

**UNIVERSIDAD NACIONAL DELA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
HORTICULTURA Y FLORICULTURA
AÑO 2023**

**GUIA DE ESTUDIO
ESPÁRRAGO
(*Asparagus officinalis*)**

Ubicación sistemática de la especie

El espárrago cultivado pertenece a la familia Liliáceas y su nombre científico es *Asparagus officinalis* L.

Importancia mundial, nacional y regional

En Argentina, durante la década del 60, se cultivaban a alrededor de 2000 ha de espárrago para consumo mayoritario en mercado interno. Con la disminución del valor del producto en éste, la superficie se redujo hasta principios de los años 80. Tras la posibilidad de exportación a precios atractivos desde entonces, el cultivo de espárrago retomó relevancia.

En 1989, el volumen reducido de espárrago alcanzó 8000 Tn. De éstas, 1900 Tn (24%) se destinaron a la industria, 5400 Tn (67%) se consumieron en fresco y se exportaron 700 Tn (9%). De éstas últimas, el 80% fue de espárrago blanco, 400 Tn de las cuales tuvieron como destino Alemania y 70 Tn Francia. En espárrago verde se exportaron 70 Tn al Reino Unido y 60 Tn a USA. A todos estos países el producto ingresa en contraestación y en competencia con el proveniente de Sudáfrica y Chile.

Tabla 1. Épocas de Oferta

Lugar/ Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Argentina	X							X	XXX	XXX	XXX	XXX
Sudáfrica	XX									X	XXX	XXX
Australia										XXX	XXX	XXX
Chile	X								XXX	XXX	XXX	XXX
Reino Unido		XXX	XXX	XXX	XXX							
México								XXX	XXX	XXX	XXX	
Peru	XXX	XXX					XXX	XXX				
Francia			XXX	XXX	XXX	XXX						
Estados Unidos					XXX	XXX	XXX	XXX	XXX			

Fuente: Estudio Winograd

Los mercados compradores más importantes a nivel mundial y la cantidad importada son: Alemania, 22000 Tn; USA, 8000 Tn; Suiza, 5500 Tn; Italia, Bélgica, Luxemburgo, Reino Unido: 1500 Tn. Las preferencias en cuanto al tipo de espárrago consumido son: USA, Japón, Canadá, Reino Unido consumen espárrago verde; el resto de la CEE prefiere los blancos. El Reino Unido solicita espárragos de 20 a 22 cm de largo, mientras los demás países de la CEE prefieren aquellos de 16 a 22 cm.

Se cultivan aproximadamente 1000 ha con espárrago, la mayoría (700 ha) ubicadas en las cercanías de Rosario. También se destaca el noreste de la provincia de Buenos Aires. Ambas regiones cultivan a esta especie con destino para consumo fresco. En Mendoza se produce para el apertizado y la deshidratación.

El consumo per capita de espárrago en sus diversas formas alcanza los 320 g/hab./año en nuestro país.

La superficie mundial cultivada con espárrago tiene un valor aproximado a 140000 ha

Ecofisiología

Morfología

Esta especie es perenne y herbácea. La parte subterránea está constituida por un rizoma fibroso, de crecimiento definido que porta un conjunto de yemas evidentes en su parte superior. Lateralmente se encuentra el sistema radicular, compuesto por raíces suculentas y fibrosas. A todo el conjunto se lo conoce con los nombres de "araña", "corona", "garra", "champa" o "grifa". Las yemas subterráneas se desarrollan formando turiones comestibles que al emerger y ramificarse constituyen la fronda del espárrago.

El rizoma, de posición horizontal, es una masa de tejido vascular, que posee pocos carbohidratos almacenados. Actúa principalmente como unión entre el sistema radicular y la parte aérea de la planta.

Las raíces principales o suculentas son carnosas, cilíndricas, no ramificadas y de elongación indefinida. Alcanzan un diámetro de 10 mm y la mayoría de ellas se concentra entre los 25 y 65 cm de profundidad. Son órganos de depósito de las sustancias de reserva. Tienen un patrón de crecimiento radial. Las raíces secundarias son fibrosas, de un diámetro de 0,1 a 0,5 mm y largo de 5 a 35 mm. Son ramificadas y anuales. Se desarrollan en el ápice de crecimiento de las raíces suculentas. El 35% del sistema radicular se ubica en los primeros 30 cm de suelo, pudiendo algunas raíces, sobrepasar el metro y medio de profundidad.

Los turiones son estructuras herbáceas no lignificadas, con tejidos meristemáticos apicales, de rápido crecimiento, protegidos por brácteas. Al desarrollarse, un turión da origen a una ramificación primaria en la axila de cada bráctea. Un turión de planta adulta genera 40 ramificaciones primarias, que a su vez producen ramas secundarias (en número cercano a 10 por cada rama primaria). En las ramas secundarias y en la axila de las escamas (verdaderas hojas) se disponen cladófilos agrupados en verticilos, en número de dos a veinte por cada escama foliar. Los cladófilos son los responsables de la mayoría de la actividad fotosintética, aunque todo el tallo es verde y fotosintetiza. Son filiformes, miden aproximadamente 30 cm de largo y su diámetro es inferior a 1 mm. Los tallos pueden sobrepasar la altura de 1,5 m.

Asparagus officinalis es una especie dioica de fecundación entomófila. Inicialmente los primordios florales son hermafroditas por lo que en las flores de ambos sexos se visualizan vestigios del sexo opuesto, inclusive se encuentran en baja proporción individuos andromonoicos (tienen flores masculinas y hermafroditas y son de gran utilidad en los planes de mejoramiento).

Las flores son de color amarillo-verdoso, pequeñas. Las masculinas son acampanuladas, más largas que anchas, de 5 a 8 mm de largo. En cambio las femeninas son semiglobosas y su largo fluctúa entre 3 y 5 mm. Las plantas andromonoicas son genéticamente masculinas pero, poseen gineceo con desarrollo mayor al vestigial.

El fruto es una baya pequeña, verde inicialmente y roja a la madurez. Posee tres lóculos, con una o dos semillas por lóculo. Las semillas, que son negras y de 2 a 4 mm de diámetro, tienen una cutícula muy dura y se encuentran en número de 3 a 6 por fruto. Cada gramo contiene entre 40 y 50 semillas, mientras que un litro de semillas pesa aproximadamente 850 g.

Fisiología

En climas templados, solo la corona del espárrago es perenne, permaneciendo latente durante el invierno. En la primavera, a partir de las reservas acumuladas en las raíces suculentas, se desarrollan algunas yemas formando los turiones que pueden ser cosechados. Desde el verano, y terminada la cosecha, los turiones forman la fronda o helecho de la planta, que a

través de la fotosíntesis repondrá las reservas gastadas en la brotación. Al llegar el otoño el follaje entra en senectud, secándose, quedando nuevamente la corona en latencia para iniciar un nuevo ciclo.

Germinación:

Las semillas de espárrago no poseen latencia, pudiendo germinar inmediatamente después de cosechadas se absorben más del 45% de agua en relación a su peso fresco y si están en adecuadas condiciones de temperatura. El poder germinativo de las semillas en buenas condiciones de almacenamiento perdura durante 4 ó 5 años, siendo de 94% al momento de la cosecha. Para una germinación homogénea debe utilizarse semillas con diámetros comprendidos entre 2 y 4 mm.

La germinación es evidente frente a la ruptura de la testa debido a la emergencia de la radícula y posterior salida del brote aéreo. El cotiledón es hipogeo y permanece en la semilla con función de haustorio, trasladando reservas desde el endosperma a las partes de activo crecimiento. A campo la emergencia ocurre entre los 15 y 30 días luego de la siembra, según las condiciones ambientales.

Plántula:

Desde la emergencia hasta finalizar el estado de plántula transcurren tres a cuatro semanas. En este periodo se produce el inicio de la diferenciación de órganos subterráneos que una vez desarrollados generarán la típica forma de una planta de espárragos, terminando allí el estado de plántula.

La radícula, de estructura fibrosa y que puede alcanzar doce a quince cm de largo, es ramificada y absorbe inicialmente agua y nutrientes del suelo. Muere antes de finalizar la primer temporada de crecimiento.

El primer tallo asemeja la forma de un pequeño pino. Se encuentra conectado a la raíz a través de la masa de tejido que constituirá el rizoma. Sobre éste se formará una pequeña yema durante la emergencia del tallo. Completado el desarrollo del último, la yema generará un segundo tallo. Correspondientemente al crecimiento del segundo tallo, aparecen sobre el rizoma dos nuevas raíces, con su inserción en la base del rizoma y cerca del nacimiento del segundo tallo.

Desarrollo vegetativo:

Durante el periodo estacional de crecimiento el ciclo anterior (aparición del tallo, formación de raíces y yemas) se repite, siendo mayor el tamaño de los órganos y el peso de la corona a medida que la planta crece. Se produce entonces un avance horizontal del rizoma con leve tendencia al ascenso, ubicándose la araña en forma más superficial con el correr de los años. El principal periodo de formación de yemas en una esparraguera en producción es luego de la cosecha, al desarrollarse el follaje, aunque algunas pocas pueden formarse antes. El tamaño y número de yemas que se forman está directamente relacionado con la cantidad de carbohidratos disponibles y ésta, al follaje activo. Aún así, tiene cierto control genético. No todas las yemas formadas en el año se convierten inmediatamente en tallos, sino que algunas permanecen latentes hasta años subsiguientes. Una yema sólo se desarrolla en tallo una vez que la anterior produjo uno completamente maduro (dominancia apical).

En la primer temporada de crecimiento el número de brotes es de ocho a diez, alcanzando 35 a 60 cm de altura, con un grosor menor a 1 cm. Las dimensiones de los brotes aumentan en las siguientes temporadas, permitiendo la cosecha de turiones comerciales.

Todas las raíces del espárrago son adventicias. Las primarias suculentas pueden alcanzar un largo de un metro en el primer año y hasta tres metros en los siguientes. Tienen una epidermis gruesa e impermeable al agua. Su corteza suculenta y carnosa almacena hidratos de carbono y proteínas, rodeando al tejido vascular central. Su vida perdura de 3 a 6 años, al final de la cual se trasladan sus reservas hacia el resto de la planta, permaneciendo sólo el exterior.

Las raíces suculentas no cumplen funciones de absorción de agua y nutrientes, lo que está relegado a aquellas fibrosas.

En espárragos silvestres, sus raíces se encuentran en asociación simbiótica con hongos formando micorrizas vesículo arbusculares. El hongo en asociación es *Glomus fasciculatum*. Las hifas del mismo penetran tanto en las células de la raíz cuanto entre ellas. Forman dos

tipos de estructura: la vesicular con funciones de reserva y sobrevivencia; y la arbuscular (ramificaciones intracelulares) donde se produce el intercambio entre la planta y el hongo. Este último, durante la convivencia, recibe azúcares del vegetal. En cultivos comerciales, producto de las prácticas agronómicas (desinfección de suelos, fertilización abundante, uso de agroquímicos, etc.) la presencia de micorrizas es insignificante o nula. De esta manera se desaprovechan los beneficios que conlleva: mayor exploración de suelo y absorción de nutrientes, en especial aquellos poco móviles; reducción del ataque de enfermedades y de la cantidad de inóculo presente (principalmente de fusariosis). La inoculación del hongo micorrízico permite cultivos con mejor desarrollo y a menor costo de producción. Se ha comprobado que las raíces del espárrago son alelopáticas, produciendo sustancias tóxicas que reducen el crecimiento de nuevas raíces.

Crecimiento de los turiones:

Cuando las temperaturas primaverales rompen la inhibición de las yemas, se produce el crecimiento de los turiones. Por existir dominancia apical se desarrolla solo un turión por racimo (durante la formación de la corona las yemas laterales pueden formar lóbulos con cierta independencia). La velocidad de crecimiento del brote está estrechamente relacionada a la temperatura. La máxima velocidad se encuentra en cercanías a la cabeza del turión (ápice) y aumenta en forma exponencial en proporción al desarrollo del mismo. Se logran mayores rendimientos cosechando turiones a 22 cm de largo que a 18 cm. Al cortar el turión se anula la dominancia apical sobre las yemas, emergiendo un nuevo brote. El retardo de la emergencia de éste, producto de la dominancia apical, se acentúa al avanzar la temporada de cosecha, reduciéndose entonces la producción.

Los turiones permanecen blancos bajo la tierra. En contacto con la luz verdean por la aparición de clorofila.

Existe una correlación positiva entre el tamaño de la yema y el del turión que origina.

Las plantas más jóvenes poseen un ciclo vegetativo más prolongado que aquellas adultas, pues brotan a menor temperatura en primavera. Sin embargo, los turiones que producen son de menor tamaño.

Los turiones no cosechados, a cierta altura según la temperatura, dan lugar al fronde del espárrago por ramificación de su cabeza (a 37°C los verdes ramifican a 8 cm de altura).

Las plantas macho producen mayor número de turiones, que se traduce en un rendimiento superior en 20-30% al correspondiente de las hembras. Aún así el tamaño de los turiones es ligeramente menor.

Desarrollo reproductivo:

En climas templados, a partir del segundo o tercer año de vida de la planta y alcanzado el completo crecimiento del vástago anual, comienza la floración.

Genéticamente el sexo está regido por un par de alelos. Es dominante el alelo inductor de la masculinidad. La planta macho posee el genotipo XY, mientras la femenina el XX.

Producida la fecundación cruzada entomófila y cuajado el fruto, se visualizan las bayas aún verdes a partir de los dos meses de iniciado el crecimiento del vástago correspondiente.

Durante la maduración del fruto, los colores pasan de verdes a rojo suave para terminar rojo intenso.

Balance de carbohidratos:

Para lograr una alta producción de turiones y larga vida de la esparraguera, es importante hacer un adecuado manejo del balance de carbohidratos en la planta. La formación de los turiones utiliza las reservas orgánicas acumuladas en las raíces cilíndricas durante el ciclo anterior. Un tercio de la cantidad de carbohidratos consumidos en el periodo de cosecha es recolectado en los turiones. El resto fue usado en la respiración y el crecimiento de raíces y yemas. Finalizada la cosecha, las reservas necesarias para la formación del follaje hasta que su fotosíntesis activa es proporcionalmente mayor que la correspondiente al periodo anterior.

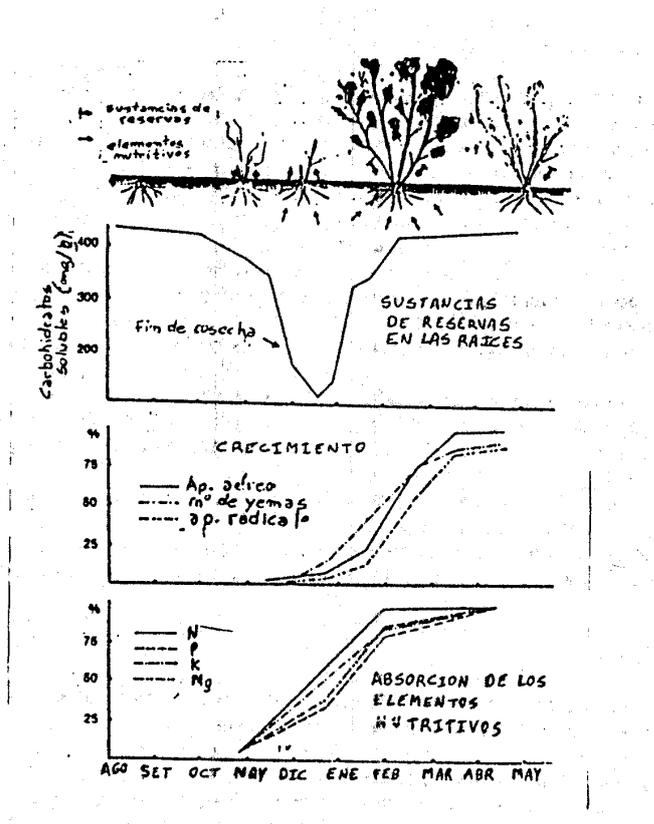
El desarrollo necesario de un vástago para que se produzca un balance positivo de carbohidratos (y nueva acumulación en las raíces tubulares) se logra luego de tres semanas de

emergido el correspondiente turión. Para alcanzar un nivel de reserva similar al inicial del ciclo que garantice la producción futura, se requiere un periodo de tres meses con fronda activa. Durante el invierno se produce un desdoblamiento del almidón de reserva en azúcares simples, como forma de resistencia al congelamiento.

En la formación de una esparraguera la cosecha deberá estar restringida en su extensión, para permitir a la planta un crecimiento abundante y rápido de la corona. Por lo tanto, el balance entre el largo del periodo de cosecha y el tiempo de recuperación variará de acuerdo con el tamaño de la planta, el largo del periodo de crecimiento y la presencia de factores limitantes del crecimiento (enfermedades, sequía, competencia de malezas). De no respetarse esta norma, se afecta la precocidad de la producción, el peso y número de turiones y la supervivencia de la planta.

Gráfico N° 1: Fases fenológicas

Fuente: Del Zan



Nutrición mineral:

La absorción de minerales por la planta de espárragos responde a dos ciclos de crecimiento: uno anual, regulado por el desarrollo vegetativo durante la estación; y uno polianual, variable según la edad de la esparraguera.

Ciclo anual: la absorción de nutrientes del suelo a través de la raíz, durante el periodo de cosecha es prácticamente nula. La casi totalidad del potasio, fósforo, sodio, exportados por los turiones recolectados provienen de las reservas de la corona. Se piensa en cambio que pequeñas absorciones de nitrógeno y calcio se producen en el periodo citado.

Durante el transcurso de la formación del follaje se inicia e incrementa notablemente la absorción de minerales. El ritmo se corresponde con aquel de crecimiento, siendo máximo en las fases de crecimiento más rápido (mediados de diciembre a mediados de febrero).

Al senescer la parte aérea por el descenso de temperaturas, cierta proporción de minerales se trasloca hacia los órganos subterráneos, mientras el resto retorna al suelo en caso de incorporarse la broza.

Ciclo polianual: pueden distinguirse tres periodos en cuanto a las diferencias de absorción de nutrientes entre años. El primero se extiende hasta el quinto año y comprende el crecimiento predominante del sistema radicular hasta alcanzar un tamaño de corona adulta. Es por lo tanto relevante la necesidad de fósforo y potasio, siendo además creciente la absorción en general. En la segunda fase, en donde se alcanzan los picos de producción, los requerimientos de nutrientes se hacen constantes y crece la absorción relativa de nitrógeno. Cubre del 6º al 12º año. El tercer estadio involucra el decaimiento de la esparraguera, cuando los rendimientos y las necesidades nutritivas disminuyen paulatinamente.

Rol de los nutrientes:

Nitrógeno: su carencia retarda el crecimiento de la planta. El exceso conduce a disminuciones en la cantidad y calibre de los turiones, porque induce a un excesivo desarrollo aéreo que compite con la acumulación de reservas.

Fósforo: su carencia produce un escaso desarrollo de la corona y del follaje, y también un aumento de la fibrosidad de los turiones.

Potasio: es el elemento absorbido en mayor cantidad por el espárrago. Le confiere resistencia a la sequía y al congelamiento. Además está involucrado en el transporte de azúcares desde las hojas hacia las raíces. Su exceso en el suelo reduce la asimilación de calcio y magnesio.

Magnesio: aún en pequeñas cantidades es importante su disponibilidad

Calcio: existe una relación inversa entre la cantidad de calcio en el suelo y la aparición de síntomas de fusariosis.

Sodio: en el espárrago sustituye parcialmente al potasio en la regulación del balance hídrico de la planta.

Boro: el cultivo de espárrago posee altos requerimientos de este elemento en relación a otras especies. Su carencia disminuye el desarrollo de todos los órganos de la planta.

Cloro: sus necesidades se asemejan a la de un macroelemento. Participa en el transporte de compuestos nitrogenados solubles.

Implantación

Requerimientos edáficos

La duración prolongada de una esparraguera resalta la importancia de la correcta elección del terreno a cultivar. Por la morfología propia del espárrago y principalmente por su parte subterránea, por su tipo de crecimiento y por estar el órgano cosechado en contacto con el suelo, las características físicas del terreno revisten fundamental importancia, por sobre aquellas químicas.

Las texturas francas a franco-arenosas son las ideales. Los suelos pedregosos conducen a torceduras de los turiones, mientras que aquellos arcillosos dificultan el crecimiento de las raíces tubulares y turiones, confiriéndoles, además, sabor amargo. Las texturas arenosas se evitan por los menores rendimientos debido a la escasa fertilidad y retención hídrica del suelo, aunque otorgan mayor precocidad.

El terreno elegido debe proporcionar buena aireación, permeabilidad y soltura; por ello se buscan aquellos bien estructurados, que resisten mejor las labores del suelo.

Por el profundo sistema radicular del espárrago y la sensibilidad a la asfixia, el suelo no deberá poseer capas endurecidas ni capas freáticas elevadas, al menos por encima de un metro de profundidad.

Los buenos contenidos en materia orgánica en el suelo aseguran la estabilidad estructural, una aceptable nutrición mineral, dan mayor retención hídrica al suelo y facilitan la emergencia de turiones.

El espárrago es neutrófilo, se desarrolla a pH entre 6 y 7,8. Es una especie resistente a la salinidad: los cultivares más rústicos tienen descenso de rendimiento desde los 4 mmhos/cm, mientras que la producción disminuye a la mitad recién a 30 mmhos/cm de conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo.

Producto de problemas sanitarios y de su propia alelopatía, la esparraguera debe cultivarse en rotación de suelos. No debe seguir al cultivo de papa, zanahoria, remolacha o espárrago anterior. Es recomendada su rotación con pasturas o cereales tipo grano.

Requerimientos climáticos

El espárrago es una planta rústica, que resiste sequías, bajas y altas temperaturas. Necesita de un periodo de reposo inducido por bajas temperaturas invernales o bien altas temperaturas estivales, junto a la sequía. Al provenir de zonas templadas, los inviernos muy cortos inducen la continua emisión de nuevos tallos que provoca la falta de acumulación de reservas. En cambio, frente a inviernos muy largos, no se alcanza a tener un adecuado periodo de cosecha y un tiempo suficiente para la elaboración de reservas. Si se producen inviernos benignos, hay emisión de nuevos tallos fuera de temporada, que luego sucumbirán a las heladas sin recuperar las reservas consumidas.

La brotación y la velocidad de crecimiento del turión, están en directa relación con las temperaturas del suelo y el ambiente. En espárrago verde, la temperatura ambiental se relaciona más directamente con la producción que aquella del suelo, sucediendo a la inversa con el espárrago blanco. Para los primeros, el aumento de temperatura desde 10 a 20°C duplica la producción de turiones.

Fases del desarrollo	Temperatura suelo	Temperatura aire
Germinación: mínima óptima máxima	15°C 25-30°C 32°C	
Producción de plántulas en invernadero		10-32°C
Crecimiento de raíz: mínima óptima	12°C 18-30°C	
Brotación de turiones: inducción mínima óptima máxima		4,4°C 7-10°C 24°C 31°C
Crecimiento sin latencia (Trópico)		16°C

Efecto de la temperatura sobre los días a emergencia y a plantas normales y porcentaje de plantas consideradas normales (según Moreau y Zuang, 1977)

Temperatura del suelo (°C)	5	10	15	20	25	30	35	40
Días en emergencia (de 1,5 cm)	92,9	25,9	11,5	6,7	4,5	5,6	9,2	28,5
Días a plantas normales		52,9	21,1	14,6	10,3	11,6	19,8	-----
Porcentaje de plantas normales		61	80	88	95	79	37	-----

Manejo y tecnología del cultivo

El cultivo de espárrago, planta vivaz, se compone de tres fases diferentes: fase de formación de arañas, fase improductiva y fase reproductiva, en orden cronológico.

La primera fase comprende desde la siembra en almácigo hasta la obtención de una corona suficientemente desarrollada para ser transplantada exitosamente. La duración normal es de un año, aunque puede prolongarse a dos.

La fase improductiva, que comienza con la plantación de las arañas obtenidas de almácigo, se prolonga por dos años durante los cuales no se cosechan turiones. Mediante esta técnica se busca el máximo crecimiento de la corona.

La fase productiva abarca desde el inicio de cosecha, luego del tercer o segundo año de implantada la esparraguera, hasta el fin de la vida útil. La duración de esta fase es generalmente de siete a doce años. Durante un año de esta fase se distinguen tres etapas: el periodo de recolección, donde son cosechados los turiones antes de que ramifiquen; el periodo de libre vegetación, en el cual no se cosechan turiones y se permite el crecimiento del follaje para la acumulación de reservas (comprende también la floración y la acumulación); y el periodo de reposo vegetativo, que abarca la senescencia de los órganos aéreos que serán podados. La corona permanece latente. Este periodo transcurre durante otoño e invierno.

El método de implantación usado generalmente se basa en la obtención de arañas desde la siembra en almácigos y su posterior trasplante a campo. El mismo fue mencionado anteriormente.

La siembra directa a campo de las semillas de espárrago es otra forma de implantar una esparraguera comercial. Aunque teóricamente acorta el periodo de entrada en fase productiva, se ve dificultado su manejo por el control de las malezas que emergen conjuntamente con las plántulas de espárrago.

Una tercera manera de implantar el cultivo es transplantar plántulas con 10 a 12 semanas de edad, producidas durante el invierno en invernadero. Su dificultad radica en el complicado control de malezas a campo en las primeras etapas, aunque se obtiene material de buena sanidad y se ahorra semilla.

De acuerdo con el tipo de espárrago deseado (blanco o verde) hay dos técnicas de producción que utilizan labores culturales diferentes. Para obtener espárragos blancos se lo cultiva con acamellonado sobre las coronas, con el fin de evitar se verdeado con la luz. El espárrago verde es cultivado sin acamellonado y se cosecha al alcanzar la medida comercial.

Preparación del suelo

Debido a la perennidad del cultivo y a su amplio sistema radicular que impedirán labores culturales profundas durante la vida útil de la esparraguera, la preparación inicial del suelo se constituye en una tarea fundamental. Debe ser tal que logre un mullimiento del suelo hasta una profundidad de 30-40 cm y evite horizontes compactados hasta 50-70 cm, a fin de garantizar excelente aireación y penetración radicular.

La preparación tiene lugar con suficiente antelación al trasplante, normalmente en el otoño e invierno anterior. Comienza con una aradura profunda posterior a la aplicación de abono orgánico y fertilizante fosfórico y potásico. Se complementa la labor con un subsolado profundo (70 cm) para luego refinar la cama de cultivo con distintas herramientas de labor secundaria.

Es primordial obtener soltura en profundidad para poder formar fosas o surcos profundos donde transplantar. Estos miden comúnmente 20 a 30 cm de profundidad y 50 a 70 cm de ancho en su coronación y pueden abrirse usando distintas herramientas, siendo el más adecuado el arado de doble vertedera con alas largas (arado "jote")

Trasplante:

El método tradicional de iniciar una esparraguera consiste en plantar coronas o arañas seleccionadas, obtenidas de almácigos, colocándolas en el fondo de las fosas mencionadas.

Elección de las arañas: para obtener una plantación precoz y productiva es conveniente plantar arañas sanas y vigorosas. Para ello se seleccionan sobre la base de los siguientes criterios:

- Sanidad: las plantas sanas tienen color blanco en raíces y yemas (cuero crudo). Otros colores pueden ser síntoma de enfermedades fúngicas.
- Las yemas deben ser visibles, turgentes, vigorosas y estar en número superior a cuatro. Se descartan las coronas con numerosas yemas blandas, acuosas y descoloridas.
- Las raíces principales deben ser duras al tacto, sanas, con buen desarrollo de raíces absorbentes hacia su extremo apical. No deben estar cortadas. Su número debe ser al menos diez.

- En condiciones óptimas de vivero, las coronas seleccionadas no deberían pesar menos de 50 g cada una.

Durante el verano previo al trasplante es preciso reconocer la calidad de las arañas a través de la observación de las plantas a campo. La cantidad de vástagos aéreos presentes por planta se relaciona directamente con el número de yemas y raíces reservantes de la araña. También la presencia de plantas o turiones amarillos en el verano puede indicar la posible infección con *Fusarium*.

La separación entre filas de plantas dependerá del objetivo de la producción. Cuando se hace espárrago blanco es necesario separarlas 1,80 a 2,20 m, a fin de disponer de suficiente suelo para el alomado. La distancia aconsejada entre plantas dentro de la fila es de 20 a 30 cm. La producción de espárrago verde permite distancias menores entre filas: 1,50 a 2,00 m, que dependerán de la maquinaria utilizada y el desarrollo probable de las plantas. En la hilera, las plantas pueden estar separadas 20-30 cm aunque en cultivos de alta densidad disminuye hasta 15 cm.

La densidad de plantación resultante del marco citado es para espárrago blanco, desde 15000 hasta 20000 arañas/ha y en verde entre 10000 y 35000 arañas/ha.

La época de trasplante abarca los meses de julio y agosto, durante la latencia de las arañas. El trasplante no debe posponerse demasiado porque se inicia la brotación de las arañas, sin suelo una vez retiradas del almácigo.

Es una práctica conveniente la fertilización, en caso de ser necesario, en el fondo del surco, tapando con 5 cm de tierra para evitar daños a la corona. Normalmente se utiliza fósforo, potasio y magnesio.

La profundidad de plantación de las arañas varía entre 25 y 35 cm para espárrago blanco y entre 20 y 22 cm para espárrago verde. Para el primero, profundidades menores provocarían un largo del turión comercial pequeño, defecto que se acentuaría con el natural ascenso de la corona. En ambos tipos de espárrago, este ascenso expone a la planta a daños mecánicos por las labores de suelo.

Tras la preparación del fondo del surco, se colocan las arañas con las yemas hacia arriba, con el eje longitudinal del rizoma paralelo al sentido de las hileras y con las raíces horizontales distribuidas radialmente. Debe obtenerse una regular separación de plantas.

Las coronas se tapan, en el mismo acto del trasplante, con 10 cm de suelo, para ser regadas inmediatamente por el mismo surco. Esto favorece el contacto del suelo con las raíces y atenúa el estrés del trasplante.

Durante la primavera, y a veces en el invierno siguiente, se procede al replante de las coronas no implantadas. Se deben usar plantas de la misma edad que han sido mantenidas en frío o en almácigos.

Labores culturales

- Labores mecánicas en la fase improductiva

Luego del trasplante y desarrollado el vástago, a través de los controles mecánicos de malezas en el interfilar se va rellenando paulatinamente el surco, completándose el llenado en espárrago verde al final de la primera temporada. En espárrago blanco, por la ubicación de su corona a mayor profundidad, se completa el llenado del surco al finalizar el segundo año de implantación, a fin de no dificultar el brote de los turiones, el riego y la fertilización. Se realiza con el rastreado de invierno.

Durante el segundo año en ambos tipos de cultivo se procede a la construcción de dos pequeños surcos próximos a la hilera de espárrago para utilizarlos en los riegos y promover un desarrollo radical en profundidad y sin gran extensión lateral.

- Labores mecánicas en la fase reproductiva

Una vez seco el follaje en cada otoño, se procede a su triturado con una desbrozadora, para permitir las posteriores labores del suelo. Se pasa superficialmente una rastra de discos a fin de incorporar la broza, combatir malezas y mullir el suelo. Según la ocurrencia de lluvias y la aparición de maleza, se dispondrá de reiteradas rastreadas durante el periodo de latencia del

espárrago. El último rastreado se realiza pronto a la brotación del cultivo para facilitar el posterior movimiento de suelo.

Secuencia de labores

	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar	Ab	May
Triturado de tallos	XX X											
Disqueada		XX X										
Alomado			XX X	XX X	XX X	XXX						
Desalomado								XX X				
Apl. de herbicidas			XX X									
Apl. de fertilizantes					XX X	XXX	XX X					
Cosecha				XX X	XX X	XXX	XX X					
Desmalezado mecánico								XX X	XXX	XXX	XXX	
Desmalezado manual								XX X	XXX	XXX	XXX	

Fuente: Estudio Winograd

Para obtener turiones blancos de la longitud comercial deseada, en ausencia de luz, se realiza la acumulación de tierra sobre las hileras de plantas. Este aporque está en función de la precocidad y longitud del producto buscado. El momento del aporque es cuando se perciba el inicio del crecimiento de los turiones.

Durante la temporada de cosecha es necesario repasar los camellones formados debido al deterioro propio de la recolección.

Inmediatamente después del último día de cosecha se desaloman las hileras para favorecer la emergencia de turiones y formación del follaje con el mínimo gasto de reservas. Esta labor se realiza con una pequeña pala niveladora de enganche de tres puntos o bien con el mismo implemento aporcador, cambiando la disposición de sus cuerpos.

El cultivo del espárrago verde se realiza en plano, evitándose las labores de alomado y desalomado al no necesitar oscuridad. Se construirán dos surcos de riego a lo largo de las hileras para hacer riegos eficientes.

En todas las labores mecánicas se cuidará la profundidad de labor, con el objeto de evitar daños físicos al sistema radicular. También debe tenerse especial atención en no compactar el terreno en los interfilares con el paso de maquinaria pesada, o bien con suelo húmedo.

- Control de malezas

Es uno de los aspectos de mayor importancia, por cuanto en caso de ser defectuoso disminuye notoriamente los rendimientos. En espárrago, la aparición de malezas es intensa por un complejo de causas que las favorecen, entre ellas:

- largo ciclo del cultivo
- abundantes fertilizaciones, particularmente orgánicas.
- imposibilidad del uso reiterado de medios mecánicos por compactar excesivamente el suelo
- intervención manual difícil y costosa

En la preparación del suelo tiene vital importancia el control efectivo de malezas tanto anuales como perennes.

Las labores mecánicas propias del cultivo (rellenado de surcos, alomados, desalomados, rastreado y surcado para riego) contribuyen al control de malezas. Pueden realizarse con moderación labores mecánicas en los interfilares, dedicadas con exclusividad a este fin.

Periodo de implantación: la fuerte competencia de malezas durante la implantación, determinará la formación de una esparraguera poco vigorosa y de entrada tardía en producción, resintiéndose la producción a lo largo de toda su vida útil.

Durante el primer año, el escaso desarrollo foliar impide una buena competencia del espárrago con otras hierbas. A su vez, la ubicación superficial de la corona limita el uso de la mayoría de las herbicidas residuales. En el transplante puede recurrirse al control químico, aplicando herbicidas residuales en preemergencia de malezas y cultivo, tales como diurón, linurón y metribuzin sobre la banda de tierra que recubre las arañas. Las malezas infestan principalmente los surcos y sus taludes por donde se riega. Para controlarlas se debe recurrir a labores manuales, que si se usan exclusivamente deberán realizarse hasta tres veces en la temporada. Se complementan con el paulatino relleno del surco una vez crecido el vástago.

Aunque se requiere de mayores experiencias y reviste riesgo de toxicidad, pueden aplicarse herbicidas en postemergencia del cultivo sobre el follaje desarrollado. Los productos utilizables son cloramben (4 l de producto comercial/ha), alaclor, propachlor y metalachlor (1,1 Kg i a/ha), pudiendo repetirse hasta tres veces se aplicación.

En el segundo año, estando la corona cubierta por mayor cantidad de suelo, el control de malezas será similar al descrito, adquiriendo los herbicidas residuales menor riesgo de uso.

Periodo productivo: en el invierno se controlan las malezas anuales con el rastreado del terreno. Frente a la infestación con plantas perennes es conveniente utilizar herbicidas.

En espárrago blanco, el alomado de las hileras es conveniente acompañarlo con la aplicación de herbicidas residuales en preemergencia de turiones y malezas. Ante el deterioro de los camellones y el realomado se inutiliza la barrera química del herbicida. Por preverse frecuentes realomados se recomienda el uso de herbicidas de contacto luego de la aplicación inicial del residual. Si la infestación de malezas perennes durante el periodo de cosecha es relevante, pueden aplicarse herbicidas sistémicos.

El desalomado practicado a fin de cosecha destruye las malezas presentes. Además es el momento adecuado para una nueva aplicación de un herbicida residual para controlar la germinación de plántulas, ya que no se realizan nuevos movimientos de tierra.

En espárrago verde, las labores mecánicas se complementan con el control de malezas a través del uso de herbicidas residuales, aplicados previo al periodo de cosecha. Durante el mismo, sólo pueden hacerse aplicaciones dirigidas evitando la pulverización sobre los turiones

- Riego

El espárrago, aunque es una planta rústica, necesita para lograr rendimientos comerciales, humedad del suelo adecuada a sus necesidades. Los riegos a efectuar nunca serán de alta lámina para evitar el anegamiento del suelo, al cual la planta es muy sensible. Se recomienda no sobrepasar las siguientes láminas de agua aportadas por el riego:

- suelos arenosos: 20 a 25 mm
- suelos arenoso-limosos: 25 a 30 mm
- suelos con tendencia arcillosa: 40 mm

Los requerimientos hídricos están directamente relacionados con la superficie de follaje.

Con posteridad al transplante es necesario para el arraigue la irrigación localizada sobre la línea de plantación. Los riegos se realizan a través del surco, con alta frecuencia y bajo volumen. A medida que el sistema radicular se expande, el intervalo de riego aumenta, al igual que la lámina aplicada. En el segundo año de la implantación se riega por los surcos a ambos lados de la hilera para promover el crecimiento radicular en profundidad.

En la fase productiva los requerimientos hídricos varían según la etapa, cosecha y desarrollo del follaje. Durante la cosecha las necesidades de agua son mínimas debido a la escasa o nula superficie de evapotranspiración y a la profundidad de la corona. Además la absorción de nutrientes es insignificante. El riego entonces produce el enfriamiento del suelo, con la consiguiente disminución de la producción. Sin embargo, suelta la tierra.

Luego de finalizada la cosecha, la demanda hídrica de las plantas es proporcional al crecimiento del follaje, incrementándose la cantidad de riegos a aplicar. Consecuentemente, durante el primer mes desde fin de cosecha, los requerimientos son de aproximadamente 40 a

60% de la evapotranspiración potencial (ETP). Cuando los tallos sobrepasan los 60-80 cm de altura, el uso consuntivo alcanza al 80-100% de la ETP.

El mayor consumo de agua se produce en el estrato comprendido entre los 10 y 60 cm, siendo abastecido mediante el riego por surco junto a las hileras.

Fertilización

Por tratarse de una planta perenne y acopiar elementos nutritivos en su parte subterránea la nutrición mineral de la esparraguera no se encuentra totalmente dilucidada. De esta manera, un plan de fertilización es complejo de determinar. El resultante estará estrechamente relacionado con las condiciones de textura, aireación, acidez del suelo y con la disponibilidad hídrica.

Distribución relativa de nutrientes en los órganos de las plantas de espárrago

Fuente: Krarup

Organo	Distribución relativa de nutrientes (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Raíces y coronas	73,9	83,5	76,4
Follaje	17,7	10,2	16,8
Turiones	8,4	6,3	6,8

Para establecer un plan de fertilización correlacionado con las necesidades de la planta se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- requerimientos minerales de la planta
- dotación del terreno
- características de los fertilizantes
- comportamiento de los fertilizantes en el terreno
- evolución de las necesidades momentáneas del cultivo
- rentabilidad

En general el exceso en la aplicación de fertilizantes conduce a desequilibrios en el desarrollo vegetal, que aumentan la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades. Aún así, se conoce el efecto benéfico del cloro respecto a la reducción de la incidencia de fusariosis.

El espárrago privilegia los aspectos cualitativos de la nutrición (tipos de fertilizantes, relaciones entre ellos, época de aplicación) más que aquellos puramente cuantitativos. Sobre esta base se debe manejar la fertilización.

Los análisis químicos de suelo, realizados en otoño-invierno, proveen indicaciones sobre la disponibilidad potencial de los elementos, de gran utilidad para determinar a priori el grado de fertilización necesario. El diagnóstico del estado nutricional de la planta constituye, por otro lado, el único modo de evaluar a posteriori la idoneidad de las fertilizaciones realizadas. Puede seguirse con la observación de síntomas de carencia o análisis de tejidos vegetales.

Recientemente estudios han puesto en evidencia la correlación entre la concentración de algunos elementos nutritivos (N, P, K, Ca, Mg) en las raíces ubicadas entre los 30 y 60 cm de profundidad y la dotación de los mismos en el suelo. Los mejores resultados productivos se obtuvieron con una relación N:P:K:Mg semejante a 1:0,2:1,8-2,3:0,07-0,1 en aquellos tejidos.

Según la producción de turiones y el vigor del desarrollo del follaje logrados en la temporada anterior y los resultados del análisis de suelo invernal, se determinan los elementos a aportar y la dosis aproximada.

Debido al continuo movimiento de suelo en el cultivo del espárrago y a la degradación de la materia orgánica que conlleva, es conveniente realizar reposición mediante enmiendas orgánicas, como puede ser el agregado de estiércol. La época oportuna es el otoño, aprovechado la incorporación con las rastreadas.

Tipos de fertilizantes: entre los fertilizantes nitrogenados y potásicos se debe utilizar el nitrato de calcio o de sodio y el cloruro de potasio. El nitrato de potasio torna a la planta más susceptibles al ataque de *Fusarium*. Los sulfatos, aparte de producir el mismo efecto, le confieren gusto amargo a los turiones. El ión amonio presenta propiedades tóxicas para el espárrago.

Sobre la base del ciclo de absorción de nutrientes descrito para el espárrago el nitrógeno y potasio serán suministrados una vez finalizada la cosecha, fraccionando su aplicación en dos o tres veces. No es conveniente la aplicación en estación avanzada (máximo desarrollo foliar) por el riesgo de provocar rebrotes tardíos que consuman las reservas.

Producto de la baja movilidad del fósforo en el suelo, sus aplicaciones se harán a fines de otoño e inicios de invierno.

Hasta que el desarrollo subterráneo de las raíces logre la completa ocupación del suelo en el interfilar (hacia el octavo año de la esparraguera según la separación entre filas), es beneficiosa la distribución de los fertilizantes en una banda variable de terreno sobre las hileras de espárragos.

No se ha demostrado hasta el presente diferencias en la nutrición mineral entre el espárrago destinado a blanco y a verde, que justifiquen un manejo distinto de la fertilidad del suelo.

Cosecha

La larga vida útil de la esparraguera depende del equilibrio que se alcance entre el largo del periodo de cosecha y el del crecimiento del follaje y la acumulación de reservas. Cuando la cosecha se extiende en demasía (más de 90 días según el caso), el crecimiento posterior de la parte aérea no dispone de suficiente tiempo para la acumulación de reservas que garanticen la futura producción y el crecimiento de la planta. Los factores que en definitiva determinan la extensión del periodo de cosecha son el desarrollo alcanzado por el follaje y el estado nutricional de la esparraguera al final de la temporada anterior; a mejor desarrollo vegetativo del año anterior un periodo de cosecha más prolongado.

Como regla general, se inicia la cosecha al segundo año de transplante pero durante veinte días o menos. Esto tiene por objeto privilegiar el pronto desarrollo de la dimensión de las coronas. Al año siguiente puede durar la recolección de turiones hasta 60 días, comenzando entonces la cosecha comercial. Desde el cuarto año de implantación, el periodo de cosecha se puede estabilizar en un lapso menor a 90 días.

Generalmente la duración de la recolección se determina según fechas calendario por la dificultad de establecer en forma práctica y objetiva el momento adecuado de finalización. De todas maneras, la cosecha debe detenerse en caso de observar disminuciones en el calibre de los turiones.

Es de fundamental importancia recolectar todos los turiones que hayan alcanzado el tamaño deseado, y aún aquellos que por sobrepasar el mismo hayan perdido calidad comercial. De lo contrario, su crecimiento conduciría a un gasto innecesario de reservas.

Para un buen desarrollo del cultivo, el periodo libre de heladas, con crecimiento vegetativo activo, luego de finalizada la cosecha, no debe ser menor de tres meses y medio a cuatro.

Se han determinado diferencias en las medidas de los turiones blancos y aquellos verdes. Los primeros son más pesados, más gruesos pero menos homogéneos en sus calibres que los segundos.

Hasta que el turión no sale del terreno es blanco y su ápice redondeado; fuera de la tierra, el ápice se pone rosado y a medida que crece, por efecto de la luz y de la actividad fotosintética, la parte expuesta se torna primero violeta y luego verde.

La cosecha propiamente dicha es mayoritariamente manual, empleando cuchillos especiales llamados gubias. En espárrago blanco se entierra verticalmente la gubia hasta alcanzar la profundidad deseada, para luego hacer el corte inclinándola. Se debe evitar dañar brotes nuevos y la corona, cortando siempre cinco centímetros por encima de ella. El momento de cosechar un turión blanco es cuando se agrieta la tierra en el lomo, insinuándose su ápice. En el caso de espárrago verde, el corte se realiza a 7 cm de profundidad, eligiendo los turiones con buena aptitud comercial. Dicho corte disminuye la deshidratación del turión porque la parte blanca subterránea es más fibrosa.

La frecuencia de recolección de turiones varía entre 2 y 3 días a principios de temporada. En plena temporada se hacen pasadas diarias y en espárrago blanco hasta 2 veces por día se realiza la recolección.

La cosecha mecánica del espárrago es un tema en investigación y experimentación. Aquellas máquinas que realizan la cosecha completa no hacen distinción en cuanto a la aptitud comercial de los turiones, pues dañan a aquellos en crecimiento. Son más útiles las máquinas agilizadoras de la recolección, que siendo autopropulsadas, llevan a los cosechadores que realizan el corte de los turiones en posiciones más cómodas. Mediante su uso se duplica el

rendimiento de un operario. Aún así, algunas desventajas provocan que no sean de adopción masiva.

Acondicionamiento

El turión es el brote apical del espárrago. Como tal posee tejidos meristemáticos en fase de multiplicación y presenta un metabolismo muy activo. Al ser separado de la planta en el momento de máximo crecimiento, el desarrollo continúa aún después de la recolección. Externamente puede producirse la apertura de las brácteas (punta plumosa) pero los procesos respiratorios que continúan a altas tasas provocan pérdidas de aptitud comercial no visibles: incremento de la fibrosidad desde la base hacia el ápice, reducción de la porción comestible, modificación del sabor, pérdida de azúcares y aroma y adquisición de sabores anormales. Así también la transpiración de los turiones les produce pérdidas de peso y de turgencia.

La respiración en el turión durante el primer día postcosecha se lleva a cabo a altas tasas, muy superiores a las de otras hortalizas. Se consumen entonces gran cantidad de azúcares del jugo que posee el turión.

En conservación se nota una disminución de los azúcares, pérdidas de ácido ascórbico y en los turiones blancos también un aumento de las antocianinas. Esto desnaturaliza al producto, especialmente si es expuesto a la luz y a elevadas temperaturas simultáneamente.

La estructura de los haces vasculares de los turiones luego de la cosecha cambia en forma más rápida en los blancos. En ellos aumenta rápidamente la enzima PAL (fenilalaninaamonioliasa) presente, provocando la veloz lignificación (aumento de la fibrosidad). A temperatura ambiente, la lignificación se hace evidente luego de un día de cosechados los turiones blancos, mientras que en los verdes el proceso tarda el triple.

Para retardar la pérdida de valor comercial de los turiones, producto del metabolismo mencionado, es necesario conservar los mismo en ambientes con bajas temperaturas y alta humedad. Las temperaturas que se utilicen determinarán la vida útil del turión en almacenamiento. El punto de congelamiento se ubica en $-0,6^{\circ}\text{C}$; a 0°C el periodo que admite es menor a diez días; en cambio a 2°C se obtienen mayores tiempos en conservación (2 semanas). En todos los casos la humedad relativa debe alcanzar el 95%. A temperatura ambiente, el espárrago permanece con aptitud comercial alrededor de 2 días

La atmósfera controlada tiene distintos efectos sobre la conservación de los turiones. Las altas concentraciones de CO_2 reducen la aparición de pudrición blanca del extremo de corte. La literatura recomienda concentraciones de CO_2 de 10-14%, mayores a 3% en O_2 , temperaturas entre 1 y 5°C y 95% de humedad relativa como condiciones óptimas para reducir el ataque de enfermedades y retardar el endurecimiento.

Mediante el uso de plásticos permeables al aire y relativamente impermeables al CO_2 , pueden crearse atmósferas modificadas en los envases de turiones.

Los tiempos de conservación citados dependen en gran medida del rápido enfriado que sufran los turiones luego de cosechados y antes de su almacenaje y acondicionamiento. Se cree que existe una correlación inversa entre la sumatoria de unidades de calor que reciben los turiones ya recolectados y el tiempo de conservación que admiten. Debe diferenciarse el enfriado que consiste en la extracción del calor a campo, del mero almacenamiento en cámara. En el espárrago, según las razones explicadas, la primera operación reviste particular importancia en relación a otras frutas y hortalizas.

Se cita 4 horas como el tiempo máximo admitido entre cosecha y enfriamiento. El método más difundido es el hidrogenfriado (hydrocooling) que consiste en disminuir rápidamente la temperatura del turion a través del contacto con agua fría. Puede realizarse por inmersión o aspersión en o con agua a 1°C y en constante agitación o circulación, respectivamente. La circulación del producto puede ser continua o discontinua. Así se logra disminuir la temperatura desde 32°C a $2-4,5^{\circ}\text{C}$ en aproximadamente 4 minutos. Aparte de la reducción del metabolismo del turión, se obtiene la recuperación del agua perdida por el brote desde la cosecha (1-3% del peso fresco). A fin de evitar la propagación de enfermedades, debe clorarse el agua con dosis de 150 a 400 ppm.

Otro método conocido es el enfriado al vacío (vacuum cooling). Es poco utilizado por los largos tiempos empleados para alcanzar bajas temperaturas y por las pérdidas de peso que sufren los turiones (hasta 3% del peso fresco).

Se encuentra en desarrollo un método de enfriado hidroneumático (hydro-aircooling), que aplica un flujo mixto de aire frío y agua helada en proporciones variables según el caso. Es promisorio su futuro por la interesante reducción de costos que produce.

Una práctica conveniente durante la vida de postcosecha del espárrago es el uso de material absorbente, humedecido con agua clorada, en el fondo de los envases donde el turion es colocado con el extremo del corte hacia abajo, para evitar la deshidratación del producto. Desde la recolección se debe evitar la exposición de los brotes a la luz. Debido a que el crecimiento del turión continúa luego de cosechado, es necesario disponerlo verticalmente en los envases para evitar curvaturas.

Comercialización

Con el arribo de los turiones cosechados desde el campo a la planta de empaque, se inicia un proceso para su presentación al consumidor. Consiste en las etapas que se describen a continuación:

En primer lugar se procede a verter los espárragos en piletones con agua para eliminar la tierra adherida. El lavado es repasado a mano en los espárragos blancos. Luego se realiza una clasificación, separando aquellos turiones curvados, rotos o que presenten síntomas manifiestos de daños por enfermedades.

A continuación se extrae el calor de campo de los turiones a través del hidrogenfriado. Mientras esperan su entrada en la línea de empaque, parte de la producción ingresada es almacenada en cámara frigorífica.

Actualmente se dispone en el mercado internacional de varias maquinarias que realizan parcial o totalmente el empaque de los turiones, con diversos grados de intervención de mano de obra. Las más sofisticadas realizan el lavado, preenfriado, corte, clasificación por largo y calibre, formación de mazos y atadura junto al pesado. Los rendimientos varían, según el modelo, entre 800-1000 Kg/hora a 200-300 Kg/hora de producto procesado. También existen modelos que realizan una sola etapa del proceso, tales como: cortadoras, lavadoras, clasificadoras, atadoras, etc.; teniendo mayor proporción de intervención humana. En nuestro país se recomienda la adopción de una tecnología mixta que utilice maquinaria de bajo costo de inversión y mano de obra.

Para evitar el calentamiento de los turiones durante su procesamiento, se pueden colocar en la línea de empaque hidrogenfriados de cortina.

En el llenado de cada unidad de venta al consumidor (mazo, paquete, bandeja) se debe colocar un peso excedente en 5% al nominal. Con esto se compensan las pérdidas de peso por deshidratación que sufrirá el producto durante su comercialización.

Al final de la línea de empaque se colocan las unidades de venta al consumidor dentro de envases mayores, en número variable. La consititución de los envases utilizados depende del destino del producto. Aún así, todos ellos deben permitir la ventilación, el libre movimiento de agua desde y hacia el producto durante el hidrogenfriado, si así se requiere, y considerar el posible alargamiento del turión.

Los envases son etiquetados, conteniendo la siguiente información básica:

- identificación del envasador o comercializador
- naturaleza y origen del producto
- especificación comercial del mismo (tipo)

El producto, debidamente envasado y rotulado, se conserva en cámara frigorífica según las condiciones descriptas anteriormente, en espera del transporte al mercado.

Durante el transporte de los turiones al mercado, se deben mantener las condiciones de almacenamiento descriptas. Por ello el medio utilizado debe disponer de refrigeración.

De la cadena de empaque normalmente se obtiene un rendimiento en producto envasado a mercado en fresco del 60 a 70% en relación al ingresado a la planta. El destinado a exportación representa porcentajes variables entre 30 y 40% del total cosechado. Los turiones sin calidad de exportación y con aptitud para consumo fresco se envían a mercado interno. Una proporción variable del restante se destina a la industrialización.

Tipificación

Los turiones a comercializar deben reunir los siguientes requisitos mínimos: ser frescos, turgentes, rectos, tiernos, sin exceso de fibra, del color deseado, de brácteas inconspicuas, sin ramificaciones ni daños físicos. Además, deben ser sanos, libres de daños provocados por

roedores o insectos, estar prácticamente intactos y libres de olores y sabores extraños y de humedad excesiva.

Cada envase, además de contener turiones que cumplan con los requisitos mínimos, debe tener cierta homogeneidad del producto. Existen rangos de tamaño por cada grado de calidad y escalas de tolerancia respectivas.

Los diferentes mercados poseen distintas tipificaciones por largo y calibre. El USDA no establece largo mínimo del turión, comercializándose en la práctica, en USA turiones mayores a 21 cm de largo. En Europa, las normas de la UE establecen como categorías de largos las siguientes: espárragos largos: 17 a 22 cm; espárragos cortos: 12 a 17 cm y puntas de espárragos: < a 12 cm.

Clasificación por tamaño (diámetro) de espárragos verdes frescos

Norma Californiana		Norma USDA	
Colosal	≥ 2,54 cm	Extra large	≥ 2,22 cm
Jumbo	≥ 2,06 y < 2,54 cm	Large	≥ 1,74 y < 2,22 cm
Extra large	≥ 1,6 y < 2,6 cm	Medium	≥ 1,27 y < 1,74 cm
Large	≥ 1,12 y < 1,6cm	Small	≥ 0,79 y < 1,27 cm
Standard	≥ 0,79 y < 1,12 cm	Very small	< 0,79 cm
Small	≥ 0,48 y < 0,79 cm		

Uso en Argentina	
	<ul style="list-style-type: none">• Más de 22 mm (Jumbo)• De 16 a 22 mm (Extra large)• De 12 a 15,9 mm (Large)• De 8 a 11,9 mm• Menor de 8 mm

Mejoramiento

Los primeros cultivares de espárrago fueron obtenidos a través de la polinización libres entre plantas macho y hembra elegidas en una esparraguera por sus características sobresalientes. Posteriormente, en busca de una mayor homogeneidad de las características de producción, y aprovechando el carácter dioico de la especie, se obtuvieron cultivares híbridos simples y dobles. Con el desarrollo de las técnicas de cultivos de meristemas y micropropagación, comenzó la creación de híbridos clonales obtenidos de la multiplicación vegetativa de una cepa selecta. Así se logra la mayor uniformidad posible en el cultivo implantado y material para la propagación libre de enfermedades.

La descendencia de las plantas andromonoicas (genotipos XY) está compuesta por plantas hembras (XX), machos (XY) y supermachos (YY). Estos últimos dan por descendencia de la fecundación de plantas hembras (XX), una población de individuos exclusivamente machos (XY). O sea: XX por YY resulta un F1 XY. Dicha población rendirá más producto que aquellas variedades con plantas de ambos sexos.

Un cultivar necesita, para su correcta evaluación, un periodo de ensayos de al menos 5 años.

Los principales objetivos del mejoramiento genético en espárrago son:

- rendimiento elevado
- producción agrupada (para cosecha mecánica se busca la producción cíclica)
- disminución de la fibrosidad
- uniformidad de calibre
- resistencia a plagas y enfermedades
- cultivares totalmente masculinos

En la producción de semillas se pueden obtener de una plantación normal entre 500 y 1000 Kg/ha. Es necesaria la presencia de polinizadores para obtener suficiente simiente. Las semillas no poseen latencia y pueden germinar luego de cosechadas y separadas del fruto.

Bibliografía

- Agribusiness Worldwide. 1989. Espárragos: un cultivo de gran valor comercial. Gaceta Agronómica, vol. IX, pp 210-213.
- Alvisi, F. 1991. Il mercato europeo. L'Informatore Agrario. Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia, 19. Diciembre 1991.
- Andrade, N.; Loyola, N. y Ordoñez, A. 1992. Determinación e incidencia de patógenos de postcosecha en turiones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) de exportación. Resúmenes XV Congreso Argentino de Horticultura, ASAHO, 28 de setiembre al 3 de octubre de 1992, Alto Valle de Río Negro y Neuquén.
- Baron, C. y Vallejo, H. 1983. Blanqueo de espárrago mediante utilización de polietileno negro. Gaceta Agronómica Vol III, N° 14, pp 417-427, Buenos Aires. Julio/agosto 1983.
- Bucki, P. 1989. Malezas, Plagas y Enfermedades del Cultivo del Espárrago. Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Horticultura, 9 pp.
- Corriols, L. y Dore, C. 1989. Use of Rank Indexing for Comparative Evaluation of All-male and other Hybrid Types in Asparagus. Journal of the American Society for Horticultural Science, V 114 (2): 328-332..
- Crivelli, G. 1991. Utilizzazione industriale. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Crnko, J. 1981. Cartilla Hortícola para Mendoza y San Juan. Indicaciones para la huerta de gran cultivo. Mendoza, INTA EEA Mendoza, Publicación N° 65, 84 pp.
- Del Zan, F. 1991. La nutrizione minerale: teoria e pratica. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Falavigna, A. 1991. Confronti varietali. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Fantino, M.G. 1991. Agenti fungini e mezzi di lotta. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Fundación Chile. 1994. El cultivo de espárrago en Chile. División Frutas y Hortalizas. Publicación Técnica N° 9. Chile, 32 pp.
- Garay, F.; Cantos de Ruiz, S.; Baez, M.I. 1992. Comportamiento del cultivo de espárrago en la zona de riego de Santiago del Estero. Resúmenes XV Congreso Argentino de Horticultura, ASAHO, 28 de setiembre al 3 de octubre de 1992, Alto Valle de Río Negro y Neuquén.
- Gorini, F. y Monzini, A. 1991. Commercializzazione del fresco. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Krarpup, H. 1991. Documento N° 2: Espárrago. Curso de especialización en cultivos hortícolas. Cinco Saltos, Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias, 8 al 11 de julio de 1991.
- Krarpup, H. y Henzi, M.X. 1992. Rendimientos semanales y sus correlaciones con temperaturas medias semanales, en siete cultivares de espárrago para verde. Resúmenes XV Congreso Argentino de Horticultura, ASAHO, 28 de setiembre al 3 de octubre de 1992, Alto Valle de Río Negro y Neuquén.
- Mallar, A.; Limongelli, J.C.; De Francesce, R. 1979. Estudio comparativo de rendimiento de una esparraguera en siembra directa y transplante. Horticultura N° 30 EEA INTA San Pedro.
- Marotto Borrego, J.V. 1980. Horticultura Herbácea Especial. 2° edición revisada y ampliada. Madrid: Mundi-Prensa. 590 pp.
- Mudrige, A. y Chavez, A. 1988. Almacenamiento de espárrago a baja temperatura. Horticultura Argentina ASAHO, V 7 N° 15 pp 11-15.
- Pimpini, F. y Chillemi, G. 1991. Moderni sistemi de propagazione, criteri d'impianto e tecniche de coltivazione. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Pollini, A. 1991. Fitofage e mezzi de lotta. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Prats, J. 1991. Producciones no tradicionales: el cultivo de espárrago. Análisis de rentabilidad del cultivo del Espárrago. Revista Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. Año III N° 8.
- Quagliani, A.J.; Ferrato, J.A.; Firpo, J.T.; Zuliani, S. 1989. Manejo técnico y rentabilidad de la exportación de espárragos producidos en la zona hortícola de Rosario. Fundación de Estudios sobre Ingeniería Comercial Agropecuaria FEICA. Rosario, Argentina. 130 pp.
- Rasines, M. y Degele, C. 1992. Evaluación sobre el manejo del riego en un cultivo de espárrago. Resúmenes XV Congreso Argentino de Horticultura, ASAHO, 28 de setiembre al 3 de octubre de 1992, Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

- Rodriguez, J.P. 1978. Ensayo de distancias de plantación en espárrago de blanqueo. Horticultura N° 23. EEA INTA San Pedro.
- Rodriguez, J.P. 1993. El cultivo de espárrago. EEA INTA San Pedro, 8 pp.
- Rodriguez, J.P. y Frutos, L. 1978. Ensayo comparativo de rendimientos en espárrago de blanqueo. Horticultura N° 10. EEA INTA San Pedro.
- Rodriguez, J.P. 1987. Ensayo de cultivares espárrago de blanqueo. Análisis de cuatro cosechas. Información para Extensión. Horticultura N° 11. EEA INTA San Pedro.
- Trentini, L.A. 1991. Che punto e la meccanizzazione della coltura dell'asparago. L'Informatore Agrario, Supplemento al N° 49, Anno XLVII. 58 pp Italia.
- Undurraga Martinez, P. y Mesa Latorre, F. 1986. Criterios de calidad en la elección de coronas de espárragos para trasplante. Revista Frutícola V 7 N° 2, pp 62-64
- Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias, 1995. CATEDRA DE HORTICULTURA. Apuntes.
- Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Agrarias.1988. Manejo técnico y rentabilidad de la exportación de espárrago. Cómo exportar hortalizas. Encuentro con quienes ya han exportado. Los Hornos, pdo. de La Plata.
- Vigliola, M.I. 1992. Manual de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur. 1° reimpresión de la 2° edición. 235 pp.
- Villegas, A.; Benito, M.; Driussi, E. 1989. Ensayo de especies hortícolas con destino al consumo en fresco, congelado y deshidratado para mercado interno y externo. Tomo I y II. Secretaria de Estado del Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo (COPADEF). Neuquén.
- Winograd, M. 1991. El cultivo de espárrago en la Argentina. Gaceta Agronómica V XI. N° 69, pp 109-119. Buenos Aires.