

CULTIVOS DE HOJA, TALLO, PECÍOLO  
E INFLORESCENCIAS

**CULTIVOS GOURMET:  
BROTOS, MICROGREENS  
Y MINIHORTALIZAS**



## CULTIVOS GOURMET: BROTES, MICROGREENS Y MINIHORTALIZAS

Castagnino, A. M. y Marina, J. A.

## INTRODUCCIÓN

Los brotes (o germinados), los microgreens (microhortalizas o microverdes) y las minihortalizas (hortalizas baby) son tres alternativas productivas innovadoras que han cobrado importancia con una difusión creciente a nivel global en el actual marco socioeconómico y sanitario, en el cual, la calidad y diversidad de la alimentación, como así también las posibilidades de autoproducción (aun cuando no se dispone del espacio necesario para la producción convencional) se han transformado en aspectos muy valorados por la población en la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos por su efecto preventivo de enfermedades crónicas y la tendencia cada vez mayor a una nutrición óptima y saludable.

Los tres casos cuentan con múltiples beneficios al consumirlos, que serán ampliados en el presente Capítulo, como así también las particularidades y requerimientos para su producción. Las tres categorías consideradas se corresponden a producciones en micro escala, tanto a nivel de autoproducción como comercial, y tienen un rol cada vez más preponderante en las dietas que promueven la óptima salud. Se consideran buenas fuentes de compuestos nutricionales y bioactivos y, además, potencialmente previenen la desnutrición y las enfermedades crónicas (Teng *et al.*, 2021).

En los tres casos, es factible utilizar diferentes estrategias en poscosecha tendientes a brindarle una mejor calidad nutricional, funcional y sensorial con una vida útil prolongada, fresca y el agregado de valor (Teng *et al.*, 2021). En el caso del contenido en clorofila, en casos como brócoli, puede llegar a ser quince veces superior al de las plantas maduras (Tan *et al.*, 2019).

La producción de brotes o germinados, microgreens y hortalizas baby, se conocen desde la antigüedad. En el caso de los brotes (germinados) existen múltiples referencias históricas de su empleo como fuente de alimento que suministran vitaminas y pueden ser utilizados ante carencias. Se trata de uno de los procesos más antiguos llevados a cabo desde hace siglos

(Ponce de León *et al.*, 2011; 2013), en Sudamérica como ingrediente esencial en sus comidas (Abu Sabba, 2012) y en China desde el año 3000 A.C. Su hábito de consumo se difundió al norte de Europa, Asia y Oceanía para la preparación de platos gourmet (Di Gioia, 2015), inclusive en restaurantes vegetarianos y veganos (Natarén Santel, 2017). Los brotes son consumidos desde hace miles de años, mientras que los microgreens son alimentos funcionales emergentes del siglo XXI (Ghoora *et al.*, 2020), al igual que las minihortalizas, muy valoradas como alimento gourmet.

En el caso de los microgreens, su difusión es más reciente y abarca diferentes especies entre hortalizas, cereales, hierbas silvestres, etc. En cuanto a las minihortalizas son valoradas en el sector gourmet desde hace décadas. Las mismas pueden producirse mediante sistemas convencionales, en alta densidad, utilizando variedades específicas para tal fin. Además, pueden ser producidas en las modalidades que están cobrando relevancia en el contexto mencionado de producción en canteros, en techos y muros verdes, e inclusive en hidroponía, como también en alta densidad.

La importancia a nivel mundial de estas categorías de alimentos radica en que representan alternativas novedosas, ya sea a nivel de autoconsumo como comercial que pueden producirse con insumos sencillos y sin requerir instalaciones especiales. Las mismas pueden ser obtenidas en la oscuridad en el caso de los brotes o con luz natural o artificial en el caso de los microgreens y las minihortalizas. Se trata de modalidades productivas con tendencia creciente a nivel global y nacional.

Este tipo de hortalizas tienen propiedades nutricionales superiores, son más fáciles de producir, de ciclos más cortos, y en la mesa son más tiernas, de sabor más intenso, admitiendo preparaciones novedosas y tentadoras (Castagnino *et al.*, 2020). Estas categorías de alimentos contienen grandes cantidades de enzimas, clorofila, aminoácidos, minerales, vitaminas y oligoelementos, por lo que son considerados verdaderos “alimentos funcionales” o “super alimentos” (Treadwell *et al.*, 2010), ya que además

de la contribución nutricional, pueden aportar componentes bioactivos capaces de mejorar determinadas funciones del organismo y/o reducir el riesgo de enfermedades (Di Gioia, 2015).

Los microgreens son plantas inmaduras, sin raíces, que han brotado recientemente y que se cosechan entre 10 y 14 días después de la siembra (Mir *et al.*, 2017; Tan *et al.*, 2019). Su consumo contribuye a corregir las carencias de la alimentación moderna. El mismo se ha incrementado debido al interés por explorar sabores diferentes, formas de comer novedosas, y productos alimenticios frescos y saludables (Romero Rodríguez & Tafur Ruge, 2018).

En el caso de las hortalizas baby o minihortalizas, corresponden a productos comerciales caracterizados por tener un pequeño tamaño respecto al producto habitual. Las mismas pueden corresponder a variedades que dan un producto de menor tamaño, como en el caso de los tomates cherry, o pueden ser solamente productos cosechados con poco desarrollo, como es el caso de las lechugas. Por ejemplo, en la lechuga baby comercializada en el mercado corresponde a hojas cortadas de plantas pequeñas colocadas a granel dentro de un envase. El cultivo suele hacerse en suelo, utilizando semillas baratas en siembras densas y la cosecha se hace considerando el rendimiento en peso de las hojas cortadas y no por número de unidades.

Las tres categorías de alimentos representan oportunidades de negocio con enfoque de desarrollo sostenible, con gran valor nutricional; muy importantes también por su potencial en agrobiodiversidad a nivel local y mundial, y en el desarrollo de nuevos alimentos innovadores, funcionales y con alto valor agregado (Romero Rodríguez & Tafur Ruge, 2018). En este sentido, en comparación con las concentraciones nutricionales en hojas maduras, su contenido es mucho más elevado (Xiago *et al.*, 2012).

Su cultivo se adapta especialmente a las condiciones urbanas por requerir de poco espacio y a su vez contribuye a la preservación de la diversidad biológica y cultural (Romero Rodríguez & Tafur Ruge, 2018). Han ganado una popularidad creciente en el ámbito de la gastronomía, como ingredientes alimentarios en los últimos años, debido a su alto valor nutricional y sus diversas características sensoriales (Castagnino *et al.*, 2020).

Se las utiliza principalmente en restaurantes y son consumidos a nivel global por la población más preocupada por la calidad de los alimentos consumidos (Modri Fuzinatto & Santos Junior, 2020). Es así que propietarios y chefs de restaurantes enfocados en una alimentación saludable, cultivan dichos alimentos en sus establecimientos, con el fin de ofrecer platos diferenciados, con alto valor nutricional y fresca (Modri Fuzinatto & Santos Junior, 2020). Con respecto a su comercialización, el mercado al cual van destinadas estas categorías de alimentos (brotes, microgreens y minihortalizas) es el integrado por consumidores con interés en el cuidado de su alimentación, el consumo de productos orgánicos y altos en nutrientes (Rangel Frías *et al.*, 2018).

A nivel global, los microgreens están disponibles para los consumidores en cadenas de supermercados y en establecimientos de producción hortícola local (Km 0), mediante diferentes métodos de producción (en suelo/sustrato y/o en hidroponía), acondicionados en bandejas o bolsas. Globalmente predominan los cultivados sin suelo y los hidropónicos, lo que aumenta la productividad de los microgreens, pero puede comprometer su calidad nutricional y sensorial (Tan *et al.*, 2019). Las microhortalizas o microverdes pueden considerarse un tipo exótico de verduras comestibles (Xiao *et al.*, 2012), que son consumidas en mercados y restaurantes exclusivos, y que han ganado popularidad como una nueva tendencia culinaria (Rangel Frías *et al.*, 2018). Se las considera actualmente entre los cultivos más rentables a nivel mundial (Khaled *et al.*, 2020).

En el caso de las minihortalizas, su producción se está expandiendo en el marco de la llamada agricultura urbana, ya que las mismas se pueden producir en canteros o en espacios limitados. Su producción, a nivel global, está en continuo crecimiento en diferentes localidades (Romero Rodríguez & Tafur Ruge, 2018), y se han comenzado a comercializar variedades específicas para dicho fin. Por otro lado, la incorporación del manejo hidropónico en su producción podría significar, en lo comercial, un elemento adicional de agregación de valor y, en lo técnico un significativo avance en el uso eficiente del agua.

Normalmente la comercialización a pequeña escala de estas categorías de productos se realiza con clientes tales como cadenas de supermercados, servicios de alimentación y/o

canal Horeca (hoteles, restaurantes y catering) los que exigen acreditación sanitaria y el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes. En el caso de las minihortalizas de frutos u otros productos enteros se comercializan envasados, mientras que para los cortados se necesita previamente un adecuado procesamiento y almacenamiento. En el caso de Argentina, no se dispone de estadísticas actualizadas respecto de los volúmenes comercializados de este tipo de alimentos, dado que son muy innovadores y distribuidos en pequeña escala. En cuanto a las características y ventajas de su consumo de las tres categorías se desarrollará a continuación:

### Brotes

Se trata de semillas germinadas de diferentes especies como hortalizas, oleaginosas, cereales o legumbres, las que se convierten en pocos días en un alimento fácilmente asimilable, porque liberan todos los nutrientes encapsulados y mejoran el valor nutricional (Figura 1). Por este motivo, el proceso de germinación incrementa la biodisponibilidad de nutrientes y la palatabilidad de ciertos alimentos (Bressani *et al.*, 1984; Ponce de León *et al.*, 2013).



**Figura 1.** Brotes o Germinados de Quinoa. Fuente: Casanave Zeballos & Ruíz Chocano (2022).

### Microgreens

Son plantas jóvenes y tiernas, compuestas por cotiledones, hojas pequeñas y tallos de diferentes hortalizas y hierbas comestibles que se pueden producir en un período de tiempo muy breve (aunque mayor al caso de los brotes), desde la siembra (Castagnino *et al.*, 2020), dependiendo de la especie (Figura 2).



**Figura 2.** Microgreens de Albahaca morada. Fuente: Renna *et al.*, (2016).

Son cosechadas inmediatamente después que los cotiledones y las primeras hojas se han desarrollado. Se consumen íntegramente y se pueden cultivar con fines comerciales o para consumo familiar en tiempos cortos (dos a tres semanas) (Castagnino *et al.*, 2020). A nivel culinario aportan gran versatilidad, brindando aspectos agradables a los diferentes platos, potentes sabores, atractivas cualidades sensoriales (Tan *et al.*, 2019), composición fitoquímica fortificada (acumulada en los dos cotiledones, completamente desarrollados y las primeras hojas verdaderas), en comparación con sus contrapartes maduras (Khaled *et al.*, 2020), superando hasta 40 veces los niveles más altos de nutrientes.

En producción los brotes, microgreens y minihortalizas presentan ciertas similitudes respecto de las plantas adultas de la misma especie (Riggio *et al.*, 2019); aunque con diferencias en cuanto a los riesgos fitosanitarios y el grado de transferencia de patógenos, ya que estas categorías presentan inferior nivel de estos riesgos por la mayor asepsia de los insumos utilizados.

### Minihortalizas

Se trata de producciones similares a los cultivos tradicionales, solo que en alta densidad y/o con genotipos especialmente adaptados para dicho fin (Figura 3). Entre las especies más difundidas se destacan: tomate cherry, zanahoria, espinaca, achicorias rojas (radicchio rosso), escarola, apio, acelga, lechuga, repollo, coliflor, brócoli, rúcula, pepino, zucchini, arveja, maíz dulce, remolacha, pimientos, berenjenas, papa, etc., siendo su época de producción similar a la del cultivo convencional, según la técnica utilizada.

En algunos casos de hortalizas baby, se trata de variedades que requieren semillas especiales y

mayores cuidados durante la siembra y la cosecha y en otros simplemente de variedades más pequeñas que las tradicionales, con igual forma, pero de menor tamaño y con la ventaja de que se pueden servir enteras en el plato, brindando un atractivo adicional a las guarniciones y ensaladas.



a



b

**Figura 3.** Ejemplos de hortalizas baby: **a.** Zanahorias baby. **b.** Frutos de Berenjenas baby. Fuente: Leceta *et al.*, (2015) y La huerta orgánica semillas (2024).

Con respecto a los beneficios de la producción y consumo de brotes, microgreens y minihortalizas se puede mencionar que se realiza en sistemas simples y extremadamente funcionales para producir más de 60 variedades de alimentos innovadores, de alta calidad nutricional (Palermo, 2020). Estas hortalizas presentan numerosas ventajas, entre las cuales se destacan las siguientes: ciclos cortos (Kyriacou *et al.*, 2016), posibilidad de producción durante todo el año (Rouphael *et al.*, 2018), facilidad de cultivo, factibilidad para su producción en el interior (brotes y microgreens) (Xiao *et al.*, 2012), alto potencial de rendimiento y rentabilidad para los productores (Di Gioia, 2015) y mayor sostenibilidad, en comparación con el cultivo de hierbas y hortalizas maduras, lo que ofrece una pequeña huella en términos de espacio, agua y fertilizantes; por lo que representan una alternativa productiva valiosa, para entornos controlados (Khaled *et al.*, 2020).

Son considerados alimentos funcionales o superalimentos, independientemente del método de cultivo o el entorno (Tan *et al.*, 2019). Los mismos son fácilmente asimilables por nuestro organismo y de gran calidad nutricional. Su aporte a la dieta puede contribuir a una alimentación saludable, que prevenga ciertas enfermedades (Ponce de León *et al.*, 2013). Además, brindan componentes bioactivos capaces de mejorar

algunas funciones al organismo (Treadwell *et al.*, 2010; Di Gioia, 2015).

Los brotes, microgreens y minihortalizas difieren en los días de corte y los primeros son consumidos con raíces intactas (Rangel Frías *et al.*, 2018), mientras que en el caso de los microgreens son cosechados para su consumo dentro de los 10 a 20 días posteriores a la germinación de las plántulas, y las minihortalizas con posterioridad, según la especie. Todos los casos se caracterizan por disponer de una textura suave y por añadir una variedad de atributos de calidad, que mejoran las propiedades sensoriales de los platos principales (Lee *et al.*, 2004).

Resulta conveniente el consumo de estos innovadores alimentos en preparaciones crudas, para evitar las pérdidas de nutrientes y la degradación de vitaminas termolábiles, contribuyendo a brindar una mejor presentación, color y sabores intensos a todas las preparaciones (Caracciolo *et al.*, 2020). Los brotes pueden consumirse enteros y preferiblemente crudos, ya que la cocción destruye gran parte de su contenido nutricional. Se los puede preparar en ensaladas, licuados, salteados, en tortillas, pastas, etc. En los platos calientes resulta conveniente añadirlos al final para que no pierdan sus propiedades.

Los microgreens, comúnmente son utilizados para cumplir una función estética de decoración de platos, presentando además un óptimo perfil nutricional, lo cual propicia a que los mismos sean más nutritivos (Di Gioia, 2015). Pueden ser consumidos en ensaladas o acompañando diferentes preparaciones, contribuyendo a diversificar los vegetales consumidos y la seguridad alimentaria. En el caso de las minihortalizas, se adaptan a diferentes preparaciones, desde ensaladas hasta platos más elaborados, dependiendo de la especie que se trate.

### TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

En el caso de las tres categorías, al comprender numerosas especies en cada caso, no es posible clasificarlas taxonómicamente. Respecto al órgano de consumo, en el caso de los brotes se consumen íntegramente, mientras que los microgreens presentan una porción comestible constituida por los tallos, cotiledones y primeras hojas emergentes. En las minihortalizas es posible consumir distintas partes de las plantas,

como por ejemplo raíces engrosadas (zanahoria), microbulbillos (cebolla), hojas pequeñas (lechuga y rúcula), entre otras y pequeñas inflorescencias (brócoli o coliflor).

### TIPOS DE BROTES, MICROGREENS Y MINIHORTALIZAS CULTIVADOS EN ARGENTINA

En el caso de las tres categorías, al poder realizarse con más de una especie no pueden ser clasificadas.

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

En el caso de las tres categorías, al poder realizarse con más de una especie, no es posible desarrollar este punto. No obstante, es importante destacar que generalmente las mismas se llevan a cabo en ambientes protegidos (invernaderos o túneles). Además, en el caso de los microgreens resulta conveniente el empleo de mezcla de sustratos (turba y/o perlita o vermiculita) en una proporción de 70/30%.

### MODALIDADES PRODUCTIVAS

#### Producción de Brotes

La germinación de semillas debe realizarse en la oscuridad, siendo su ciclo de cuatro a diez días, pudiéndose llevar a cabo la producción en cualquier época del año a diferencia de otros vegetales. Su ciclo de cosecha es de tan solo una semana y su rendimiento muy grande. Su obtención deviene de poner a germinar semillas de hortalizas, cereales y/o leguminosas convirtiéndolas en alimentos vivos, lo que aumenta su valor nutricional (Curro, 2017), la biodisponibilidad de nutrientes y la palatabilidad de ciertos alimentos (Bressani *et al.*, 1984).

Se requiere contar con frascos de dimensiones acordes a la cantidad que se desee producir, semillas de variadas especies, gasa estéril y agua oxigenada de 10 volúmenes, gomas para sujetar y eventualmente colador de malla fina. A continuación, se detalla la secuencia productiva de brotes, la cual comprende las siguientes etapas (Martínez *et al.*, 2019; Castagnino *et al.*, 2020):

**Selección de las semillas:** las mismas deben ser de buena calidad, con buen poder germinativo y que no hayan sido tratadas con agroquímicos.

**Lavado de las semillas:** deben ser lavadas cuidadosamente con agua limpia a temperatura ambiente para eliminar las impurezas, semillas partidas, etc. Este proceso se realiza tres veces.

**Desinfección superficial de semillas:** el proceso se realiza colocándolas en una gasa o colador de malla pequeña y sumergiéndolas cinco minutos en agua oxigenada de 10 volúmenes calentada previamente a 60 °C, removiendo ocasionalmente. Enjuagarlas con abundante agua fría y desechar la solución desinfectante. Otra alternativa puede ser en lugar de escurridas, se las coloque en una solución de agua clorada al 2% a temperatura ambiente durante dos horas para reducir la carga microbiológica que pudiera estar presente. Se escurre y enjuaga con agua potable para la eliminación del residuo de hipoclorito de sodio remanente.

**Activación (opcional):** una vez lavadas y desinfectadas, se las deja por 12 horas en agua potable a una temperatura de 36 °C aproximadamente para su activación.

**Esterilización de los frascos:** previo a su utilización para la producción de brotes, los frascos deben ser sumergidos en agua hirviendo durante diez minutos.

**Acondicionamiento de las semillas:** consiste en el remojado, escurrido y enjuague de las semillas. Se debe utilizar a razón de tres o cuatro cucharadas soperas de semillas por frasco de litro. Las mismas deben ser remojadas con agua a temperatura de 15-20 °C (Ponce de León *et al.*, 2013). Posteriormente, se desechará el agua y se enjuagarán las semillas dejando los frascos inclinados a 45° y boca abajo, de tal forma que facilite la salida del exceso del agua, quedando húmedas. Estos deben conservarse en un lugar oscuro, cálido y limpio.

**Enjuague y escurrido diario de los frascos:** los frascos se enjuagarán de tres a cuatro veces por día con la tapa cubierta con gasa o colador de malla fina, y se volverán a escurrir colocándolos nuevamente boca abajo e inclinados los primeros tres días, dependiendo de la especie, y luego una vez al día. El objetivo es mantener las semillas húmedas y bien oxigenadas (Ponce de León *et al.*, 2013).

**Escurrido de frascos:** se los coloca boca abajo e inclinados a 45° para facilitar la salida del exceso

de agua, y se los ubica en un lugar templado (cercano a 20 °C) y oscuro (o cubriendo con un repasador), tratando de que las semillas queden repartidas en el recipiente.

**Cosecha:** cuando los brotes estén listos (una vez que alcancen un tamaño apropiado entre los 1,5-5 cm), se enjuagarán para quitar los restos de las semillas y se escurrirán.

**Almacenamiento:** una vez cosechados los brotes pueden ser almacenados, por un día a 0 °C para disminuir su temperatura hasta el procesamiento (Artés-Calero *et al.*, 2009) y envasado.

**Selección:** se debe realizar una selección visual de la materia prima producida eliminando aquellas que presentan un color no característico (amarillamiento u otro), baja turgencia (pérdida de agua), contaminación con agentes externos (metales, insectos, etc.), daño físico, podredumbre, etc. (Wiley, 1994; Tardón Machuca, 2011).

**Envasado:** se colocan los brotes en bolsas de polietileno de cierre hermético, con etiqueta autoadhesiva. Dichas bolsas, en caso de destino comercial se colocan en cajones plásticos y se mantienen en cámara de refrigeración a 6 ± 2 °C hasta su distribución.

**Conservación:** una vez terminado el proceso es posible conservar los brotes en refrigeración hasta siete días (Ponce de León *et al.*, 2013) desde el envasado.

**Acondicionamiento y comercialización:** cuando la finalidad de la producción de brotes es comercial, estos pueden ser envasados en bolsas como se mencionó o en bandejas cubiertas con film, debidamente rotuladas y comercializadas manteniendo en todo momento la cadena de frío, debido a su alta perecibilidad. Respecto al tiempo de remojo para la reactivación de las semillas, varía según la especie, pero en promedio es de cuatro a seis horas, mientras que los días a cosecha de tres a cinco y el tamaño de los brotes a cosechar es de cuatro a cinco centímetros.

En cuanto al rendimiento de los brotes es posible lograr hasta 10 o 15 veces más volumen respecto de la cantidad de semillas utilizadas. Por ejemplo, con un kilo de semillas de alfalfa se producen entre 10 y 14 kilos de germinados frescos. Con respecto al momento óptimo de cosecha de los

brotes es cuando los mismos alcancen un tamaño apropiado (entre los 1,5-5 cm), dependiendo de la especie (Artés-Calero *et al.*, 2009). La misma debe realizarse inmediatamente antes del consumo y/o distribución del producto (Figura 4).



Figura 4. Ejemplos de producción comercial de brotes de hortalizas próximos a su comercialización. Fuente: Javier Rosenbaum.

### Producción de Microgreens

Los microgreens a diferencia de los brotes, requieren luz y un medio de crecimiento. Además, presentan un ciclo de 7 a 28 días según la especie, ya que la porción comestible en este caso está constituida por los cotiledones, las primeras hojas emergentes y los tallos. Se requiere contar con recipientes adecuados (bandejas perforadas) con profundidad de 10 cm aproximadamente, sustrato (preferiblemente turba), semillas, y el riego se debe realizar con pulverizador manual (Castagnino *et al.*, 2020). Los principales factores de pre-cosecha que influyen en la producción son la selección de especies y el manejo como la fertilización, riego, biofortificación (opcional) e iluminación. Los mismos influyen sobre la fisiología y calidad del cultivo. En cuanto a la etapa de poscosecha, inciden otros factores como la temperatura, composición atmosférica y las tecnologías de empaque en la vida útil y la seguridad microbiana (Kiriadou *et al.*, 2016).

Entre las especies hortícolas que se pueden utilizar para esta categoría de productos se destacan: lechuga, brócoli, coliflor, kale, acelga, remolacha, espinaca, etc. De las mismas, se ha demostrado que en el caso de los microgreens correspondientes al género *Brassica* sp., contienen concentraciones relativamente altas de compuestos bioactivos asociados con la salud humana. También pueden utilizarse hierbas

autóctonas y plantas silvestres comestibles las que constituyen un vasto depósito para la selección de material genético para la producción de microvegetales (Kiriadou *et al.*, 2016). La secuencia productiva de los microgreens consta de las siguientes etapas (Castagnino *et al.*, 2020):

**Activación de las semillas:** previo a la siembra de los microgreens resulta conveniente ubicar las semillas al menos ocho horas a temperatura de heladera ( $\pm 4$  °C).

**Desinfección de las semillas (opcional):** se recomienda desinfectarlas, colocándolas en una gasa o colador de malla pequeña y sumergirlas cinco minutos en agua oxigenada de 10 volúmenes, calentada previamente a 60 °C. Posteriormente se debe desechar la solución desinfectante. Con este tratamiento es posible estandarizar y acortar el ciclo de producción (Kiriadou *et al.*, 2016).

**Enjuague:** las semillas deben ser enjuagadas con abundante agua fría.

**Sustratos:** se deben seleccionar sustratos que combinen propiedades físico-químicas óptimas, como turba, ya que tienden a promover un crecimiento más rápido y mayores rendimientos frescos. Khaled *et al.*, (2020) sostienen que utilizando dicho sustrato y aplicando un estrés controlado (por ejemplo, estrés osmótico) a los microgreens en producción es posible mejorarles la composición fitoquímica, sin comprometer sustancialmente el rendimiento del cultivo y la rotación de la producción, ya que no afectan el ciclo.

**Siembra:** la densidad a utilizar debe ser de 1-4 semillas por cm<sup>2</sup> aproximadamente, distribuidas lo más uniformemente posible. Una vez sembradas, deberán ser tapadas con el mismo sustrato utilizado para el llenado de las bandejas o bien, preferiblemente con vermiculita o perlita, que garantizan una buena disponibilidad de humedad a las semillas en su etapa de germinación.

**Ubicación:** las bandejas se deben mantener en la oscuridad hasta que germinen (dos o tres días) y posteriormente, cuando emergen las primeras hojas deben trasladarse a un lugar soleado. En esta primera etapa resulta conveniente cubrir las bandejas con film para favorecer su germinación.

**Iluminación:** en caso de no disponer de luz natural puede recurrirse al empleo de luz artificial, como

por ejemplo luces de diodos emisores de luz (LED), de las que hay referencia de aplicación en la agricultura de ambiente controlado para cultivar vegetales de distintas especies de microvegetales.

**Riego:** este debe realizarse mediante aspersores manuales, preferiblemente una o dos veces al día, dependiendo de la temperatura del ambiente de producción y del sustrato utilizado, procurando evitar la deshidratación de sustratos y semillas especialmente en el proceso de germinación.

**Fertilización (opcional):** la fertilización modular puede fortalecer el contenido bioactivo de los microgreens y aumentar sus atributos sensoriales, siendo recomendada en los casos de producción comercial a gran escala. Cuando se emplea turba, y dado que el período de producción es tan corto no sería imprescindible.

**Cosecha y rendimiento:** la misma se debe efectuar de manera escalonada, cuando se han desarrollado las primeras hojas, cortando a pocos centímetros del suelo con tijera o cuchillo de modo de favorecer nuevos crecimientos y futuras cosechas cuando sea posible. El rendimiento medio en fresco para las distintas especies (Khaled *et al.*, 2020) es de 1 a 2 kg/m<sup>2</sup> ( $1,66 \pm 0,30$  kg/m<sup>2</sup>), el que coincide con lo informado por otros autores (Bulgari *et al.*, 2017) quienes estudiaron el rendimiento de diversidad de especies de microvegetales. No obstante, las tasas de crecimiento pueden llegar a ser marcadamente diferenciadas como así también la producción de biomasa (Kiriadou *et al.*, 2016).

**Acondicionamiento para la comercialización:** en los casos donde el destino de la producción es comercial se está investigando a fin de identificar desinfectantes efectivos y métodos de secado que no alteren la calidad y vida útil para la comercialización de microvegetales envasados listos para el consumo (Kiriadou *et al.*, 2016). En dicho caso se los debe envasar en bandejas transparentes cubiertas con film y debidamente rotulados siguiendo los requisitos comerciales del país de consumo.

**Almacenamiento:** debido a que se trata de un producto muy fresco, recién cosechado, se recomienda conservarlo no más de siete días en refrigeración (4 °C) para lograr mantener todos los nutrientes vivos; y consumirlos crudos en cualquier tipo de platos fríos como ensaladas, entre otros (Natarén Santel, 2017).

**Transporte:** un aspecto importante respecto a la comercialización de estos productos está dado por el tiempo de tránsito a los puntos de venta, ya que si este se demora puede ocasionar que los microgreens sean menos nutritivos, especialmente respecto del contenido de vitamina C; mucho más que en cuanto al contenido fenólico total y a la capacidad antioxidante total.

**Comercialización:** durante la etapa comercial es prioritario mantener la cadena de frío de esta categoría de productos. Pueden ser comercializados como productos recién cortados, pero también en los recipientes y medios de producción para que los usuarios finales los cosechen (Kyriacou *et al.*, 2016). También se puede utilizar el sistema de producción hidropónico, el cual puede aumentar la productividad (Tan *et al.*, 2019). En cuanto a la cosecha de microgreens debe efectuarse de manera escalonada, cuando se han desarrollado las primeras hojas cortando a pocos centímetros del suelo (o sustrato) con tijera o cuchillo, de modo de favorecer nuevos crecimientos y futuras cosechas cuando sea posible (Castagnino *et al.*, 2020) (Figura 5).



**Figura 5.** Ejemplos de Microgreens acondicionados para su comercialización. Microgreens (2024).

### Producción de Minihortalizas

La producción de hortalizas baby se puede llevar a cabo de diferentes maneras: mediante el sistema tradicional en suelo o sustratos, ya sea en camellones o en canteros y/o macetas, siguiendo las técnicas similares a la producción convencional, solo que con alta densidad de semillas, lo cual contribuye a que los ciclos productivos sean más cortos, y además es factible su producción mediante el sistema hidropónico.

La incorporación de la técnica de cultivo hidropónico para la producción de mini hortalizas se orienta a dos propósitos principales: a) aspirar

a precios más altos por la condición hidropónica, ya que ésta se asocia a mayor higiene e inocuidad por los consumidores y podría influir en su preferencia; y b) es de tipo productivo, donde se espera obtener mayores rendimientos por unidad de superficie, tiempo, y mejor calidad de productos, que mediante el cultivo en suelo.

Los ciclos pueden variar de dos a cuatro semanas. Por ejemplo, en el caso de las lechugas baby, el ciclo no supera las dos o tres semanas. En cuanto al momento de cosecha de las minihortalizas debe ser establecido en función del tamaño deseado para su consumo, como así también de las particularidades de la especie. Puede ser llevada a cabo manualmente o mediante tijeras de corte de manera cuidadosa, ya que se trata de productos delicados. Resulta conveniente utilizar envases plásticos que puedan ser lavados y desinfectados previos a la misma (Figura 6).



**Figura 6.** Ejemplos de Mini hortalizas listas para su comercialización. a. Mini Pimientos. b. Mini Berenjenas. c. Mini Zanahorias. Fuente: Fos gastronomía (2024) y Fresh plaza (2024).

A modo de conclusión, los brotes, microgreens y las minihortalizas constituyen alternativas muy rápidas y sencillas de producir, permitiendo disponer de alimentos frescos y seguros a lo largo de todo el año, tanto para autoconsumo familiar como comercial, resultando fundamental para una alimentación nutricionalmente adecuada, variada y segura, basada en productos de origen conocido, y en lo posible producidos en el Km 0. Dichas modalidades productivas podrían contribuir al desafío de optimizar el consumo de alimentos, especialmente en los países en vías de desarrollo, contribuyendo a brindar una nutrición óptima que aumente la inmunidad y disminuya la vulnerabilidad a las enfermedades propiciando un mejor desarrollo físico y mental.

### AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Javier Rosembaum de INTA EEA-Concordia por brindarnos gentilmente fotografías para enriquecer el apartado de Cultivos Gourmet: Brotes, Microgreens y Minihortalizas correspondiente al Capítulo 8.