



Fotografía: Gabriel D. Roveda



Capítulo 1. El cultivo de la uchuva en Colombia. Generalidades, recursos genéticos

Víctor Manuel Núñez Zarantes, Francy Liliana García Arias,
Franklin Giovanni Mayorga Cubillos, Érika Patricia Sánchez
Betancourt, Érika Patricia Martínez Lemus

Las solanáceas son una familia compuesta por plantas herbáceas con 100 géneros y 2.500 especies; tienen una distribución cosmopolita y se encuentran frecuentemente en regiones tropicales, subtropicales y templadas. En la familia, se destacan especies cultivadas como papa, tomate, ajíes y berenjena (Sierra-Muñoz et al., 2015). *Physalis* es el segundo género mejor representado en la familia después de *Solanum* y cuenta con 90 especies, de las cuales se destacan como cultivos comerciales el tomate de cáscara *Physalis philadelphica* o *Physalis ixocarpa* y la uchuva, *Physalis peruviana* L.

En Colombia, las exportaciones de uchuva se iniciaron a mediados de los años ochenta, con el establecimiento de la especie como cultivo comercial. Los principales destinos de exportación son Países Bajos, Estados Unidos, Alemania, Canadá, Bélgica, Francia, Brasil, entre otros. La uchuva ha ganado auge no solo a nivel comercial, sino también industrial, farmacéutico, nutraceútico y medicinal debido a sus propiedades, lo cual la convierte en una alternativa productiva para pequeños, medianos y grandes productores.

Origen

Perú es considerado el país de origen de la uchuva; sin embargo, existen evidencias de un posible origen en Brasil y posterior aclimatación en Chile y Perú (Legge, 1974). Durante la época precolombina, la uchuva crecía de manera silvestre en la



zona Andina y en la década de los ochenta empezó como cultivo comercial. La especie fue introducida en Sudáfrica hace más de 200 años y luego distribuida en Kenia, California, Gran Bretaña, Australia, Zimbawe, Nueva Zelanda, Hawái e India (Madriñán Palomino, 2010).

Taxonomía

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* según el Natural Resources Conservation Service (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2013):

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana* L.

Descripción botánica

En condiciones naturales, la uchuva es perenne y presenta un crecimiento ramificado de tipo arbustivo indeterminado (figura 1.1). Las ramas tienen puntos apicales en permanente estado vegetativo, el cual se mantiene durante todo el ciclo de vida de la planta de manera paralela con los procesos de floración y producción. La planta alcanza una altura entre 1 y 1,5 metros; sin embargo, en condiciones de cultivo con tutorado puede llegar a los 2,0 metros aproximadamente.





Figura 1.1. Arquitectura del desarrollo de la planta de uchuva en cultivo.

Foto: Víctor Manuel Núñez Zarantes

El tallo es principalmente herbáceo, pero se lignifica en la base con la edad. Es cilíndrico, pero algunos genotipos pueden presentar ángulos poco pronunciados. Es de tipo erecto con presencia de pubescencia. De la base del tallo aparecen brotes que pueden llegar a ser tan vigorosos como el tallo principal, el cual se divide de manera natural en dos o tres ramas y así da origen a una horqueta característica que indica el inicio de la ramificación de la planta (figura 1.1).

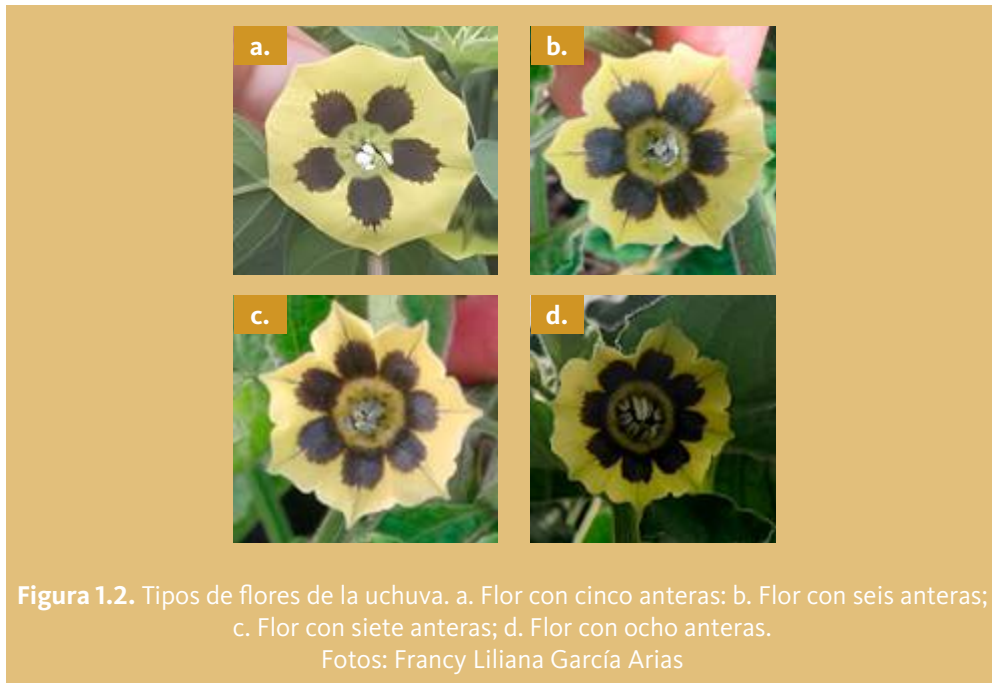
La hoja es una lámina de forma acorazonada con bordes que pueden ser dentados, semidentados o lisos con mucha o poca vellosidad, dependiendo del genotipo. El ápice puede ser acuminado o agudo, y la base es redonda, acordada o auriculada.

El sistema radical es fibroso y tiene una raíz principal o pivotante que puede llegar a una profundidad de 50-80 centímetros (Fischer, 1989). La masa radical ramificada generalmente se encuentra a 15 centímetros de profundidad y el tipo de raíz depende del sistema de propagación. Las raíces de plantas propagadas por estacas o por cultivo *in vitro* no presentan una raíz pivotante; por lo tanto, su capacidad de



anclaje puede ser menor, pero las plantas pueden producir más rápido.

La flor se origina de las axilas de las hojas en ramas primarias, secundarias y terciarias, y por lo general está acompañada por una o dos hojas presentes en cada nudo. Es hermafrodita y completa, solitaria con pedicelo corto, corola de forma campanulada, tubular y puede presentar entre cinco y ocho pétalos soldados de color principalmente amarillo, aunque también se encuentran plantas con flores de color amarillo verdoso o con tonalidades lila; asimismo, se observa variación entre cinco a ocho anteras (figura 1.2).



El cáliz es una hoja modificada con cinco sépalos fusionados, en los que se observan nervaduras divisorias con vellosidades; es fibroso, persistente y cubre el fruto totalmente a manera de capuchón. Además de proteger el fruto y de proveer una cámara de aire, el cáliz contribuye a su desarrollo aportando fotosintatos o alimento al fruto. Puede presentar forma globosa, alargada o achatada (figura 1.3).





Figura 1.3. Forma del cáliz de uchuva con forma de capuchón. a. Cáliz globoso; b. Cáliz alargado; c. Cáliz achatado.

Fotos: Francy Liliana García Arias, Víctor Manuel Núñez Zarantes

El fruto es una baya jugosa generalmente de color amarillo y con diversas tonalidades. Se pueden encontrar variaciones de color que van desde naranja, verde claro y verde amarillento, hasta varios tonos púrpuras (observación personal; Ligarreto et al., 2005). La forma puede ser globosa, ovoide, obovoide e incluso obcordada (García-Arias et al., 2018) y contiene entre 100 y 300 semillas. El tamaño y peso dependen del material genético; la superficie es lisa y en algunos casos se puede observar acumulación de resina en ciertos puntos. La semilla es pequeña, de forma lenticelar o reniforme y tiene un tamaño de 1,5 a 2 mm de diámetro (Fischer & Miranda, 2012). El peso de 1.000 semillas está alrededor de 1,1 gramos.

Hábitat de la uchuva

La uchuva es una especie frutal de clima frío que se adapta en Colombia a una altitud entre 1.800 y 2.800 m s. n. m., y a temperaturas promedio anuales entre 13°C y 16°C (Fischer & Miranda, 2012). La uchuva se considera rústica, puesto que crece en diferentes condiciones de suelos a la orilla de los bosques, en potreros, praderas naturales, al borde de caminos o carreteras, en patios urbanos y rurales, e incluso sobre paredes y andenes de concreto. Como cultivo, la uchuva se ha posicionado en varias zonas agroclimáticas que difieren en sus condiciones ambientales.



Ecofisiología del cultivo

La temperatura es uno de los factores más importantes para el cultivo de uchuva; el promedio de temperatura óptimo está entre 13°C y 18°C. La temperatura igual o por encima de 30°C afecta considerablemente la floración y las heladas limitan el crecimiento en puntos de desarrollo de la planta como yemas laterales, yemas apicales, yemas florales e inicio de hojas nuevas; el exceso de agua causa rajado del fruto y las plantas toleran poco el anegamiento (Fischer & Melgarejo, 2014). La precipitación requerida oscila entre 1.000 y 2.000 mm a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70% y 80% (Fischer & Angulo, 1999). En varios nichos especiales dentro de las diferentes zonas de la región andina, se encuentran suelos con una estructura granular, de textura franco-arenosa o franco-arcillosa, con un contenido de materia orgánica mayor que el 3%, con un pH entre los 5,5 y 6,5 (Almanza & Fischer, 2012).

Fenología del cultivo

Aunque la uchuva es una planta rústica, de estructura semileñosa y originaria de zonas andinas, se adapta a zonas que tienen diferentes condiciones a las de los Andes suramericanos. Su buen comportamiento agrícola dependerá de las condiciones climáticas en las que se establezca el sistema productivo y también de las prácticas de manejo que se adopten y el material de siembra. En varios estudios, se registra información sobre el comportamiento del cultivo de uchuva en campo y en invernadero; por ejemplo, Ramírez et al. (2013) indican que la fenología de la uchuva es similar a la de otras especies de la familia solanáceas y propusieron los siguientes estados fenológicos para la uchuva en condiciones de cultivo en Colombia.

Primero está la germinación de la semilla (estado 0), seguida por el desarrollo de la hoja (estado 1). Luego ocurre la formación de brotes laterales que marcan el inicio



de la diferenciación junto con el origen de la primera bifurcación (estado 2). En seguida aparecen las primeras yemas florales (estado 3), que marcan la separación del evento vegetativo y el reproductivo. Sin embargo, el proceso de formación de ramas cumple un patrón definido en el que aparecen ramas secundarias. En el ángulo de cada bifurcación aparece una flor y una hoja. En la medida que la planta crece, ocurren eventos vegetativos y reproductivos de manera simultánea (estado 4). Esto está marcado por la formación de chupones basales, ramas laterales y emergencia de inflorescencias con sus respectivas hojas (estado 5), floración (estado 6), desarrollo de fruto (estado 7), maduración del fruto y formación de semilla (estado 8). A lo largo de la rama secundaria, aparecen hojas acompañadas de una flor. El desarrollo del fruto está ligado a la formación del cáliz que, como hoja modificada, es indispensable para el desarrollo completo del fruto.

Aunque se han establecido algunos cultivos bajo cubierta o en invernadero en Colombia, la fenología no se ha definido para estas condiciones. En México, Orozco-Balbuena et al. (2021) realizaron un estudio de fenología con cuatro genotipos bajo condiciones de cultivo en invernadero e hidropónico. Los genotipos presentaron diferencias en los estados fenológicos, lo cual indica que las condiciones de crecimiento de las plantas y su genética son factores determinantes en el desarrollo del cultivo en el tiempo.

Recursos genéticos del género *Physalis*

El centro de diversidad del género *Physalis* es México, pues cuenta con más de 70 especies, 46 de las cuales son endémicas (Martínez, 1998; Vargas et al., 2001). Se distribuye en Estados Unidos, Centroamérica, Suramérica, las Antillas y México (Martínez, 1998). *Physalis* es un género fácilmente identificable, dado que sus frutos con forma de baya se forman y desarrollan dentro de un cáliz acrescente. Varias especies del género han sido cultivadas gracias a su contenido nutricional e interés comercial; algunas de estas se cultivan por su baya jugosa, como *P. ixocarpa* conocida



en México como tomate verde o tomate de cáscara, y *P. angulata* y *P. mínima*. Estas especies crecen en el sudeste de Asia como malezas y son comestibles. También se encuentra *P. peruviana*, conocida como uchuva en Colombia. Otras especies como *P. alkenkengi*, conocida como “linterna china” se usa como ornamental debido a su cáliz de color rojo (Martínez, 1998; Ligarreto et al., 2005).

Colecciones de germoplasma del género *Physalis*

El Banco de Germoplasma de la Nación Colombiana, que está a cargo de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) cuenta con 173 accesiones del género *Physalis* y especies relacionadas, de las cuales 41 corresponden a *P. peruviana* y las restantes, a especies como *P. aequata*, *P. alkekengi*, *P. coztomatl*, *P. curassavica*, *P. floridana*, *P. fuscomaculata*, *P. ixocarpa*, *P. mendocina*, *P. mexicana*, *P. philadelphica*, *P. pruinosa*, *P. angulata* y *Nicandra physaloides*. Esta colección cuenta con accesiones originarias de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Tolima y Valle del Cauca en Colombia, y algunas procedentes de Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, México y Nepal.

AGROSAVIA, por su parte, cuenta con una colección de trabajo de 874 accesiones de *P. peruviana*. Dentro de esta colección hay accesiones del Banco de Germoplasma de la Nación Colombiana y accesiones cedidas por la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Esta colección está compuesta por 282 accesiones derivadas de cultivo de anteras, 48 accesiones malezas, asilvestradas y silvestres, 98 materiales de agricultor (cultivadas), 128 híbridos, 100 accesiones obtenidas por tratamiento de colchicina para el aumento de cromosomas, las variedades Corpoica Andina y Corpoica Dorada, y las restantes accesiones son indeterminadas; todas estas se encuentran conservadas en semillas o en condiciones *in vitro*. Del total de accesiones, 842 son de origen colombiano y 9 son de Ecuador, India, Nepal, Polonia y Sur África.





La facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, cuenta con una colección de germoplasma de *P. peruviana* compuesta por 54 accesiones, en la cual hay 21 accesiones asilvestradas, 19 cultivadas y 14 indeterminadas procedentes de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander (Colombia) (Herrera Moreno et al., 2012).

Existe otra colección en la Universidad de Nariño, que cuenta con 65 accesiones de *P. peruviana*. Del total de accesiones, 20 corresponden a malezas, material silvestre e indeterminadas; 9 líneas doble haploides (cedidas por AGROSAVIA) y 36 híbridos obtenidos entre las líneas doble haploides. La mayoría de sus accesiones son originarias de Nariño y algunas de Cundinamarca y Cauca (Colombia) y de Perú (David Duarte, comunicación personal, 2021).

Ecotipos cultivados en Colombia

Kenia, Sudáfrica y Colombia son los tres ecotipos de uchuva de importancia comercial, y el nombre de cada una se deriva del país de procedencia. El ecotipo Kenia presenta menor número de hojas, frutos y cáliz alargados, y el fruto pesa entre 6 y 7 gramos. Este ecotipo presenta bajo índice de semilla y homogeneidad en el peso de semilla (Miranda, 2005). Los frutos del ecotipo Sudáfrica son achatados y tienen un peso entre 6 y 7 gramos, similar al ecotipo Kenia (Peña et al., 2010). El ecotipo Colombia tiene mayor número de hojas por planta; los frutos y el cáliz son globosos; presenta mayor número de frutos por planta, con un peso promedio de 4 gramos y mejor coloración. El peso de las semillas es más variable en este ecotipo. El contenido de sólidos solubles es mayor comparado con los otros dos ecotipos (Flórez et al., 2000).



Mejoramiento genético y variedades de uchuva en Colombia

El mejoramiento genético en el cultivo de la uchuva ha sido muy fragmentado y discontinuo desde que apareció como cultivo en Colombia. El equipo de mejoramiento del cultivo de AGROSAVIA, desde 2008, se ha embarcado en la conformación de un plan de investigación en el que se seleccionen o generen genotipos con mejor adaptación y atributos superiores para la sostenibilidad de las plantaciones comerciales y el mercado internacional. El plan se ha enfocado en buscar genotipos con buen comportamiento ante *Fusarium oxysporum*, altos rendimientos y calidad de fruta exigida por el consumidor.

Teniendo en cuenta que las plantaciones de uchuva en el país muestran una alta heterogeneidad debido a la mezcla de materiales y a la heterocigosidad propia de la especie, AGROSAVIA en 2008 comenzó un proyecto con la finalidad de estandarizar el cultivo *in vitro* de anteras en la especie. Como material base, se colectaron botones florales de plantaciones comerciales con un excelente manejo fitosanitario en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, y a partir de esto se continuó el proceso en condiciones asépticas en laboratorio hasta obtener plantas completas. Como resultado de este proyecto, se consiguieron genotipos haploides y dihaploides que genéticamente tienen una mayor homocigosidad y presentan una mayor homogeneidad, en especial en el tamaño de los frutos (Suescún Peñaranda et al., 2011). A partir de los materiales obtenidos, se realizó una evaluación en campo, en la cual se seleccionaron materiales dihaploides con atributos deseables para avanzar en el programa de mejoramiento.

Un set de 10 materiales obtenidos de cultivo de anteras y seleccionados en campo se emplearon en cruzamientos dialélicos, tanto directos como recíprocos, de tal manera que fuera posible evaluar la heterocigosidad y el vigor híbrido en los cruzamientos resultantes. Hasta el momento, se han evaluado 50 cruzamientos de los 100 que se consiguieron, y de esta manera se encontraron materiales muy



promisorios cuyos rendimientos experimentales estuvieron por encima de 40 t/ha año; esta cifra sobrepasó los rendimientos promedios nacionales de 12 t/ha/año. Estos cruzamientos serán llevados a parcelas comerciales para evaluar nuevamente su comportamiento y avanzar en el programa de mejoramiento. Paralelamente, se han realizado cruzamientos entre *P. peruviana* y *P. floridana* para evaluar el patrón de herencia de la resistencia a *F. oxysporum* en las poblaciones obtenidas. Como resultado se encontró una distorsión mendeliana del 75% favorecida por la presencia de un 63,75% de alelos maternos (Berdugo Caly et al., 2015).

Con el objetivo de conseguir variedades de uchuva para el país, en AGROSAVIA se seleccionaron nueve materiales, dentro de los cuales tres se obtuvieron del cultivo *in vitro* de anteras y los demás provenían del Banco de Germoplasma de la Nación Colombiana, administrado por AGROSAVIA. Los materiales se evaluaron en campo y se seleccionaron de acuerdo con sus atributos de rendimiento y calidad de fruta. Los nueve materiales tuvieron pruebas de evaluación agronómica (PEA) en siete localidades: Rionegro, La Unión y San Vicente, en Antioquia; Ipiales, Puerres y Pasto, en Nariño, y Mosquera, en Cundinamarca, durante 15 cosechas (García-Arias et al., 2018). Como resultado de estas PEA se obtuvo el registro y la liberación de las dos primeras variedades de uchuva para Colombia: Corpoica Andina y Corpoica Dorada, las cuales se caracterizan por presentar buenos rendimiento y calidad de fruta (Núñez Zarantes et al., 2016a, 2016b; tabla 1). Estas variedades se les entregaron a más de 200 productores a nivel nacional y actualmente se encuentran en fase de validación en áreas comerciales.

A continuación, se describen las características de dichas variedades:

Corpoica Dorada (figuras 1.4a y 1.4b): se obtuvo a partir del cultivo de anteras y posterior ciclo de selección masal, y su siembra está recomendada para los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Antioquia. Esta variedad comienza su producción a los 172 días después del trasplante y presenta una producción



promedio de 20,0 t/ha. El peso promedio del fruto es de 4,8 g, con un contenido de sólidos solubles totales de 14,45 °Brix y porcentaje de rajado de 10,63 %.

La variedad Corpoica Andina (figuras 1.4c y 1.4d): se obtuvo a partir de tres ciclos de selección masal y su siembra está recomendada para los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño. Esta variedad comienza su producción a los 173 días después del trasplante y presenta una producción promedio de 20,4 t/ha. El peso promedio del fruto es de 5,0 g, con un contenido de sólidos solubles totales (SST) de 14,24 °Brix y porcentaje de rajado de 9,57 %.

Estas dos variedades han mostrado una mayor precocidad en floración y maduración de fruta. Asimismo, evidencian un rendimiento superior al reportado en 2019 para los cultivos en los departamentos más representativos: Antioquia con 18,1 t/ha, Tolima con 13,33 t/ha, Cundinamarca con 13,09 t/ha y Boyacá con 12,17 t/ha, y al rendimiento nacional de 12,0 t/ha (Agronet, 2019). En cuanto a la calidad de la fruta, las dos variedades presentan contenidos de sólidos solubles totales similares a los reportados para los ecotipos Kenia y Sudáfrica (Galvis et al., 2005) y menor porcentaje de rajado en fruta comparado con el que se tiene a nivel nacional, el cual oscila entre el 20 % y el 45 % (Fischer, 2005), y reportes de accesiones de uchuva con rajado casi del 60 % (García-Arias et al., 2018). Estas dos variedades son de polinización abierta, así que tomar semilla de las plantaciones comerciales no generará plantas ni producción iguales a la semilla original; por lo tanto, se recomienda solicitar la semilla a AGROSAVIA.





a.



b.



c.



d.

Figura 1.4. Variedades de uchuva seleccionadas en AGROSAVIA. a. Planta de la variedad Corpoica Dorada; b. Fruto de la variedad Corpoica Dorada; c. Planta de la variedad Corpoica Andina; d. Fruto de la variedad Corpoica Andina.

Fotos: Víctor Manuel Núñez Zarantes



Tabla 1.1. Características de las variedades de uchuva Corpoica Andina y Corpoica Dorada

Características	Variedad Corpoica Andina	Variedad Corpoica Dorada
Método	Selección masal	Doble haploides-selección masal
Adaptación, subregión natural	Montañas de Antioquia y Altiplano Cundiboyacense	Altiplano cundiboyacense, nudo de los pastos y montañas de Antioquia
Días a floración	103,7	94
Días a primera cosecha	173	172
Flor	Completa, amarilla con áreas moradas	Completa, amarilla con áreas moradas
Color de fruto	Amarillo intenso	Amarillo intenso
Capacho		Café claro
Forma de fruto	Redondo	Redondo
Color de las hojas desarrolladas	Verde	Verde
Color del pecíolo	Morado	Verde con líneas moradas
Pubescencia en las hojas	Presente, corta y suave	Presente, corta
Remoción del pedicelo	Resistente	Resistente
Peso del fruto	4,98 g	4,77 g
Grado Brix (%)	14,24	14,4
Rajado (%)	9,57%	5,35%
Hábito de crecimiento	Indeterminado	Indeterminado
Altura a floración (cm)	52,1	56,3
Morfología del tallo	Redondo con tres aristas protuberantes	Ligeramente angular con cuatro aristas
Color externo de la corteza del tallo	Verde oscuro con pigmentación morada	Verde morada
Color externo de la cutícula del tallo	Morado	Morado
Color interno de la cutícula del tallo	Morado	Verde
Diámetro del tallo a primera cosecha (mm)	22	23
Longitud de la rama más desarrollada (cm)	105,5	104,2
Número de nudos en la rama más desarrolladas	16,6	16,5
Pubescencia en las ramas	Presente, muy corta	Presente, corta
Morfología de la hoja	Borde dentado hacia la base y liso hacia el ápice, forma obovada	Borde dentado, forma obovada
Tamaño de la Hoja apical (mm)	Longitud 47,3 Ancho 33,2	Longitud 59,72 Ancho 42,83
Ploidía	$2n = 4X = 48$	$2(n) = 2(24) = 48$
Rendimiento promedio durante cinco meses de cultivo (kg/ha)	8493	8215

Fuente: Elaboración propia

Selección y mantenimiento del material de siembra

En Colombia, los productores obtienen el material de siembra de varias especies mediante la colecta y selección propia de un material genético disponible en algunas fincas o en algunos viveros. En el caso de la uchuva, los productores confían en la fuente de materiales que ofrecen los viveros. Esta estrategia generalmente funciona bien para algunos productores; por lo tanto, se cuenta con materiales de



siembra excelentes en algunas zonas de producción. Sin embargo, la escogencia de estos materiales de siembra no se hace de manera sistemática, ni tampoco se tiene el conocimiento para la obtención y selección de la semilla, lo cual es supremamente importante.

Por su naturaleza, la uchuva tiene un alto porcentaje de polinización cruzada y, por ende, toda semilla que se derive del material plantado se comporta como un híbrido. Es así como las variedades hasta ahora liberadas comercialmente, en Bulgaria y en Colombia, son de polinización abierta. Esto quiere decir que los hijos no serán una copia de la planta de donde se cosechan los frutos para semilla, a no ser que las plantas madre se propaguen vegetativamente y el material de siembra entonces será un clon.

Otro tema para tener en cuenta es que no todos los materiales de siembra que se seleccionen se comportan bien en todos los sitios o ambientes de producción. Esto es algo que los productores deben tener presente, ya que muchas veces califican un material como excelente porque se comporta muy bien en sitio en una zona de producción y al llevarlo a otros sitios, o en el caso de Colombia a otros departamentos, su comportamiento no es estable y por lo tanto cambian algunos atributos, especialmente el rendimiento o tamaño de fruta.

A partir de lo anterior, uno de los factores determinantes para aumentar o mantener los rendimientos en los cultivos de uchuva es el uso de material de siembra de alta calidad y con adaptación apropiada. Así, pues, es de vital importancia conocer la procedencia, la forma de selección y el mantenimiento del material de siembra para asegurar la estabilidad genética de la semilla en el tiempo. En términos generales, el material de siembra se puede obtener a partir de dos fuentes. La primera corresponde a la semilla de variedades certificadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), las cuales se han obtenido a través de investigación y desarrollo en mejoramiento genético, y han surtido varios ciclos de evaluación,



selección y recombinación hasta su registro como variedad comercial. En este caso, el productor tiene la ventaja de adquirir un material de siembra con progenitores conocidos (madre y padre), calidad genética, adaptación comprobada a una o varias regiones productoras y con atributos agronómicos y de calidad claramente identificados.

La segunda fuente corresponde a la semilla que se obtiene a través de selección tradicional no sistemática, que realizan los agricultores en las diferentes zonas productoras. Para esto, los productores seleccionan los frutos de las mejores plantas de los cultivos teniendo en cuenta su estado fitosanitario, producción, tamaño, color y sabor del fruto. No obstante, aunque esto es económico y práctico, puede generar pérdida de variabilidad y de capacidad productiva comercial. En este proceso, los frutos colectados de las plantas de uchuva seleccionadas podrían conseguirse a partir de la fecundación con polen de otras plantas del mismo cultivo o de cultivos aledaños; por lo tanto, solo se conoce el progenitor femenino (madre) de la semilla obtenida.

En otras ocasiones, se escogen los frutos de mayor tamaño de toda la cosecha y así tener la semilla para la siguiente siembra. En este caso, ninguno de los progenitores es conocido, y la calidad genética de la semilla se hace más crítica. En los dos casos mencionados, la semilla extraída de frutos de plantas de cultivos comerciales con polinización no controlada genera poblaciones mezcladas con plantas y frutos de calidad variable. En uchuva, como en todos los frutales, la uniformidad de la fruta para consumo fresco o industrial es un factor importante y determinante para el mercado.

La degeneración o el deterioro de un material de siembra seleccionado y cultivado puede ocurrir por varios factores durante los ciclos de producción. Al respecto, Kadam (1942) menciona los siguientes factores importantes como responsables del deterioro de variedades: variaciones que ocurren durante el desarrollo, mezclas



mecánicas, mutaciones, cruzamientos naturales, variaciones genéticas menores, procedimientos de selección e influencia de plagas y enfermedades.

La recomendación es que los productores usen las semillas de variedades comerciales con registro ante el ICA, en la medida que estén disponibles. En caso de que el productor elija la opción de seleccionar su propia semilla, se sugieren los siguientes pasos:

1. Seleccionar las plantas del cultivo comercial: entre 50 y 100 de las mejores plantas con un buen estado fitosanitario, buen desarrollo, buen rendimiento y tamaño de fruto.
2. En las plantas seleccionadas, englasinar o embolsar botones florales totalmente cerrados para evitar la contaminación por polen foráneo. Al englasinar los botones, se garantiza la autofecundación de la flor y por ende la obtención de semilla únicamente de la planta seleccionada. Para englasinar, se recomienda utilizar bolsa de papel glasine o papel encerado, que evita que la bolsa se deshaga con la humedad exterior.
3. Marcar la bolsa con lápiz e indicar la fecha cuando se englasinó.
4. Quince días después de englasinado el botón floral, se retira la bolsa de glasine y el fruto en crecimiento se encierra en una malla para fruta, con el fin de evitar que este se pierda por acción del viento o insectos. El fruto permanecerá en la malla hasta que se encuentre maduro.
5. Cuando los frutos obtenidos se encuentren maduros, se cosechan y se realiza la extracción de la semilla de todos los frutos juntos mediante su fermentación. No se recomienda el uso de licuadora para extraer las semillas, ya que puede causar daño al embrión. En uchuva, cada fruto puede producir entre 200 y 300 semillas, lo cual garantiza una buena cantidad de semilla por planta.
6. Las semillas obtenidas se utilizan para la siembra siguiente. Si el productor cuenta con la posibilidad de establecer un lote aislado con mínimo 200 plantas de semilla previamente escogida por producción, calidad y comportamiento



ante plagas y enfermedades, se recomienda observar de manera cuidadosa y seleccionar aquellas plantas fuera de tipo o diferentes al tipo de planta que se desea. La mejor práctica es hacerlo antes de que ocurra la floración para evitar que el polen de aquellas plantas indeseables no lleguen a las flores de las plantas deseables. Otra posibilidad es seleccionar entre 50 y 100 plantas y propagarlas vegetativamente, de tal manera que en la plantación haya una mezcla de clones y no un solo clon para evitar excesiva uniformidad.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones prácticas para el mantenimiento de la pureza o identidad genética del material de siembra:

1. Usar semilla aprobada o de procedencia reconocida.
2. Inspeccionar los lotes antes de la siembra del cultivo, en especial si hay antecedentes de cultivos de uchuva.
3. Inspeccionar las plantaciones para verificar pureza genética, identificar presencia de espontáneas en el cultivo y eliminarlas.
4. Tomar muestra de frutos para compararlos con las plantas deseables de la selección anterior.
5. En el proceso de obtención de material de siembra de calidad, la extracción y la conservación de la semilla son factores determinantes. La extracción debe realizarse de manera cuidadosa utilizando implementos limpios y libres de otras semillas, y buscando no tener contaminación de otros genotipos. La adecuada conservación de la semilla determina su viabilidad durante muchos años, por lo cual se recomienda almacenarla a 4°C en bolsas trilaminadas sin mezclar con otros genotipos.









Enfermedades fúngicas y bacterianas del cultivo de la uchuva en Colombia

El marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *physali* (Foph) es la enfermedad que se considera más importante en el cultivo de la uchuva en Colombia, y se abordará de forma detallada en el capítulo 2. Sin embargo, existen otras enfermedades de origen fúngico y bacteriano que pueden afectar las plantas; esas enfermedades atacan órganos aéreos y raíces de las plantas, y pueden generar pérdidas importantes por deterioro y reducción de la calidad del fruto, así como en el rendimiento de las plantas. Esto implica el uso excesivo de fungicidas de síntesis química y un rechazo internacional a la fruta. En la tabla 1.2, se describen algunas de estas enfermedades, de acuerdo con estudios y reportes realizados por varios investigadores.



Tabla 1.2. Síntomas de las principales enfermedades asociadas al cultivo de la uchuva

Enfermedad	Órgano afectado	Síntomas y manejo
<p>Muerte descendente de la uchuva <i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>, sinónimo <i>Phoma exigua</i> var. <i>Exigua</i> (Aguilar, 2020; Aveskamp et al., 2010).</p>	<p>Hojas, tallos y frutos</p>  <p>Figura 1.5 Tallo y frutos afectados por <i>Phoma</i> spp.</p>  <p>Figura 1.6 Lesión necrótica en hojas ocasionada por <i>Phoma</i> spp.</p>	<p>Pequeñas manchas oscuras en los diferentes órganos.</p> <p>Dentro de la lesión se pueden evidenciar gránulos negros denominados picnidios (estructuras que albergan esporas). En los tallos, se forman lesiones irregulares y alargadas que producen la muerte descendente.</p> <p>En el cáliz o capacho, aparecen pequeñas manchas oscuras.</p> <p>En el fruto, los síntomas de la enfermedad comienzan en el pedúnculo y se forma una lesión anillada en este punto, la cual avanza de manera gradual hasta el extremo; a medida que aumenta la incidencia de la enfermedad, la mancha se vuelve más oscura, y en condiciones de alta humedad la lesión puede desarrollar la presencia de un micelio de color blanco (figura 1.5).</p> <p>En las hojas, se observan lesiones necróticas generalmente de forma triangular (figura 1.6). (Zapata P. et al., 2002).</p>
<p>Mancha negra de hojas y capachos <i>Alternaria solani</i></p>	<p>Hojas y frutos</p>  <p>Figura 1.7 Lesión clorótica con círculos concéntricos ocasionados por <i>Alternaria solani</i>.</p>  <p>Figura 1.8 Lesión en caliz con presencia de círculos concéntricos característicos de la mancha negra:</p>	<p>Los síntomas de la enfermedad se expresan como manchas de color pardo a negro (Lagos et al., 2021).</p> <p>Se presentan círculos concéntricos y la lesión está acompañada de un halo clorótico.</p> <p>Si no hay control oportuno, toda la hoja se torna clorótica y posteriormente se seca (Fischer et al., 2005; figura 1.7).</p> <p>En frutos próximos a su madurez, cambiando las características de turgencia y calidad (figura 1.8).</p>
<p>Mancha foliar de la hoja del capacho <i>Cercospora physalidis</i></p>	 <p>Figura 1.9 Lesiones iniciales en el borde izquierdo de la hoja, denominadas "ojo de pollo" y lesión avanzada en el centro, ocasionada por <i>Cercospora physalidis</i>.</p>  <p>Figura 1.10 Mancha foliar en el capacho.</p>	<p>Los síntomas en las hojas se manifiestan como pequeños puntos necróticos de forma angular y de color gris (figura 1.9).</p> <p>En otros casos, las manchas son redondas o irregulares con bordes definidos (Miranda et al., 2016).</p> <p>En el envés, se observan abundantes estructuras que le dan una coloración grisácea y que corresponden a los conidióforos y conidios.</p> <p>En estados avanzados, la caída de las hojas y fructificación prematura pueden presentarse (Forero de La-Rota, 2014; Silva Tamayo, 2006; Zapata P. et al., 2002).</p> <p>Las lesiones presentes en el tallo y en las ramas de las plantas afectadas muestran una pudrición húmeda y de color oscuro que avanza hasta colonizar gran parte del tejido aéreo (Góngora Salgado & Rojas Gracias, 2006); en algunos casos, la infección se inicia sobre una hoja y avanza después hacia el tallo, en el cual es posible encontrar en los tejidos internos cantidad de las estructuras de resistencia (Zapata Pareja, 2011).</p> <p>El capacho también es afectado de forma similar a la hoja, con borde definido y centros de color grisáceo, que cubren el tejido de micelio, lo que le da una apariencia negruzca que deteriora la apariencia del capacho y la calidad de exportación (Fischer et al., 2014; figura 1.10).</p>




<p>Moho gris <i>Botrytis cinerea</i> (Pers. Fr)</p>	<p>Flores y frutos</p> 	<p>En flores, los sépalos senescentes son los más susceptibles y los pétalos pueden ser infectados por esporas del patógeno antes de que estos se abran o se produzca la formación del fruto (figura 1.11).</p> <p>En frutos, el daño que ocasionan las lesiones por el hongo son blandas y acuosas, y por lo general se presentan en la región apical y en la unión entre el pedúnculo y el fruto; la lesión se caracteriza por presentar abundantes conidios de color grisáceo o café (Forero de La-Rota, 2014).</p>
<p>Marchitez bacteriana <i>Ralstonia solanacearum</i> (Smith).</p>	<p>Tallo y raíces</p> 	<p>La planta manifiesta marchitez en un solo lado, y avanza por toda la planta hasta que la afecta completa y le causa la muerte (figura 1.12).</p> <p>En el interior de la planta el sistema vascular en el tercio inferior del tallo se ve de color oscuro y puede observarse una exudación blanquesina (Saldarriaga & Zapata, 2002).</p>
<p>Mancha grasosa, mancha de aceite o mancha grasienta <i>Xanthomonas campestris</i></p>	<p>Hojas y frutos</p> 	<p>Presencia de lesiones cloróticas hasta lesiones de color castaño con apariencia aceitosa o engrasado (figura 1.13).</p> <p>En la fruta, se afecta el capacho con lesiones similares a las descritas en las hojas, pero no se afecta la parte comestible (Saldarriaga & Zapata, 2002; Zapata Pareja, 2011).</p>

Figura 1.11 Fruto en formación con daño ocasionada por *Botrytis cinerea*.

Figura 1.12 Planta de uchuva con marchitez unilateral ocasionada por *Ralstonia solanacearum*.

Figura 1.13 Mancha aceite, síntoma característica del ataque por *Xanthomonas campestris* en el capacho del fruto.

Fuente: Elaboración propia
Fotos: Érika Patricia Martínez Lemus, Camilo Ernesto Sanabria Torres y David Rodríguez Puertas



Manejo preventivo de enfermedades

El manejo de las enfermedades descritas en la tabla 1.2 se basa principalmente en realizar buenas prácticas de cultivo; por ejemplo, distancias de siembra amplias, un sistema de tutorado que permita la apertura de ramas y que genere una buena aireación de las plantas; labores de poda apropiadas y a tiempo, especialmente una adecuada poda de formación, y realizar la poda sanitaria de forma periódica; recolección y retiro de desechos, material vegetal y frutos con síntomas de la enfermedad; empleo de una adecuada y balanceada fertilización, acorde a la fenología del cultivo y acompañada de la aplicación de microorganismos benéficos y el manejo manual o mecánico de arvenses, sin afectar la cobertura vegetal del lote (Fischer et al., 2014; Zapata et al., 2002).

La aplicación de fungicidas o bactericidas preventivos (tanto de síntesis química, como de origen biológico) puede hacerse si se presentan las condiciones climáticas que favorecen del desarrollo del patógeno (aumento de la precipitación y la humedad relativa en el ambiente) y curativas en caso de un alto porcentaje de infestación (Fischer et al., 2014). Sin embargo, la decisión de su uso debe ser asistida por un ingeniero agrónomo y verificar que los productos tengan registro ICA para el cultivo y el periodo de carencia.



