

CULTIVO DE FRUTOS

**CULTIVOS GOURMET:
PEPINO DULCE**



CULTIVOS GOURMET: PEPINO DULCE

Castagnino, A. M., Rosini, M. B. y Díaz, K. E.

INTRODUCCIÓN

El pepino dulce (*Solanum muricatum*) es una hortaliza no tradicional perenne, ampliamente cultivada en países de América del Sur como Bolivia, Colombia, Chile, Perú y Ecuador; generalmente cultivada como anual, debido a su sensibilidad a las heladas. Es una especie originaria de los Andes americanos (Jana, 2019), conocida desde hace aproximadamente 2000 años y, a través de su historia, se le han brindado distintos nombres en diferentes lenguas (incluido en lenguas nativas): en quechua: cahum, xachum, en aymara: kachuma, en castellano: pepino, pepino de agua, pepino dulce, peramelón, en inglés: peruvian pepino, sweet cucumber, pear melón y pepino. La diversidad de nombres y la existencia de evidencias históricas, como así también representaciones en cerámica de las culturas Chimú y Paracas demuestra la gran importancia de este cultivo en el período previo a la llegada de los españoles.

La actual denominación de pepino dulce, otorgada por los conquistadores, posiblemente se atribuye al parecido con el verdadero pepino. Puede ser considerada una especie secundaria, exótica o no tradicional por su muy baja disponibilidad en el mercado y por la ausencia de datos de producción a nivel internacional y, aunque hasta ahora se cultivaba de forma casi exclusiva en su área de origen, se está incrementado el interés, fuera de las zonas tradicionales (Solís Mateos, 2016), por su potencial para productores enfocados en la producción de productos exóticos, tanto para el mercado nacional como internacional.

Como alimento es valorado por su frescura, sabor agradable, gran contenido en agua, por ser hipocalórico, y brindar un importante aporte de vitamina C y betacarotenos (Vallejo Valenzuela, 2017). Respecto de su consumo, puede integrar la dieta de diferentes maneras, como postre, en ensaladas acompañando carnes rojas y pescados en el caso de los cultivares que presentan frutos más ácidos y con menos azúcar., como alimento refrescante, en jugos, y en platos y postres más elaborados. Sus frutos pueden ser consumidos como hortaliza o fruta, dependiendo del grado de maduración y el tipo de cultivar. Como fruta o postre es ligera, jugosa y muy aromática, asemejándose

su sabor al del pepino (*Cucumis sativus* L.) y al melón (*Cucumis melo*). Su uso como hortaliza, se limita a las regiones donde se cultiva de forma tradicional tales como Colombia, Perú, Ecuador y Chile (Prohens *et al.*, 1996; 1998).

Otro uso alternativo no tradicional de esta especie es como planta decorativa (Vallejos Valenzuela, 2017), cumpliendo la función de integrar jardines comestibles doble propósito, tendencia que cada vez más se busca al momento de los diseños urbanos. Además, ha adquirido importancia por su efecto terapéutico. En tal sentido Shathish & Guruvayoorappan (2014), han encontrado actividad antitumoral, contra diferentes tipos de células cancerosas en el jugo de pepino dulce; propiedades medicinales hipotensivas y diuréticas, probablemente debido a su alto contenido en agua (Torrent-Silla, 2015) y en vitamina C (Jana, 2019). También se recomienda su consumo para pacientes diabéticos por su bajo contenido de azúcar, alta cantidad de fibra y propiedades antioxidantes (Orhan *et al.*, 2014).

Respecto de su importancia económica, resulta difícil determinar la misma, ya que el pepino dulce en sus países de origen normalmente la producción se realiza para consumo local. En Latinoamérica su rendimiento promedio es de 6.000 kg ha⁻¹, concentrándose en el caso de Perú la mayoría de la producción en la provincia de Lima, mientras que en Chile la superficie cultivada anualmente es mayor y se encuentra distribuida en las regiones costeras IV y V (Gambardella *et al.*, 1996). En general, actualmente puede ser considerado como un cultivo complementario de otras producciones frutihortícolas.

TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

Esta hortaliza pertenece al orden Solanales, a la familia Solanáceas, al género *Solanum*, subgénero *Potatoe* y a la especie *muricatum* (Vallejo Valenzuela, 2017). Es una especie herbácea. El sistema radicular es abundante, muy ramificado y bastante superficial (entre los 35-45 cm en su mayor parte), aunque puede alcanzar 0,8 m de profundidad. Las hojas son simples, lanceoladas y acuminadas en su extremo, con bordes enteros, fuertemente nervadas, con láminas grandes (de

hasta unos 15 cm de largo), vellosidades cortas y pecíolos largos. Es una especie semiarbusciva, pudiendo alcanzar una altura de hasta 0,8 m de altura y 0,8 m de ancho.

Está provista de tallos muy ramificados, semileñosos y quebradizos (con tendencia a la lignificación en la base), cubiertos por vellosidades cortas que requieren de tutores para no transformarse en rastreros, debido al peso de sus frutos. En aquellos casos que no se lo tutora pueden surgir raíces adventicias en los nudos basales de las plantas.

Las flores son hermafroditas de color violáceo, blancas o con vetas moradas (agrupadas en corimbos de 12 a 15), autocompatibles y autógamas, son polinizadas por insectos y el viento. La corola es coloreada, olorosa y además posee un estigma pequeño y compacto (aptos para la polinización mediante insectos), aunque el polen no es pegajoso y en condiciones óptimas de temperatura y humedad, ligeros golpes de viento provocan su fácil liberación y dispersión.

El fruto del pepino dulce es una baya, normalmente bicarpelar, con una cavidad central donde se alojan las semillas, cuando éstas están presentes, ya que es bastante frecuente en algunos cultivares la presencia de un número variable de frutos partenocárpico, sin semillas. La forma que presenta el fruto depende fundamentalmente del tipo de cultivar, existiendo frutos de forma ovoide (la más corriente), hasta acorazonados, ovoide-cónicos, cónicos elongados, alargados, casi cilíndricos o incluso esféricos. Las semillas son pequeñas (600-900 sem. g⁻¹), de forma arriñonada y alada. Se trata de una planta heterocigota, cuya reproducción por semillas sólo se utiliza en procesos de selección genética, ya que no hay garantía de homogeneidad. Por dicha causa, tradicionalmente se ha utilizado la reproducción vegetativa y, en la actualidad, también se usa el cultivo in vitro (Vallejo Valenzuela, 2017) (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Vista de Planta de Pepino dulce, hojas semi-erectas y alargadas. Fuente: Torrent-Silla (2015).



Figura 2. Vista de Planta de Pepino dulce, flores. Fuente: Torrent-Silla (2015).

TIPOS DE PEPINO DULCE CULTIVADOS EN ARGENTINA

Esta hortaliza se puede clasificar por diferentes atributos: a) la forma de los frutos, b) su sabor y c) sus posibles usos:

Clasificación según la forma de los frutos: pueden ser alargados con extremo puntiagudo y presencia de vetas moradas y ovalados con escasas manchas púrpuras en su superficie que es la característica de la especie (Figura 3).

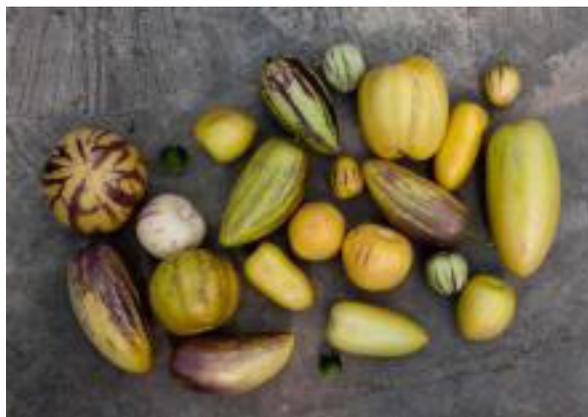


Figura 3. Diferentes formas de frutos de Pepino dulce. Fuente: Torrent-Silla (2015).

Clasificación según su sabor: las variedades "colombianas" son escasamente dulces y aromáticas, en cambio las variedades "peruanas" presentan sabor más intenso.

Clasificación según sus usos posibles: pueden utilizarse para postre y ensalada o guarnición. Además, se lo puede agroindustrializar como mermeladas de II Gama.

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS ÓPTIMAS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

Requerimientos climáticos

El pepino dulce prefiere el clima templado, húmedo y caluroso. El rango térmico ideal es de 15-30 °C, siendo sensible a las heladas, pero está adaptado a vientos húmedos y suaves con suficiente humedad ambiental. El factor ambiental que mayor incidencia tiene sobre las distintas fases de crecimiento y desarrollo reproductivo es la temperatura. Las altas inciden sobre el desarrollo de la yema floral, calidad del polen, y otros procesos relacionados con el cuajado de los frutos. La temperatura afecta al inicio de la floración de una forma similar a lo que ocurre con el tomate. Al igual que las restantes solanáceas hortícolas de fruto, las temperaturas por debajo de los 12 °C pueden afectar a las plantas negativamente, ocasionando una disminución de la floración y un deficiente cuajado.

Además, las altas temperaturas pueden llegar a provocar la abscisión de la flor independientemente de que el proceso de polinización se haya llevado a cabo. En el caso de temperaturas muy elevadas o combinaciones de temperaturas elevadas con humedades relativas bajas es posible una caída de yemas florales o incluso de flores fecundadas. Con temperaturas elevadas el número de hojas que produce la planta hasta la aparición del primer racimo floral es mayor que con temperaturas moderadas o bajas.

Considerando las zonas del mundo en que se cultiva principalmente el pepino dulce (en el hemisferio sur, a una latitud de 35°) podría deducirse que se trata de una planta de día neutro considerando la variabilidad del material vegetal disponible, comportándose mejor en ambientes con 70% de humedad relativa. Considerando las características del fotoperíodo de este cultivo, algunos estudios indican que es posible lograr una floración continua, aplicando artificialmente un fotoperíodo largo (16 horas día/8 horas noche), si bien puede existir variabilidad a nivel de material vegetal.

Hasta el momento del cuajado de los frutos, resultan convenientes las temperaturas inferiores a 25 °C, mientras que una vez que los frutos han cuajado y presentan 2-3 cm de diámetro, los cultivos toleran temperaturas superiores a dicho valor, sin que ello suponga la caída de los frutos. En caso de heladas

puntuales y suaves, el cultivo se puede recuperar, aunque con retraso en la producción. Por otro lado, también se ha comprobado que los vientos cálidos pueden ocasionar alteraciones durante el desarrollo vegetativo de las plantas.

Requerimientos edáficos

En cuanto al suelo es un cultivo que no es muy exigente, incluso menos que otras solanáceas. Simplemente hay que procurar que sean suelos bien drenados y sueltos. El mismo se adapta muy bien a distintos tipos de suelo, prefiriendo los profundos y bien estructurados. Además, requiere una fertilidad media a fin de evitar un excesivo crecimiento vegetativo y favorecer el desarrollo de los frutos. Es una planta bastante tolerante a la salinidad, cuyo pH óptimo es de 6 a 7. Posee tolerancia hídrica, esto significa que la carencia o exceso de este recurso produce que las plantas entren en un estado de estrés, afectando su morfología y fisiología.

MODALIDADES PRODUCTIVAS

Preparación del lote productivo

Elección del terreno: para este cultivo se requiere de una adecuada elección del lote. El mismo requiere suelos fértiles, bien drenados, sin impedimentos en el perfil, con buen contenido en materia orgánica y sin riesgos de inundación.

Preparación del suelo: resulta conveniente efectuar labores profundas. En caso de ser necesario, realizar el control de malezas perennes con anterioridad al inicio del cultivo. Las labores pueden consistir en pasadas de rastras cruzadas y/o cincel complementadas con pasadas de cultivador o bien disco rastra y rolo. En cuanto a la sistematización final del terreno, resulta conveniente realizar el cultivo en camellones, los cuales pueden efectuarse mediante conformadores del terreno provistos de freza.

Desinfección del suelo: la misma puede realizarse mediante diferentes métodos: químicos, por vapor y por solarización. En este último caso, una vez efectuada la preparación general del lote debe realizarse un riego y cubrir toda la superficie con mulching o film fijado en todos los laterales y dejándolo durante aproximadamente un mes. La solarización debe ejecutarse en los meses más cálidos de la zona productiva para que sea efectiva y durante un período de cuatro semanas.

Abonado y fertilización de base: resulta conveniente realizar un análisis de suelo previo al inicio del cultivo, y en base a los resultados efectuar el plan y el aporte de macronutrientes que fuera necesario. En el caso de fósforo (P) debe realizarse mediante fertilización de fondo, preferiblemente en banda. Con respecto al nitrógeno (N) al igual que en otras solanáceas resulta conveniente efectuar dos o tres fertilizaciones parcializadas a lo largo del ciclo vegetativo. Como complemento también puede efectuarse el aporte de abonos tendientes a mejorar la estructura del suelo cuando fuera necesario.

Sistematización: resulta conveniente el empleo de una sistematización en camellones simples o dobles mediante el empleo de conformadores de terreno de una altura aproximada de 20 cm a fin de facilitar en períodos lluviosos la infiltración del agua entre los camellones y evitar el planchado en las hileras del cultivo.

Forma de iniciar el cultivo y planteo productivo para las principales regiones del país donde se realiza Pepino dulce

Principales zonas productivas: se trata de un cultivo adecuado para ser llevado a cabo en los cinturones hortícolas como complementos de otras producciones. Sin embargo, por sus requerimientos agroclimáticos, es factible de ser realizado en las siguientes regiones hortícolas:

Noroeste Argentino (NOA): Tucumán, Salta y Jujuy.

Noreste Argentino (NEA): Chaco y Formosa.

Andina: Catamarca y La Rioja.

Central: Córdoba, Santiago del Estero y San Luis.

Cuyo: Mendoza y San Juan.

Litoral: Buenos Aires y Santa Fe.

Selección de los cultivares/híbridos para las diferentes zonas productivas del país: existen diversos cultivares como Comeraya, Suma, Lincoln Gold, etc.; e híbridos entre *Solanum muricatum* y *Solanum caripense* como Miski. Los mismos son seleccionados por su adaptación a las condiciones agroecológicas de las diferentes regiones productivas del país.

Forma de iniciación del cultivo: la forma más utilizada para la propagación del pepino dulce es la vegetativa, dada la gran facilidad que presenta esta especie para producir raíces adventicias. La plantación puede efectuarse de manera directa o indirecta (previo enraizamiento de las estacas en vivero); pudiéndose además propagar por semilla o in vitro.

Propagación por estacas o esquejes: la primera etapa en este sistema está constituida por la selección de las estacas, siendo las mejores las provenientes de las plantas más vigorosas, las que permitirán lograr una mayor y mejor producción. Esta labor se realiza en función del sistema de establecimiento a utilizar mediante: a) plantación en vivero (dejando las estacas en barbechos para que desarrollen raíces y luego seleccionarlas para plantarlas) o b) plantación directa de los esquejes en el terreno definitivo. Se deben utilizar esquejes herbáceos o semileñosos (de 10-25 cm de longitud), provenientes de plantas madre sanas, vigorosas y productivas, pudiéndose obtener de 15 a 25 nuevas estacas por planta madre (Figura 4).



Figura 4. Pepino dulce: **a.** Preparación de estacas en vivero. **b.** En proceso de enraizamiento Fuente: Jana (2019).

Estos esquejes pueden plantarse directamente en terreno definitivo o utilizar previamente un sustrato poroso y húmedo como vermiculita, turba, perlita, arena y/o fibra de coco, para enraizarlos, siendo conveniente este sistema cuando se va a plantar en suelos pesados o para acortar el ciclo del cultivo. En este caso el prendimiento es del 90-95%, mientras que en la plantación directa es posible lograr entre un 85-90%, demorando 30 días en la emisión de raíces (Jana, 2019). Una vez superadas las condiciones de riesgo de heladas, las plantas ya enraizadas deben ser plantadas

en el lote definitivo en suelos de buena textura, porosos y sueltos, adecuadamente preparados. Para ello, se cortan los esquejes de 20 cm y a las dos semanas de iniciada la plantación. Se recomienda efectuar la reposición de fallas.

Respecto de la preparación de las estacas, una vez extraídas de las plantas madres deben ser seleccionadas y trasladadas a un lugar protegido para realizar su acondicionamiento y conservación hasta el momento de la plantación. El mismo consiste en el corte de tallos lignificados de un largo aproximadamente de 20-25 cm con dos a tres yemas. Posteriormente se debe sumergir las bases en una solución de fungicida y de enraizante.

Luego se plantan en contenedores con el sustrato para iniciar el proceso de enraizado. En esta etapa las plantas deben ser protegidas de las bajas temperaturas invernales y conservadas bajo protecciones o mediante el empleo de una manta térmica, para evitar el daño por las bajas temperaturas (dependiendo del área de producción). Las estacas deben permanecer al inicio a la sombra durante dos o tres días para que se deshidraten, lo que favorece el enraizamiento y luego se entierran 1/3 o 2/3 de su longitud sobre suelo o sustrato húmedo durante dos a tres meses.

Plantación de las estacas: el marco de plantación según algunos autores debe ser 1,4 m entre hileras y 0,4 m sobre la hilera, lo que da una densidad de 17.800 pl/ha, dependiendo de las distancias, del tamaño de frutos que se pretende lograr (Jana, 2019). En los casos de plantación directa, si las temperaturas son elevadas, se sugiere sumergir los esquejes en una solución de un fungicida de amplio espectro previo a la plantación.

Resulta conveniente, dados los riesgos de falta de enraizado por humedad deficiente o de podredumbres debidas a un exceso de humedad y falta de aireación en los suelos pesados, plantar un mínimo de dos esquejes por hoyo, lo que aumenta la probabilidad de que al menos uno logre enraizar y dar lugar a una planta adulta. Dichos esquejes se deben enterrar entre uno y dos tercios de su longitud (López-Galarza *et al.*, 2000).

A fin de evitar ramas rastreras y que los frutos se encuentren en contacto con el suelo conviene realizar un tutorado mediante cañas o hilo de polipropileno. De esta manera los frutos reciben una

mayor iluminación y mejora también la coloración de la epidermis, lo cual constituye un factor de calidad muy valorado. Por otra parte, la adopción de estos sistemas conduce a la obtención de mayores rendimientos por unidad de superficie.

En el caso de cultivos tutorados, es necesario efectuar podas o desbrotes manuales eliminando aquellos que emergen de las axilas de las hojas, para que no den lugar a nuevos tallos, tal como ocurre en tomate, realizando una conducción a uno o dos ejes. El trasplante de plantas ya enraizadas es más apropiado en explotaciones de sistemas forzados, ya que disminuye la longitud del ciclo del cultivo y se asegura una mayor supervivencia (Prohens *et al.*, 1996; 1998). La duración de la fase vegetativa varía según las condiciones ambientales (luz y temperatura) y el propio tamaño del esqueje.

Propagación por semilla: la reproducción por semillas es poco utilizada, debido a que se trata de plantas heterocigotas y con descendencia muy variable, tanto en tipos de hojas, formas y colores de los frutos como en sus cualidades organolépticas. No obstante, la calidad desde el punto de vista fitosanitario es óptima. En este caso debe efectuarse el tratamiento con pre-germinación bajo condiciones controladas, pudiéndose lograr 38% de germinación aproximadamente. Su uso estaría restringido al mejoramiento genético para la obtención de nuevas variedades o tipos más definidos (Figura 5).



Figura 5. Propagación por semilla del Pepino dulce: plantín. Fuente: Pelayoruiz (2015).

Propagación in vitro: en este caso la temperatura óptima de germinación debe ser inferior a 25 °C, puesto que a mayores disminuye el porcentaje de germinación. Dicho sistema puede ser utilizado para el mejoramiento genético de la especie (Figura 6).

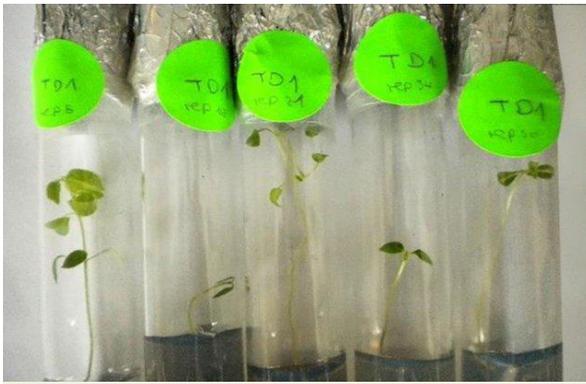


Figura 6. Propagación in vitro del Pepino dulce. Fuente: Segovia & Suquillo (2016).

Planteos productivos: Época de trasplante, marco de plantación y cosecha: como se mencionó anteriormente, la forma usual de reproducción es la vegetativa, a través de esquejes de unos 10-12 cm seleccionados de las plantas más vigorosas, pudiéndose cultivar todo el año, según la modalidad productiva utilizada (a campo o con protecciones y/o invernadero) en suelo o como cultivo hidropónico. Sólo hay que tener la precaución de evitar la época de heladas.

En los países de la Unión Europea (en la cuenca del Mediterráneo), como por ejemplo en España, se lo cultiva en invernaderos en los ciclos tradicionales de otras hortalizas de la misma familia (solanáceas de fruto) en períodos anuales como primicia en primavera-verano y como tardicia en otoño-invierno. En el caso de Latinoamérica, en Chile y Perú se lo cultiva durante todo el año, cosechándose principalmente en el período de enero a agosto, acorde a las condiciones agroclimáticas de la zona de producción. En Perú hay dos épocas predominantes para la plantación: diciembre a febrero y marzo a junio (Vallejo Valenzuela, 2017).

La modalidad de producción en hidroponía se difundió en la agricultura intensiva por permitir un mejor control del aporte de nutrientes a la planta, al tiempo que evita los principales problemas que el cultivo en suelo conlleva. En este caso, los sustratos empleados deben reunir las siguientes características: ser química y biológicamente inertes, poseer una capacidad de cambio iónico escasa o nula, y no contener elementos tóxicos o microorganismos patógenos para las plantas, poseer una granulometría lo más uniforme posible, estar dotado de una adecuada estabilidad estructural que le permita no degradarse con el paso del tiempo, poseer una elevada capacidad

de retención de agua, permitiendo una adecuada aireación y desinfección, entre otras (Maroto Borrego, 2008) (Figura 7).



Figura 7. Cultivo sin suelo y tutorado de Pepino dulce. Fuente: Torrent-Silla (2015).

En la modalidad de invernadero es necesario brindar un manejo acorde que incluya el empleo de técnicas de polinización adecuadas como el vibrado mecánico de las inflorescencias, ya que esta especie es autocompatible y autógena (Mione & Anderson, 1992), y la transferencia del polen desde las anteras hasta el estigma puede ser un factor limitante del cuajado de frutos (Figura 8).



Figura 8. Cultivo sin suelo en invernadero de Pepino dulce. Fuente: Torrent-Silla (2015).

En esta modalidad se debe considerar además que las floraciones producidas bajo condiciones de escasa luminosidad pueden dar lugar a receptáculos florales más débiles, que no resisten la agitación mecánica del vibrador (Maroto & López Galarza, 1997), por lo que se puede recurrir al empleo de colmenas de abejas (Martínez *et al.*, 1995) o abejorros para mejorar el cuajado. Es necesario considerar que los insectos sólo acuden a las flores del pepino dulce cuando no tienen otras alternativas.

En lo que respecta a la época de plantación, en ambientes agroclimáticos sin frío invernal pueden hacerse a lo largo de todo el año, mientras que en zonas templadas se toman esquejes o estacas a principios del invierno ubicándolas en viveros protegidos hasta que pase el riesgo de heladas. En primavera, se realiza la plantación definitiva. En este caso, la recolección se escalona desde principio de verano hasta mediados de otoño. El marco de plantación ya fue desarrollado en el apartado de plantación de estacas.

Con respecto a la cosecha, los frutos de pepino dulce son no climatéricos por lo que los indicadores de cosecha a aplicar dependerán de los objetivos productivos respecto del grado de maduración acorde al mercado objetivo: como hortaliza o fruta. La producción es escalonada y los rendimientos varían en función del cultivar utilizado, la duración del ciclo del cultivo, la longitud del período de cosecha, las condiciones climáticas y labores del cultivo.

El tiempo que transcurre desde la polinización hasta que el fruto está totalmente maduro va de 70 a 100 días. Este factor, no obstante, puede variar en función del cultivar, de las técnicas de cultivo, de la posición del fruto en la planta y sobre todo de la temperatura. En las producciones de primicia en invernadero el período de crecimiento y maduración del fruto puede llegar a alargarse hasta cuatro meses.

En aquellas plantas sobre las que no se realiza ningún tipo de poda, el potencial de producción de frutos es mayor, pudiendo producir más de 80 frutos por planta. Sin embargo, cuando se podan los brotes laterales puede producirse competencia entre los racimos de una misma guía, de manera que el cuajado de los racimos inferiores reduce el de los superiores.

En ensayos realizados en España con plantas conducidas a tres guías y tres racimos por guía se ha observado que, aunque no hay retraso del cuajado el primer racimo es el que da una mayor producción (40-70% de la producción total). Las inflorescencias de pepino dulce pueden tener más de 15 flores y, si las condiciones son óptimas, pueden llegar a cuajar todas llegando a generarse pequeños frutos por competencia entre ellos dentro de un mismo racimo, más que por la competencia entre racimos de una misma guía, o a la competencia a nivel de planta. En este sentido, puede producirse una regulación de la carga productiva del racimo,

mediante el aborto de frutos, incluso cuando ya miden 2-3 cm.

Una producción normal para esta especie a campo es entre 20 y 70 t. ha⁻¹, dependiendo de la zona de producción y si se trata de uno o dos ciclos al año, mientras que en invernadero existen referencias bibliográficas que indican que el mismo puede llegar a 100 a 120 t. ha⁻¹ (Vallejo Valenzuela, 2017) con un rendimiento de 2 a 5 kg/pl/año.

En estudios realizados en Chile comparando densidad de plantación (entre 10.000 y 40.000 pl/ha), los mayores rendimientos en volumen se lograron con las plantaciones más densas llegando a 52 t/ha. La cosecha es escalonada desde principios de verano hasta mediados de otoño, momento en que las bajas temperaturas inhiben el crecimiento de las plantas. El tamaño medio de los frutos obtenidos varía entre 150-200g. El contenido de azúcares puede oscilar entre 5-8 °Brix. La determinación del momento de cosecha es fundamental.

En países con similares características agroclimáticas a Argentina como Chile, los frutos cosechados se disponen en condiciones adecuadas para conseguir un aumento de la temperatura y de la concentración de etileno para una maduración más uniforme. En otros países sudamericanos como Colombia, Perú y Ecuador los frutos se suelen cosechar bastante inmaduros, sin embargo, el estado de madurez depende del tipo de uso al que se destinen. En Australia, Nueva Zelanda y España los frutos se destinan al consumo como fruta fresca y por este motivo se recolectan en un estado muy cercano a la madurez que es el que permite alcanzar la máxima calidad organoléptica.

Los factores considerados (índices de madurez) para la determinación del momento de cosecha son el color de la piel, resistencia a la presión, porcentaje de jugo y el contenido en sólidos solubles totales. Arenas (1992), presentó como índices de madurez de los frutos: el cambio de color de fondo de la piel, el cambio de color de la pulpa y su resistencia a la presión.

Indicó que no resultarían ser buenos índices de cosecha por no aportar medidas de los cambios ocurridos durante el proceso de maduración en los siguientes parámetros: el contenido en sólidos solubles, acidez, pH y el índice de madurez. Prohens *et al.*, (1996; 1998) indicaron que una mejora en los

siguientes parámetros incrementaría la calidad de los frutos y facilitarían su entrada en los mercados europeos: el contenido en sólidos solubles, la acidez del fruto (e índice de madurez) y el contenido en ácido ascórbico (por su importancia bromatológica, ya que constituye un potente antioxidante, superior al de los frutos cítricos).

Como características de calidad en los frutos de pepino dulce diversos análisis físico-químicos (pH, contenido en sólidos solubles, acidez titulable, etc.), color de la piel, contenido en vitamina C, firmeza, pardeamiento no enzimático, contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante. El índice refractométrico para un sabor agradable es de 7 a 9, por encima de estos valores el sabor puede resultar algo picante. Las temperaturas muy elevadas influyen negativamente sobre la productividad del cultivo. En los estudios realizados en España se ha determinado que los frutos ovales redondeados presentan un mejor sabor que los alargados, y un peor sabor en las cosechas estivales con la incidencia de altas temperaturas, respecto a la de los frutos cosechados en primavera (Pluda *et al.*, 1993).

Existen experiencias de producción bianual en invernaderos en donde después del primer ciclo productivo se procedió a efectuar una poda, lo que facilitó su rebrote y segunda producción. Las temperaturas de conservación adecuadas son moderadamente bajas entre 5-8 °C. Temperaturas menores pueden provocar manchas en los frutos.

En cámaras frigoríficas a 8 °C y 90% de humedad relativa, la conservación de los frutos puede prolongarse durante más de un mes. Se conservan normalmente en buenas condiciones durante 10 a 15 días. En frío, a 5 °C se puede conservar en condiciones óptimas hasta los 70 días. Por debajo de 0 °C se produce un deterioro de la pulpa, incluso cambios de color. En el almacenamiento hay que tener en cuenta que algunos hongos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis* y *Penicillium* pueden afectar los frutos (Vallejo Valenzuela, 2017).

Una vez cosechados los frutos, estos pueden presentar síntomas de senescencia una vez transcurridos 15 días posteriores a su cosecha en un estado maduro. Esto se debe a que después de ser cosechados consumen oxígeno y producen dióxido de carbono, proceso que genera cambios en sus características físicas tales como daños en la piel o deshidratación, con lo que su apariencia

desmejora volviéndose menos atractivos para los consumidores y de esta manera genera pérdidas económicas en el proceso poscosecha, tanto para los productores como para los comerciantes (Chicaiza Bautista, 2020).

Durante el almacenamiento en los casos de empleo de atmósfera controlada se ha demostrado que se disminuye la tasa de respiración de los frutos y es posible conservar mejor los compuestos bioactivos respecto del almacenamiento normal (Villalba Martínez, 2021). La forma en que se comercializan los pepinos dulces en los centros de venta es a través de cajones 18 a 20 kg (Figura 9).



Figura 9. Frutos de pepino dulce en diferentes estados de madurez, cercanos a momento de cosecha. Fuente: Contreras *et al.*, (2019).

LABORES CULTURALES

Aporcado: consiste en el agregado de tierra, la cual debe llevarse a cabo cuando las plantas han alcanzado cierto desarrollo. El mismo puede realizarse manualmente o mediante implementos mecánicos como surcadores a fin de controlar las malezas, airear el suelo y calzar las plantas.

Tutorado: en invernadero tras un primer ciclo productivo con una poda intensa las plantas rebrotan y son capaces de dar una nueva fase de producción sin merma aparente del rendimiento y/o calidad comercial de los frutos. En general, estos son cosechados en los meses más cálidos o en ambientes más cálidos. Presentan un menor contenido de sólidos solubles y firmeza. No obstante, la variabilidad en el comportamiento productivo del material vegetal utilizado es amplísima.

Riego: al contar con un sistema radical poco profundo es necesario un buen manejo del riego, teniendo la precaución de no excederse en el mismo, ya que algunos trabajos señalan que el exceso de agua durante la brotación puede inducir el aborto floral. Se debe encontrar un equilibrio para evitar la competencia entre el desarrollo vegetativo y el del fruto (Vallejo Valenzuela, 2017). No obstante, las plantas de pepino dulce son tolerantes al déficit hídrico, ya que se recupera muy rápidamente su crecimiento vegetativo una vez pasadas las condiciones de estrés.

Respecto de los sistemas de riego, responde muy bien al localizado de alta frecuencia, y hay referencias que aconsejan mantener el suelo siempre húmedo. En algunos ensayos, las plantas han soportado condiciones de encharcamiento que no han hecho plantas de otras solanáceas de fruto como tomate que estaban al lado. El volumen y la frecuencia de los riegos están condicionadas

por las propias características del suelo. Así los riegos serán más frecuentes y las dosis más bajas cuanto más ligero sea el suelo.

El cultivo responde muy bien al riego localizado requiriendo de 60-100 L agua kg^{-1} fruto fresco a campo y 70-75 L agua kg^{-1} fruto fresco para rendimientos de 20.000 kg ha^{-1} (Vallejo Valenzuela, 2017). Debe tenerse la precaución de que el riego no moje las plantas, ya que el contacto del agua con los frutos favorece la proliferación de enfermedades. Además, un exceso de riego en la floración puede ocasionar el aborto floral.

Fertilización: en cuanto a las exigencias nutricionales del cultivo, no requiere suelos especialmente ricos, pero responde muy bien al aporte nitrogenado. En cuanto al nivel de extracción de macronutrientes por ciclo productivo de 250 días (Mateos, 2016) se destacan en orden de importancia potasio (K), N y P (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel de extracción de macronutrientes en el cultivo de Pepino dulce a lo largo del ciclo productivo. Fuente: Mateos (2016).

Nutrientes	Hojas	Tallos	Frutos	Total
N (Kg.ha^{-1})	125,2	48,4	36,6	210,2
P₂O₅ (Kg.ha^{-1})	27,8	17,5	16,8	62,1
K₂O (Kg.ha^{-1})	136,8	121,9	78,7	337,4

sp. y *Phytostora infestans*. El control de malezas, además de efectuarse mediante una combinación de labores mecánicas, aplicaciones químicas y trabajos manuales, resulta conveniente el empleo de herbicidas en pre y en post-trasplante. El momento de mayor cuidado es cuando las plantas son jóvenes, ya que no pueden competir, por lo cual resulta conveniente el control manual superficial o químico de las malezas.

En estudios realizados, se ha demostrado que en términos generales y con precauciones, pueden utilizarse los mismos herbicidas recomendados para el cultivo del tomate. Otra alternativa de manejo importante consiste en la utilización de mulching de plástico negro o con restos vegetales, el cual ayuda de manera eficaz al control de malezas, aunque puede llegar a entorpecer en otras labores del cultivo como el riego cuando no es localizado.

Manejo sanitario: el monitoreo de plagas animales y enfermedades es una importante labor cultural que permite observar el estado sanitario del cultivo en el tiempo y en función de lo observado se toman las decisiones para intervenir o no. Si bien son plantas muy vigorosas, pueden ser atacadas por diferentes adversidades. Resulta conveniente efectuar un manejo integrado de plagas animales, enfermedades parasitarias (hongos, bacterias y virus), como así también de malezas, el cual puede realizarse mediante una combinación de métodos mecánicos, manuales y químicos.

Además, al igual que en otros cultivos de solanáceas de frutos es posible lograr una mejor producción cuali-cuantitativa, mediante el empleo de mulching plástico sobre los camellones, como de materiales de origen orgánico (por ejemplo, paja de trigo). El empleo de esta técnica contribuye a minimizar el impacto de las malezas al evitar su crecimiento en las hileras del cultivo y al disminuir la incidencia de enfermedades radicales como *Fusarium* y *Phytophthora*.

Respecto a las plagas animales que pueden afectar al cultivo son numerosas y similares a otras solanáceas de fruto, como por ejemplo araña roja, mosca blanca, trips, entre otras. Las enfermedades parasitarias, en general, no son de gran importancia en este cultivo, aunque en algunas regiones se han detectado ataques de relativa intensidad de *Fusarium* sp. *Alternaria*

A continuación, se desarrollarán las principales plagas animales (ácaros e insectos fitófagos) del cultivo de pepino dulce en base a los estudios de Salas & Astudillo (2016), Jana (2019).

***Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae), Arañuela roja:** estos ácaros producen necrosis y punteaduras en el haz de las hojas. Perforan las hojas a través de su aparato bucal picador-chupador, succionando la savia y provocando pequeñas áreas cloróticas, incluso cuando se encuentran en gran cantidad producen necrosis en hojas lo que lleva a una defoliación anticipada. Con altas densidades poblacionales forman tela en las hojas y frutos pudiendo pasar de una planta a otra o ser llevada por corrientes de aire, favoreciendo su dispersión en el lote productivo (Figura 10).



Figura 10. Ejemplar de Arañuela roja. Fuente: Gadda (2019).

Esta plaga prefiere un clima cálido y seco. Para su manejo se aconseja pulverizar con agua las plantas con el objetivo de elevar la humedad e impedir su desarrollo, realizar el monitoreo semanal desde la implantación del cultivo para su detección temprana, mantener una balanceada fertilización nitrogenada y buen riego en las plantas, eliminar malezas y utilizar acaricidas permitidos para este cultivo.

***Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), Ácaro blanco:** succionan la savia de la planta y producen el aborto de los brotes axilares y terminales. Con elevados niveles poblacionales forman un tejido color café y de aspecto corchoso en el envés de las hojas, además de generar necrosis de la lámina foliar (Figura 11).

Para su manejo es aconsejable realizar el monitoreo del cultivo desde su implantación para su detección temprana. Además, eliminar malezas, mantener las herramientas de trabajo limpias y realizar aplicaciones de acaricidas cuando se justifique.



Figura 11. Ácaro blanco. Fuente: Koppert (2023).

***Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), Moscas blancas:** debilitan a la planta por su hábito alimenticio. Además, favorecen la colonización del complejo de hongos saprófitos conocido como fumagina, la cual produce efectos negativos como la reducción de la tasa fotosintética, manchar las hojas y frutos en ataques severos. También pueden realizar daños indirectos como transmitir virosis. Se recomienda para su manejo realizar monitoreo para su detección temprana, complementar con el uso de trampas pegajosas amarillas, realizar una fertilización nitrogenada balanceada, fomentar los policultivos (no realizar cultivos simultáneos de pepino dulce y otra solanácea) y eliminar el rastrojo del cultivo anterior de pepino dulce con alta presión de la plaga, enterrándolos o haciendo composteras.

***Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromizidae), Mosca minadora:** sus larvas producen minas en sus hojas, generando la reducción del área fotosintéticamente activa, lo cual repercute en el rendimiento final del cultivo (Figura 12).



Figura 12. Mosca minadora. Fuente: Hablemosdeinsectos (2023).

Para su manejo es aconsejable realizar el monitoreo por observación directa en planta desde la implantación del cultivo para su detección temprana, complementar con el uso de trampas amarillas pegajosas, destruir las malezas y los residuos de los cultivos inmediatamente después de la última cosecha como medidas de prevención. También puede utilizarse insecticidas permitidos para este cultivo.

El segundo grupo de adversidades son las enfermedades parasitarias (hongos, bacterias y virus) del cultivo de pepino dulce. Seguidamente se desarrollarán las principales según los trabajos de Vallejo Valenzuela (2017), Jana (2019).

***Fusarium spp.*, Fusariosis:** este hongo patógeno produce el marchitamiento de la planta al destruir los haces vasculares. Las condiciones predisponentes para que esta enfermedad esté presente en el lote productivo son el exceso de humedad y las elevadas temperaturas. Es aconsejable para su manejo la desinfección previa de los esquejes, realizar monitoreo desde la implantación del cultivo para su detección temprana y utilizar fungicidas permitidos para el cultivo.

***Phytophthora infestans*, Mildiu:** dicho patógeno produce síntomas como manchas negruzcas en las hojas y pudriciones húmedas en los frutos. Los suelos encharcados y el exceso de humedad ambiente favorecen a este hongo a que se manifieste. Para su manejo es aconsejable realizar monitoreo desde la implantación del cultivo para su detección temprana, tratamientos preventivos, favorecer la aireación con una adecuada densidad, utilizar fungicidas permitidos para el cultivo y eliminar las partes de la planta infectadas.

***Potato virus M (PVM)*, Virus M de la papa:** la manifestación de los síntomas es a través del moteado, mosaico, arrugamiento de las hojas y retraso en el crecimiento de los brotes. Esta virosis presenta plagas animales transmisoras, que actúan como vectores. Se recomienda para su manejo realizar un seguimiento de los posibles vectores a través del monitoreo desde la implantación del cultivo para su detección temprana, eliminar malezas que pueden ser reservorio de la virosis. Uno de los vectores reconocido como el más eficiente que transmite esta virosis de manera no persistente es el áfido *Myzus persicae*.

***Alfalfa Mosaic Virus (AMV)*, Virus del mosaico de la alfalfa:** en las plantas de pepino dulce se manifiesta con lesiones necróticas en forma de anillos. La presencia de plagas animales transmisoras como por ejemplo mosca blanca y trips favorece a que este virus aparezca en el lote productivo. Es aconsejable para su manejo realizar monitoreo desde la implantación del cultivo para su detección temprana, también se transmite mediante áfidos en forma no persistente y por semilla manteniéndose en especies silvestres. Además, se recomienda partir de semillas sanas y controlar al vector.

***Tomato Mosaic Virus (ToMV)*, Virus del Mosaico del Tomate:** esta virosis genera en las hojas lesiones locales necróticas y moteados o mosaico sistémico. La presencia de plagas animales transmisoras fomentan a que se presente la enfermedad en el lote. Para su manejo se recomienda realizar el monitoreo directo en planta y mantener la higiene de las herramientas de trabajo y ropa.

***Pepino Mosaic Virus (PepMV)*, Virus del mosaico del pepino dulce:** produce la deformación de hojas, disminución del crecimiento de la planta y hasta puede afectar el color de la fruta. Fue detectado por primera vez en 1974 en Perú. Las plantas afectadas presentaban un mosaico amarillo en hojas jóvenes, y algunas de ellas muestran a su vez abullonados de color verde oscuro en el envés (Jones *et al.*, 1980) (Figura 13).



Figura 13. Síntomas del Virus del Mosaico del Pepino en hojas. Fuente: Kim *et al.*, (2017).

Como en las virosis anteriores, la presencia de plagas animales transmisoras favorece su manifestación en el lote productivo. Se recomienda para su manejo realizar monitoreo desde la implantación del cultivo para su detección temprana y evitar plantas enfermas para la obtención de material de propagación.

Cucumber Mosaic Virus (CMV), Virus del mosaico del pepino: esta virosis causa numerosos síntomas como mosaico, hojas filiformes, clorosis y enanismo de la planta. La presencia de plagas animales transmisoras aumenta la probabilidad que este virus aparezca. Como se transmite mediante áfidos en forma no persistente, pero además es transmitido por semilla, en algunos hospederos se recomienda partir de semillas sanas y manejar el vector a través de su monitoreo para su detección temprana.

Finalmente, las enfermedades no parasitarias o fisiogénicas del cultivo de pepino dulce se desarrollarán a continuación.

Madurez desapareja: se trata de una maduración desapareja de los frutos que se manifiesta a través de áreas que no maduran o lo hacen más tardíamente. Esta fisiopatía se asocia a condiciones frías, húmedas y puede empeorar en días nublados con baja intensidad lumínica. Es aconsejable para su manejo realizar el cultivo en regiones con condiciones agroclimáticas adecuadas al mismo.

Rajado de la fruta: los daños se producen en los frutos (rajados concéntricos y/o radiales) manifestándose en el momento próximo a la maduración, especialmente en frutos de tamaño grande. El rápido crecimiento de los frutos y la elevada fluctuación de humedad del suelo predisponen a sufrir dicha distorsión. Para un manejo adecuado es aconsejable un control apropiado del agua de riego y evitar el deshojado excesivo para que los frutos no queden muy expuestos a la radiación solar directa.

Quemaduras de sol: se producen áreas blanquecinas, transparentes en los frutos verdes y maduros expuestos a la radiación solar directa, las cuales pueden ser colonizadas por hongos oportunistas. La elevada temperatura y la exposición al sol favorecen a esta fisiopatía. Se recomienda para su manejo evitar el exceso de radiación y el aporte excesivo de fertilizantes nitrogenados.

Secuenciación (dentro del mismo lote productivo) y rotaciones (entre lotes): dado que se trata de una especie de la familia de las solanáceas, resulta conveniente evitar lotes provenientes de cultivos de dicha familia a fin de evitar problemas sanitarios; procurando, además, que no exista

la presencia de malezas perennes. En cuanto a los cultivos que pueden suceder al pepino dulce, resulta conveniente evitar el cultivo de otras especies de la misma familia. Organismos internacionales han estimado que hasta un 90% de los alimentos que componen nuestra dieta provienen solamente de 20 tipos de plantas; y la industria agroalimentaria actual desconoce, dejando fuera del alcance de los consumidores, una enorme oferta potencial de por lo menos 30 mil plantas alimenticias diferentes, que podrían cambiar radicalmente el panorama dietético y nutricional de la población mundial.

Nuestro actual sistema agroalimentario ha logrado perder históricamente el 75% de las variedades convencionales de plantas alimenticias (FAO, 2001), citado por Salvador & Ortega (2020), y la cifra sigue en aumento, a menos que rescatemos del anonimato culinario a las hoy denominadas plantas alimenticias no convencionales (PANC). PANC es la sigla que internacionalmente define un enorme conjunto de plantas comestibles con valor nutricional, pero que por diferentes razones no son conocidas, no se producen comercialmente o son muy poco consumidas; manteniéndose al margen del sistema agroalimentario dominante y de la monótona dieta que éste promueve.

El concepto incluye hortalizas, frutas, raíces, tubérculos y cereales; pero además se profundiza al hacerse extensivo hacia algunas estructuras particulares de plantas como tallos, hojas, semillas o flores que pueden consumirse directamente, emplearse como ingredientes de elaboraciones culinarias, condimentos, edulcorantes o colorantes naturales (Ekmeiro Salvador & Ortega, 2020). Es una especie con gran potencial tanto para su consumo en fresco (en ensaladas o como fruta) y agroindustrializada para la elaboración de jugos, mermeladas o como ingrediente para otras preparaciones. En la actualidad, el pepino dulce es una planta con un interés económico creciente y con un potencial considerable para su explotación en el futuro (Prohens *et al.*, 1996).