

Rotación de cultivos hortícolas

Elizabeth Kehr Mellado, Ing. Agrónomo, Magíster en Ciencias Agropecuarias



Generalidades

Una rotación de cultivos hortícolas corresponde a la sucesión de ellos en un mismo terreno durante un período determinado de tiempo, considerando años o temporadas agrícolas (Kehr *et al.*, 2022). Las especies de distintas características y exigencias se van alternando para lograr el mejor aprovechamiento del suelo, mantener su nivel de fertilidad y buen estado sanitario (Giaconi y Escaff, 1998).

Para ello, las especies exigentes de un determinado nutriente como nitrógeno, fósforo o potasio se alternan con otras que no lo son o no lo requieren en igual nivel. En general, las especies se alternan con raíces profundizadoras con otras de arraigamiento superficial, o plantas con distinto órgano de consumo. Desde el punto de vista de la nutrición del suelo, la rotación que ofrece más ventajas es aquella que se inicia con una leguminosa como arveja, poroto o haba, dado que estas especies tienen la facultad de fijar el nitrógeno atmosférico a través de las bacterias del género *Rhizobium* en sus raíces (Giaconi y Escaff, 1998).

Una rotación adecuada tiene una serie de ventajas, tales como:

1. *Suelo*: al cultivar una sucesión de hortalizas con diferente profundidad de arraigamiento, se produce una mejora en la estructura del suelo, generando mayor presencia de macro y microporos por el laboreo, lo que permite a su vez una mayor aireación y percolación del agua de riego hacia el sistema radicular. Desde el punto de vista químico, algunas especies como las leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico son muy útiles en las rotaciones hortícolas. Adicionalmente, es recomendable que se incorporen los diferentes residuos hortícolas, ya que contribuye a los aspectos físicos y químicos del suelo. Así, la fertilidad del suelo se mejora en el tiempo.
2. *Fitosanidad*: la alternancia de cultivos hortícolas de diferentes familias botánicas evita la presión de plagas y enfermedades, contribuyendo a cortar los ciclos de ellas. Al alternar especies con diferente susceptibilidad a ciertas plagas o enfermedades con otras que no lo son, ellas pueden desaparecer o reducir su intensidad (Giaconi y Escaff, 1998). Esto ayuda a mantener los suelos más limpios y a reducir el uso de pesticidas. Desde el punto de vista de la presión de malezas —uno de los problemas más complejos en la producción hortícola—, una rotación adecuada ayuda a reducir la presión de malezas por preparación del suelo a diferentes profundidades y reducción del uso de herbicidas.
3. *Rentabilidad*: la alternancia de especies en épocas diferentes y la planificación de las combinaciones, contribuyen a un mejor aprovechamiento del suelo disponible, por lo cual se afecta positivamente la rentabilidad de los cultivos. La oferta variada de productos permite reducir el riesgo económico comparado con un monocultivo. Otro aspecto importante es lo que demanda el mercado objetivo al cual se quiere llegar. En este aspecto, existen diferentes tipos de mercados: los institucionales (colegios, regimientos, hospitales); masivos (retail, supermercados,

ferias libres, agroindustria) y gourmet (hoteles, restaurantes). Todos estos tipos tienen requerimientos específicos en cuanto a productos, formatos, volúmenes, calidades y precios. Así, la rentabilidad dependerá del conjunto de productos y sus destinos.

4. *Otras ventajas:* están relacionadas con el laboreo del suelo, dados los requerimientos de profundidad de los diferentes cultivos por laboreo sucesivo. Así también, por la preparación del suelo que se realiza a diferentes profundidades, evitando la producción de capas duras. Mantener un suelo siempre ocupado reduce la posibilidad de generar erosión del suelo.

Dentro de la plataforma *planpredial.inia.cl*, la definición de qué producir dependerá de la zona agroecológica de que se trate, cuyas características agroclimáticas permiten la producción de algunas hortalizas por sus requerimientos. También dependerá del agua disponible para riego, ya que cada especie de acuerdo a la época de producción, ciclo de cultivo y estado fenológico, tienen requerimientos definidos de volumen de agua y rendimiento esperado, por lo que es necesario conocer su demanda.

Además, hay que tener en consideración los recursos disponibles en el predio en términos de capital de trabajo (mano de obra, insumos, materias primas, entre otros), maquinaria y equipamiento. Un manejo agronómico adecuado de las especies a cultivar se debe considerar, tomando en cuenta que una rotación de cultivos hortícolas es generalmente intensiva en el uso de recursos. Esto debido a la gran variedad de especies que se pueden cultivar durante todo el año por la variabilidad climática (Kehr *et al.*, 2022).

Por su parte, hay que considerar la compatibilidad de cultivos hortícolas en una sucesión de estos (Cuadro 1), donde se indica con el número cero (0) las especies no compatibles (de la misma familia, y del mismo órgano de consumo) y con el número uno (1), las especies compatibles. Un ejemplo de ello es betarraga, incompatible con acelga, betarraga y espinaca, todas de la familia *Chenopodiaceae*, y a su vez incompatible con zanahoria, por ser ambas raíces, es decir, el mismo órgano de consumo (raíz).

Cuadro 1. Compatibilidad de especies hortícolas para rotar en un mismo suelo

| Especie | Acelga | Ajī | Arveja verde | Betarraga | Brōcoli | Cilantro | Coliflor | Espinaca | Kale | Lechuga | Maīz | Poroto | Puerro | Repollo | Romanesco | Tomate | Zanahoria | Zapallo |
|--------------|--------|-----|--------------|-----------|---------|----------|----------|----------|------|---------|------|--------|--------|---------|-----------|--------|-----------|---------|
| Acelga | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ajī | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Arveja verde | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Betarraga | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Brōcoli | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Cilantro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Coliflor | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Espinaca | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Kale | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Lechuga | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Maīz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Poroto | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Puerro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Repollo | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Romanesco | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Tomate | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Zanahoria | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Zapallo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

1: compatible; 0: no compatible.

Familias hortícolas

Una rotación de cultivos adecuada debe considerar alternar especies de diferentes familias, época de siembra y/o plantación, largo del ciclo del cultivo, combinar especies con diferente profundidad de arraigamiento para permitir un adecuado laboreo del suelo. Además, idealmente, alternar especies con diferente órgano de consumo, considerando dos a tres temporadas del suelo libre con el mismo órgano. Esto ayuda a reducir la presencia de problemas fitosanitarios, mejorar la estructura del suelo, entre otros beneficios. Cabe recordar que hay plagas y enfermedades de suelo comunes en especies dentro de la misma familia, por lo cual es necesario reducir los riesgos fitosanitarios de manera de utilizar la menor cantidad de pesticidas posible. Por su parte, y dada la escasez de alternativas al

control de malezas, uno de los problemas más importantes en la horticultura, la opción de alternar especies con diferente órgano de consumo y familias, permite reducir en parte la presión de malezas en el suelo. Sin embargo, para algunas de ellas, no hay herbicidas autorizados por el SAG para su uso, donde en algunos casos se realizan labores de escardado, ayudando a reducir la población de malezas.

Para la Región de La Araucanía, las familias de mayor importancia son:

Familia Brassicaceae: repollo, coliflor, brócoli, romanesco, kale, repollo de Bruselas, todos ampliamente distribuidos con importantes efectos benéficos en la salud humana como alimentos ricos en fibra, provitamina A, Vitamina C, compuestos azufrados, antioxidantes y otros, lo que ayudaría en el retardo del envejecimiento celular, en la prevención de ciertas enfermedades, incluyendo cáncer, y en la reducción del colesterol sanguíneo. Estas cualidades han llevado a que diversos estudios recomienden su incorporación en la dieta y a que el consumidor tome conciencia de la relevancia de su ingesta.

Esta familia botánica comprende especies originadas en zonas de clima templado, por lo que están adaptadas a desarrollarse y crecer en zonas con temperaturas moderadas. Las especies resisten heladas, especialmente en la etapa vegetativa del desarrollo, y no presentan susceptibilidad a daño por enfriamiento (DPE) (Krupur y Moreira, 1998).

Son plantas herbáceas, anuales, bienales (la mayoría) y perennes, cultivadas como anuales, y de hábitat terrestre a excepción del berro de agua. Presentan inflorescencia típicamente racimosa (formada por un eje principal que mantiene en su extremo un meristema apical) con pedicelos que sostienen flores hermafroditas, actinomorfas y con cuatro pétalos libres en forma de cruz (muy característico de la familia y razón de su anterior nombre: *Cruciferae*). El ovario es súpero, bicarpelar y origina un fruto seco, simple y más largo que ancho, llamado silicua (*Brassica*, *Rorippa*), o corto, casi tan largo como ancho, llamado silícula (*Eruca*, *Armoracia*); ambos son dehiscentes. En el caso del género *Raphanus*, el fruto es indehiscente, biarticulado, cilíndrico y esponjoso. Las semillas de las hortalizas de esta familia son pequeñas, numerosas y casi siempre globulares.

La familia Brassicaceae incluye nueve especies y seis variedades botánicas de *B. oleracea* de interés agrícola, agrupadas en cinco géneros, todas especies introducidas a América, algunas hace muchos años, otras aún casi desconocidas como rúcula, rutabaga y pak-choi, o de introducción muy reciente, pero creciente importancia, como brócoli.

Según indica Carrasco *et al.* (2005), como una práctica cultural, las especies de esta familia pueden ser utilizadas como cultivos o como residuos para ser incorporados al suelo como material para biofumigación, cuya descomposición libera el compuesto Allil isometiltiocianato, para controlar hongos y nemátodos, además de incorporar materia orgánica en beneficio de la estructura y propiedades químicas del suelo.

Familia Fabaceae: arveja verde, poroto verde, poroto granado, haba; es una familia numerosa, con especies hortícolas, leguminosas de grano, árboles, arbustos, forrajeras, entre otras. Presentan la propiedad de mejorar la fertilidad de los suelos, por la fijación de nitrógeno ambiental, a través de un proceso simbiótico con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, donde la planta provee el nicho ecológico y la fuente de carbono, principalmente. La especie *Rhizobium leguminosarum* Frank. es huésped específico para los géneros *Vicia* y *Pisum*. La actividad de fijación de N de estas plantas sigue un patrón más o menos constante, caracterizándose por una etapa inicial de fijación creciente, con nódulos aumentando en número y tamaño hasta media floración, para posteriormente iniciar una etapa donde ocurren cambios degenerativos en la población de nódulos, declinando la actividad de fijación (Krarup y Moreira, 1998).

Esta familia agrupa plantas en su mayoría de clima templado y de clima cálido; de estación fría son arveja y haba, y de estación cálida, poroto y soya verde. Son moderadamente tolerantes a acidez y poco tolerantes a la salinidad del suelo.

Las especies cultivadas como hortalizas de estación fría son plantas herbáceas, de ciclo anual y de germinación hipógea, característica poco frecuente en la familia. Las hojas son alternas, estipuladas y compuestas, con folíolos en número par, los terminales ausentes o reemplazados por zarcillos. Son plantas de día neutro, aunque algunos tipos necesitan días largos para florecer. Las flores son perfectas, zigomorfas, y se presentan solitarias o en racimos, en posición axilar o terminal. Están conformadas de un cáliz de 5 sépalos soldados en la base y una corola papilionada o «amariposada» constituida por 5 pétalos muy característicos: uno dorsal, llamado estandarte o bandera, dos laterales, llamados alas, y dos ventrales, generalmente adheridos, que forman la llamada quilla, la que encierra estambres y pistilo. Presentan 10 estambres diadelfos (9 y 1) y un ovario súpero unilocular, con varios óvulos, que da origen al fruto simple, seco y monocarpelar, denominado legumbre, vaina o capi. El carpelo se separa en dos valvas, por lo que la vaina puede ser dehiscente en ambas zonas de unión de ellas, denominadas suturas. Las anteras liberan el polen antes de anthesis, por lo que la autopolinización es frecuente.

Las hortalizas de estación fría son dos especies cuya identificación taxonómica es *Pisum sativum* L. var. *macrocarpon* Ser. (arveja comelotodo), *Pisum sativum* L. var. *sativum* (arveja común) y *Vicia faba* L. (haba).

Familia Alliaceae: cebolla, ajo, puerro, chalota; incluye más de 500 especies del género *Allium*, la mayoría originarias de Eurasia y las hortalizas incluidas en este grupo se encuentran entre las plantas más antiguas cultivadas por el hombre. Son plantas de poca altura, de arraigamiento superficial a medio, con bulbos más o menos prominentes. Las hojas nacen de un tallo subterráneo y comprimido, siendo lanceoladas y de base tubular, por lo que conforman un falso “tallo”. Los tallos florales, o “escapos” florales, no presentan hojas, excepto una bráctea que protege la inflorescencia, umbela con numerosas flores pequeñas, de colores variables de blanco, pasando por amarillo y rosado, a azules, con seis estambres dispuestos en dos verticilos de tres, y con un ovario súpero, de estigma nudoso.

Cada ovario tiene tres lóculos con dos óvulos cada uno, pudiéndose generar un máximo de seis semillas por flor. Las semillas son pequeñas, de forma más o menos triangular, con una gruesa testa negra. Las características quizás más reconocidas del género *Allium* son su olor y sabor típicos, dados por compuestos azufrados que son liberados al dañarse o destruirse sus células. Estos compuestos han generado un renovado interés en el grupo, ya que presentan beneficios cada vez más reconocidos para la salud humana.

Desde Eurasia estas especies se diseminaron por todo el mundo hace muchos años, especialmente ajo y cebolla, llegando a constituirse en hortalizas de gran importancia en la mayoría de los países.

Familia Compositae o Asteraceae: lechuga, radicchio, endibia, alcachofa; esta familia es una de las más numerosas con unas 20 mil especies. Las hortalizas de esta familia están adaptadas a crecer y desarrollarse con temperaturas moderadas. En general, estas especies son originarias de regiones templadas.

Las hortalizas son plantas herbáceas anuales, bianuales y perennes, de hábito de crecimiento en roseta y determinado (el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia) de tamaño reducido en su mayoría, hojas opuestas o alternas, con estructura floral típica o inflorescencia denominada capítulo, con numerosas flores sésiles. Esta familia incluye siete especies de interés hortícola: achicoria, endivia, radicchio, cardo penquero, alcachofa y lechuga (Giacconi y Escaff, 1998; Krarup y Moreira, 1998). Cumplen su etapa vegetativa durante el invierno, florecen y fructifican hacia primavera-verano. Luego, si las temperaturas aumentan, emiten tallo floral y se inicia la etapa reproductiva, con una inflorescencia llamada capítulo, con numerosas flores sésiles.

Familia Chenopodiaceae: acelga, betarraga, espinaca, especies cultivadas como hortalizas; son plantas herbáceas, de hábito arrosado, terminando la fase vegetativa, a partir de la que nace el tallo floral iniciándose la etapa reproductiva. Este tallo sostiene la inflorescencia mixta típica de la familia, con flores agrupadas muy juntas formando glomérulos dispuestos en espigas terminales y axilares. Polinización anemófila (por el viento), y el fruto es un aquenio. Todas las especies fueron introducidas a América, siendo la acelga la primera de ellas, en tiempos de la colonia (Krarup y Moreira, 1998).

Familia Cucurbitaceae: zapallo italiano, zapallo camote, melón, sandía, pepino; comprende numerosas especies anuales o perennes, cultivadas comercialmente como anuales, sensibles a heladas y daño por enfriamiento, en general, de hábito postrado y rastrero, algunas guiadoras por zarcillos, hojas alternas lobuladas en las especies de interés hortícola. Polinización entomófila, flores axilares, solitarias, de color blanco o amarillo, de forma acampanada, y generalmente monoicas (flores masculinas y flores femeninas independientes). Las flores femeninas dan origen a un fruto denominado pepo o baya falsa. Las cucurbitáceas son plantas de siembra directa, ya que su sistema radical no es capaz de resistir un trasplante a raíz desnuda. Si fuera de interés realizar un cultivo de almácigo-

trasplante, este debe ser con raíz cubierta, por lo que es necesario algún tipo de recipiente. La familia cucurbitácea incluye once especies de mayor interés agrícola (Krarup y Moreira, 1998).

Familia Apiaceae: cilantro, apio, perejil, zanahoria. Esta familia agrupa más de 250 géneros y 2.500 especies, englobando especialmente especies de relevancia hortícola algunas utilizadas como especias con propiedades medicinales y nutracéuticas, para prevenir enfermedades. Se adaptan a temperaturas moderadas (15–18 °C), y solo son susceptibles a heladas muy intensas. Esta familia se distingue por ser plantas aromáticas con olor y sabor anisado muy típico. Plantas herbáceas, arrosetadas, y de hojas alternadas. Las flores se disponen en umbelas, y cada flor origina un fruto seco e indehiscente, característico de la familia, llamado esquizocarpo, en el cual se concentran los aceites aromáticos. La familia concentra varias especies muy antiguas traídas por los españoles, como zanahoria cilantro, perejil e hinojo (Giaconi y Escaff, 1998).

Familia Poaceae: maíz dulce; esta familia contiene más de 700 géneros y cerca de 8000 especies. El maíz, *Zea mays*, es muy importante como cereal y sus formas inmaduras como el choclo, desde el punto de vista hortícola, donde se distinguen el maíz dulce, cuya descripción, características y manejo se pueden encontrar en el respectivo capítulo de este boletín.

Época de siembra/plantación

Las especies pueden agruparse en producción de otoño-invierno y primavera-verano según sus requerimientos climáticos. Esto depende de las características de las variedades o híbridos comerciales existentes. Inclusive se puede señalar la adaptación de algunas especies más allá de dichos períodos:

- *Otoño-invierno:* especies cuya siembra o trasplante se realiza en los meses de otoño (marzo-junio), crecen y se desarrollan entre otoño e inicios de primavera (marzo-septiembre). Entre ellas se puede mencionar la lechuga, cilantro, puerro, brócoli, coliflor, arveja, otras. Cabe señalar que en algunas especies existen variedades para diferentes épocas de producción.
- *Primavera-verano:* especies que requieren mayores temperaturas para su crecimiento y desarrollo, tales como zapallos, tomate, ají, poroto verde, brócoli, coliflor, haba, lechuga, entre otras.
- De siembra escalonada durante todo el año: cilantro, lechuga, espinaca, entre otras.
- *De siembra anual:* depende según la zona agroecológica en la que se encuentre dentro de La Araucanía. Por nombrar algunas están: zanahoria, betarraga y maíz dulce, cuya siembra se puede realizar desde agosto a diciembre, estando su cosecha entre marzo y junio.

- *Perennes*: se consideran perennes, aquellas especies que permanecen en producción más allá de dos temporadas, tales como espárrago y alcachofa.

Profundidad de arraigamiento

La profundidad de arraigamiento es una variable clave para tener en cuenta cuando hay que decidir el tipo de hortaliza que se desea cultivar, conocer la disponibilidad de agua, equipamiento para la preparación del suelo, entre otras. La clasificación según profundidad de arraigamiento se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de las hortalizas según profundidad de arraigamiento

| Tipo de arraigamiento | Hortaliza |
|--|--|
| <i>Superficial</i> (profundidad menor a 60 cm) | Ajo, cebolla, repollo, coliflor, brócoli, espinaca, lechuga, puerro, cilantro |
| <i>Medio</i> (profundidad entre 60-120 cm) | Pimiento, ají, betarraga, zanahoria, poroto, arveja, pepino ensalada, zapallo italiano |
| <i>Profundo</i> (profundidad mayor a 120 cm) | Tomate, zapallo de guarda, alcachofa, espárrago |

Fuente: Krarup y Moreira, 1998.

Órgano de consumo

La clasificación botánica por sí misma no es suficiente para clasificar las hortalizas, ya que especies pertenecientes a una misma familia botánica se pueden cultivar para diferentes órganos de consumo o destino (Swiader y otros, 1992). Por ejemplo, algunos miembros de la familia *Apiaceae* (ex *Umbelliferae*) son cultivados por sus hojas, como el cilantro y perejil, y otros por sus raíces, como es el caso de la zanahoria. Por otro lado, la producción y prácticas de manejo de hortalizas con diferente órgano de consumo difieren considerablemente, incluso dentro de cada grupo de requerimientos y manejos similares.

El órgano de consumo corresponde a la parte comestible de la planta. Así, las hortalizas, de acuerdo a su órgano de consumo, es posible clasificarlas como se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de hortalizas de acuerdo al órgano de consumo

| Órgano | Hortaliza |
|----------------|--|
| Raíz | Betarraga, zanahoria, rabanito, rábano, nabo, salsifi |
| Tallo | Espárrago, colirábano |
| Bulbo | Ajo, cebolla, chalota |
| Hoja | Lechuga, acelga, espinaca, cilantro, perejil, repollo, endivia, kale, puerro |
| Inflorescencia | Brócoli, coliflor, alcachofa, romanesco |
| Fruto inmaduro | Arveja, poroto verde, pepino ensalada, ají, zapallo italiano, choclo, pimiento |
| Fruto maduro | Tomate, ají, pimiento, melón, berenjena, zapallo |
| Pecíolo | Apio, ruibarbo, hinojo |

Fuente: adaptado de Swiader *et al.*, 1992; Krarup y Moreira, 1998.

Largo del ciclo de vida

De acuerdo al ciclo, las hortalizas se clasifican en anuales, bianuales y perennes. Aunque se cultivan como anuales, muchas hortalizas son de hábito bianuales o perennes. El espárrago, el ruibarbo y la alcachofa son las hortalizas que realmente son cultivadas como perennes. Tomate, pimiento y berenjena son perennes en sus ambientes originales, pero se cultivan como anuales para la producción hortícola en zonas templadas. Las bianuales, cuyas partes vegetativas son comercializadas (excepto brócoli y coliflor), son cultivadas como anuales (Swiader *et al.*, 1992).

Es importante tener en cuenta la duración del período entre la siembra/trasplante hasta la cosecha, para programar las rotaciones. También, el comienzo desde la preparación de suelo se debe considerar al menos un mes antes y el período de cosecha de cada especie, que se puede extender mucho más allá de la madurez fisiológica con calidad de mercado. La existencia de cultivares precoces, intermedios y tardíos, la época de siembra/plantación, las condiciones climáticas, el sistema de establecimiento de siembra directa o de almácigo-trasplante, las labores culturales, entre otros factores, son importantes de considerar para programar una secuencia de cultivos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación según período de siembra a cosecha de hortalizas de importancia en La Araucanía

| Días | | | |
|------------------|-----------------|-----------|-----------|
| < 60 | 60-120 | 121-180 | >180 |
| Acelga | Arveja | AjÍ | Ajo |
| Cilantro | Betarraga | Apio | Alcachofa |
| Espinaca | Brócoli | Haba | Cebolla |
| Lechuga | Coliflor | Pimiento | Espárrago |
| Perejil | Maíz dulce | Puerro | |
| Zapallo italiano | Lechuga | Repollo | |
| | Pepino ensalada | Tomate | |
| | Poroto verde | Zanahoria | |
| | Poroto granado | Zapallo | |
| | Repollo | | |
| | Tomate | | |

Fuente: adaptado de Krarup y Moreira, 1998.

Época de producción

Para efectos de la planificación de sistemas productivos, en algunas hortalizas se han considerado dos temporadas de cultivo-producción: otoño-invierno y primavera-verano, que dependerá de los requerimientos de cada especie, las condiciones climáticas y la existencia de variedades que se adapten a dichas condiciones. En *planpredial.inia.cl*, se han considerado ambas temporadas en brócoli, coliflor, espinaca, kale, puerro, repollo y romanesco.

La experiencia de INIA Carillanca con el programa GORE-INIA en la región permite señalar que es posible mantener el suelo ocupado la mayor parte del tiempo, con lo que se logra también obtener la máxima rentabilidad del suelo en un sistema hortícola.

Un ejemplo de un sistema productivo hortícola real (Figura 1) considera las variables descritas, planificando con algunas de las especies seleccionadas, dependiendo de la superficie disponible, de los potreros existentes y de la época de inicio del cultivo (Kehr *et al.*, 2022), generando una secuencia para una rotación de un potrero, como sigue:

- 2A: inicio del sistema en la temporada primavera-verano, con una hortaliza de hoja de siembra directa (espinaca) y de trasplante (puerro) en noviembre.

- 2B: luego de la cosecha, en la temporada 2 inicia un nuevo cultivo de hortaliza de fruto inmaduro (haba-arveja), época de otoño-invierno en junio.
- 2C: como ambos son cultivos de ciclo largo, a fines de la temporada 3 (primavera-verano), se cosechan en diciembre.
- 2D: siembra de hortaliza de raíz (betarraga) en enero, iniciando la temporada 4.

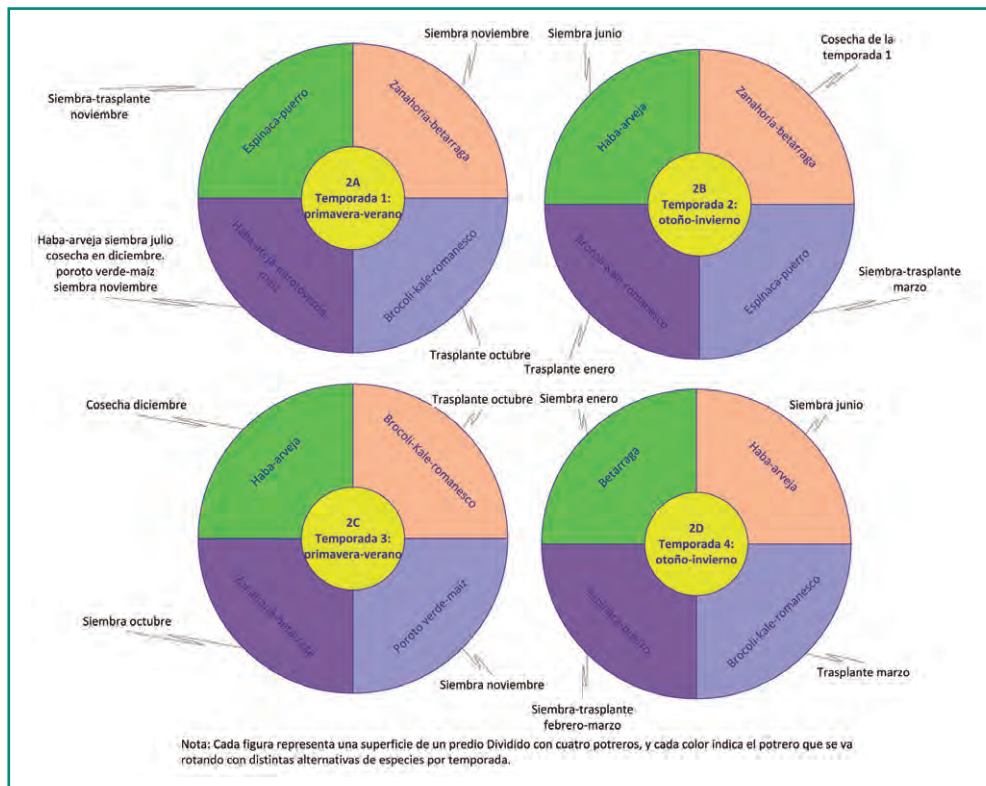


Figura 1. Ejemplo de rotaciones con las hortalizas consideradas en el programa financiado por el Gobierno Regional, para la zona agroecológica de precordillera durante cuatro temporadas agrícolas.

Adaptado de Kehr *et al.* (2022)

Según esta secuencia en el potrero de color verde, se puede decir que en cuatro temporadas se logra producir tres tipos de hortalizas de órgano de consumo distinto. Haciendo el mismo procedimiento anterior, pero cambiando al potrero color lila, se obtiene la siguiente secuencia:

- **2A:** inicio con una hortaliza de fruto inmaduro (haba-arveja) en julio cosechando en diciembre, y siembra de maíz en noviembre en la temporada 1, época primavera-verano.
- **2B:** desocupado el suelo se planta una bráscica (brócoli-kale-romanesco) en enero, con almácigos sembrados en noviembre, y cosecha en época otoño-invierno.
- **2C:** desocupado el suelo se siembra una hortaliza de raíz en octubre (zanahoria-betarraga) en la temporada 3, época primavera-verano.
- **2D:** una vez cosechadas las raíces, se inicia la temporada 4 (época otoño-invierno) con siembra de espinaca y trasplante de puerro en febrero-marzo.

Según esta secuencia, en el potrero de color lila se puede decir que aplicando las variables descritas durante cuatro temporadas se logra producir cuatro tipos de hortalizas de órgano de consumo distinto.

La información levantada de manera real en el programa GORE-INIA Hortalizas ha permitido planificar una serie de combinaciones y secuencias de cultivos hortícolas posibles, teniendo en consideración todos los factores descritos en este capítulo, lo que se refleja en la plataforma de gestión *planpredial.inia.cl*, que se aborda en capítulo correspondiente del presente boletín.

Referencias

Carrasco, J., González, S. y Lundstedt, J. 2005. Tecnologías de desinfección de suelos y sustratos en hortalizas. En: Kehr, E. (ed). Seminario: "Fitosanidad en hortlizas para la zona sur". INIA. Serie Actas N°31: 53-70.

Giaconi, V. y Escaff, M. 1998. Cultivo de hortalizas. 13ª edición. Universitaria. Santiago-Chile. 337p.

Kehr, E., Saavedra, G., Bastías, M., Fontanilla, C. y Sandoval, B. 2022. Rotación de cultivos hortícolas para la Región de La Araucanía [en línea]. Temuco, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo INIA Carillanca N°164. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68656> (Consultado: 21 noviembre 2022).

Krarp, C. y Moreira, I. 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. P. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498.

Swiader, J., Ware, G. y McCollum, J. P. 1992. 4ª Edición. Producing vegetables crops. Interstate Publishers, Inc. Danville, Illinois, EEUU. 307p.