

CAPITULO 3

Manejo Integral del Cultivo de Papa Diploide (*Solanum phureja* Juz. et Buk.)

José Luis Zapata Pareja¹, María del Socorro Cerón Lasso²
Pedro David Porras Rodríguez³, Carlos Alberto Herrera Heredia²

Resumen

La papa diploide (*Solanum phureja* Juz. et. Buk.) es considerada como un “Tesoro Dorado”, por su color amarillo brillante del tubérculo y por todas sus bondades. Es un alimento con alta aceptación entre los consumidores en Colombia y con grandes ventajas comerciales para su exportación. Los cultivares diploides con piel y pulpa de color amarillo y de forma redonda, han evolucionado en nuevas variedades que ofrecen ventajas agronómicas, culinarias, industriales, nutricionales y nutraceuticos. Gracias a los permanentes esfuerzos de investigadores, agricultores, industriales, comercializadores, entidades del sector público y privado; quienes representan a los diferentes eslabones vinculados a la cadena agroalimentaria de la papa. Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo entregar recomendaciones sobre el manejo integrado del cultivo que presenta las fases: preliminar a su establecimiento, durante su desarrollo en campo, cosecha y poscosecha; dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad y a garantizar la sostenibilidad de esta importante cadena productiva en el país. Bajo los lineamientos de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), para una producción rentable de la explotación comercial, se identificaron factores como: el ambiente, el uso de semilla de buena calidad, la fertilización balanceada acorde a los requerimientos nutricionales del cultivo, el manejo fitosanitario integrado y la programación de las actividades para alcanzar el manejo sostenible del cultivo. En la cosecha y la poscosecha, dada la perecibilidad del tubérculo, la recolección y sus labores complementarias de selección, clasificación, empaque y manipulación fueron factores de éxito en la entrega de un producto de óptima calidad.

Palabras Clave: control cultural, sanidad vegetal, calidad de las semillas, calidad del suelo, fitomejoramiento, producción vegetal.

¹Ingeniero Agrónomo, Máster en fitopatología, Consultor Particular.

²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca-Colombia.

³Ingeniero Agrónomo, Consultor Particular.



Abstract

The diploid potato (*Solanum phureja* Juz. et. Buk.) is considered a “Golden Treasure”, due to its bright yellow color of the tuber and all its benefits. It is a food with high acceptance among consumers in Colombia and with large commercial advantages for export. Diploid cultivars with skin and flesh of yellow color and round shape, have evolved into new varieties that offer agronomic, culinary, industrial, nutritional, and nutraceutical advantages. Thanks to the permanent efforts of researchers, farmers, industrialists, marketers, entities of public and private sector; who represent different links linked to potato agri-food chain. Therefore, this research aimed to provide recommendations on integrated management of the crop that presents the phases: preliminary to its establishment, during its development in the field, harvest and post-harvest; aimed at improving productivity, competitiveness and guaranteeing the sustainability of this important production chain in the country. Under the guidelines of Good Agricultural Practices (GAP), for a profitable production of commercial exploitation, factors were identified such as: environment, use of good quality seed, balanced fertilization according to the nutritional requirements of the crop, integrated phytosanitary management, and programming of activities to achieve sustainable management of the crop. In harvest and post-harvest, given the perishability of the tuber, harvest and its complementary tasks of selection, classification, packaging and handling were factors of success in the delivery of an optimum quality product.

Keywords: cultural control, plant health, seed quality, soil quality, plant breeding, vegetable production

Introducción

El manejo integrado de los cultivos (MIC) permite la adopción de tecnologías y sistemas de producción sostenibles, que involucran un adecuado manejo de sistemas agrícolas para la preservación del medio ambiente para lo cual, se estima necesaria la disponibilidad de la mano de obra no calificada y técnica, así como el uso de la tierra, para que los agricultores respondan a las necesidades de alimentos (Food and Agriculture Organization [FAO], 2010).



En Colombia la producción de papa incluye dos grupos taxonómicos para *Solanum tuberosum*: la papa tetraploide llamada papa común, papa negra, papa blanca, guata o papa de año (*Solanum tuberosum* L.) y la papa diploide, conocida como papa criolla (*Solanum phureja*), la cual hace parte de los sistemas agrícolas más importantes de clima frío.

Para el año 2021, la Cadena Agroalimentaria de la Papa reportó una siembra de 120.190 ha con una producción total de 2.621.344 t y un rendimiento promedio de 21,8 t/ha (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] (2021). Los Departamentos de Cundinamarca (43.677 ha), Boyacá (32.391 ha), Nariño (25.789 ha) y Antioquia (6.492 ha) representaron el 90 % del área nacional cultivada (MADR, 2021).

De otra parte, el comportamiento del área sembrada de papa diploide en Colombia mostró su mayor registro en el período 2006 a 2018 con 15.393 ha; no obstante, para el siguiente año llegó a 8.460 ha, cifra similar al promedio del quinquenio 2009 a 2013. Así mismo, la producción promedio entre 2009 y 2018 estuvo en 148.000 t y con un valor máximo en el año 2017. El rendimiento presentó una tendencia creciente al pasar de 10,1 t/ha en el 2011 a 14,2 t/ha en el 2018. Los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia y Norte de Santander participaron con la mayor área sembrada en papa diploide en el país (Agronet, 2020).

La potencialidad como producto de exportación se centra en productos procesados en diferentes presentaciones, dirigidas principalmente a destinos como Estados Unidos, la Comunidad Europea y Japón, donde el mercado ha reaccionado positivamente con una demanda creciente.

El presente documento tiene como objetivo entregar recomendaciones prácticas sobre el manejo integrado durante las fases previas al establecimiento del cultivo de la papa diploide, durante su desarrollo vegetativo, su cosecha y su



poscosecha. Con la adopción de las recomendaciones de manejo integrado se busca el incremento de la competitividad y de la productividad, así como la sostenibilidad del cultivo en Colombia.

Metodología

Se revisó el estado del arte sobre prácticas culturales dentro del esquema de manejo integrado de la papa diploide en el país, para consolidar información útil y actualizada, basada en investigación, desarrollo, extensión y transferencia relacionadas con prácticas de cultivo y poscosecha, generada por entidades públicas y privadas, y se consultó con especialistas sobre la importancia del tema y la pertinencia para la publicación. Adicionalmente, se consolidó la experiencia de los autores en el cultivo de la papa diploide, tanto como productores como investigadores.

Se identificaron tres fases durante las cuales se consolidaron e integraron las recomendaciones y se priorizaron las de mayor importancia, así:

- **Fase I:** previa a la siembra que incluye aspectos de diagnóstico de la zona y del predio, más la planeación de la producción con la variedad seleccionada.
- **Fase II:** inicia con la siembra y continúa con el desarrollo vegetativo de las plantas hasta su madurez comercial.
- **Fase III:** consiste en la cosecha y la poscosecha de los tubérculos, más criterios de calidad del producto para su comercialización o consumo o industrialización.

Así mismo, se establecieron relaciones entre prácticas culturales que impactan positivamente la productividad del cultivo y la calidad del tubérculo.

Análisis Fase I

La papa diploide constituye un recurso genético de importancia para Colombia por poseer alta diversidad genética. Es un tubérculo prioritario en la



seguridad alimentaria de la zona andina y posee características especiales para la agroindustrialización. Todo lo anterior lo hace un tubérculo merecedor de estudios enfocados en la búsqueda de la eficiencia del sistema productivo, favorecer la calidad y el potencial de rendimiento de los cultivares de este grupo.

Variedades de Papa Diploide en Colombia

El mejoramiento de papa diploide en Colombia se inició a mediados de la década de 1990, razón por la cual el número de variedades diploides generadas no es comparable con el de las tetraploides, que llevan más de 60 años con procesos de investigación y desarrollo (Bonilla Cortés et al., 2019). La Tabla 3.1 presenta un resumen de las variedades de papa diploides amarillas obtenidas hasta la fecha y en la Figura 3.1 se observa la nueva variedad Corpoica Sol Andina.

Tabla 3.1

Variedades de papa diploides de color amarillo y forma redonda registradas ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Colombia

Variedad	Genealogía	Rendimiento promedio (t/ha)	Materia seca (%)	Año de entrega	Entidad
Agrosavia Alhaja	Selección clonal - 15061989	25,5	19,18	2019	AGROSAVIA
Agrosavia Oyanza	Selección clonal - 15062586	22,8	20,28	2019	
Corpoica Sol Andina	Selección clonal - 15062591	29,4	22,96	2017	AGROSAVIA
Corpoica Tiba	Selección clonal - 15062589	29,8	23,25	2017	
Agrosavia Estrella	Selección clonal - 15062590	27,7	22,96	2017	
Criolla Ocarina	Criolla Galeras x Criolla Guaneña	30,0 – 32,5	> 23	2015	Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
Criolla Dorada	Criolla Guaneña x Criolla Galeras	23,6 – 29,3	19 - 21	2015	
Criolla Sua Pa	Criolla Latina x Criolla Colombia	37,3	23,8	2015	
Criolla Guaneña	Criolla Colombia x Amarilla Tumbay	32	> 23	2007	
Criolla Galeras	Criolla Colombia x Amarilla Tumbay	30	20,21-23	2007	
Criolla Paisa	Amarilla Tumbay x Criolla Colombia	20	20,21-23	2005	
Criolla Latina	Criolla Colombia x Amarilla Tumbay	25	20,21-23	2005	
Criolla Colombia	Clon 1. Selección clonal de cultivares redondos amarillos	15 - 25	20,21-23	2005	UNAL, Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), ICA

Nota. Basado en datos del Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2017a, 2017b); ICA (2018); ICA (2019 a, 2019b); ICA (2020); UNAL (2020).



Las características agronómicas evaluadas para su mejoramiento genético han sido predominantemente el color, la forma, la profundidad de ojos, la resistencia a organismos fitopatógenos, el rendimiento y el mayor tiempo de reposo del tubérculo. Adicionalmente, se ha buscado mejorar su calidad culinaria y sus características específicas para el procesamiento industrial para encurtidos, enlatados o precocida congelada; y recientemente, los atributos relacionados con la nutrición humana (Lachman y Hamouz, 2006; MADR, 2010).

Figura 3.1

Aspecto de la variedad de papa diploide Corpoica Sol Andina



Nota. Tomado de Mosquera (2017).

La entrega de las variedades de papa diploide por parte de AGROSAVIA, ha sido el resultado del proceso de investigación participativa llevado a cabo por varios años entre investigadores, agricultores, comerciantes, consumidores, asistentes técnicos y estudiantes de diferentes campos de la ciencia. En el proceso se evaluaron en condiciones de campo diferentes características de diversos genotipos estudiados del Programa de Mejoramiento que poseen atributos de interés agronómico, de cosecha y de poscosecha. Las evaluaciones agronómicas se realizaron bajo diferentes condiciones ambientales en localidades representativas de la producción comercial de la papa diploide conforme los protocolos establecidos por el ICA. La producción de semilla con certificación oficial para las variedades entregadas por AGROSAVIA, se inició en los



laboratorios del Centro de Investigación de Tibaitatá del municipio de Mosquera (Departamento de Cundinamarca), seguida por la multiplicación bajo la técnica de aeroponía con el fin de garantizar la sanidad y pureza de las variedades. Realizada esta etapa, la semilla se distribuyó a diversas organizaciones de productores, se obtuvo el registro de los cultivares ante el ICA y se realizó la entrega de estas.

Es importante aclarar que en algunas regiones de Colombia se cuenta con genotipos de papa diploide de otros colores fuera de las variedades amarillas relacionadas en la Tabla 3.1, como las siguientes variedades:

- Milagros con piel roja, pulpa amarilla clara y tubérculo de forma redonda.
- Paola con piel marrón, pulpa crema y tubérculo de forma elíptica.
- Paysandú con piel roja-morada, pulpa morada y tubérculo de forma elíptica.
- Primavera con piel morada, pulpa morada y tubérculos de forma obovada.
- Violeta con piel violeta oscura, pulpa violeta y tubérculo de forma elíptica.
- UN-San Pedro con piel morada rojiza oscura, pulpa anaranjada intermedio y tubérculos de forma redonda.

Estas variedades liberadas en el 2015, son nuevos cultivares con alta resistencia a la gota y a la sarna polvosa. Presentan alto contenido de compuestos antioxidantes que aportan beneficios para las dietas de los consumidores. Por sus colores atractivos hacen de estas variedades nuevas ofertas gastronómicas y diversidad de productos novedosos (Contexto Ganadero, 2014; Núñez López, 2018; UNAL, 2020).

Planeación de la Producción

Todo sistema productivo requiere de un plan de actividades encaminadas a lograr el éxito de la explotación en términos de productividad, sostenibilidad y rentabilidad. En el caso del cultivo de la papa diploide la planificación permite



disminuir los riesgos de pérdidas para que los agricultores obtengan un producto que satisfaga las necesidades de los consumidores. A continuación, se presenta las principales recomendaciones aplicables al sistema productivo de este tubérculo.

Elección del Lote. La producción de papa diploide en Colombia se encuentra ubicada en zonas frías, bajo diversas condiciones ambientales que satisfacen los requerimientos del cultivo. Entre los elementos climáticos más importantes se destaca la temperatura media entre 10 y 18 °C, precipitación total media entre 1.000 y 1.200 mm/año bien distribuido y la ausencia de heladas (Soto Garcés et al., 2018; Zapata et al., 2006).

Esta papa requiere de suelos medianamente profundos, moderadamente sueltos, de textura franca, con buena porosidad que evite la excesiva acumulación de humedad en el suelo y con una estructura que favorezca las labores de remoción del suelo y el desarrollo de raíces, estolones y tubérculos. De igual manera, es indispensable mantener un equilibrio entre drenaje y retención de humedad para evitar excesos de agua en el suelo que deteriora la calidad del tubérculo (Soto Garcés et al., 2018; Zapata et al., 2006). También, se deben evitar los suelos pedregosos, las pendientes pronunciadas, los suelos mal drenados o de textura arcillosa, porque pueden deformar los tubérculos. Por todo lo anterior y previo a la siembra, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

Zona. Inicialmente acudir a la información suministrada por las autoridades ambientales de la jurisdicción, como los planes o esquemas de ordenamiento territorial del municipio, para conocer las áreas sometidas a restricciones técnicas o legales con el fin de identificar los predios donde se pueda o no desarrollar la actividad agrícola.

De otra parte, la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papa a escala 1:100.000 generado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) puede servir como referente para ubicar las coordenadas geográficas, lo que permite el establecimiento en zonas potencialmente aptas y evitar sembrar en áreas de baja aptitud para el cultivo por las condiciones físicas o socioecosistémicas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2016).



Predio. Los antecedentes de plagas o enfermedades se deben identificar, en lo posible disponer de registros de producción y calidad de cosechas anteriores y cualquier información adicional que evite potenciales pérdidas económicas. Adicionalmente, se recomiendan suelos descansados por varios años, procedente de pastos o en rotación previa, diferente a cultivos de papa que presentan menores riesgos de afectaciones por plagas y enfermedades.

Selección de la Semilla. El insumo principal para establecer cualquier cultivo es la semilla como unidad biológica, capaz, de generar otra planta de igual constitución genética. La papa diploide se propaga vegetativamente por medio de tubérculos y si esta semilla está infectada con algún fitopatógeno, se convierte en la primera fuente de propagación de enfermedades sistémicas ocasionadas por virus o viroides, por algunos hongos, bacterias, nematodos y por otros organismos que están en el interior o adheridos superficialmente (ICA, 2011).

La calidad de la semilla no solo es el resultado de su procedencia sino de su manejo poscosecha (Figura 3.1), que evite tubérculos mal brotados, con daños mecánicos o presencia de patógenos. La semilla empleada para la producción comercial debe ser preferiblemente de la categoría certificada, con la que el agricultor encuentra múltiples beneficios, como un alto valor sanitario, la trazabilidad de su procedencia y la óptima calidad avalada por una entidad oficial. Sin embargo, no todos los productores tienen la oportunidad de acceder a esta semilla y se dirigen a emplear otras fuentes, dentro de las cuales se distinguen:

Semilla Producida en la Finca. A partir de un cultivo procedente de semilla certificada o de semilla de alta calidad, el agricultor puede obtener su propio material de siembra al realizar la selección en su lote. En este caso, se parte de una zona apta o de un predio sano, descansado y productivo, con base en la información del historial del lote que se destina para la siembra o para la selección de las áreas más sanas de los lotes dedicados a la producción comercial. Durante el desarrollo vegetativo y antes de la cosecha, es importante



demarcar y seleccionar aquellas áreas o plantas que reúnan las condiciones de calidad, sanidad y homogeneidad (selección positiva). Estas plantas marcadas se cosechan primero, y de cada una de ellas nuevamente se seleccionan los tubérculos que cumplen las condiciones y requisitos para una semilla de calidad. Entre las características a tener en cuenta, al momento de la cosecha, la piel de los tubérculos debe estar firme sin desprenderse. Las semillas se cosechan separadamente de la producción global. Tan pronto culmina la recolección, los tubérculos destinados a semilla se deben seleccionar, clasificar y posteriormente tratarlos para plagas y enfermedades con productos debidamente registrados ante el ICA de acuerdo con las indicaciones de etiqueta, para luego almacenarlos adecuadamente.

Adquisición de Semilla Obtenida por Otros Agricultores. En la mayoría de los casos, los productores de papa no conocen el origen de los tubérculos que se van a destinar como semilla y se limitan a confiar en la calidad visual del producto que se ofrece en las zonas de producción y que se encuentra empacado en bultos. Lo anterior se constituye en un factor de incertidumbre respecto al resultado que se pueda obtener de sembrar estos materiales.

Para esto, se recomienda visitar los lotes de producción antes o en floración para asegurar la sanidad y la homogeneidad de las plantas, y en la cosecha para verificar la calidad de los tubérculos. Adicionalmente, esta es una excelente oportunidad para estrechar vínculos entre productores y para facilitar el fomento de relaciones comerciales que se originan en el cultivo de la papa diploide.

Compra de Tubérculos de Procedencia Desconocida. Es común que productores inexpertos adquieran tubérculos convertidos en semilla por parte de agentes externos a la producción de papa diploide y que no lograron la comercialización como papa fresca. Estos tubérculos no son recomendados como semilla, debido a su dudosa calidad, sanidad, productividad, así como sus condiciones de manejo precosecha.



Manejo de Semillas. Una vez se obtiene la semilla, es necesario realizar labores que permitan mantener o mejorar su calidad, entre ellas, hacer una nueva selección, clasificación, tratarlas y, de ser necesario, realizar un almacenamiento que mantenga su calidad y permita las mejores condiciones para su brotación. En seguida, se presentan algunas indicaciones o prácticas posteriores a la cosecha para conservar el tubérculo destinado a semilla en condiciones ideales.

Selección. Consiste en escoger los tubérculos que reúnan condiciones óptimas como semilla que incluye la forma del mismo y se debe separar los tubérculos no aptos como, por ejemplo: aquellos que tengan malformaciones que corresponden a protuberancias y hundimientos, formas atípicas a la característica del cultivar que se ha establecido en campo o distribución irregular de brotes; daños mecánicos, rajaduras o cortes; deterioros por insectos como minas, raspaduras, consumos de pulpa, orificios superficiales o profundos; signos de enfermedades como esclerocios, manchas, roñas y pústulas³; pudriciones secas o húmedas; mezcla varietal y tubérculos que no tienen la posibilidad de emitir brotes, que se conocen como papas ciegas. Los tubérculos no aptos pueden ser usados para la alimentación de animales de la finca, frescos para ganado vacuno, y cocinados para cerdos.

Clasificación. En esta labor se separa por tamaño o peso, los tubérculos destinados para semilla. Un tamaño similar del tubérculo-semilla garantiza la homogeneidad en el establecimiento, emergencia y desarrollo de las plantas. En la normatividad colombiana sobre producción de semillas bajo la Resolución 3168 de 2015, no se autoriza para destinar a semilla los tubérculos de papa diploide muy pequeños con diámetros de 20 mm ni los muy grandes con diámetros mayores a 50 mm (ICA, 2015). Los tamaños más grandes presentan una mayor reserva y posibilidad de desarrollo de brotes vigorosos, condición benéfica especialmente cuando se presenta estrés⁴ de las plantas por déficit de humedad en etapas como la emergencia del cultivo y el desarrollo inicial de raíces

³ Prominencias o pequeños bultos que pueden localizarse en cualquier órgano verde de la planta y se tornan de colores blanquecinos, amarillo claro, naranja, marrón o negruzcos, que al desaparecer del tejido dejan lesiones muy visibles.

⁴ En el contexto vegetal, se refiere al estado de una planta cuando no realiza normalmente sus funciones fisiológicas deteniendo su crecimiento y desarrollo.



y estolones, aunque en el momento de la siembra se requiere mayor cantidad de semilla por unidad de superficie.

Tratamiento. Consiste en la aplicación de diferentes sustancias de origen sintético u orgánico al tubérculo destinado para semilla, dirigido a prevenir el ataque de insectos-plaga, como larvas de las polillas *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*, los áfidos o pulgones como *Myzus persicae*, y de algunas enfermedades fungosas como la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*). Existen dos maneras principales para tratar la semilla de papa: la primera, es por vía húmeda mediante aspersión que demanda un exigente secado de los tubérculos antes de almacenarlos en la bodega o también cuando se realiza una aplicación sobre el surco durante la siembra; y, la segunda, por vía seca mediante la práctica de espolvoreo en forma generalizada antes de almacenamiento o superficialmente en los arrumes dentro la bodega. En caso del uso de gasificantes debidamente autorizados por el ICA para la desinfestación de semilla con presencia de larvas vivas de polillas, debe ceñirse a la implementación de las medidas de manejo especificadas en la etiqueta.

Almacenamiento. El tubérculo de papa diploide carece de período de reposo o es muy corto en nuevas variedades (Avilés Chaves y Piedra Naranjo, 2017; Rodríguez et al., 2009), y con el almacenamiento se busca prolongar el tiempo de vida útil de la semilla para lo que se recomienda se haga en bodegas limpias, secas, aireadas y en condiciones de luz difusa o indirecta con temperatura baja. Además, disponer la semilla en canastillas en lo posible para generar brotación lenta, brotes múltiples, vigorosos, uniformes, cortos, oscuros y que no se desprendan fácilmente.

El almacenamiento apropiado genera verdeamiento del tubérculo y no hay pérdida significativa de peso por deshidratación. Se sugiere, realizar vigilancia sanitaria periódica, así como la inspección de la calidad de la brotación. El adecuado almacenamiento puede prolongar la vida útil de la semilla en unos 30 días más, lo que permite realizar labores simultáneas de adecuación del suelo, planeación de la fertilización y aplicación de correctivos o enmiendas, entre otras.



Condiciones adversas de almacenamiento como las que se presentan en bodegas oscuras con poca ventilación, alta temperatura y baja humedad relativa, promueven brotes delgados y escasos, de color blanco, desprendimiento fácil, rápida deshidratación de los tubérculos y un ambiente favorable para la presencia y multiplicación de plagas y enfermedades.

Es común almacenar la semilla en sacos de fibra de polipropileno y se sugiere hacer arrumes de dos a tres bultos de máximo 50 kg uno sobre otro, separados y colocados sobre estibas de madera para promover la aireación, en beneficio de una brotación lenta y uniforme. Una alternativa puede ser el uso de canastillas con capacidad de 25 kg o cajas plásticas o de madera, con lo que el productor puede hacer arrumes sin generar peso sobre los tubérculos de la parte inferior. Una alternativa puede ser el uso de canastillas con capacidad de 25 kg o cajas plásticas o de madera, con lo que el productor puede hacer arrumes sin generar peso sobre los tubérculos de la parte inferior (Figura 3.2).

Las semillas con daños mecánicos o que han sido excesivamente manipuladas (golpeadas o reempacadas) tienden a disminuir su vida útil, si se compara con tubérculos sanos o que han tenido un adecuado manejo poscosecha. El tiempo en el que se rompe el reposo de la semilla de papa diploide, está influenciado por la constitución genética propia de la variedad y del medio dispuesto durante el almacenamiento.

Figura 3.2

Brotación de la semilla de la variedad Criolla Colombia en canastilla plástica



Nota. Fotografía tomada por Lena Prieto Contreras



El período de reposo de la semilla es el tiempo comprendido entre la cosecha y la activación de las yemas localizadas en los ojos de los tubérculos, las cuales darán origen al brote del mismo (Ñústez y Rodríguez, 2020). No obstante, es común encontrar tubérculos de papa diploide con brotes antes de la cosecha, posiblemente debido a cambios bruscos de temperatura, alta humedad en el suelo, a la edad de formación de los tubérculos en los diferentes estolones o por demoras en la recolección.

Frente a los cultivares tetraploides de papa que se caracterizan por tener diferenciadas las edades fisiológicas del tubérculo y que pasan por cuatro etapas como el reposo, la dominancia apical, la brotación múltiple y la senescencia; la brotación apical no es fácil de apreciar en papa de variedades diploides y es frecuente encontrar rápidamente una brotación múltiple por la activación de las yemas de los ojos laterales de los tubérculos; en un corto tiempo se observa la senescencia cuando el tubérculo-semilla se ha deshidratado y en este caso los brotes se muestran alargados, con poco vigor que se desprenden fácilmente.

En caso de almacenar la semilla en un ambiente controlado a temperaturas bajas o de refrigeración con la finalidad de prolongar su tiempo de reposo, antes de sembrarla es necesario aumentar la temperatura gradualmente hasta lograr el nivel del ambiente, esto con el ánimo de regular el metabolismo de la brotación e impedir daños durante la emergencia del cultivo.

La siembra de papa diploide se recomienda cuando los tubérculos-semilla se encuentren en el inicio de la brotación múltiple porque la semilla está activa y se puede garantizar un excelente establecimiento en el campo, condición que conduce a la mejor oportunidad de tener varios brotes por cada semilla y un número adecuado de tallos principales por sitio de siembra.

De otra parte, la siembra de semillas seniles con excesiva brotación o sobretalladas genera pérdidas en el establecimiento del cultivo, emergencia no uniforme, poca formación de raíces y estolones, baja producción de tallos y ramas, área foliar reducida con baja capacidad fotosintética y aceleración del ciclo vegetativo; lo que se traduce en bajo rendimiento, mayor susceptibilidad al ataque



de plagas y enfermedades, baja absorción de nutrientes y deterioro de la calidad del producto cosechado.

Adecuación y Preparación del Suelo. Para el cultivo de papa diploide se recomienda la siembra en suelos con textura franca, de buena porosidad, bien drenados, con profundidad media y pH entre 5,2 a 5,9. Se debe evitar aplicar materia orgánica sin compostar, porque esta práctica tiende a disminuir la calidad del tubérculo a cosechar. En algunos casos, la aplicación de materia orgánica está asociada con el manchado de la piel del tubérculo. No es recomendable sembrar en suelos arcillosos que inducen la pudrición de los tubérculos y, en algunos casos, su deformación (ICA, 2017a; Navas y Diaz, 2012; Núñez y Rodríguez, 2020; Zapata et al., 2006).

En general, el cultivo de papa demanda un repetido número de remociones de suelo a lo largo de su ciclo productivo incluidas la preparación y las labores de desyerba y de cosecha. En la mayoría de las áreas productoras de papa diploide del país, la preparación del suelo incluye arada y pulida, labores que se deben realizar en dirección transversal a la pendiente y evitar la erosión inducida por la sobremecanización.

En algunas zonas productoras del Departamento de Nariño, aún se implementa una práctica ancestral de labranza sostenible denominada “guachado” para la siembra de papa (Figura 3.3), en la que se mantiene con cobertura vegetal para mantener la humedad del suelo durante todo el cultivo (Ordoñez, 2007). Esta práctica inicia en lotes procedentes de pastos, en los que se ingresa ganado y sobrepastoreo; posteriormente, los agricultores cortan secciones o cespedones (capa de pasto de 30 a 40 cm) que voltean para dejar la parte verde hacia abajo. La misma práctica se realiza por el lado opuesto para unir los bordes de los dos cespedones y formar el surco o guacho entre los bordes unidos con el fin de depositar la semilla; la calle corresponde en el que se extrajeron los cespedones. La labor se realiza en pendientes hasta del 50 % y se complementa con rotaciones de abonos verdes (Herrera et al., 2000; Zamudio y León, 2008).



Figura 3.3

Elaboración de surcos mediante la práctica del guachado en el Departamento de Nariño



Nota. Fotografías tomadas por Jorge Enrique Castro

Se sugiere que la preparación del terreno se realice con suficiente anticipación y, en lo posible, evitar la remoción con el arado de disco y maquinaria pesada puesto que su uso intensivo tiende a compactar el suelo y provoca la formación de capas impermeables, con la disminución de su capacidad de retención de humedad. Por eso, es necesario reducir el número de operaciones en la preparación del suelo hacia lo estrictamente indispensable, en particular en condiciones de sequía prolongada o de excesiva humedad en el suelo.

En terrenos planos se recomienda el uso de arado de chuzo o cincel (fijo o vibratorio) con el propósito de conservar la estructura del suelo y construir zanjas de desagüe para prevenir encharcamientos e inundaciones. Cuando se trata de terrenos inclinados se recomienda surcar siguiendo curvas a nivel (Figura 3.4) y las zanjas laterales para evacuar las aguas de escorrentía. En este caso, los surcos quedan con una ligera inclinación, lo cual permite una buena conservación de humedad en épocas prolongadas de sequía o el drenaje lento en épocas de abundantes lluvias.



Figura 3.4

Terreno de cultivo de papa diploide con curvas a nivel



Nota. Fotografía tomada por José Luis Zapata

Análisis Fase II**Siembra**

En Colombia se cultiva la papa diploide durante todo el año y es recomendable tener en cuenta las necesidades hídricas del cultivo. Para las épocas de siembra y en la etapa de inicio de la floración, debe haber un suministro adecuado de agua que favorezca la formación y el llenado de los tubérculos de las plantas. Desde el punto de vista agronómico, es aconsejable evitar que las heladas y las épocas excesivamente secas coincidan con la tuberización y llenado debido a que corresponde a una etapa crítica en el desarrollo del cultivo; así mismo, evitar épocas de excesivas lluvias en la etapa de madurez comercial.

La población de plantas por unidad de superficie está en función de las distancias entre surcos y entre sitios de siembra, el tamaño de la semilla, la topografía del terreno y las condiciones del mercado objetivo, entre otros factores. La densidad de siembra condiciona la cantidad de tallos por hectárea, como un componente de rendimiento, como lo es también el número de tubérculos por tallos y el peso de tubérculos.



Cuando se requiere producir tubérculos de papa diploide de tamaños grandes y medianos, se recomienda sembrar semilla tamaño primera en densidades de siembra cercanas de 28.000 a 33.000 plantas/ha y si es para industria de enlatado o semilla, en densidad más alta cercana a 40.000 plantas/ha con semilla mediana (Ñústez y Rodríguez, 2020; Zapata et al., 2006).

En general, una alta población de tallos provoca una competencia entre ellos en detrimento del rendimiento por planta porque se generan tubérculos de tamaño pequeño, pero a mayor distanciamiento entre plantas se favorece la producción de tubérculos de tamaños grandes mayores a 3,5 cm de diámetro, ideales para el mercado de consumo y de papas fritas (chips). Además, hay otras variables que inciden en la utilización del tamaño de semilla y de la densidad de siembra como la fertilización, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, la variedad a cultivar, entre otras.

En la Tabla 3.2 se presenta un resumen de las distancias sugeridas para la siembra de papa diploide según la topografía del terreno y el destino de la producción (Zapata et al., 2006).

Tabla 3.2

Distancias de siembra de papa diploide según destino del tubérculo

Destino del tubérculo	Distancia de siembra surcos x plantas (m x m)	Plantas/ha esperadas
Semilla	1 x 0,25	40.000
Consumo	1 x 0,30	33.333
Siembra en terreno plano	1 x 0,40	25.000
Siembra en terreno ondulado	1,1 x 0,40	22.727
Siembra en terreno con pendiente	1,2 x 0,40	20.833

Nota. Basado en Cerón et al. (2016); Zapata et al. (2006)



Una vez realizado el surcado se procede a depositar la semilla en el fondo del surco junto con los fertilizantes y demás insumos (Figura 3.5). Posteriormente, se procede a tapar con suelo para protegerlos de las condiciones adversas y promover el desarrollo de raíces y la emergencia de las plantas.

Figura 3.5

Siembra experimental de papa diploide en el Municipio de La Unión del Departamento de Antioquia



Nota. Fotografía tomada por José Luis Zapata

Fertilización

La fertilización tradicional se basa en la cantidad de fertilizante por cantidad de semilla, con diferencias hasta del 50 % en función del tamaño y las distancias de siembra. En lo posible, se debe ajustar a una fertilización inteligente, acorde con los resultados de los análisis de suelos y al número de plantas a sembrar para garantizar una nutrición homogénea y eficiente del cultivo.

Para diagnosticar la fertilidad del lote destinado a la siembra, se sugiere tomar muestras representativas del suelo con suficiente anticipación para enviarlas a un laboratorio que determine sus principales propiedades físicas y químicas. Una vez obtenidos e interpretados los resultados, se determinan las dosis y las cantidades de nutrientes acordes al grado de fertilidad determinada a partir de la muestra para aplicarlos con el fin de que la planta reciba los nutrientes necesarios durante su desarrollo.



Existen dos tipos de análisis de suelos: el primero se denomina análisis de caracterización, el cual suministra información sobre textura, pH, materia orgánica, acidez, aluminio intercambiable, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg); y el segundo se designa análisis químico completo, que relaciona las cantidades presentes de los elementos menores como hierro (Fe), cobre (Cu), Mg, zinc (Zn) y boro (B)⁵.

Para disminuir la acidez y favorecer la disponibilidad del Mg y Ca, se aplican productos químicos u orgánicos o enmiendas, como las cales agrícolas o dolomita, las cuales deben ser incorporadas por lo menos con 30 días antes de la siembra. La utilización de materia orgánica debidamente compostada es importante para favorecer la estructura del suelo y con ello la cama de los tubérculos, también, para evitar patógenos del suelo como la bacteria *Streptomyces* sp. (Torres, 2002), porque sin este procedimiento previo de compostaje se puede inducir el ataque de algunos patógenos que manchan el tubérculo y se pierde la calidad de este. Para suelos arcillosos se recomienda no aplicar materia orgánica, así sea compostada, por la afectación de sanidad y de calidad del tubérculo por la tendencia al manchado de la piel. La aplicación de los suplementos de Ca, Mg, B, Mn, Cu y Zn, elementos promotores de rendimiento y calidad deben responder a los requerimientos del cultivo, así como a su diagnóstico de deficiencia.

Con los resultados del laboratorio se procede a solicitar las recomendaciones de los expertos para aplicar los insumos de fertilización edáfica que incluye el uso de enmiendas, materia orgánica, y de ser necesario, aplicaciones foliares suplementarias con elementos secundarios y menores. La fertilización foliar tiene como soporte el diagnóstico visual o el resultado de análisis foliar.

Se debe evitar la sobrefertilización de nitrógeno (N), debido a que promueve un excesivo desarrollo vegetativo, en detrimento del rendimiento. No obstante, dado el periodo vegetativo del cultivo de 120 días a cosecha, es recomendable hacer la fertilización completa al momento de la siembra (100 %). En algunas

⁵ AGROSAVIA ofrece en su laboratorio del Centro de Investigación de Tibaitatá del Municipio de Mosquera (Departamento de Cundinamarca, Colombia) los servicios de análisis de fertilidad en suelos para los productores del país.



zonas de los Departamentos de Antioquia y Boyacá utilizan la práctica llamada retape que consiste en sembrar los tubérculos sin la aplicación del fertilizante, el cual se aplica tan pronto la planta emerge del suelo, aproximadamente entre los 15 a 21 días después de la siembra, posteriormente se realiza un pequeño aporque para tapar el fertilizante y promover el desarrollo de las plantas.

En experimentos realizados en el Departamento de Antioquia se encontró que no hay diferencias estadísticas en la producción cuando se aplica todo el fertilizante al momento de la siembra y cuando se fracciona, por lo cual se recomienda la primera opción para economizar mano de obra (Zapata et al., 2006). Adicionalmente, experiencias de investigación en fertilización con elementos N, P y K en variedades de papa diploide, para producir tubérculos para el procesamiento industrial (de 2,5 a 3,0 cm de diámetro) y un contenido apropiado de materia seca, se demostró que Criolla Colombia, Criolla Latina y Criolla Paisa respondieron a la aplicación edáfica por hectárea de 50 kg N, entre 50 y 100 kg de P_2O_5 y 100 kg de K_2O , al momento de la siembra a partir de fuentes simples: urea (CH_4N_2O), superfosfato triple (STP) y cloruro de potasio (KCl). Los rendimientos obtenidos en el Municipio de Sonsón (Departamento de Antioquia) para las tres variedades mencionadas en su orden fueron: 21,1; 24,6 y 22,9 t/ha, respectivamente (Navas et al., 2010).

En evaluaciones realizadas en el Departamento de Cundinamarca para clones de papa diploide candidatos a registro ante el ICA, se encontraron rendimientos promedios de 29 t/ha con aplicaciones por hectárea de 125 kg N, 225 kg P_2O_5 , 225 kg K_2O , 38 kg CaO, 19 kg MgO, 27 kg SO_4 y 0,75 kg B (Alzate et al., 2017); a partir de urea (CH_4N_2O), fosfato diamónico (DAP) y KCl, más aplicaciones de yeso agrícola (sulfato de calcio), nitrato de magnesio ($Mg(NO_3)_2$) y borato de sodio (bórax) como fuente de Ca, Mg, S y B. Se sembraron en suelos de pH 4,9 con textura limosa, materia orgánica 17,99 %, fósforo 3,2 mg/kg y potasio 0,4 cmol/kg.



Pérez et al. (2008) determinaron experimentalmente el efecto del fraccionamiento de la fertilización edáfica con N, P, K, Mg y aplicación de B, Mn y Zn, sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de tubérculo para la variedad Criolla Colombia. No hubo diferencias estadísticas de los tratamientos para la interacción entre elementos menores. La fertilización edáfica 100 % en la siembra logró resultados superiores para el desarrollo foliar y la cuantificación del rendimiento, por lo que no se recomienda el fraccionamiento de la fertilización aplicada al suelo.

Desyerbe y Aporque

El desyerbe o manejo de las arvenses en el cultivo de la papa diploide se debe realizar durante los primeros días de emergencia del cultivo, puesto que es una de las etapas críticas, para impedir la competencia por agua, nutrientes, luminosidad y espacio. Esta labor se hace mecánicamente con la ayuda del azadón o cufe, así como zanjadoras o aporcadoras arrastradas por tracción animal.

El aporque consiste en arrimar suelo procedente de las calles a la base de las plantas con el fin de cubrir las raíces y el extremo apical de los estolones, con lo que se promueve la diferenciación de tubérculos y con esto, evitar la proliferación de tallos aéreos secundarios improductivos. Así mismo, es una práctica cultural de control de arvenses cuando estas se cortan y se incorporan al surco (Figura 3.6). Entre más amplia sea la distancia entre surcos, más fácil serán estas prácticas culturales.

Cuando el aporque se realiza después de la emergencia del cultivo, la planta de papa diploide crece rápidamente, desarrolla abundante follaje que cubre el suelo y este fenómeno se conoce como cierre de calle porque las arvenses tienen poca oportunidad de competir. Dependiendo de la localidad y de las condiciones meteorológicas, las arvenses aparecen nuevamente a medida que el cultivo comienza su maduración. También es posible hacer la siembra y dejar aporcado, puesto que ha sido una práctica experimental que ha traído resultados interesantes cuando se siembra semilla de tamaño grande de papa diploide.



El aporque es una práctica que protege los tubérculos de la radiación solar que genera verdeamiento y del ataque de plagas y enfermedades. Esta labor cultural promueve la regulación del contenido de humedad del suelo en épocas de sequía y evita el encharcamiento del cultivo en épocas de lluvias, siempre y cuando estén trazados los surcos apropiadamente y utilizar curvas de nivel en suelos con pendientes (Figura 3.4).

Dentro del manejo fitosanitario se recomienda un aporque alto, cubriendo la base de la planta, con el fin de crear una barrera física frente al ingreso de algunos insectos-plaga tipo barrenadores del tubérculo como la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*), palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*), chisas (*Ancognatha scarabaeoides*) y tiroteador (*Naupactus* sp.).

Figura 3.6

Plantas de la variedad Criolla Colombia: a) aporcadas en el Municipio La Unión (Antioquia); b) aporcadas en el Municipio de Subachoque (Cundinamarca)



Nota. Fotografías tomadas por a) José Luis Zapata; b) Ana Magdalena Garnica

Manejo fitosanitario

En el cultivo de papa diploide se presentan varias plagas y enfermedades que pueden ocasionar pérdidas económicas a los agricultores porque afectan la calidad y el rendimiento de los tubérculos cosechados. Para su manejo y control se hace necesario aplicar los conceptos de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), el cual reúne medidas de control genético, cultural, biológico, etológico y químico (ICA, 2011; Núñez y Rodríguez, 2020; Pérez y Forbes, 2011).



Para un MIPE efectivo, el primer paso es la identificación del agente causal del problema, mediante la observación y evaluación directa o indirecta de poblaciones, síntomas y signos que se encuentran al hacer vigilancia fitosanitaria, acompañada de registros periódicos durante el ciclo del cultivo; igualmente, se deben considerar los factores que favorezcan o no la aparición, diseminación, reproducción y desarrollo de estos organismos dañinos.

Para las estrategias del MIPE se debe considerar el control etológico el cual está basado en el comportamiento de las plagas (ICA, 2011). Se recomienda el uso de trampas de diversos tipos: las de interceptación para adultos de gusano blanco de la papa y el tiroteador o de captura como las de luz negra empleada para adultos de las chisas y de color para tostón (*Liriomyza* sp.) áfidos y mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), así como las feromonas sexuales utilizadas para vigilancia fitosanitaria de poblaciones de adultos machos de polillas de la papa. En cualquier caso, es indispensable hacer un seguimiento de esta tecnología de manejo, para evaluar su presencia, movimiento, dinámica y riesgo de daño de los insectos perjudiciales en diferentes etapas del cultivo.

En el mercado existen productos para el control biológico registrados ante el ICA y regulados por esta institución tales como biopreparados y diversas ofertas tecnológicas institucionales ofrecidas por AGROSAVIA y otras entidades en el país. De igual manera, se vinculan a este tipo de manejo, las labores de campo como distancias y profundidad de siembra, desyerbas, drenajes, recolección de residuos de cosecha y la aceleración de la madurez a cosecha. Empleando el aporque alto se disminuye el riesgo de afecciones por gota o rancha (*Phytophthora infestans*) porque una mayor capa de suelo incorporada en el aporque sirve como barrera de protección para los esporangios arrastrados por la lluvia.

El uso del control químico debe responder a la necesidad de mitigar o controlar algunas plagas o enfermedades bajo el criterio de uso seguro de plaguicidas. El empleo de productos para la protección de cultivos debe ser de preferencia de baja peligrosidad, los cuales están identificados por etiquetas con



franjas de color azul o verde que se encuentren debidamente registrados para el cultivo de papa y seguir las instrucciones de dosis, mezclas, épocas y condiciones ambientales recomendados para su utilización, así como el considerar el período de carencia y la disposición final de sus residuos posconsumo (Zapata, 2000).

Análisis Fase III

Cosecha y Poscosecha

La cosecha es el procedimiento por el cual se extraen y se colectan la producción de los tubérculos cuando llegan a su madurez comercial. En la papa diploide se presenta cuando las plantas cambian de color verde intenso a verde amarillento y la piel de los tubérculos no se desprende al ejercerle presión con los dedos. El tiempo de cosecha depende de la variedad y de las condiciones ambientales a pesar de que la planta no presente senescencia completa de su parte aérea.

Dentro de las estrategias de manejo del cultivo, en una época cercana a la madurez para cosecha, es posible acelerarla aún sin haber logrado la madurez comercial, dadas las condiciones favorables de mercado o la necesidad de recolectar la producción ante una amenaza de daños por plagas o por enfermedades. Existen tres maneras para lograr este propósito, las cuales están basadas en ocasionar daño a la parte aérea de la planta para promover en poco tiempo (entre 10 y 15 días) la fijación de la piel al tubérculo. La primera opción es la eliminación mecánica de la parte aérea de la planta, mediante la práctica conocida como corte de rama. La segunda consiste en causar un daño mecánico a los tallos doblándolos para que la planta muera. Y la tercera alternativa es mediante la aplicación foliar de un agente que induzca la senescencia de las hojas.

La extracción del tubérculo del suelo se realiza en forma manual halando la planta y a veces con la ayuda del azadón, gancho o cuto u otro instrumento apropiado para tal fin. Como la papa diploide es un producto muy perecedero, durante la cosecha la producción debe estar protegida de los rayos directos del sol y se debe evitar su excesiva manipulación, con el fin de prevenir su deterioro o posteriores pudriciones de los tubérculos cosechados. La cosecha en forma manual es una de las etapas del cultivo que requiere mayor empleo de mano de obra.



Adicionalmente, la cosecha es una práctica que debe hacerse de forma metódica sin dejar residuos de tubérculos en el suelo. Aunque, un porcentaje de papa comercial queda en el suelo sin recolectar, es indispensable reducir estas pérdidas, evitando abandonar tubérculos no comerciales en el lote cultivado o en los alrededores y que hayan sido afectados por patógenos e insectos puesto que son fuente de diseminación de problemas fitosanitarios que pueden llegar a afectar una región como en el caso de la polilla guatemalteca (*T. solanivora*). Por esto, se recomienda que los tubérculos afectados por patógenos del suelo como la sarna polvorosa (*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*), rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), roña común (*Streptomyces scabies*) y el carbón de la papa (*Thecaphora solani* B.), no sean utilizados para la alimentación de animales de la finca y se recomienda enterrarlos en áreas que se tenga para la disposición de residuos orgánicos, alejados de los lotes para siembra de cultivos.

Después de la cosecha se debe evitar volver a sembrar papa en el mismo sitio y utilizar estos lotes en pastos o rotaciones de cultivos con especies diferentes a solanáceas con lo que se rompe el ciclo de plagas y enfermedades para hacer un uso más eficiente de los nutrientes del suelo (Navas et al., 2010; Núñez y Rodríguez, 2020).

Cuando el tubérculo permanece sobre el surco por algún tiempo, el aire permite el secado de las partículas de suelo con lo que se facilita su prelimpieza y mejora las condiciones para su selección en campo. Una vez realizada la cosecha, los tubérculos deben ser empacados y llevados a su destino ya sea el mercado fresco o la industria. Para los tubérculos que tienen como destino el mercado en fresco, el lavado de la papa diploide es una práctica exigida por comerciantes y consumidores en varias zonas del país porque en esta presentación el consumidor reduce el tiempo de limpieza y no adquiere papa con daños que no son visibles si viene sucia.

En la poscosecha de la papa diploide (Figura 3.7) se realiza lavado, secado, selección, clasificación y empaque para darle un mayor valor agregado, pero se incrementa su precio por los recursos adicionales utilizados como agua,



mano de obra, equipos y otros. Estas operaciones se pueden hacer en forma manual en la finca, pero es importante evitar contaminaciones de las fuentes hídricas. También existen empresas de lavado de papa con maquinaria, generalmente localizadas cerca de las centrales de abastos.

Figura 3.7

Papa diploide lavada



Nota. Fotografía tomada por José Luis Zapata

El tubérculo destinado para semilla se selecciona, clasifica y empaca, pero no se lava para evitar la propagación de enfermedades ocasionadas por bacterias fitopatógenas puesto que el agua del lavado es un eficiente vehículo para diseminar dichos patógenos. Así mismo, el lavado y la manipulación disminuyen su vida útil y le restan calidad como material de siembra.

La papa diploide una vez cosechada, seleccionada, lavada y clasificada, se transporta en vehículos acondicionados para esta actividad. El transporte a grandes distancias se debe hacer en horas de la noche con el fin de evitar que las altas temperaturas generadas en algunas zonas del trayecto durante el día afecten el tubérculo. El vehículo no debe estar cerrado herméticamente para impedir el deterioro o pudrición del tubérculo y con ello la disminución de la vida útil o calidad de este. La mayoría de los productores transportan la papa diploide en bultos de 50 kg; sin embargo, la mejor forma de transportarla es en canastillas de 25 kg de capacidad pues más allá de este peso y sin la adecuada conservación bajo almacenamiento puede originar pérdidas de la calidad comercial del tubérculo.



Durante el acopio, no se debe hacer arrumes muy altos en la bodega o en el vehículo transportador porque las papas ubicadas en la parte inferior soportan todo el peso, lo que ocasiona daños físicos por la presión soportada. También se debe tener cuidado durante el cargue y descargue con una mínima manipulación para evitar que sucedan daños al tubérculo. Una vez que la producción entra al centro de acopio debe ser distribuida en el menor tiempo posible hasta el consumidor final. Cuando se trata de papa destinada al procesamiento industrial, las bodegas del almacenamiento temporal deben tener ventilación circulante, sin luz (para evitar el verdeamiento) y la temperatura dependerá del proceso de transformación.

Calidad Externa del Tubérculo

El aspecto exterior del tubérculo representa la aceptación o el rechazo por parte de los comercializadores, que condicionan los precios en el momento de su adquisición. Un color amarillo uniforme, brillante, con piel firme, sin manchas, de forma redonda, con ojos superficiales, sin brotes, ni daños mecánicos, representa un mayor valor frente a un tubérculo con deficiente presentación. La calidad es un aspecto determinante en la rentabilidad del cultivo de papa diploide; sin calidad en el tubérculo, así sea alto potencial de rendimiento, el valor del producto es inferior por la baja aceptación del mercado y esto depende del manejo adecuado del cultivo, de la utilización de excelente semilla, de la selección del lote, del tipo de fertilización aplicada, del manejo de los patógenos y de la cosecha. Adicionalmente, las prácticas de generación de valor agregado tales como el lavado, la clasificación y el empaque, promueven precios más favorables y la satisfacción del consumidor final.

De otra parte, las industrias agroalimentarias demandan productos inocuos y con una oferta constante que satisfaga sus necesidades. En el caso de la papa diploide, se requieren ciertas características del tubérculo destinado a procesos de transformación industrial en presentaciones como papa precocida congelada, enlatada o envasada en conserva, papas fritas o chips, harinas precocidas y otros productos.



Conclusiones

Antes de sembrar se debe planificar e identificar las ventajas y desventajas de la zona y del predio en relación con los requerimientos climáticos, edáficos, sanitarios, de infraestructura, de productividad, entre otros, de acuerdo con la variedad y la época a sembrar. En la fase de planificación es importante acceder a una semilla de calidad, preferiblemente de la categoría certificada que garantice la sanidad y la productividad del cultivo. Así mismo, para la preparación del suelo se recomienda la implementación de labranza reducida que favorece la conservación del suelo como sucede con el guachado en algunas zonas del Departamento de Nariño.

Para la siembra se recomienda evitar realizarla en lotes contaminados por organismos fitopatógenos presentes en el suelo. Durante las épocas de sequía es importante aplicar riego suplementario en etapas de desarrollo como lo son: inicio de formación y diferenciación de tubérculos y llenado de los mismos, los excesos de humedad en el suelo, generados por lluvias o inundaciones, se deben evacuar mediante drenajes para evitar daños irreversibles en la calidad y en rendimiento. Adicionalmente, las dosis, épocas de aplicación y fuentes de correctivos y fertilizantes, deben estar acordes a las recomendaciones emitidas en los análisis de suelos.

El manejo fitosanitario es fundamental para proteger el cultivo con un adecuado manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en las diferentes etapas de desarrollo de las plantas y es prioritario conocer las medidas de prevención y control para decidir qué tipo de medida realizar en determinada fase de desarrollo del cultivo sea de tipo cultural, biológico, microbiológico, etológico o químico.

En el caso del control químico como estrategia de manejo fitosanitario, se debe tomar la decisión de aplicación después de haber acudido a las herramientas de diagnóstico y vigilancia. Para su uso se requiere seguir las instrucciones consignadas en la etiqueta, donde se describen la información general como el



nombre técnico del ingrediente activo, la concentración, la formulación, grupo químico, toxicología, y datos específicos como cultivo autorizado, dosis, épocas, frecuencias, posibles mezclas y período de carencia, entre otros.

El uso adecuado de agroquímicos y plaguicidas contribuyen a garantizar la inocuidad del alimento, en particular, dosis, épocas, frecuencias de aplicación y períodos de carencia deben ser considerados como prioritarios para evitar la presencia de residuos de moléculas y metabolitos que no superen los límites máximos permisibles.

La decisión de cosecha está en función de la madurez del tubérculo y las condiciones del ambiente y del mercado. En la recolección se recomienda hacer procesos detallados de selección y clasificación dirigidos a entregar tubérculos de alta calidad que satisfagan las necesidades de los consumidores. Existen muy pocas posibilidades de almacenamiento o demoras en la recolección de la cosecha, porque el tubérculo de papa diploide no tiene período de reposo o es muy corto; eventualmente, es posible acelerar la recolección cuando se induce la madurez comercial del tubérculo, pero es un riesgo retrasarla por ocasiona pérdidas por deterioro de la calidad del tubérculo.

Referencias

- Agronet (2020). *Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo. Cultivo de papa criolla 2009-2018*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Alzate, L.G., Cerón, M.S., Espitia, E.M. y Coronel, B. (2017). *Papa Criolla Corpoica Sol Andina*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Avilés Chaves, J. y Piedra Naranjo, R. (2017). *Manual del cultivo de papa en Costa Rica (Solanum tuberosum L.)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).



- Bonilla Cortés, M.H., Cardozo Puentes, F. y Morales Castañeda, A. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla*. MADR, CORPOICA, UNAL. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12813>
- Contexto Ganadero. (2014). *Colombia tiene 5 nuevas variedades de papa*. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/colombia-tiene-5-nuevas-variedades-de-papa>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2010). *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario*. <http://www.fao.org/climatechange/25233-04bd095f1ea610a665f2d10f775006f52.pdf>
- Herrera, C., Fierro, L. y Moreno, J. (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34707>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (Solanum tuberosum subsp. andigena y Solanum phureja): Medidas para la temporada invernal*. ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015). Resolución 003168. 7/09/2015. Reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento. ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/4e8c3698-8fcb-4e42-80e7-a6c7acde9bf8/2015R3168.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017a). Resolución 00011599. 23/09/2017. Registro de la variedad de papa criolla Corpoica-Sol Andina para la Subregión Natural Altiplano Cundiboyacense. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.



- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017b). Resolución 00011600. 23/09/2017. Registro de la variedad de papa criolla Corpoica-Tiba para la Subregión Natural Altiplano Cundiboyacense. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2018). Resolución 00020077. 01/02/2018. Modificación parcial de la Resolución 00011600 del 23/09/2017 de la variedad de papa criolla Corpoica-Tiba para la Subregión Natural Altiplano Cundiboyacense. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019a). Resolución 00017700. 5/11/2019. Registro de la variedad Agrosavia Oyanza para Región Andina, Subregión Nudo de los Pastos. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019b). Resolución 00017702. 5/11/2019. Registro de la variedad Agrosavia Alhaja para Región Andina, Subregión Nudo de los Pastos. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2020). Resolución 0068122 20/05/2020. Modificación parcial a la Resolución ICA 1161 del 23/09/2017. Registro de la variedad de papa criolla Agrosavia Estrella. ICA.
- Lachman, J. y Hamouz, K. (2006). Red and purple coloured potatoes as a significant antioxidant source in human nutrition - a review. *Plant Soil and Environment*, 51 (11), 477-482. <https://doi.org/10.17221/3620-PSE>
- Malagamba, P. (1999). Fisiología y Manejo del tubérculo-semilla. En Centro Internacional de la Papa [CIP](Ed.), Producción de tubérculos-semillas de papa (Manual de capacitación, Fascículo 2.2). CIP.



- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2010). *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. MADR. <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/P008-NUEVO%20ACUERDO%20DE%20COMPETITIVIDAD%20PAPA.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). *Cadena de la papa*. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Junio 2021. MADR. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Mosquera, C. (2017). *Papa Criolla: Tubérculos y Cultivo* [Fotografía]. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34143/RaicesTuberculos_PapaCriolla_SolAndina_Ventaquemada.jpg?sequence=1&isAllowed=y
- Navas, G.E. y Díaz, C.A. (2012). *Criterios para la evaluación y producción de la papa criolla para la industria*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Navas, G.E, Zapata, J.L., Díaz, C.A. y Tamayo, V.A. (2010). *Manejo técnico del cultivo de papa criolla con fines industriales*. Experiencia en el Departamento de Antioquia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Ñústez, C.E. (2018). *Papas diploides: un legado ancestral para la agricultura en Colombia*. Grupo de Investigación en Papa. Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá. <http://www.papaunc.com/blog/papas-diploides-un-legado-ancestral-para-la-agricultura-en-colombia>
- Ñústez, C.E. y Rodríguez, L.E. (2020). *Papa criolla (Solanum tuberosum Grupo Phureja): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2.



- Ordoñez, E. (2007). *Efecto del sistema Guachado (Wachay) y uso del suelo sobre algunas propiedades físicas en la microcuenca del río Bobo, Departamento de Nariño* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Convenio con la Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2460>
- Pérez, L.C., Rodríguez, L.E. y Gómez, M. I. (2008). Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 477-486.
- Pérez, W. y Forbes, G. (2011). *Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Rodríguez, L.E., Núñez, C.E. y Estrada, N. (2009). Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el Departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 289-303. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13204/37297>
- Soto Garcés, A.M., Cotes Torres, J.M. y Rodríguez Caicedo, D. (2018). Modelo de simulación del crecimiento y desarrollo de la papa criolla. *Ciencia en Desarrollo*. 9(1), 9-20.
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2016). *Cultivo comercial de papa- identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000*. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11438/8630>
- Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2020). *Variedades liberadas por la Universidad Nacional de Colombia. Variedades diploides*. <http://www.papaunc.com/variedades-liberadas-por-la-universidad-nacional-de-colombia>



- Zamudio, C. y León, T. (2008). Transferencia y adopción de prácticas de agricultura de conservación del “proyecto checua”, en los municipios de Caldas (Boyacá) y Nemocón (Cundinamarca). *Gestión y Ambiente*, 11(2), 149-162.
- Zapata, J. (2000). Manejo Integrado de las enfermedades de la papa. En C. Herrera, L. Fierro, y J. Moreno (Eds.), *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico, pp.130-141). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/34707>
- Zapata, J.L., Navas, G.E., Tamayo, A.J. y Díaz, C.A. (2006). *Manejo Agronómico de la Papa Criolla para el procesamiento Industrial* (Boletín Técnico No. 19). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/32759>

