del SE de la Pcia de Buenos Aires. Junto con la papa semitemprana abastecen el mercado casi todo el año y obtienen los mejores precios por la excelente presentación comercial. Todo ello ha contribuido a un crecimiento sostenido de la superficie papera, principalmente en Traslasierra (Villa Dolores y parte de San Luis) y en el Cinturón Verde de Córdoba, también beneficiada por una actividad exportadora a Chile y Brasil, principalmente.

En el gráfico 1 se muestran las épocas de plantación y comercialización para los cuatro tipos de producción.

(Insertar Gráfico 1)

## DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

En la figura 1 se muestra la estructura de la planta de papa. La planta de papa es de naturaleza herbácea con un sistema aéreo (hojas compuestas, inflorescencia, tallos y frutos) y un sistema subterráneo (raíces, estolones y tubérculos).

Los **tubérculos** de papa son tallos modificados y tienen todas las características de un tejido caulinar. El extremo basal del tubérculo está unido al **estolón** que lo conecta con el resto de la planta durante el crecimiento. El extremo opuesto se denomina distal o apical y es el que concentra la mayor cantidad de “**ojos**”. Estos se distribuyen en forma espiralada en el tubérculos y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas “**cejas**”. Cada “**ojo**” contiene tres **yemas** y se corresponde al nudo del tallo.

En un corte transversal del tubérculo se observan de afuera hacia adentro: **piel** o peridermo, corteza (tejido de almacenamiento), haz vascular, parénquima de reserva y médula. En la superficie del tubérculo se encuentran distribuidas pequeñas aberturas llamadas **lenticelas** que permiten el intercambio gaseoso entre el tubérculo y el ambiente. Cuando las yemas comienzan a crecer se denominan “**brotos**”, cuyo color, forma y pilosidad permiten diferenciar las variedades. En la oscuridad los brotes crecen ahilados, blancos y débiles; a la luz los brotes son cortos, verdes o coloreados y fuertes. Los brotes dan origen posteriormente a las **hojas, raíces y tallos**. Las hojas son compuestas con

diverso grado de segmentación. El sistema radicular de la papa concentra el grueso de las raíces en los primeros 40 cm de profundidad, por ello el cultivo es sensible a sequía y requiere concentración elevada de nutrientes en la parte superior del suelo. Los tallos sobre el suelo son improductivos, mientras que los tallos bajo el suelo, sean principales o laterales, producen estolones y tubérculos.

(Insertar Figura 1)

## **ESTADÍOS DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA**

### **I. Crecimiento del brote.**

Cuando los tubérculos están recién cosechados se dicen que están “dormidos”, es decir que no brotarán si se le dan las condiciones de temperatura adecuadas. Pueden pasar semanas o meses antes que el tubérculo brote, producto del control hormonal. La longitud del período de dormición varía según el cultivar, las condiciones de almacenamiento y las condiciones del cultivo previo.

Una vez que los tubérculos rompen la dormición comienza el crecimiento de los brotes y en esta etapa es importante las reservas del tubérculo madre y las condiciones de temperatura del suelo (no menores de 15°C).

### **II. Crecimiento vegetativo**

Esta etapa va desde la emergencia de los brotes hasta el inicio de tuberización. Se inicia el crecimiento de los tallos, hojas, raíces y estolones, por lo cual comienza la fotosíntesis y la planta se torna independiente del tubérculo madre. La elongación del tallo es mayor a 20 °C y el crecimiento de las hojas es óptimo a 25°C. La fecha de plantación y la edad de los tubérculos “semilla” tienen gran influencia en esta etapa.

### **III. Inicio de tuberización**

En la región subapical de estolón se comienzan a formar los tubérculos por la acumulación de carbohidratos de reserva, producto de la fotosíntesis. Hay varias sustancias involucradas en esta etapa, como las hormonas y los reguladores de crecimientos. El balance de éstos está influenciado por varios factores como fertilización nitrogenada, temperatura, agua y longitud del día.

### **IV. Llenado de los tubérculos**

Es el período crítico para la determinación del rendimiento y la calidad. Los factores que más influyen es esta etapa son: la temperatura, la fertilización, el riego, y el manejo de enfermedades.

### **V. Maduración**

La maduración ocurre a partir del comienzo del amarillamiento del follaje. Los tubérculos engrosan el peridermo y así pueden ser cosechados con pocos daños. Las temperaturas de cosecha ideales se encuentran entre 20 y 24 °C. Se debe evitar la cosecha en suelos muy secos porque se producen daños en los tubérculos.

En la figura 2 se muestra un esquema del ciclo de la planta de papa.

(Insertar Figura 2)

## MANEJO DEL CULTIVO

Conociendo cómo las prácticas de manejo afectan el crecimiento de las plantas, los productores pueden tomar las decisiones más adecuadas que permitan maximizar el rendimiento y la calidad.

### **Selección del lote, rotaciones y manejo del suelo**

Los lotes o “chacras” ideales para papa se caracterizan por tener pendientes moderadas, suelos profundos, sin tosca, bien drenados, con buena capacidad de retención de agua y bajas concentraciones de sales solubles y sodio. Las **texturas de los suelos** utilizados en el cultivo de papa van desde arenosas a franco arcillosas. Las papas producidas en suelos arenosos (ejemplo, provincias de Córdoba y Mendoza) en general, tienen una piel muy lisa, preferida por el consumidor y denominada “papa blanca”. Las papas producidas en suelos arcillosos poseen más deformaciones. Los suelos con alta contenido de materia orgánica, como los del SE de la provincia de Buenos Aires producen papas con piel más oscura con tierra adherida, denominada comercialmente “papa negra”.

El paso excesivo de maquinarias y el pastoreo de animales contribuyen a la **compactación del suelo**, lo cual reduce significativamente la eficiencia de producción (menor vigor de plantas, limitaciones para el crecimiento de la raíz y de los tubérculos) y la calidad de los tubérculos.

La **disponibilidad de agua** en cantidad (no menor a 80 m<sup>3</sup>/hora) y calidad (con conductividad menor a 2 mmhos) y el fácil acceso son factores a tener en cuenta en la elección del lote.

Asimismo, es necesario conocer la **historia del lote** en relación a la presencia de plagas (nematodos como *Globodera*, gusanos alambre, hongos de suelo como *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*, bacterias como *Ralstonia*), malezas perennes (Sorgo de Alepo; Cebollín; Gramón; enredadera perenne, Yuyo de San Vicente), el uso de pesticidas residuales (atrazina, Pivot, Misil) y los años libres de papa, debido al incremento de enfermedades del suelo. La inclusión en la rotación de cultivos que nos son hospederos de las mismas enfermedades y plagas de la papa es una práctica recomendable (maíz, girasol, trigo, avena).

Las **labores de preparación del suelo** dependen principalmente del tipo y estructura del mismo, los riesgos de erosión y los requerimientos de manejo de los residuos del cultivo predecesor. El sistema de laboreo elegido debe permitir incorporar efectivamente y a tiempo los rastrojos, disminuir el tamaño de los terrones (granulometría intermedia), mejorar la infiltración de agua evitando la erosión y controlar malezas y papas “guachas” si las hubiera. Las **labores tradicionales** incluyen una arada temprana en otoño, dejando un terreno rugoso que luego es refinado con rastras de discos, de dientes y rolos. Frecuentemente se realiza una arada un mes antes de la plantación, seguida de más rastras de discos y terminada con un cultivador de campo o un vibro-cultivador. La mayoría de los productores han remplazado ventajosamente el arado de rejas por el **arado cincel**, pudiendo llegar con facilidad a trabajar una profundidad de 40 cm con dos pasadas de este implemento. Esta tecnología permite mejorar la infiltración de agua y disminuir el tamaño de los terrones y capa de arado si la hubiera. Previo a la plantación se pueden aplicar fertilizantes fosforados y nitrogenados al voleo como así también herbicidas preplantación (ej. Dual). Otra alternativa de preparación del suelo incluye el uso de **formadores de camas** de tres puntos. La cama tiene un ancho que incluye dos surcos de plantación

(alrededor de 1,8 m) y un alto de unos 40 cm. El suelo dentro de la cama es refinado por el mismo implemento con cuchillas accionadas por la toma de fuerza del tractor.

(Insertar Figura 3)

### **Papa “semilla” y plantación**

El uso de “semilla” de alta calidad (turgente, con menos del 15 % de virosis, sin bacterias, sin nematodos, sin defectos internos y externos debidos a enfermedades fúngicas como Tizón Tardío, Fusariosis y Sarna Negra) asegura la obtención de altos rendimientos. La posibilidad que tiene el comprador de “semilla” de **analizar** la misma en un laboratorio especializado hace disminuir los riesgos que conlleva la adquisición de “semilla”s de baja calidad sanitaria. La “semilla” **fiscalizada** por el INASE reúne las características de calidad que se describen más arriba, sin embargo existen “semilla”s no fiscalizadas de buena calidad. La “semilla” fiscalizada generalmente proviene de **zonas semilleras exclusivas** para dicha producción (Partidos de Tres Arroyos y San Cayetano en la Provincia de Buenos Aires, Malargüe en Mendoza, Tafí del Valle en Tucumán y Las Estancias en Catamarca) en las que se restringe la plantación de “semilla”s de bajas categorías. La “semilla” a utilizar se debe conservar en **cámaras frigoríficas** a 4°C y 90 % de HR para evitar el brotado y la deshidratación. No es recomendable la conservación a largo plazo bajo el suelo o en **pilas a campo** de los tubérculos destinados a “semilla”. Estas formas tradicionales de conservación disminuyen la calidad de la “semilla” al requerir el desbrotado y por lo tanto el potencial de rendimiento es menor.

En la Argentina se utiliza principalmente papa “semilla” cortada para la producción de papa consumo. Sin embargo, también se utiliza “semilla” entera (entre 30 y 60 g), denominada vulgarmente “semillón”.

La **papa cortada** permite la obtención de tubérculos hijos más grandes por una mejor distribución de los tallos. El número de brotes por tubérculo depende de la variedad a utilizar. A su vez, el número de brotes se incrementa muy poco con el aumento del tamaño del tubérculo. Por otro lado, tubérculos muy grandes tendrán menos brotes por bolsa que tubérculos medianos o chicos y hacen que se aumente la posibilidad de obtener cortes “ciegos” (sin ojos). Por todo ello se recomienda la adquisición de “semilla” con tamaños entre 100 a 300 g de modo tal que los cortes resultantes tengan aproximadamente 50 g. El número de ojos por corte influencia el número de tallos por planta.

Es importante conocer la edad de la “semilla” a plantar. Esta edad tiene un componente cronológico y otro fisiológico. **La edad cronológica** es fácil de determinar y va desde la cosecha en otoño a la plantación en primavera, por ejemplo. Una “semilla” cronológicamente más vieja que otra se comportará diferente por tener además una edad fisiológica diferente. **La edad fisiológica** de un tubérculo involucra la interacción de varios factores ambientales y culturales que ocurren durante el cultivo previo y durante su almacenamiento, además de la edad cronológica. El factor más importante es la acumulación de grados/día o la exposición a altas temperaturas. La edad fisiológica aumenta con almacenamientos a altas temperaturas, tornando a la “semilla” más “vieja”, ya que ésta brotará más rápido. Tubérculos muy jóvenes tendrán **dominancia apical** y al ser plantados emergerá un solo tallo. Con una edad fisiológica un poco más avanzada los tubérculos estarán en estado de **brotación múltiple** con varios brotes por tubérculo. Si la edad avanza aún más, **los brotes se ramifican**. Por último, en el estado más avanzado (**senilidad**), los brotes de los tubérculos producen pequeños tubérculos y se dice que la

papa está “incubada”. Estos cuatro estadios tienen una duración diferente según la variedad. La “semilla” fisiológicamente más vieja emergerá más rápido, con varios tallos, mayor número de tubérculos por planta, menor desarrollo total del follaje, senescencia más temprana y rendimiento menor que la “semilla” más joven. El uso de una “semilla” en cualquiera de los tres primeros estadios dependerá del objetivo de producción: las papas para consumo requieren “semilla” más joven que las papas para “semilla”. En el primer caso se busca obtener el mayor rendimiento posible y en el segundo caso tamaños más pequeños y alta sanidad.

La papa puede ser cortada con cuchillo por una cuadrilla de operarios (un operario puede cortar unas 25-30 bolsas de 50 kg/ día) o bien con máquinas cortadoras (60 bolsas por hora). Cortar la “semilla” con una anticipación de dos o tres días antes de la plantación permite la cicatrización de los cortes (el óptimo se obtiene a 15-18 °C con 95 % HR). Los cortes pueden ser tratados con cal u otra sustancia para evitar que se mantengan unidos entre sí. Asimismo, los cortes se pueden tratar con fungicidas, nematocidas, bactericidas e insecticidas (preferentemente en polvo o líquidos con ultrabajo volumen) para protegerlos hasta la emergencia.

La plantación mecánica se realiza principalmente con **plantadoras a cangilones** de dos o cuatro surcos. Para obtener una emergencia uniforme se debe: ajustar el cangilón al tamaño del corte de “semilla”, no utilizar velocidades de plantación superiores a 7,5 km/hora, evitar profundidades de plantación mayores a 15 cm, evitar suelos con temperaturas inferiores a 7,5 °C y muy secos. Una plantadora de cuatro surcos tiene una capacidad de trabajo de 10-12 has/día. La plantadora consta de abridores de surco, caño de bajada con doble cinta de cangilones, tolva de doble piso para unos 2000 kg de “semilla”, cajones para fertilizante con caños de bajada que colocan el fertilizante por debajo y ambos costados de la “semilla”, discos tapadores, engranajes para regulación de densidad y ancho de surco regulable. Algunas máquinas poseen dispositivos para la distribución de agroquímicos líquidos. El **espaciamento entre surcos** oscila generalmente entre 80 y 90 cm. Los espaciamientos más amplios permiten la realización de un aporque más alto que evita el verdeado de los tubérculos producidos.

La plantación se realiza en forma transversal al último cincel aplicado. La papa también puede ser plantada acompañando curvas de nivel o en círculos. En nuestro país es habitual que vaya un operario (“**colero**”) en la tolva a fin de controlar el suministro de cortes a las cintas de cangilones. La forma de plantación tradicional adaptada a la cosecha con “sacadora” y cuadrillas de operarios se realiza por **amelgas**. En este sistema se deja entre las amelgas un espacio (una maquinada o “cierre”) para la siembra de maíz colorado común a alta densidad (40-50 kgs./ ha) cuyos tallos y hojas muy finas (chala) tapan los montones o pilas en el momento de la cosecha. Generalmente, se disponen 28 surcos de papa al inicio de la plantación y posteriormente se dejan los tres surcos de maíz, y luego 56 surcos con papa, y así, hasta finalizar el lote. Esto facilita la distribución de la chala en el momento de la cosecha. Si la cosecha se va a realizar con una cosechadora integral el maíz para chala se puede sembrar en la cabecera o en otro lugar del lote, cerca de donde se descargarán las tolvas de la cosechadora o los carros que transportan la cosecha.

(Insertar Figura 4)

El **espaciamento entre plantas** dentro de la línea de plantación depende de la variedad y del objetivo de la producción. Se requiere experiencia local para determinar este espaciamento. En general, se puede decir que los cultivos para industria de papas fritas en

bastones y consumo en fresco requieren mayor tamaño de tubérculo que los cultivos destinados a “semilla” o para papas fritas en rodajas, por lo que la distancia entre cortes será mayor en esos primeros casos (de 20 a 35 cm para consumo y de 15 a 25 para “semilla”). La plantación de papa para “papines” se realiza al doble o más de densidad que la papa consumo común (5 a 10 cm entre plantas). En el caso de usar “**semillón**” o **papa entera** se debe ajustar la densidad de plantación para obtener tamaños de papa consumo adecuados ya que este tipo de “semilla” entera puede concentrar muchos tallos en un pequeño espacio y disminuir el tamaño de los tubérculos producidos.

### **Variedades**

La variedad de papa más utilizada en Argentina es **Spunta**, de origen holandés. Sus tubérculos son alargados, de carne amarilla clara, piel lisa y pueden alcanzar gran tamaño. Posee muy alto rendimiento y se adapta a regiones con doble cosecha. La materia seca de sus tubérculos es baja y es muy susceptible a enfermedades. Domina el mercado de papa para consumo.

Entre las variedades para industria **Innovator**, también holandesa, es la más cultivada por los productores que abastecen la industria de papas fritas en bastones. Posee tubérculos alargados de piel rugosa y carne amarillo clara. Otras variedades extranjeras para esta finalidad son Asterix, Daisy, Umatilla, Markies, Santana, Russet Burbank (la variedad más antigua y más importante de EE.UU.) y Shepody. La industria introduce y evalúa variedades en forma permanente.

**Atlantic**, de EE.UU. y varios clones de la empresa Frito Lay son las más utilizadas para la papa frita en rodajas. Estas variedades son redondas y de tamaño de tubérculo mediano.

**Kennebec**, también norteamericana y de tubérculos oval redondos de carne blanca, se utiliza con varios propósitos (bastones, puré deshidratado y rodajas).

Entre las variedades nacionales se destaca **Frital INTA** que es la variedad más utilizada para la producción de “papines”, la forma de sus papas es oval alargada, son de piel lisa y carne crema. **Pampeana INTA** (tubérculos redondos, de carne blanca) es la variedad más adecuada para la elaboración de puré deshidratado por su alto contenido de materia seca.

También tiene un excelente comportamiento frente al Tizón Tardío. **Calén INTA**, de tubérculos alargados, es similar a Spunta, pero con mejor comportamiento sanitario y calidad culinaria, se planta tanto en el SE como en zonas de doble cosecha. Araucana INTA (tuberculos redondo-ovales, carne blanca y piel semirugosa) es cultivada por productores que aplican bajo nivel de insumos. Algunas variedades del INTA se han destacado en otros países como Achirana INTA y Serrana INTA. El mejoramiento genético es una actividad iniciada en la década del 40 y continúa permanentemente produciendo nuevas variedades para el mercado nacional, como Newen INTA, liberada en 2010.

Algunas variedades extranjeras de **piel roja** han ocupado ciertos nichos del mercado fresco como **Chieftain**, **Asterix**, **Cherie** y, en el pasado, Red Pontiac.

### **Fertilización**

El programa de fertilización debe asegurar la disponibilidad de nutrientes en cantidad y momento adecuados, para proveer un crecimiento óptimo del follaje y de los tubérculos. Los mayores consumos de nutrientes por la planta se dan durante el llenado de tubérculos y se detienen durante la madurez de los mismos. Por otro lado, la fertilización está en relación con el rendimiento objetivo. Para un rendimiento de 50 t/ha se espera que se

consuman alrededor de 250 kg/ha de N, 320 kg/ha de K y 50 kg/ha de P. Conociendo el análisis de la composición del suelo, la tasa de mineralización, la movilidad del nutriente en el suelo y el consumo de la planta, se puede determinar la cantidad de fertilizantes a aplicar. Ésta también depende de la precocidad de la variedad a plantar y del largo de la estación de cultivo. Las variedades tardías como Russet Burbank y Frial INTA requieren algo más de nutrientes durante el periodo de llenado de tubérculos que en el periodo de inicio de la tuberización. El rendimiento de estas variedades aumenta a medida que se alarga la estación de cultivo, siempre que se pueda mantener el follaje sano. El muestreo de suelo se debe realizar antes de la plantación a los 0-30 cm y 30-60 cm de profundidad. Asimismo se puede analizar el estado nutricional de la planta durante su crecimiento por medio del análisis de pecíolos. Ambas herramientas son necesarias para la toma de decisiones correctas en cuanto a fertilización. Experiencias realizadas en Balcarce (coincidentes con la literatura) han demostrado que los excesos de N retrasan el inicio de la tuberización y pueden reducir el contenido de materia seca, sin mejorar el rendimiento.

### **Riego**

La papa presenta poco desarrollo radicular, por lo cual se requiere un cuidadoso manejo del agua que evite tanto déficit como excesos. A esto se suma la tendencia a cerrar los estomas y disminuir el crecimiento en respuesta a leves deficiencias de agua. En el SE bonaerense se utiliza el riego suplementario, ya que en períodos cortos de estrés, a partir del inicio de tuberización, puede reducir notablemente el rendimiento y calidad. Por otra parte, los excesos de agua provocan una pobre aireación del suelo, problemas de enfermedades principalmente pudriciones blandas por bacteriosis, lenticelosis, lavado de nitrógeno y contaminación de los acuíferos.

La mayor parte de la necesidad del agua del cultivo se usa para la transpiración y también se pierde agua por evaporación directa del suelo. La evapotranspiración (ET) varía con el tipo de suelo, el estado del cultivo y las condiciones ambientales (temperatura y humedad). Se puede esperar hasta un máximo de 12 mm de ET diaria. Las formas más difundidas para cuantificar el nivel de agua del suelo son: por gravimetría, con tensiómetros y con sonda de neutrones.

Los sistemas de riego utilizados en Argentina son: por aspersión, por surco y por goteo. Los sistemas de aspersión incluyen: cañerías de traslado manual o mecánico (“side roll”), cañón viajero, rollo con ala regadora, pivote central, y avance frontal. El riego por surco se utiliza en mayor medida en Mendoza y en Córdoba. Este sistema posee la menor eficiencia de aprovechamiento de agua pero puede ser mejorado con el uso de caudales discontinuos y sifones. Las necesidades de agua se deben corregir por la eficiencia de aplicación del sistema elegido.

(Insertar Figura 5)

### **Labores Culturales**

Las labores culturales de la papa son características de los cultivos de escarda y además contribuyen a la formación de un camellón de unos 20-30 cm que crea el ambiente propicio para el desarrollo de los tubérculos y evita su verdeado. Uno de los sistemas de laboreo incluye solamente maquinarias de escarda y aporque, con el riesgo de roturas de brotes en las primeras labores. Los sistemas con maquinarias accionadas por toma de fuerza son más agresivos para el refinado del suelo e incluyen el uso de rastras rotativas de eje horizontal con conformador de camellones que se pasan luego de la plantación dejando intacta una



pequeña franja en la línea. Algunos conformadores sólo poseen pequeños escardillos en el entresurco y son especialmente aptos para suelos livianos. Tanto la preparación de la cama de plantación como las de conformación de camellones contribuyen a la destrucción de terrones, labor especialmente necesaria para la cosecha mecánica, ya que los terrones son la principal causa de daño por golpes a los tubérculos.

La pulverización de insecticidas y fungicidas se realiza en forma sistemática semanalmente luego que la planta alcanza unos 15 cm de altura. Esta labor compacta severamente el fondo del surco por donde pasa el implemento y algunos productores prefieren no plantar en ese sector o bien cosechar los tubérculos producidos en el mismo en forma separada, ya que tienen mayor cantidad de deformaciones y peor aspecto visual.

Otra labor durante el crecimiento del cultivo es la fertilización la que se puede realizar con aporcadores con cajones fertilizadores, antes que la planta cierre el surco o con pulverizadoras en el caso de fertilizantes líquidos. Una forma más racional de aplicar fertilizantes es a través del fertiriego, especialmente cuando se cuenta con sistemas como el pivote central o goteo.

Por último, puede ser necesaria la aplicación de un herbicida total (Paraquat o Diquat) para destruir el follaje antes de la cosecha. Esta labor es especialmente importante en la producción de semilla para prevenir la infección tardía de virosis ante la aparición de áfidos vectores. Esta labor también se realiza en cultivos de papa para industria para evitar la caída del porcentaje de materia seca de los tubérculos causada por excesiva lluvia tardía. Otra función de esta labor es evitar tamaños de tubérculos muy grandes.

### **Control de malezas**

El control de malezas es especialmente importante pues éstas compiten con el cultivo de papa que es poco agresivo frente a éstas y pueden provocar una disminución del rendimiento. Se ha determinado que el periodo más crítico para la competencia de las malezas con la papa es de seis semanas después de la plantación. Especies de alto porte y de rápido crecimiento, como *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Avena* spp., *Chenopodium album* L., *Malva sylvestris* L., *Sinapis arvensis* L. y *Sonchus oleraceus* L. pueden asfixiar al cultivo, poniendo en riesgo los rendimientos e interfiriendo las operaciones de cosecha. Las malezas de hábitos trepadores tienen un efecto similar, por ej. *Convolvulus* spp. *Galium aparine* L., *G. tricomutum* Dandy, *Fumaria officinalis* L. y *F. parviflora* Lam. Además de su efecto directo a través de la competencia, las malezas son también dañinas al incrementar el número de tubérculos remanente en el suelo al momento de la cosecha y por ser hospederas de muchas plagas y enfermedades. Un ejemplo es el áfido *Myzus persicae* Sulzer que puede vivir sobre especies de malezas como *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *C. album*, *S. arvensis* y *Solanum nigrum* L. Además, malezas como el gramón (*Cynodon dactylon*) y cebollín (*Cyperus rotundus*), que poseen rizomas, pueden perforar los tubérculos afectando la calidad. Una vez que crece, la planta de papa forma un copioso follaje que les da pocas oportunidades a la mayoría de las malezas, aunque *Sorghum halepense* (L.) Pers. y algunas otras especies pueden crecer a través del cultivo. Por lo tanto, las prácticas de manejo tienen que estar dirigidas a mantener al cultivo razonablemente libre de malezas hasta que sus hojas se cierran en el entre-surco.

Previo a la plantación se pueden utilizar herbicidas como Metolaclo (Dual) con dosis de 1 a 3 l/ha incorporado con rastra de disco y plantando unos 15 a 20 días después de la aplicación. Es importante en este caso contar con buena humedad del suelo para que tenga un mayor efecto sobre las malezas de hoja fina que controla.

Luego de la plantación se pueden utilizar herbicidas pre emergentes para control de malezas de hoja ancha como el Metribuzin (Sencor) en dosis de 0.75 a 1 l/ha. En algunas variedades como Spunta se puede utilizar cuando ya está emergido el cultivo en dosis más bajas. Pero en otras variedades como Innovator, hay que tener cuidado de no aplicarlo cuando el cultivo está emergido, debido a que pueden presentar síntomas fitotóxicos que provocan un retraso en el crecimiento del cultivo y una disminución del rendimiento. Para el control de gramíneas en post-emergencia se pueden aplicar herbicidas específicos y selectivos del cultivo como por ejemplo Bentazón (Basagran) en dosis de 0,8 a 1,6 l/ha, teniendo en cuenta el estado del cultivo ya que puede causar fitotoxicidad después de la floración.

### **Principales Enfermedades y Plagas**

Las numerosas enfermedades que afectan al cultivo de papa pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus, viroides y micoplasmas.

El **Tizón tardío** de la papa es provocado por el Oomicete *Phytophthora infestans*. Las condiciones predisponentes para la enfermedad son alta humedad y temperaturas frescas, no mayores de 24 °C. En las hojas produce manchas de color verde claro de forma irregular que posteriormente se transforman en lesiones necróticas que pueden causar la muerte de los folíolos y extenderse de los pecíolos hasta el tallo matando a la planta entera. En condiciones de alta humedad se puede observar en el envés de las hojas un moho blanco que rodea las lesiones (mildiu). Los tubérculos infectados presentan áreas irregulares ligeramente hundidas. Las lesiones necróticas penetran desde la superficie del tubérculo observándose una pudrición granular seca de color castaño sin límites definidos. Los fungicidas más utilizados para su control son: Mancozeb, Metalaxyl, Clorotalonil, Fosetil Aluminio, Dimetomorph, etc. que tienen acción de contacto, curativa o translaminar. (Insertar Figura 6)

El **Tizón temprano** de la papa causado por *Alternaria solani* se presenta bajo condiciones de alta humedad y temperatura (25-30 °C). Los síntomas comienzan en las hojas más viejas produciendo manchas en forma de tiro al blanco y si la enfermedad progresa puede defoliar el cultivo totalmente; en los tubérculos produce una pudrición seca superficial con límites definidos. Para el control químico se emplean fungicidas como los Triazoles, Dicarboximidias, Strobirulinas e Imidazoles.

La **sarna negra** o **rizoconiosis** provocada por *Rizoctonia solani* es un patógeno del suelo que causa fallas de emergencia debido a muerte de yemas y a canchales o muerte apical del brote, marchitamientos y muerte de plantas, clorosis y/o amarillamiento, enrollamiento de hojas superiores, canchales en la base del tallo, formación de tubérculos aéreos, deformados, con rajaduras, verdeados, agrupados en la base del tallo, sarna en red, esclerotos en la superficie del tubérculo. Para su control se pueden utilizar medidas culturales como: rotación de cultivos, no plantar en suelos fríos (< 15°C), evitar el uso de “papa semilla” muy contaminada, plantar a poca profundidad.

La **fusariosis** causada por *Fusarium spp.*, otro patógeno del suelo, provoca pudriciones secas en los tubérculos generalmente hundidas, que se desarrollan en superficie y profundidad, dejando cavidades donde se observa micelio de distintos colores de acuerdo a la especie.

El **marchitamiento y punta seca** de la papa causado por *Fusarium solani* var *eumartii* produce pudrición seca del tubérculo en la cicatriz del estolón, acompañada con un oscurecimiento de los haces vasculares (3-4 mm.) por acción de las toxinas del hongo. En el follaje presenta un punteado necrótico muy visible en la cara inferior de las hojas. Si la enfermedad progresa se puede observar un marchitamiento gradual y puede producirse una muerte anticipada del cultivo.

El marchitamiento causado por *Verticillium dahliae* Kleb. y *V. albo-atrum*, comienza por los folíolos de un lado de la hoja, o de un sector de la planta hasta que se generaliza. Las hojas se tornan amarillas y mueren en forma anticipada. En los tubérculos se pueden observar los haces vasculares de color pardo (1-2 mm) Las medidas culturales para el control de esta enfermedad son: la rotación de cultivos, el uso de “papa semilla” sana y el uso de variedades tolerantes o resistentes.

Para el control químico de estos patógenos del suelo se pueden aplicar fungicidas a los cortes o a la papa entera como también al fondo del surco durante la plantación. Los fungicidas más utilizados son tolclofos metil, captan, fluodioxonil, metil tiofanato, tiabendazol entre otros.

Los **virus** provocan una serie de anomalías como mosaicos, enanismo, hojas crujientes, tubérculos pequeños y deformes y disminución de rendimiento. Los virus se transmiten a los tubérculos hijos, por lo cual la “semilla” es una de las principales formas de dispersión. Los áfidos o pulgones son unos de los principales vectores de los virus PLRV y PVY.

El **virus del enrollamiento de la hoja** de papa (PLRV) presenta síntomas primarios y secundarios. Los primeros se manifiestan en plantas sobre las que se alimentaron los áfidos infectivos durante la misma estación o período vegetativo, si la infección es tardía generalmente no se observan síntomas. Los síntomas secundarios se presentan en el segundo año y siguientes a la infección. En las plantas afectadas, los folíolos inferiores se enrollan, las hojas se vuelven más rígidas y coriáceas y pueden presentar una pigmentación rosado-violácea en los márgenes de las mismas. Las plantas pueden tener un hábito de crecimiento erecto y poco desarrollo. En los tubérculos de algunas variedades como Russet Burbank puede presentarse una necrosis reticulada interna.

El **virus Y** de la papa posee varias razas, tales como Y<sup>N</sup>, Y<sup>O</sup>, Y<sup>NTN</sup> e Y<sup>C</sup>. Los síntomas que producen pueden ser mosaico leve a severo y anillos necróticos en los tubérculos dependiendo de la raza. La raza Y<sup>N</sup> es la más frecuente en Argentina y produce mosaicos leves difícilmente detectables a la vista. La raza Y<sup>O</sup> produce necrosis en las nervaduras, mosaicos y las hojas se marchitan y pueden caer o permanecer pegadas al tallo por lo que reciben el nombre vulgar de “planta milico”.

El Mosaico leve o latente es provocado por el **Virus X** de la papa que se transmite por contacto entre plantas, a través de maquinarias, animales o el hombre que hayan tenido contacto con plantas enfermas. Se perpetúa principalmente en tubérculos infectados.

La combinación de PVX y PVY produce el Mosaico rugoso de la papa, un síntoma severo de mosaico y deformación de la hoja, con necrosis de nervaduras y reducción drástica del rendimiento.

El principal control de las virosis es la utilización de papa semilla sana.

La **marchitez bacteriana** es provocada por *Ralstonia solanacearum*. El patógeno penetra por las raíces, por heridas o por los sitios de emergencia de las raíces secundarias, y eventualmente invade el xilema causando un marchitamiento severo y finalmente la muerte

de la planta. En los tubérculos produce necrosis de haces vasculares, que al ejercer presión exuda una zooglea de consistencia cremosa y de color blanco amarillenta.

La **marchitez y pie negro** son causados por las bacterias *Pectobacterium atrosepticum* (syn. *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*), *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (syn. *E. carotovora* subsp. *carotovora*) y *Dickeya chrysanthemi* (*E. chrysanthemi*). Esta enfermedad se puede presentar en cualquier etapa del ciclo del cultivo. La infección en los tubérculos se puede iniciar a través de las lenticelas, por heridas superficiales en la piel del mismo o bien por el estolón que lo comunica con la planta madre. Los síntomas varían desde una ligera decoloración vascular en el extremo del estolón hasta una completa pudrición blanda y de color crema en todo el tubérculo. Los tallos de la planta afectada muestran una pudrición de color negro en la base, y el follaje va marchitándose hasta finalmente secarse.

La **sarna común** de la papa causada por *Streptomyces scabies* produce lesiones en los tubérculos inicialmente pequeñas, marrones, circulares, de apariencia acuosa y posteriormente corchosa. En base a su ubicación y aspecto puede ser superficiales, elevadas o profundas.

Para la prevención de las enfermedades bacterianas se debe utilizar “semilla” sana, evitar suelos no infectados en el caso de marchitez bacteriana, anegamiento, rotaciones largas y desinfección de maquinaria y almacenes.

Las **enfermedades fisiogénicas** son aquellas causadas por factores ambientales que producen algún desorden fisiológico. Entre las más importantes se pueden mencionar el **corazón hueco**, la **podredumbre apical gelatinosa**, el **crecimiento secundario**, la **lenticelosis** y las **rajaduras** de los tubérculos. Para prevenir éstas enfermedades se deben evitar fallas en el cultivo, excesos de fertilización nitrogenada, desequilibrios hídricos y el uso de variedades menos susceptibles. El **corazón negro** es una enfermedad del almacenamiento que se produce por insuficiencia de oxígeno. Los síntomas consisten en una decoloración en la médula del tubérculo que se torna negruzca. El **verdeado** de los tubérculos se produce por una exposición a la luz, más o menos prologada, dependiendo de la variedad. Con el verdeado se producen glicoalcaloides tóxicos como la solanina, que confieren a los productos de papa un sabor amargo.

Los principales nematodos que atacan al cultivo de papa son del género *Globodera*, *Meloidogyne* y *Nacobus*. En general producen reducción del crecimiento, daños en las raíces, clorosis, marchitamiento y reducción del número y tamaño de los tubérculos. En los cultivos se observan manchones con plántas débiles.

El **nematode de la agalla** (*Meloidogyne sp.*) produce agallas en las raíces infestadas cuyo tamaño depende de la densidad, de la especie involucrada y de la temperatura. Los tubérculos atacados pueden o no presentar agallas, y en su interior se pueden observar puntos blancos rodeados de tejido color rojizo, que se corresponden a una alteración de las células vecinas a la masa de huevos.

El **falso nematode del nudo de la raíz**, *Nacobbus aberrans* produce agallas en las raíces pero no forma agallas en los tubérculos. Las generaciones se suceden constantemente durante el período de crecimiento de la planta.

El **nematode del quiste de la papa**, *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*, está distribuido en regiones de clima templado, y en los trópicos por encima de los dos mil metros de altura. Las raíces atacadas detienen su crecimiento, con numerosas

ramificaciones y sin agallas; las raíces muestran la presencia de las hembras (blancas o amarillas) y de quistes esféricos de color pardo. La presencia de estos quistes es la mejor evidencia de que una planta está parasitada por este nematodo.

El control de los nematodos es bastante difícil y se orienta a la rotación de cultivos, al uso de papa semilla sana, a la aplicación de nematicidas al suelo y a la utilización de variedades resistentes.

Los **pulgones o áfidos** pueden hallarse sobre la parte aérea y también sobre las yemas y/o brotes de los tubérculos de papa. Los principales pulgones que atacan al cultivo son *Myzus persicae* "Pulgón verde del duraznero, *Macrosiphum euphorbiae* "Pulgón de la papa" y *Aulacorthum solani* "Pulgón manchado de la papa". Los áfidos pueden producir daños directos que ocasionan al extraer savia de la planta e indirectos por la transmisión de virus, los cuáles ocasionan pérdidas económicas al afectar a los tubérculos hijos. Los áfidos pueden transmitir los virus en forma persistente (PLRV) o no persistente (PVY). Para su control se utilizan aceites de uso agrícola junto a insecticidas selectivos que no afecten a sus controladores naturales, tales como parasitoides y predadores.

El **bicho moro**, *Epicauta adspersa*, es una plaga muy voraz que produce daños en las hojas, brotes, tallos tiernos y flores. Cuando se alimentan del follaje dejan únicamente las nervaduras. Debido a la gran voracidad de estos insectos, es importante recorrer el cultivo periódicamente a fin de detectar los ataques a tiempo. El control se realiza fácilmente con insecticidas con cualquier modo de acción.

La mosca **Minadora de la hoja de papa**, *Liriomyza huidobrensis*, produce daños en las hojas. La hembra perfora la epidermis foliar con el ovipositor provocando "picaduras de oviposición" y luego comienza a alimentarse produciendo "picaduras de alimentación". Las larvas son las provocan más daño ya que se alimentan del interior de las hojas formando galerías cuyo diámetro aumenta con el desarrollo de la larvas pudiendo llegar a secar las hojas. En condiciones naturales las poblaciones de esta plaga son reguladas por un gran número de parasitoides, sin embargo, es necesario el uso de insecticidas para el control de las larvas. Este es el método más eficaz y es recomendable utilizar insecticidas de diferente modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia de la plaga.

Las larvas de *Cyclocephala signaticollis*, "Escarabajo rubio", *Maecolaspis* spp y otros insectos de suelo se alimentan de los tubérculos de papa, produciendo cavidades y galerías más o menos superficiales que desmerecen su calidad comercial. Debido a que el daño se produce en la senescencia del cultivo es recomendable cosechar lo antes posible para evitar que los tubérculos queden expuestos al ataque de esta plaga durante un largo periodo de tiempo.

La hembra de los **Trips** (*Frankliniella occidentalis* y otros) generalmente pone los huevos en las flores donde nacen las primeras larvas que se alimentan picando los tejidos, para extraer los jugos celulares. Estas larvas, que son muy difíciles de ver a simple vista, realizan una muda y pasan por dos estadios juveniles antes de alcanzar el estado adulto. Tanto las larvas como los adultos pueden estar en cualquier parte de la planta, pero es en las flores donde resulta más fácil encontrarlos. Esta plaga transmite el virus TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) que produce necrosis del brote apical

La **Polilla de la Papa** (*Phthorimaea operculella*) produce daños en las hojas, pecíolos y tallos por perforaciones que pueden debilitar la planta y en los tubérculos forma galerías mas o menos superficiales, en el interior de estos orificios hay gran cantidad de detritos y tapizados por hilos de seda. El control se puede realizar por baculovirus (bioinsecticida en polvo) para evitar daños en almacenamiento, destruir los tubérculos contaminados, hacer rotaciones largas, desinfectar los almacenes

### **Cosecha.**

La determinación del momento óptimo de la cosecha depende de diferentes situaciones. El rendimiento alcanzado al momento de tomar la decisión de cosechar debe ser satisfactorio para las expectativas de beneficio económico que se espera obtener. En muchos casos puede ser necesario cosechar aún cuando el follaje está verde pues las condiciones de precio de mercado así lo imponen; esta situación se da especialmente en cultivos de “primicia” como los que se producen en Tucumán. En este caso, los tubérculos no han alcanzado la formación total de la piel, están “**inmaduros**” y son muy sensibles a los golpes. En otras situaciones puede esperarse mejor precio hacia el final de la época de comercialización por lo que el cultivo se deja secar naturalmente. Si el cultivo es para industria, el momento de cosecha estará determinado por la calidad industrial de los tubérculos y el turno de entrega a la fábrica. Las condiciones del terreno y las perspectivas futuras del tiempo son elementos importantes que influyen en el momento de cosecha. La humedad ideal para la cosecha es de 60 a 75 % de la humedad de suelo disponible y a veces es necesario un riego ligero para poder cosechar. Si el suelo está muy húmedo la tierra no se separa de los tubérculos mientras que si está muy seco aumentan los daños a los mismos. En algunos casos la temperatura de los tubérculos es menor de 10°C aumenta el nivel de daño. Por último, si se trata de campos arrendados o se quiere preparar el terreno para el cultivo siguiente, existen límites temporales para la cosecha de la papa.

El follaje puede ser cortado, secado con herbicidas totales, extraído o quemado. Esta labor, realizada unos 10 a 20 días antes de la cosecha mecánica o semimecánica, facilita la recolección y permite la formación de la piel de los tubérculos que evitará los daños por golpes. Ese periodo en el que se completa la madurez de los tubérculos se denomina “**curado**” y requiere alta humedad (95 % HR) y temperaturas de 15-20 °C. Si la cosecha se demora demasiado luego de la muerte del follaje puede ocurrir una pérdida de calidad por la acción de enfermedades (rizoctoniasis y pudriciones de diverso tipo), insectos (gusanos blancos) y excesiva lluvia. Asimismo, puede ser conveniente proceder al desmalezado del lote con máquinas desmalezadoras rotativas con cuchillas horizontales ya que al comenzar la senescencia del follaje y si la cosecha se demora, el crecimiento de las malezas puede dificultar seriamente dicha tarea.

En Argentina la cosecha tradicional se realiza en forma semimecánica con arrancadoras de disco (“**sacadora**”) y recolección manual con **cuadrillas** de operarios. Los operarios forman parejas o “**yuntas**” que se distribuyen a lo largo del surco en tramos similares asignados por el “**cabecilla**” o jefe de la cuadrilla. Para una superficie 40 hectáreas generalmente se forman unas seis yuntas. La papa se junta a mano y se puede colocar en una “**maleta**”, que se fija a la cintura por una faja y se arrastra entre las piernas. La “maleta” es de lona y tiene una capacidad de unos 50 kilogramos o más. Al llenarse la maleta se vuelca en el sitio donde se formará el “**montón**”. Otra forma de recolección manual es con **canastos**, de unos 20 kg, de hierro, goma o mimbre, que además del volcado a montones o a **bolsones** permiten el embolsado directo con menos tierra que si se hiciera con maleta (“**canasto a bolsa**” versus “**maleta a bolsa**”). Los montones quedarán

distanciados en relación inversa al rendimiento. Al terminar la jornada los montones o **pilas** se recubren con chala de maíz, para protegerlos de las lluvias, el verdeado y las heladas. En regiones muy frías como Mendoza y la Patagonia se agrega una capa de tierra sobre la chala. Una “cuadrilla” de 12 hombres, en un cultivo que rinde aproximadamente 1000 bolsas / ha de 30 kg, puede recolectar alrededor de 2 hectáreas por jornada dejándola tapada en montones. Si realizan las labores de cosecha con canastos, embolsada, cosida y cargada a camión esa cantidad de personas puede cosechar una hectárea. Las modalidades de cosecha descritas se caracterizan por depender en forma significativa de mano de obra, no conllevan ningún trabajo de selección durante la recolección y contribuyen a aumentar la oferta con producto de menor calidad comercial. En Méjico y otros países de Latinoamérica las cuadrillas se dividen por calidad de papa a recolectar y la calidad comercial se mejora significativamente. Si bien la sacadora puede provocar cortes y dañar por golpes a los tubérculos, la recolección manual ocasiona muy bajo nivel de daño. (Insertar Figura 8,9 y 10)

La cosecha mecánica se puede realizar con máquina **recolectora (“peludo”)**, la que consta de una reja o azadón que levanta el camellón de tierra con las papas, la conducen por una cinta acarreadora de cadenas cribadas que eliminan el exceso de tierra y la vuelcan directamente en acoplados. Se puede adaptar a una cosecha semimecánica si la papa es volcada en el suelo para recolección manual. Los acoplados pueden descargar en montones en las cabeceras del lote para ser luego tapados con “chala”. La utilización de bolsones de alrededor de 700 kilos ha favorecido la combinación de cosecha semimecánica y descarga en fábrica, evitando el costo de la bolsa. Para la carga y descarga de los bolsones en los camiones se utiliza un guinche o **“pluma”**.

Las **cosechadoras integrales** de uno o dos surcos con **mesa visora y tolva** permiten realizar una primera clasificación de la cosecha, eliminando cascotes y papas con defectos disminuyendo los costos de mano de obra. La tolva puede volcar los tubérculos a un camión con cinta de descarga que la transporta directamente a la fábrica, al galpón de embolsado o al almacén. La cosechadora integral se utiliza en algunos casos para el embolsado directo luego de pasar por la mesa visora. La eficiencia de cosecha es alta ya que puede recolectar entre 2 y 5 hectáreas por día, para cosechadoras de uno y dos surcos.

La utilización de “peludos” conjuntamente con cosechadoras integrales, ambos de dos surcos, consiste en que los primeros vuelcan en un entresurco para que la cosechadora levante cuatro surcos. Esta modalidad permite una mayor proporción de papa que de cascotes en el sistema de acarreo y por lo tanto reduce los daños por golpes. En cualquier caso, la maquinaria utilizada en la cosecha no debe presentar caídas de más de 20 cm para evitar dichos daños. Los puntos de mayor impacto deben estar cubiertos con goma o algún elemento muelle. Asimismo se deben regular las velocidades de los acarreadores en forma apropiada, teniendo en cuenta que la velocidad de la cosechadora no debe ser inferior a 5 km/h. En suelos arenosos la velocidad del acarreador primario debe ser 100 a 150 % superior a la velocidad sobre el terreno y aumenta hasta 150 % en suelos más pesados. En cambio, la velocidad del acarreador secundario y del sacayuyos debe ser de un 65 % de la velocidad pero nunca menor a 3 m/minuto. La velocidad de las cintas posteriores se adecua al rendimiento y varía de 30 a 70 % de la velocidad de cosecha.

El daño mecánico se manifiesta como una mancha grisácea de profundidad variable con la intensidad del golpe y sin rotura de la piel. Otros daños mecánicos son el pelado en papas inmaduras, el daño por presión en la pila del almacén y el daño por rajadura de piel ante el golpe superficial. Spunta es una de las variedades más sensibles al daño mecánico.

(Insertar Figura 11)

### **Almacenaje y Conservación**

La descarga de camiones tolva se realiza por cintas ubicadas en la parte inferior de la tolva que descargan en una cinta transportadora que a su vez descarga en el almacén. En los puntos de impacto se colocan “delantales” que evitan golpes por caídas de alturas mayores

a 20 cm. En almacenes grandes se utilizan apiladores que forman una pila pareja en forma escalonada. En este proceso se pueden aplicar agroquímicos para evitar enfermedades fúngicas durante la conservación.

Se utilizan diversas estructuras de almacenamiento. En Argentina existen cámaras frigoríficas con compartimientos estancos y aislamiento de paredes, techo y piso, sin intercambio de aire del exterior. En estos casos se debe prevenir la anoxia y la elevada concentración de CO<sub>2</sub> que pueden provocar el “**corazón negro**” de los tubérculos. Las estructuras mejoradas tienen sistemas de circulación de aire interno por canales y forzadores, capacidad de intercambio de aire externo y están debidamente aisladas para evitar condensación de humedad. Tienen sistemas humidificadores y control de temperatura en el rango deseado. La papa debe ser ingresada **sana, seca y limpia**. Es conveniente aplicar un periodo de “curado” de unos diez a quince días para permitir la cicatrización de los daños que se puedan haber causado a los tubérculos con el manipuleo. Este proceso se realiza a 18 °C y a 95 % de humedad, generalmente en pre-cámaras. Las papas para consumo industrial u hogareño se almacenan a 10 °C y se pueden aplicar agentes antibrotantes como el CIPC. La papa “semilla” se conserva a 4°C. En ambos casos la humedad no debe ser inferior al 90 %. Antes de llegar a la temperatura final de almacenamiento la temperatura de los tubérculos debe ser reducida en forma gradual (un grado por día) aunque en los primeros 2 a 3 días de almacenamiento la temperatura se debe reducir rápidamente a 16 °C.

El sistema tradicional de almacenamiento en **pilas a campo** tapadas con chala de maíz se adaptaba convenientemente a los inviernos relativamente suaves del Sudeste y a las variedades nacionales de largo periodo de dormición. Sin embargo, con la preponderancia de variedades como Spunta y Kennebec, este sistema no evitaba la brotación abundante de los tubérculos hacia fines del invierno (agosto) y requería “mover” los montones para desbrotarlas. Las pérdidas de peso y calidad para estas variedades en este sistema de almacenaje superan el 30 % en peso. La aplicación de antibrotantes y el uso de canales de aire en la base de la pila mejoran esta alternativa de bajo costo de almacenamiento. (Insertar Figura 10)

### **Transporte y Comercialización.**

En Argentina la papa se transporta en camiones de alrededor de 30 toneladas. El mercado en fresco utiliza envases de polipropileno cuyo peso se ha ido reduciendo con el tiempo, siendo en la actualidad de alrededor de 32 Kg., no obstante la comercialización se sue realizando por bolsa y no por peso. Los costos de comercialización y transporte pueden llegar al 30 % e incluyen el flete, la descarga, la comisión al consignatario que realiza la venta en el mercado mayorista y el derecho de mercado. La venta en el mercado se realiza “al oído” y la carga puede ser vendida completa o en forma parcial cuando se descarga “al piso”. Los compradores en el mercado pueden ser distribuidores, alguno de ellos con capacidad para clasificación y embolsado en envases de 2 a 4 Kg. También concurren vendedores minoristas y supermercados pequeños a grandes. Una modalidad de venta directa en el campo se ha difundido a modo de garantizar la cobrabilidad ya que se realiza al contado (“pago a la culata del camión”). En general el mercado de papa para consumo fresco es poco transparente y carece de tipificación del producto. El consumidor argentino en general desconoce las variedades de papa y sus cualidades para los diferentes usos culinarios.



La industria se abastece con producción propia y contratos con productores previos a la plantación, con cantidades, calidades y precios preestablecidos. El principio general es el de pagar el precio pactado por papa en las mejores condiciones para ser procesada, es decir que no se paga por bolsas, tierra, defectos, enfermedades o papas muy pequeñas (menores de 50 mm en la industria de papas fritas en bastones). Además se bonifica o castiga por el contenido de materia seca y la calidad de fritura, según el procesamiento que haga la industria (puré, papas prefritas congeladas en bastones o papas en hojuelas).

### **Utilización y procesamiento de papa**

Menos del 50 % de la producción mundial de papa se utiliza para consumo humano, casi una tercera parte se utiliza como forraje (en Méjico y Europa del Este, principalmente), buena parte del resto se utiliza para obtener almidón y muy poco para alcohol. La calidad de la papa se define en forma característica para cada uso y tiene que ver con la forma de los tubérculos, el tamaño, la ausencia de enfermedades y defectos, el sabor y la textura. La atracción visual, las preferencias culinarias de los consumidores y la capacidad para satisfacer las preferencias del mercado son factores definatorios en la calidad total. Los contenidos de materia seca y de azúcares reductores tienen especial importancia para los productos fritos. Para los productos deshidratados, como el puré en escamas y el almidón, la materia seca es el factor más importante.

Las industrias procesadoras aceptan lotes de papa con materia seca superior al 18%.. En general se obtiene mayor rendimiento industrial con valores entre el 20 y el 23 % para la mayoría de los productos, a excepción del almidón que requiere tenores superiores al 24 % ya que se requiere menos energía para eliminar el agua durante la fritura o el deshidratado. El 80 % de la materia seca corresponde al almidón, que es de alta calidad y tiene usos en papelería fina, cosméticos e impermeabilizantes. La materia seca es la responsable de una textura adecuada en los productos fritos y hervidos, los bajos tenores de materia seca que contiene Spunta hace que estos productos sean aguachentos, poco firmes y aceitosos. El contenido de materia seca está definido por la variedad y las condiciones del cultivo (excesos de N y agua la afectan negativamente, como así también los déficit de agua al inicio de la tuberización). La materia seca se determina por método gravimétrico en forma directa o bien por el peso específico en forma indirecta. Los hidrómetros y las soluciones salinas son otros métodos menos precisos para determinar el peso específico.

El alto contenido de azúcares reductores (mayor de 0,35 para hojuelas y mayor de 1,2 mg/g de peso fresco para bastones fritos, referidos a glucosa y fructosa) determina colores oscuros en los productos fritos debido a la reacción de caramelización (Maillard) y también dependen de la variedad y las condiciones ambientales. Las bajas temperaturas (<10 °C) aumentan significativamente los azúcares reductores, si bien es posible revertir dichos azúcares a sacarosa (no reductor) elevando la temperatura del almacenamiento.

### **Bibliografía consultada:**

- Beukema, H.P. y E. Van der Zaag, 1990. "Intoduction to potato production". Pudoc, Wageningen, Países Bajos. 208 pp.
- Caldiz, D. 2006. Producción, cosecha y almacenamiento de papa en la Argentina. McCain Argentina SA, Basf Argentina 226 pp.
- Dwelle, R. 2003. Potato growth and development. En J. Stark and S. Love (ed) Potato Production Systems . University of Idaho Extension. 426 p-
- Harris, P.M.(Ed.) 1998. The potato crop. Chapman & Hall, London. 730 p

Haverkort, A.J., MacKerron, D.K.L. (eds.).2000. Management of nitrogen and water in potato production. Wageningen Pers, Wageningen NL. 353 p.

Hooker, W.J. 1980. Compendio de las enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 166 p.

Mosciaro, M. 2009. Caracterización de la producción y comercialización de papa en Argentina. Apuntes Curso Internacional de Producción de papa, 16 al 21 de marzo de 2009. Balcarce, Argentina

Rousselle, P., Y. Robert, J. C, Crosnier (Coordinadores). 1998. La patata. Versión española de J.M. Mateo Box. Ediciones Mundi Prensa 607 p.

Salazar, L. 1995. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la Papa. 226 p.

Stark, J, Love, S. (ed). 2003. Potato Production Systems. University of Idaho.426 p

Struik, P.C., S.G. Wiersema 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers. 383 p.

Vincini. A. M. y D. Carmona. 2009. Insectos. En Caldiz. 2006. Producción, cosecha y almacenamiento de papa en la Argentina. McCain Argentina SA, Basf Argentina p 165-178

van der Zaag La patata y su cultivo en los países bajos. 1993. Instituto consultativo holandés sobre la patata. La Haya, Holanda, 76 p.

Vreugdenhil Dick Editor- Potato biology and Biotechnology. Advance and Perspectives. Elsevier. 823 p

Gráfico 1. Época de producción y comercialización según tipo de producción

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temprana						■	■					
									■	■	■	
Semitemprana							■	■				
											■	■
Semitardía										■	■	
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Tardía		■										
						■	■	■	■	■	■	

■ Plantación      ■ Comercialización

Figura 1. La planta de papa y sus partes. Adaptado del Centro Internacional de la Papa

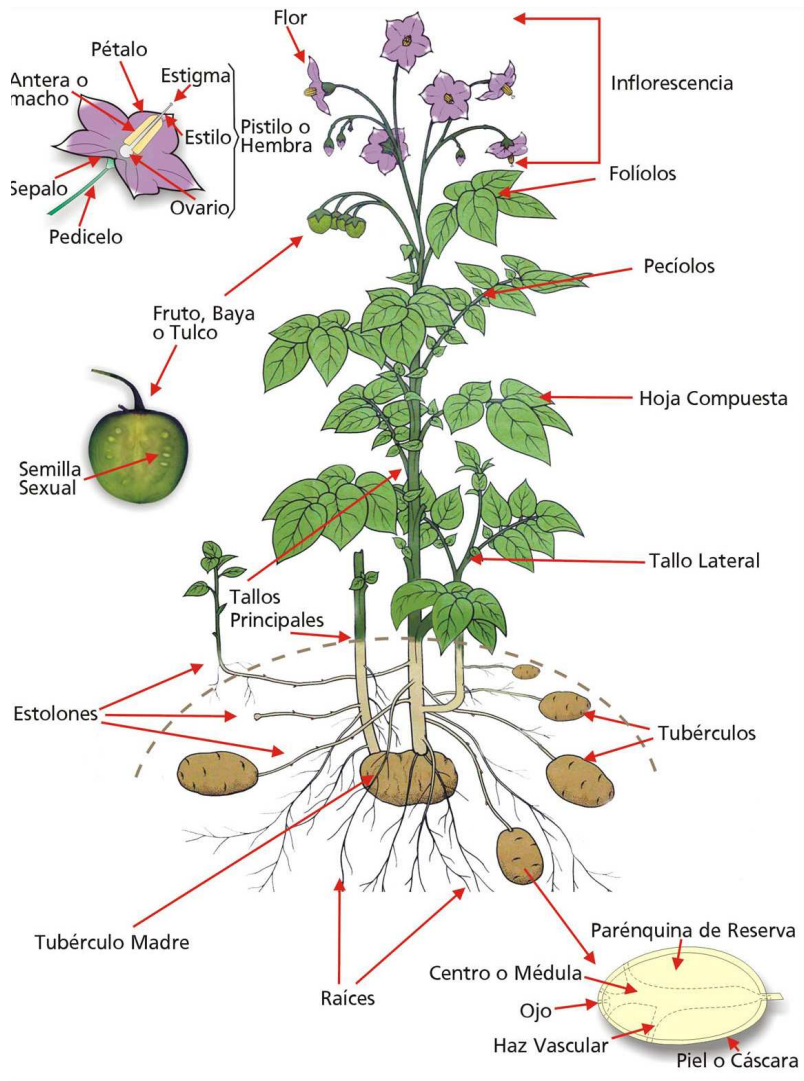


Figura 2. Ciclo de la planta de papa. Adaptado de R. Dwelle (2003)

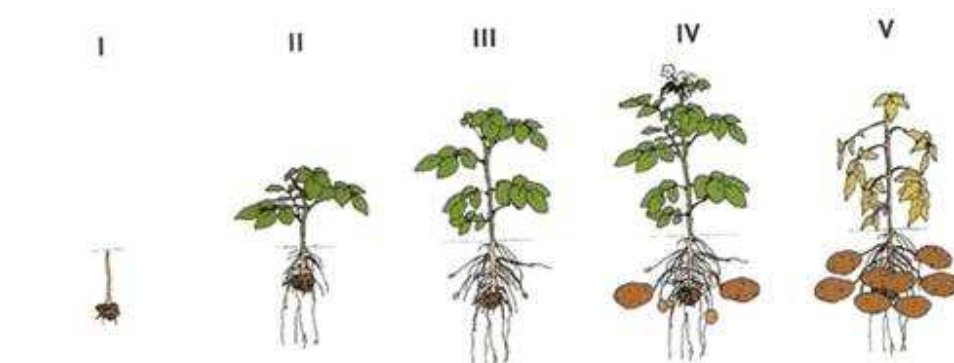


Figura 3. Conformador de camellones



Figura 4 Plantación de papa en el SE Pcia de Buenos Aires y detalle de cangilones



Figura 5. Pivote central en cultivo de papa en SE Pcia de Buenos Aires



Figura 6. Síntomas de Tizón tardío en papa



Figura 7. Cosecha de papa en el SE Pcia de Buenos Aires con sacadora de disco



Figura 8. Recolección manual de papa en el SE Pcia de Buenos Aires



Figura 9. Pilas de papa en el SE Pcia de Buenos Aires



Figura 10. Bolsones de papa en Pehuencó, pcia. de Buenos Aires



Figura 11. Cosecha integral de papa en Chubut

