



Fotografía: Gabriel D. Roveda



## Capítulo 2. Recomendaciones de establecimiento del cultivo

*Érika Patricia Martínez Lemus, Fabián Enrique Martínez Camelo, Emerson Duván Rojas Zambrano, David Rodríguez Puertas, Juan Clímaco Hio*

**E**n este capítulo, se describen las prácticas que usan los productores de uchuva en Colombia para cada fase del cultivo. Se inicia con la selección del lote y del material de siembra obtenido a partir de un protocolo de propagación que asegure la sanidad del material vegetal y las características particulares de los diversos materiales de siembra. Una vez establecido el cultivo se instala el tutorado y se cuelgan las plantas para asegurar su óptimo desarrollo mediante prácticas que permitan el manejo integrado, como las podas, el control de arvenses, la fertilización, entre otras. Es importante el monitoreo constante del cultivo y, en lo posible, optar por la certificación en buenas prácticas agrícolas o las que exija el cliente, para aumentar las posibilidades de inserción de la cosecha en mercados internacionales y mantener la salud del suelo en la finca.

### *Selección y preparación del terreno*

Con el objetivo de garantizar el éxito del cultivo y el retorno de la inversión, es necesario analizar las condiciones climáticas, topográficas, edáficas y sanitarias de la zona, las cuales garanticen el buen desarrollo del cultivo. Según Murcia Riaño et al. (2020), el análisis se debe centrar en variables de tipo climático, como distribución y frecuencia de las lluvias, intensidad del viento, y en variables topográficas como riesgo de erosión y encharcamiento, profundidad efectiva del suelo (45 cm ideal para el cultivo de uchuva) y análisis de las características físicas, químicas y biológicas. Para el establecimiento de cultivos de uchuva, es necesario seleccionar terrenos que no superen el 25% de pendiente, y así facilitar el manejo y



la conservación del suelo. Si el suelo está muy desprovisto de vegetación, se deben tomar medidas de protección a través del establecimiento de coberturas vivas que no afecten el desarrollo del cultivo (Betancur et al., 2014).

Los suelos adecuados para este cultivo deben ser de estructura granular, textura franca, franco-arenosa o franco-arcillosa, sueltos y con buen drenaje, con un contenido de materia orgánica alto ( $>3\%$ ) y con un pH entre 5,5 y 6,5 (Fischer et al., 2014). La compactación del suelo se debe identificar, ya que esta condición afecta negativamente la densidad aparente (DA), lo cual altera la estabilidad de agregados, el espacio poroso y la cantidad de materia orgánica presente en el suelo (Salamanca Jiménez & Khalajabadi, 2006).

Mediante el análisis químico de suelos es posible conocer el pH. Cuando los suelos son fuertemente ácidos, se debe corregir esto antes de la siembra, pues el cultivo requiere suelos con pH entre moderadamente ácido y neutro. La recomendación de aplicación de enmiendas siempre se debe hacer según el resultado del análisis de suelos (Betancur et al., 2014). Por ejemplo, si se tienen suelos con bajos contenidos de magnesio y ácidos, hay que aplicar una dosis entre 800 y 1.000 kg/ha de cal dolomita para llevar el pH a un valor entre 5,5 y 6,5. Esta labor se tiene que hacer mínimo 15 días antes, pero lo ideal es que sean 30 días (Angulo, 2000). Existen otras fuentes calcáreas como la cal agrícola y el yeso, fácilmente disponibles en los mercados de insumos agropecuarios en las regiones productoras del país. También es necesario tener total seguridad de antecedentes sanitarios del lote seleccionado, haciendo énfasis especial en la enfermedad conocida como marchitez vascular, causada por el patógeno *Fusarium oxysporum*, principal limitante del sistema productivo (Zapata et al., 2012).



## *Distancias de siembra, trazado y ahoyado*

De acuerdo con las condiciones climáticas del sitio de siembra, la temperatura, la humedad relativa, el drenaje del lote y la fertilidad del suelo son las variables que se consideran para establecer una adecuada densidad de siembra, lo cual es determinante en la productividad del cultivo. Según lo reportado por Angulo (2011), las distancias de siembra comúnmente utilizadas en Colombia son de 2 x 2,5 metros, 2,5 x 2,5 metros o hasta de 3 x 3 metros. Así, se busca establecer las mayores distancias en los lugares de siembra con presencia de alta humedad, ya que esto favorece la aireación y, por ende, la sanidad del cultivo. Fischer y Miranda (2012), por efectos fitosanitarios y facilidad en las labores de cultivo, recomiendan distancias de 2 m entre plantas y de 3 m en surcos, para una densidad de 1.660 plantas/ha.

Las zonas donde se cultiva la uchuva generalmente no cuentan con una topografía homogénea; esta condición hace que las distancias de siembra aumenten con la pendiente y que la distribución de las plantas cambie en función de la pendiente para disminuir la erosión y aumentar la luminosidad en el cultivo. Betancur et al. (2014) proponen que en pendientes menores que el 25% se haga el trazado en cuadro (figura 2.1) y que en pendientes por encima del 25 % se trace en triángulo o tresbolillo, y así aumentar el número de plantas por área en un 15% y favorecer la erosión. Es muy importante que el trazado quede alineado, con el fin de facilitar el tutorado y las demás labores culturales (Betancur et al., 2014). En pendientes superiores al 25%, se recomienda sembrar en contra de la pendiente para mitigar la erosión hídrica, que es común en las zonas de cultivo.





**Figura 2.1.** Trazado para siembra de uchuva, sistema de siembra en cuadro.

Foto: David Rodríguez Puertas

Después de preparar el suelo, sin importar la labor de preparación que se aplique, es necesario realizar la ahoyada 20-30 días antes de la siembra; asimismo, se recomienda hacer hoyos de 40 x 40 x 40 cm, independientemente de la distancia de siembra seleccionada (Betancur et al., 2014). La labor de ahoyado se puede hacer de manera mecánica (ahoyador mecánico) o manual (ahoyador manual) (figura 2.2).



**Figura 2.2.** Ahoyado manual para sistema de siembra en cuadro. Densidad de siembra 2.000 plantas/ha.

Fotos: David Rodríguez Puertas

## **Siembra**

El trasplante a sitio definitivo se realiza aproximadamente dos meses después de haber sembrado la semilla en etapa de vivero. Como sustrato se sugiere utilizar la mezcla de materia orgánica, turba canadiense y cascarillas de arroz en proporción (1:1:0,5), con aplicación de riego constante y, en lo posible, microorganismos



benéficos. Durante este tiempo, las plántulas pueden alcanzar una altura entre 15 y 25 cm, dependiendo del plan de fertilización y el manejo aplicado al semillero. Es importante aclimatar las plantas durante una a dos semanas bajo un umbráculo o polisombra, con el propósito de endurecerlas y evitar daños por la radiación solar directa y el frío (Betancur et al., 2014). Es fundamental que la siembra se realice en días lluviosos o por lo menos nublados, para que la plántula no se deshidrate fácilmente. Las plantas se deben poner con cuidado en el hoyo haciendo un pequeño montículo de tierra a su alrededor, con el objetivo de evitar encharcamiento. Después del trasplante hay que aplicar buen riego (50L/planta) para una mejor adaptación de las plántulas en campo. Asimismo, es sumamente importante monitorear la presencia de babosas (*Milax gagagtes*), problema limitante en la etapa de establecimiento, en especial en épocas húmedas y de alta precipitación (figura 2.3).



**Figura 2.3.** Siembra y desarrollo de plantas en campo. a. Planta recién sembrada con manejo de babosas; b. Planta de aproximadamente un mes de sembrada.

Fotos: David Rodríguez Puertas

### **Podas**

Las podas se consideran labores importantes en cultivos de frutales; son intervenciones que se realizan durante el desarrollo fenológico de la planta (etapa de crecimiento, de posproducción y de producción) para mejorar su actividad fisiológica, desarrollo vegetativo, producción y calidad de la fruta. También



permiten reducir las poblaciones de plagas e incidencia de las enfermedades, y además contribuyen a la formación del árbol para facilitar su manejo y darle una condición de aireación y entrada de luz solar.

### *Tipos de podas*

Tradicionalmente los productores de uchuva usan tres tipos de podas en las zonas de cultivo, estos son:

**Poda de formación:** consiste en seleccionar aquellas ramas más vigorosas y darles la estructura deseada. Para esto se recomienda seleccionar dos tallos vigorosos que formen una “V” en la copa de la planta. Las ramas seleccionadas deben colgarse en el tutorado para darles formación a las ramas. También se recomienda la poda abierta, que consiste en seleccionar cuatro ramas, amarrarlas y ubicarlas en el tutorado (figura 2.4).



**Figura 2.4.** Poda de formación en “V” realizada en plantas de uchuva.

Foto: Érika Patricia Martínez Lemus

**Poda sanitaria o de limpieza:** consiste en remover o retirar de las plantas los frutos secos, los frutos enfermos y todas las ramas secas, mal formadas e improductivas. Una práctica adicional a la poda sanitaria que hacen los productores es el deshoje,



y su propósito principal es eliminar las hojas senescentes que presenten altas cargas de patógenos. El deshoje permite que las plantas muy densas tengan una buena aireación. Cultivadores de uchuva de Cundinamarca y Boyacá, desde hace aproximadamente una década, han realizado esta práctica de deshoje en sus cultivos de uchuva. Los productores argumentan que el deshoje permite airear la planta y eliminar parte del inóculo residente en follaje maduro o senescente; de igual forma, evita que la planta tenga un desgaste energético y aproveche los nutrientes, y emita así follaje nuevo. Los beneficios de esto se ven reflejados en la fruta de mejor calidad, en el tamaño de los frutos, en los colores más vivos de los frutos y en el mayor rendimiento de las plantas.

**Podade renovación:** conocida como soca. Se aplica en cultivos que estén terminando su ciclo productivo y que muestren poco vigor en las ramas. Esta práctica se realiza para obtener nuevos rebrotes y formar una copa nueva; sin embargo, no siempre se lleva a cabo, y el productor prefiere cambiar completamente el cultivo con plantas nuevas. Cuando se aplica esta poda al cultivo, se retiran todas las ramas que hayan cumplido su ciclo productivo y se despuntan las ramas con excesivo crecimiento para estimular el crecimiento y engrosamiento de ramas nuevas y laterales de la planta.

Se sugiere hacer estas podas cuando las plantas hayan terminado la producción, antes de que se inicie el rebrote de flujos nuevos (Casierra & Fischer, 2012). Algunos autores indican que la poda depende del tipo de tutorado que haya definido el agricultor en su predio. Por su parte, Fischer & Angulo (1999), y Miranda (2005) reportan que según la modificación realizada al tutorado para el manejo de la planta en “V” con dos ramas abiertas y con despuntes del tallo principal a la altura que sea más conveniente para el productor y según la condición de desarrollo de la planta y la característica del suelo, los suelos con mayor contenido de materia orgánica pueden generar más desarrollo de follaje de la planta. Por lo tanto, el manejo de los tutorados y las podas generan muchos beneficios, como la aplicación



eficiente de los agroinsumos por vía foliar, que mejora el microclima dentro del cultivo, permite hacer una recolección de frutos de manera más rápida, entre otras (Miranda, 2004).

### *Tutorado*

Debido al hábito arbustivo de la uchuva, la aireación del cultivo, su apropiado manejo de prácticas agronómicas, la adecuada productividad y la buena calidad de fruta, el cultivo necesita el montaje de un sistema de apoyo o soporte denominado tutorado (Angulo, 2011), el cual consiste en un sistema de amarre y colgado de ramas, que evita que el follaje y los frutos entren en contacto directo con el suelo, y así evitar problemas fitosanitarios (Zuluaga Marín, 2014).

El tipo de tutorado adecuado para cada cultivo varía de acuerdo con la densidad de siembra planificada, la topografía del terreno, los componentes seleccionados, y con los costos de los materiales y de la mano de obra del montaje (Zapata P. et al., 2002).

En Colombia, se montaron diferentes tipos de soporte que pasaron por sistemas en “V” bajo, en “V” y en “T” (figura 2.5), hasta uno más sencillo que se emplea actualmente en la mayoría de las fincas, denominado “amarre a doble línea”, el cual consiste en amarrar las ramas laterales productivas por medio de hilaza a dos alambres galvanizados (calibre 12 o 14) distanciados por 1 m y ubicados a una altura de 1,8 m a 2,0 m (Fischer & Miranda, 2012). Los postes de soporte están puestos en los extremos de cada surco, seguidos de varas cada 3 o 4 m dentro de la hilera (Angulo, 2011). Es importante tener en cuenta que se deben colgar ramas a lo largo del cultivo, cuando se presente la formación y el crecimiento de nuevas ramas.





**Figura 2.5.** Sistema de tutorado en “T” para el establecimiento del cultivo de uchuva.

Foto: David Rodríguez Puertas

## Riego

Pese a las ventajas productivas que otorga el riego en la agricultura, su implementación no se ha dado acorde con el potencial de Colombia y solo el 33,3% de las unidades de producción agropecuaria lo utilizan (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016). El riego puede aumentar la productividad en promedio 2,2 veces más que en los cultivos que no lo utilizan y 3,3 si se combina con insumos óptimos en los momentos precisos de desarrollo del cultivo. A nivel mundial, la mayor limitante para la implementación del riego en los cultivos es el factor económico que supone la inversión inicial (Perfetti et al., 2019).

El cultivo de la uchuva en Colombia lo llevan a cabo principalmente pequeños productores de las zonas andinas del país, con una fuerte concentración del área cultivada en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Antioquia, Cauca y Santander (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2019), por ubicarse principalmente en ecosistemas de bosque subandino en el interior de la frontera agropecuaria. El riego no es una práctica común en el cultivo, pero esto no quiere decir que no sea necesario para incrementar la productividad de los cultivos y la calidad de la fruta. De hecho, hoy en día la cadena exige modelos de producción sostenibles, que optimicen el consumo de agua, por lo cual se recomienda utilizar sistemas de riego por goteo. No obstante, aún no hay información precisa acerca de la cantidad de agua necesaria para

plantas de uchuva (*Physalis peruviana*) a campo abierto, pero sí se sabe que el riego depende de factores como la temperatura, la humedad relativa, el tipo de suelo y la fenología del cultivo. Álvarez-Herrera et al. (2021) encontraron que para un cultivo en invernadero (algo poco común en uchuva) el consumo promedio es de 6,5 litros de agua al día por planta, y que este aumenta en función de la temperatura. Además del uso eficiente del agua, se recomienda el manejo integrado del cultivo, la inocuidad y los procesos de poscosecha que aseguren la cadena de frío para mejorar la competitividad en los diferentes mercados y para que el fruto no se fisure (Flórez Martínez & Contreras, 2014; Flórez Martínez & Betancourt Vázquez, 2016; MADR, 2019).

Las características ecosistémicas de las áreas donde se desarrolla el cultivo de uchuva coinciden con lo señalado por Fisher et al. (2005) y Fischer et al. (2014); es decir, zonas entre los 1.800 y 2.800 m s. n. m., con temperaturas entre 13°C y 18°C, con alta humedad del 70% al 80% y, dado que el riego no es una práctica común, con balance hídrico anual favorable y precipitaciones distribuidas a lo largo del año. Además, los suelos de estas áreas generalmente son de texturas franco-arenosas o franco-arcillosas, con un pH entre 5,5 y 6,8, y buen drenaje. En las zonas productoras, la precipitación puede variar en algunos meses del año y es en ese momento cuando los productores se ven obligados a irrigar de cualquier manera el cultivo. Lo ideal es que se realice un balance hídrico, considerando la evapotranspiración y la precipitación; sin embargo, el uso de pluviómetros, evaporímetros y de la información climática disponible no es un aspecto común entre los productores (Campos, 2000).

Durante el periodo comprendido entre 2013 y 2017, investigadores del Centro de Investigación Tibaitatá de AGROSAVIA desarrollaron un estudio en 114 fincas en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño, con el fin de generar conocimientos específicos acerca de la asociación de factores del ambiente biofísico con la epidemiología del marchitamiento vascular y su agente causal en



zonas productoras, como base para el diseño de estrategias de prevención de la enfermedad. Estos investigadores encontraron que más del 80 % de las unidades productivas no cuenta con un sistema de riego y el 20% restante tiene un sistema de almacenamiento de agua tipo reservorio que irriga por gravedad (Martínez et al., 2017).

Como se mencionó anteriormente, las diversas tecnologías de irrigación como la aspersión o por goteo no son comunes en las zonas donde se cultiva la uchuva (figuras 2.6 y 2.7), pese a que si estos se utilizan con mayor frecuencia la producción de fruta aumenta (Álvarez et al., 2015), debido a la oferta ambiental de las zonas subandinas del país, las cuales, según Rudas et al. (2007), tienen climas húmedos y superhúmedos que hacen prosperar prácticamente cualquier cultivo, a tal punto de que se conserva menos de un 10 % de las coberturas naturales. Esta situación, sumada a las exigencias de los mercados y las demandas de la cadena de la uchuva, hace imperioso avanzar hacia la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA), para mejorar la inocuidad y calidad de la fruta, y mantener en buen estado los servicios ecosistémicos de las zonas productoras (Páez Parra et al., 2012; Tamayo & Betancur, 2014; Marín et al., 2014). La producción de uchuva puede contribuir a la conservación del ambiente, a través de la adecuada gestión de los residuos sólidos y líquidos, y así incorporar prácticas de protección ambiental en el predio o en el cultivo, como la siembra de árboles nativos y la protección de cuerpos de agua (Tamayo & Betancur, 2014).





**Figura 2.6.** Sistema de riego por aspersión incorporado al tutorado en “T” para el establecimiento de un cultivo de uchuva en el Centro de Investigación Obonuco.

Foto: David Rodríguez Puertas



**Figura 2.7.** Sistema de aspersión por goteo para riego de plantas en un cultivo de uchuva en el Centro de Investigación Obonuco.

Foto: David Rodríguez Puertas

A medida que avanza la implementación de BPA en los predios, las prácticas de conservación de biodiversidad se pueden ir planificando y documentando de forma paralela al manejo integrado del cultivo; por ejemplo, se pueden ir enriqueciendo con material vegetal nativo las cercas, las rondas hídricas y las zonas que son consideradas improductivas por el productor. Otras prácticas que mejoran el desempeño ambiental de la finca son analizar la eficiencia energética y promover el uso de fuentes de energía renovable, reciclar aguas lluvia, gestionar de forma correcta las aguas residuales domésticas, mejorar la eficiencia en el uso del agua para el riego mediante la identificación de riesgos ambientales, fuentes y calidad del agua, contar con un sistema de almacenamiento de agua para las épocas de



baja precipitación, analizar la frecuencia y cantidad de agua utilizada para riego, en caso de que se tenga algún sistema implementado (Cardona et al., 2021).

El riego en el cultivo de uchuva no solo aumenta la productividad del cultivo, sino que además mejora su manejo integrado; por ejemplo, Martínez et al. (2017) demostraron que el cultivo es altamente sensible al estrés hídrico por déficit o exceso, y que a su vez el principal patógeno del cultivo, causante del marchitamiento vascular (*Fusarium Oxysporum f. sp. physali*), se adapta muy bien a estas condiciones, por lo cual se ve favorecida su permanencia en el suelo. Además, una alta humedad durante la época de cosecha puede deteriorar el fruto y si el encharcamiento del cultivo es prolongado es posible que se afecte de forma irreversible el sistema radicular de la planta (Acuña, 2010).

### Arvenses

El término arvenses, también denominadas malezas, hace referencia a las plantas que suelen estar asociadas a efectos negativos sobre cultivos, ya que por su crecimiento deliberado compiten directamente por espacio, luz, agua y nutrientes con las plantas del cultivo, e indirectamente pueden incidir en la dinámica de insectos plaga y el desarrollo de enfermedades, lo cual afecta su desarrollo y disminuye la productividad y la calidad de las cosechas (Pinilla, 2002; Roschewitz et al., 2005). Sin embargo, si se seleccionan y se manejan, pueden contribuir a la cobertura y a la conservación del suelo (Blanco Valdés, 2016).

En 2012, AGROSAVIA desarrolló un estudio para la caracterización de arvenses posibles hospederas de Foph en el cultivo de uchuva en los diferentes sistemas de producción, en los municipios de Silvania y Granada (Cundinamarca), y Arcabuco (Boyacá). Teniendo en cuenta parámetros como cobertura, dominancia y frecuencia, se colectaron muestras de arvenses asociadas a plantas con síntomas de marchitamiento vascular y asintomáticas, tomando la planta completa desde



la raíz para análisis microbiológico, y el resto de la planta para la identificación, descripción fenológica y fisiológica de cada arvense según la escala BBCH. Se recolectaron también muestras de suelo de la rizosfera de cada arvense para análisis microbiológico (Martínez et al., 2012).

Durante este estudio, se visitaron 17 fincas de las zonas productoras, de las cuales se obtuvieron 209 muestras, entre arvenses, suelo y material vegetal de plantas de uchuva. Se identificaron 19 especies de arvenses, y de las más comunes asociadas al cultivo de uchuva se encontraron *Rumex crispus* (lengua de vaca) (figura 2.8a), *Polygonum nepalense* Meisn. (corazón herido) (figura 2.8b), *Rumex acetosella* (acederilla), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) (figura 2.8c), *Hypochoeris radicata* (diente de león), *Oxalis corniculata* (trébol). Estos resultados fueron similares a los reportados por Plaza y Pedraza (2007), en los cuales se encontró que las arvenses asociadas al cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) que se presentaron con más frecuencia en el departamento de Cundinamarca fueron *Polygonum nepalense* y *Rumex crispus*, y en el departamento de Boyacá, *Pennisetum clandestinum* y *P. nepalense*.



**Figura 2.8.** Principales arvenses asociadas a cultivos de uchuva. a. Predominancia de *Rumex crispus* (lengua de vaca); b. *Polygonum nepalense* Meisn. (corazón herido); c. *Pennisetum clandestinum* (kikuyo).

Foto: Érika Patricia Martínez Lemus



En cuanto a la incidencia de la enfermedad en la uchuva, no se determinó una relación directa, ya que en la rizosfera de las arvenses se hallaron bajas poblaciones de *Fusarium* spp. sin presentar sintomatología de enfermedad, más la asociación de otros microorganismos de naturaleza benéfica en el suelo como *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y *Trichoderma* spp. Teniendo en cuenta lo anterior, se deben ampliar los estudios considerando la presencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *physali* asociada a los estados fenológicos del cultivo, a elementos del clima, entre otros.

Se pudo determinar que la presencia del patógeno en el lote del cultivo puede estar desempeñando funciones como hospederos alternos de Foph, por lo cual se recomienda manejar su presencia alrededor de las plantas de uchuva mediante plateo (un metro de diámetro alrededor de la planta), con la precaución de evitar daño mecánico a la base del tallo, ya que esto favorece la entrada de Foph; asimismo, es necesaria la limpieza y desinfección de la herramienta, lo cual se recomendada para eliminar no solo el patógeno, sino también residuos de suelo con semillas de arvenses. No se aconseja la erradicación total y el uso excesivo de herbicidas, ya que las arvenses contribuyen a la conservación del suelo, aportan materia orgánica, favorecen la fijación de nitrógeno, albergan enemigos naturales de plagas y hacen parte de la biodiversidad del sistema (Blanco-Valdés, 2016; Gliessman, 2002; Sánchez de Prager, 2018).

