
El Cultivo del Espárrago en el Trópico



ZAMORANO

Alfredo Montes L., Ph. D.
Miguel Holle O., Ph. D.

El Cultivo del Espárrago en el Trópico

Alfredo Montes L., Ph. D.
Miguel Holle O., Ph. D.

Publicado por
Zamorano Academic Press

Editor, Diseño y Composición:

Héctor A. Barletta, M.A.

Ilustraciones:

Henry Nahúm Saucedo

Fotografía Portada:

Sunseeds Genetics, Inc.

Royal Sluis

Fotografía Interior:

Alfredo Montes

Departamento de Horticultura
Escuela Agrícola Panamericana,
Zamorano, Honduras.
1994

206829

© 1994. Zamorano Academic Press.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro sin la autorización de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Montes, A. y M. Holle. 1994. El cultivo del espárrago en el trópico. Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press. 90 p.

13-108

1 INTRODUCCION

7 IMPORTANCIA DEL CULTIVO A NIVEL MUNDIAL

9 Importancia económica

12 BOTANICA

12 Descripción

13 Semillas

16 Almacenamiento de las semillas

17 Condiciones necesarias para la germinación

17 El proceso de germinación y los estados de desarrollo de la nueva planta

20 Localización de los brotes en la corona

20 Expresión del sexo durante el almácigo

20 Variación del sexo

21 Fruto

22 CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

22 Condiciones ambientales

22 Clima

24 Suelo

25 Cultivares

CONTENIDO

- 32 Formas de propagar el espárrago
- 35 Siembra
- 36 Selección de coronas
- 38 División de coronas
- 38 Establecimiento de la plantación
- 39 Epoca de siembra
- 39 Densidad de siembra
- 39 Profundidad de siembra
- 40 Colocación de las coronas
- 40 Manejo de la plantación durante el primer año
- 42 Manejo de la plantación después del primer año
- 51 Factores que influyen en el rendimiento
- 51 Edad y cosecha
- 52 Envejecimiento de las coronas
- 54 Cosecha
- 57 Métodos para producción de semillas
- 58 Selección de plantas para semillas
- 59 Cosecha y clasificación de las semillas
- 59 Riego
- 60 Fertilización

62 Insectos

63 Enfermedades

65 VALOR NUTRICIONAL

67 ANEXOS

69 Algunas impresiones sobre el cultivo del espárrago en el Perú (1972) por G. Hanna

75 El cultivo de espárrago en el sur de Taiwan (área de Tainan, 1978) por M. Holle

79 BIBLIOGRAFIA

EL CULTIVO DEL ESPARRAGO EN EL TROPICO

INTRODUCCION

El espárrago que conocemos (*Asparagus officinalis*) es una de las numerosas especies de espárragos comestibles existentes en el mundo, perteneciente a la familia de las Liliáceas. Su nombre resulta de la forma latinizada de una antigua palabra griega. Se le llama **asperge** en Francia y Holanda, **spargel** en Alemania y **asparagus** en inglés.

Se cree que la planta de espárrago es originaria del Este del Mediterráneo y del Asia Menor. Generalmente se encuentra creciendo en forma silvestre en el trascaucaso, Europa e incluso en muchos sitios de Norteamérica. Es común encontrarlo en lechos de ríos y cerca del agua salada, donde tolera altos niveles de salinidad.

Antes de que el espárrago fuera considerado como alimento, fue usado como planta ornamental; luego adquirió reputación como hierba medicinal, que curaba desde picaduras de abejas y problemas cardíacos hasta dolores de muelas. En ciertos casos se le atribuían propiedades afrodisíacas.

Se sabe que los primeros que recolectaban espárragos eran los griegos. Posteriormente, los romanos, alrededor del año 200 a.c., describen instrucciones detalladas para su cultivo, cuya vigencia se mantiene actualmente, con la única diferencia que preferían la propagación por semilla. Los romanos solían consumirlo fresco y seco. Su difusión a través de Europa fue rápida y con la colonización de América, vino al Nuevo Mundo.

El espárrago es una planta dioica, es decir, que más o menos la mitad de la planta posee flores femeninas y la otra mitad, flores masculinas. Es una planta perenne que puede permanecer productiva por 30 años. Desde el punto de vista nutricional, el espárrago es una buena fuente de vitamina A y C. (Cuadro 1).

La demanda mundial de esta hortaliza ha motivado que se desarrollen técnicas de producción que tienden a adaptarse a los diferentes climas, incluyendo el trópico y el sub-trópico.

Tradicionalmente, el espárrago ha sido cultivado bajo condiciones de clima templado. Su cosecha se ha restringido a los meses correspondientes a la primavera y el verano. Aproximadamente, a partir de 1950, la demanda del mercado estableció un mayor interés por producir espárrago en países dentro de la región tropical y sub-tropical, tratando de satisfacer un mercado de seis meses.

A nivel mundial, las estadísticas revelan que existen en la actualidad aproximadamente 150,000 ha de espárrago con un valor estimado en más de un billón de dólares.

Inicialmente, el espárrago consumido en el mercado europeo era el blanco. Posteriormente, en los Estados Unidos se desarrolló el mercado para el espárrago verde. Por lo tanto, en el mundo existe mercado para dos tipos de espárrago: a) espárrago blanco proveniente de turiones cosechados antes de emerger, y b) espárrago verde, proveniente de turiones que han emergido 20 a 30 cm. sobre la superficie del suelo.

El mercado para espárrago blanco se concentra predominantemente en Europa, Africa del Sur y Taiwan, mientras que el espárrago verde es común en Norteamérica, Australia, Canadá, Japón y Nueva Zelanda.

Generalmente, la mayor parte (60%) del espárrago producido, corresponde al verde. Inicialmente, la mayor parte del espárrago producido, verde o blanco, se comercializaba procesado (enlatado o congelado) y muy poco se distribuía fresco. En la última década esta tendencia ha ido cambiando. La producción de espárrago enlatado se ha reducido notablemente, mientras que el espárrago fresco ha aumentado hasta un 65%

Durante 1950, el cultivo de espárrago fue introducido en la costa norte del Perú, en el departamento de La Libertad, donde se desarrolló inmediatamente una floreciente industria de espárrago blanco enlatado, cuya siembra se localizaba en los valles de Viru y Trujillo. Estas zonas ofrecían al cultivo condiciones especiales de suelo y clima, que permitieron manejarlo en forma continuada, con dos cosechas al año. Para 1970 ya habían sembradas 3,000 ha, comprendidas en los valles de Trujillo, Viru y El Santa. Actualmente el cultivo se ha extendido a otros valles (Supe, Huaura, Huacho, Lima e Ica), donde ha alcanzando una extensión que se aproxima a las 15,000 ha.

La producción de espárrago en Perú es casi exclusiva para el mercado de exportación (98%). La mayor parte se exporta enlatado, aunque últimamente se ha expandido el mercado para

espárrago fresco y congelado. La producción de espárrago blanco enlatado se concentra en la región norte del país. Dinamarca, Alemania y Holanda constituyen los principales mercados para esta producción.

A partir de 1986, el departamento de Ica, localizado en la costa, a 300 kilómetros de Lima, ha iniciado un programa de exportación de espárrago verde destinado a los mercados de los Estados Unidos, Japón y Reino Unido.

Para 1960, Taiwan inicia sus siembras experimentales de espárrago con miras de atender el mercado local y de exportación. Después de repetidas observaciones en el campo, los investigadores encontraron que era posible cultivar espárrago en la región y que sólo habría que hacer algunos cambios y ajustes en las técnicas del cultivo. Debido a las condiciones especiales de clima en Taiwan, la planta de espárrago continúa creciendo, lo que hace posible cosechar turiones de tamaño comercial durante todo el año. Para 1980, Taiwan alcanzó sembrar 10,000 ha de espárrago, cuya mayor parte se destina al enlatado de espárrago blanco para la exportación. Así, Taiwan se constituye como el primer país exportador de espárrago blanco enlatado a nivel mundial.

Las perspectivas de la producción de espárrago en Taiwan para el futuro, son inciertas, debido al aumento en el costo de la mano de obra en ese país. Como resultado, durante la década de 1980 -1990, Taiwan ha tenido una marcada reducción en su producción de espárrago. Esta disminución ha permitido que varios países asiáticos (Malasia, Tailandia, Indonesia, Filipinas y Sri Lanka) inicien su producción. Lo mismo ocurre en Africa del Sur, mientras Perú continúa incrementando su área, seguido por Chile, Brasil y Argentina.

En el caso de Australia y Nueva Zelanda, países que poseen climas tropicales y sub-tropicales, la producción de espárrago está orientada hacia el tipo verde. Sus áreas de producción abarcan una extensión de 3,500 y 3,000 ha, respectivamente.

En el continente africano, Sudáfrica es el principal productor de espárrago blanco. Todo el cultivo se concentra en Johannesburg (Transval) y Ficksberg.

En Centroamérica, a partir de 1966, se inicia el cultivo de espárrago, con siembras en Guatemala. Las principales plantaciones se hicieron en Quezaltenango con la producción de espárrago blanco. Actualmente, Guatemala cuenta con 800 ha en explotación. Otro país que durante 1987 inició la siembra de espárrago fue Costa Rica, que destinó 40 ha a este cultivo. Igualmente, Honduras y El Salvador establecieron parcelas experimentales en las zonas bajas, medias y altas, con el objetivo de encontrar la más apropiada para la producción de espárrago, preferentemente del tipo verde.

El mayor problema que presenta el espárrago producido en el trópico es su baja calidad, ocasionada por el exceso de temperatura. No existe información de cómo cultivar apropiadamente espárrago en el trópico húmedo o en el trópico seco. El sistema de "planta madrina", empleado en Taiwan, puede ser utilizado con éxito bajo condiciones similares de clima. En Taiwan, las plantas permanecen sin cosecharse durante un período de tres meses. Por su parte, el sistema peruano permite obtener dos cosechas por año. Con este sistema se somete la planta a períodos de reposo forzado antes de cada cosecha, por medio de la supresión completa del riego durante una fase que fluctúa de uno a dos meses. Las condiciones climáticas de la costa del Perú (temperaturas moderadas sin precipitación), permiten tener éxito con este manejo debido a su característica sub-tropical.

IMPORTANCIA DEL CULTIVO A NIVEL MUNDIAL

Originalmente la producción mundial de espárrago estuvo concentrada en Europa y Estados Unidos de Norteamérica. A partir de 1950, esta distribución ha ido cambiando, entrando a la escena países de clima templado como: Australia, Nueva Zelanda, México, Canada, Chile, Argentina Japón y países del trópico y sub-trópico como Taiwan, Sudáfrica, Perú, Ecuador y Colombia. Se calcula que en la actualidad, la producción mundial de espárrago asciende a 156,100 ha con un valor estimado que supera el billón de dólares. Del área total, se calcula que el 30% se dedica a la industria de enlatado y congelado; el resto se comercializa fresco.

El 60% del total de la producción está dividido entre Europa y Estados Unidos, cubriendo una extensión de 100,000 ha. Asia sigue en importancia, con 20,000 ha, donde Taiwan y Japón tienen el liderazgo en este continente. Taiwan produce espárrago blanco pelado y Japón se concentra en la producción de espárrago verde. América del Sur está representada por Perú con 15,000 ha, de las cuales el 60% son de espárrago blanco pelado y el 40 % de espárrago verde.

Chile está en el segundo lugar con casi 10,000 ha, cuya mayor parte es espárrago verde. Completan la producción suramericana Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela, con aproximadamente 4,500 ha, en su mayoría de espárrago verde. En Australia y Nueva Zelandia cultivan alrededor de 6,500 ha, de las cuales le corresponden 3,500 ha a Australia y el resto a Nueva Zelandia. En ambos países, la producción está orientada hacia el espárrago verde.

Por último, está el continente africano que tiene como su mayor productor a Sudáfrica, con 3,250 ha cultivadas en un 90% de espárrago blanco.

En los últimos años, se ha incrementado el interés por este cultivo en la región centroamericana, donde Guatemala sobresale con 800 ha dedicadas a este propósito. En otros países, como Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua esta actividad es reciente. La tendencia predominante en la región es la de producir espárrago verde para el mercado norteamericano y japonés.

Hasta la fecha, el espárrago que más se consume es el verde, cuya demanda se incrementa año con año. Se puede decir que del total de la producción mundial, aproximadamente el 60% corresponde al verde y el 40% al blanco. Esta situación demuestra la existencia de un cambio gradual hacia el espárrago verde durante los últimos años. Se pronostica que para el año 2,000 la mayoría del espárrago producido será destinado para consumo en verde.

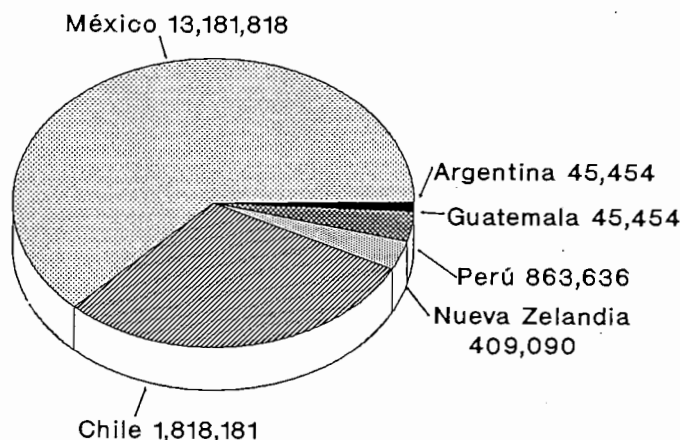
IMPORTANCIA ECONOMICA

La comercialización del espárrago se puede dividir en dos grandes mercados: el europeo y el norteamericano. La diferencia básica entre estos dos mercados la constituye el tipo de espárrago. Hasta la fecha, Europa consume más espárrago blanco que verde, aunque en estos últimos años el consumo del verde se ha incrementado considerablemente. Los Estados Unidos de Norteamérica consumen mayormente espárrago verde. Este país dedica 51,000 ha con una producción de 106,681,818 kg en 1987, cuyo valor estimado es de 136 millones de dólares. Europa y los Estados Unidos son los principales productores de espárrago en el mundo.

Sin embargo, para ese mismo año, los Estados Unidos reportan importaciones de 15,090,909 kg y presentan un incremento de 14% para 1988.

La estacionalidad de la producción del espárrago norteamericano, hace que se concentre entre los meses de febrero a junio de cada año. De julio a enero, los Estados Unidos importaron espárrago fresco verde de seis países, en su mayoría de América Latina.

La gráfica muestra la cantidad (kg) de espárrago verde fresco importado por los Estados Unidos durante 1989 de los siguientes países:



Fuente: 1.- The Almanac 1989. Crop Reporting Board, Statistical Reporting Service, USDA, p. 529.

2.- Horticultural Products Review, USDA, Foreign Agricultural Service, FHORT 2-90, February 1990, p. 33.

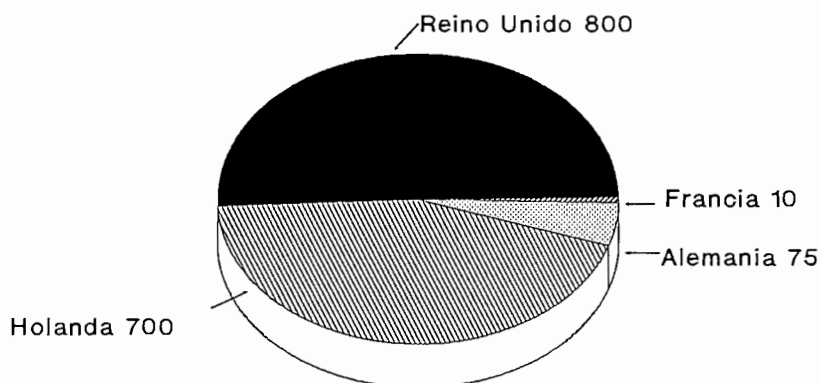
Comparado con importaciones anteriores, se nota un aumento del 49%, lo que demuestra la existencia de una creciente demanda, cuya tendencia continúa manifestándose.

Las importaciones de espárrago de Europa se concentran en 10 mercados selectos. El mercado europeo tiene dimensiones similares a las del mercado norteamericano.

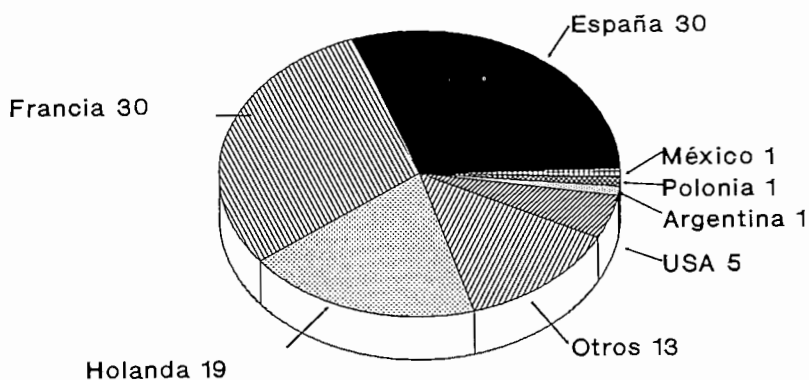
Para 1987, el valor de las importaciones procedentes de países de la Comunidad Económica Europea (CEE) alcanzó un total de \$ 139,750,000 mientras que el valor correspondiente a importaciones de países no europeos fue de \$9,845,000*

*Fuente: FS Material/Oxford University. NYMEX/Eurostat, 1987.

El mercado del espárrago verde en Europa, se distribuye de la siguiente manera (toneladas por país):



Los principales abastecedores de espárrago verde son (porcentaje por país):



La mayoría de los países europeos prefieren el consumo de espárrago blanco, con excepción de Inglaterra e Italia que consumen más el espárrago verde. En general existe una mayor tendencia hacia el consumo de espárrago verde.

BOTANICA

DESCRIPCION

El espárrago, *Asparagus officinalis*, pertenece al género *Asparagus*, de la familia de las Liliaceas. Es la única especie de la familia que se cultiva extensivamente para cumplir una función alimenticia.

El uso del espárrago como alimento se remonta a la época de los griegos y romanos (Hendrick, 1919). El género puede encontrarse desde Siberia hasta Africa del Sur, aunque la localización de *A. officinalis* se ha establecido entre Inglaterra, Europa continental y Asia Central. Las plantas nativas de estas zonas han crecido siempre en forma silvestre, regularmente en las riberas de los ríos y en las playas (Bowell, 1949).

La planta está compuesta por un conjunto de ramas delgadas y cilíndricas que proceden de un conglomerado de yemas, las que a su vez se originan de un tejido reservorio denominado "corona" o "garra". Las inflorescencias emergen de las axilas de las ramas; las hojas verdes son pequeñas y cilíndricas.

Aunque todas las especies de *Asparagus* pueden ser propagadas por división de sus raíces reservorias, se trata en realidad de una planta perenne y dioica. Sin embargo, Sneepe (1953) anota que si bien una determinada planta puede ser

enteramente masculina, en un año dado es posible que se observen algunas flores hermafroditas.

Desde el punto de vista descriptivo, la inflorescencia femenina es trilobulada, con ovario superior, estilo tripartido y vestigios de estambres. Por su parte, las flores masculinas tienen seis estambres unidos en la base del perianto, mostrando un ovario rudimentario (Robbins and Jones, 1925). Algunas veces se presentan flores perfectas hacia la base de la planta.

De todas las especies conocidas, *A. officinalis*, es la única que crece en forma erecta y produce brotes comestibles.

SEMILLAS

En cualquier lote de semilla podrán observarse claramente las dos conformaciones diferentes que se muestran en la Figura. 1. Si en la cavidad de la baya se desarrollan dos óvulos, la semilla se achata debido a la presión mutua. Por el contrario, cuando sólo un óvulo ocupa la cavidad, la semilla será redondeada. No hay razones para afirmar que uno de los tipos sea superior al otro.

Hay considerable variación en el peso de las semillas entre diferentes cultivares. Asimismo, el lavado y la limpieza incompleta determinan la aparición de cantidades muy diversas de pericarpio adherido a la superficie de las semillas, observándose como una fina película blanca que cubre los tegumentos.

El embrión es la parte más pequeña de la semilla. Es de estructura simple y forma algo curvada (Fig.1). En un extremo, presenta la zona radicular con una ligera depresión en la base, donde se encuentra el punto de crecimiento.

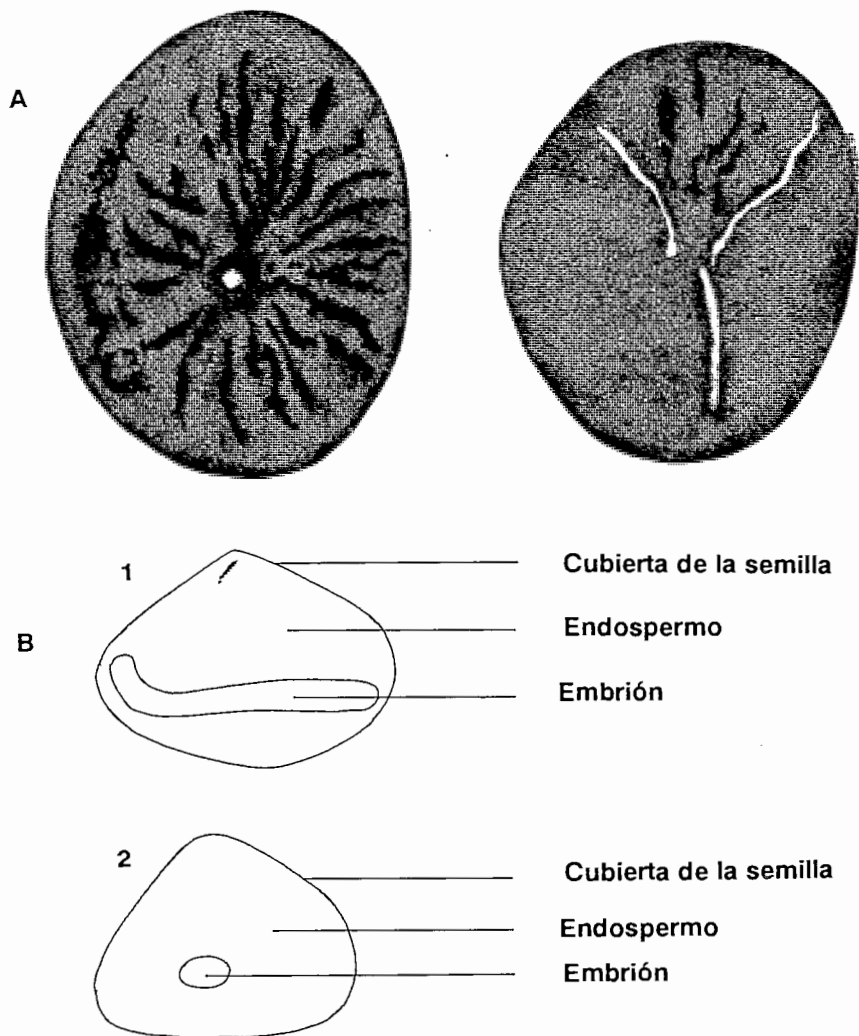


Figura 1. Morfología de la semilla de espárrago. **A.** Dos formas de semilla de espárrago. A la izquierda se observa una semilla redonda proveniente de un lóculo de una sóla semilla. A la derecha se observa una semilla achatada en un lado o proveniente de un lóculo que produce dos semillas. **B.** Diagrama de la posición del embrión en la semilla. 1. Corte longitudinal. 2. Corte transversal.

El resto del embrión está constituido por el cotiledón, que permanece en contacto con el endospermo durante los estados tempranos de la germinación, de donde absorbe el alimento para el desarrollo de las zonas de crecimiento (Fig. 2).

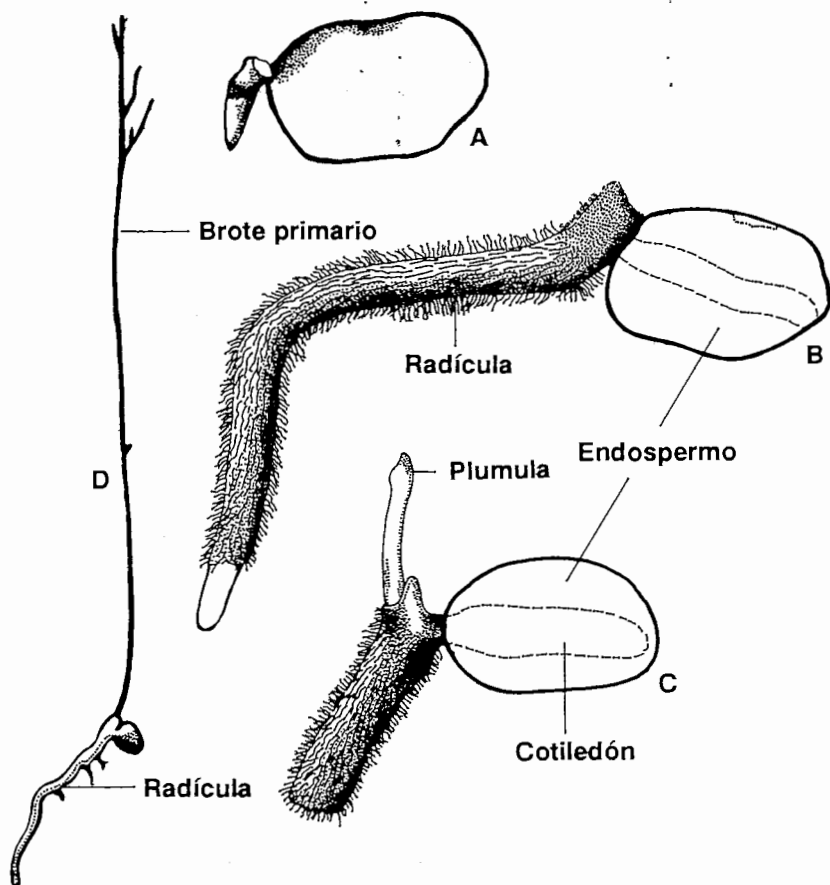


Figura 2. Primeros estados en el desarrollo de las plántulas de espárrago. A. 7 días; B. 10 días; C. 12 días; y D. 18 días después de sembrada la semilla.

El endospermo almacena básicamente dos tipos de compuestos: la hemicelulosa y proteína en las paredes de la célula, y la grasa, que se localiza en las cavidades celulares (Fig.3).

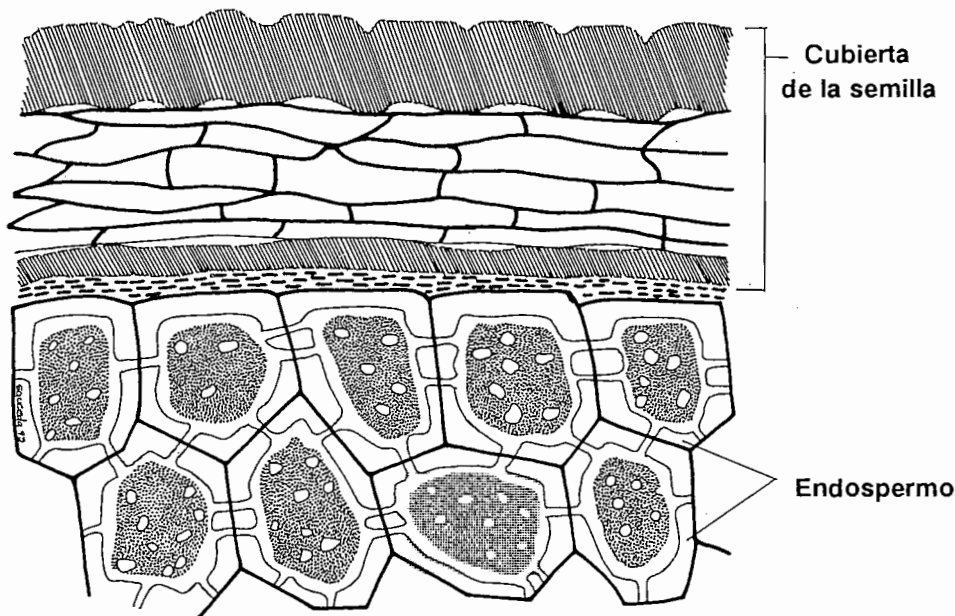


Figura 3. Sección transversal de una porción de semilla de espárrago. Observe los tegumentos de la semilla y las células componentes del endospermo, las cuales presentan paredes engrosadas de hemicelulosa y cavidades llenas de glóbulos de aceite y gránulos de proteína.

Almacenamiento de la semilla. Son muchas las condiciones que pueden afectar la viabilidad de la semilla. Una vez que la semilla alcanza la madurez, el embrión (la parte esencial) se encuentra en estado inactivo. Para preservar esa inactividad, la temperatura y humedad relativa deben mantenerse bajas y uniformes durante el almacenamiento. En condiciones óptimas ($2-5^{\circ}\text{C}$ y $50-60\% \text{HR}$), la semilla de espárrago permanecerá viable por un período de 5 a 7 años. Antes de la siembra en el campo, se recomienda efectuar una prueba de germinación, para determinar el porcentaje de viabilidad real y así calcular la cantidad de semilla que deberá emplearse.

Condiciones necesarias para la germinación. La cantidad y velocidad de germinación de las semillas dependerá del adecuado manejo del abastecimiento de agua y oxígeno, así como de la temperatura del suelo y la profundidad de siembra.

A temperaturas ordinarias, si no se le provee suficiente aireación, la semilla resistirá sin germinar un período prolongado bajo el agua.

La temperatura óptima para la germinación es entre 25 y 30 °C. El proceso se retrasa cuando se reduce la temperatura por debajo de esos niveles (Borthwick, 1925). Varios investigadores han demostrado que es posible acelerar la germinación mediante el remojo de la semilla en agua, lo que facilitará la emergencia de la nueva planta. Cuando se mantiene remojada la semilla entre 3 a 5 días a temperaturas de 30-40 °C por 72 horas, se logrará la germinación en 15 días.

Por otra parte, cuanto más pronto el brote alcanza la superficie, tanto mayores serán las probabilidades de supervivencia. Por ello, debe prestarse especial atención a la profundidad de siembra.

Regularmente, y con todas las condiciones integradas en forma adecuada, las raíces romperán los tegumentos y la nueva planta habrá de emerger en un período que puede fluctuar entre 12 y 18 días.

Proceso de germinación y estados de desarrollo de la nueva planta. La primera etapa del proceso de germinación, constituida por la absorción de agua, se cumple al ablandarse los tegumentos, que permiten el ingreso de oxígeno y la eliminación de anhídrido carbónico. A 35 °C, la semilla sumergida en agua absorbe aproximadamente 43% de agua en unas 48 horas.

Tan pronto como las células del endospermo se han diluído, las enzimas que intervienen en su digestión se movilizan; gradualmente, las paredes de la hemicelulosa se van adelgazando, a medida que sus componentes se van convirtiendo en azúcares. Mientras tanto, se inicia la digestión de proteínas y grasas, transfiriéndolas a los puntos de crecimiento del embrión. Allí, los nutrientes solubilizados se transforman nuevamente en paredes de celulosa y material viviente.

Todas las células de la semilla en germinación se hallan en plena actividad, elevando su ritmo respiratorio con el avance de la transformación.

Ya se ha señalado que el embrión está rodeado por el endospermo (Fig. 2). El cotiledón, al absorber alimento y transferirlo a los puntos de crecimiento, se agranda paulatinamente a expensas del endospermo, hasta consumirlo totalmente. El contacto entre el embrión y el endospermo se mantiene por un período de 3 a 4 semanas.

Una vez que la planta ha logrado desarrollar su raíz principal, aparece la primera hoja verdadera. El cotiledón y la porción no digerida del endospermo se marchita y se separa de la planta.

La raíz es la primera estructura del embrión que rompe los tegumentos de la semilla. Inmediatamente después aparecen los pelos absoorbentes. Cuando la raíz principal alcanza una longitud de 0.5 a 1.0 cm, aparece una joroba o elevación en la parte posterior de la zona donde se encuentran los pelos absoorbentes (Fig.3).

La raíz primaria, que emerge a través de una ligera abertura, se dirige hacia abajo, desarrollando raíces laterales para dar mayor poder de absorción a la nueva planta. Raras veces la longitud de la raíz principal supera los 12-15 cm, manteniendo siempre una

aparición más delgada y fibrosa que las raíces reservorio, que habrán de desarrollarse posteriormente.

El brote que dará origen al tallo principal se dirige hacia arriba, y tan pronto alcanza la luz, desarrolla clorofila y unas cuantas ramas y hojas.

Tanto la raíz como el tallo principal alcanzan una longitud de 7-10 cm antes de desprenderse de los tejidos alimenticios originales, los que mueren antes de que la plántula culmine su primera etapa de crecimiento; luego, aparecen los brotes y las raíces secundarias.

Cada nuevo brote que emerge de la corona en formación es más grande que su antecesor, como respuesta directa al incremento de material de reserva que va acumulándose en la corona (Fig. 4).

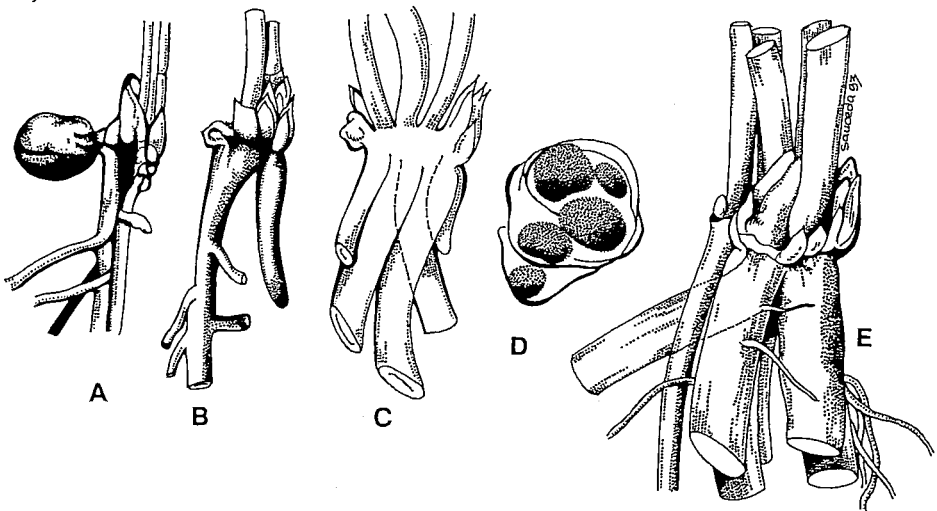


Figura 4. Estados en el desarrollo de la nueva planta de espárrago. A. Planta joven adherida a la semilla. B. Planta joven con brote primario y raíz secundaria emergiendo. C. Muestra 3 raíces secundarias y sus respectivos brotes. D. Corte transversal mostrando la posición de nuevos brotes. E. Muestra nuevos brotes, yemas y raíces secundarias.

El ritmo de crecimiento de la nueva planta, ya sea en el almácigo o en su lugar definitivo en el campo, dependerá en forma general de la temperatura, las condiciones del suelo, y muy particularmente, del abastecimiento de agua. La deficiencia en el aprovisionamiento de agua se refleja con gran rapidez en un retardo del crecimiento.

Localización de los brotes en la corona. Los turiones grandes se originan normalmente en las extremidades de la sección principal de la corona. Los brotes pequeños emergen de las secciones laterales, casi siempre cerca de las porciones más viejas de la corona (Fig.4).

Los brotes que se forman al inicio de la estación de cultivo resultan más grandes que los desarrollados hacia el fin del período, como respuesta directa a la diferente cantidad de sustancias de reserva almacenadas en la corona.

Expresión del sexo durante el almácigo. Usualmente, bajo las condiciones de cultivo en la costa peruana (subtrópico), la planta alcanza su estadio reproductivo durante la primera etapa de manejo en el almácigo.

Con frecuencia es posible, aún antes de que la planta llegue a la floración, distinguir las plantas masculinas de las femeninas por el número de brotes que se observan. Generalmente, la planta femenina presenta brotes más altos y menos numerosos que la masculina. Esta última siempre florece 30 a 40 días antes. Puede decirse que, regularmente, las plantas masculinas producen más turiones y un mayor peso total por corona, pero el diámetro del turión es en promedio menor que el de las femeninas.

Variación del sexo. Robbins y Jones (1925) separaron plantas masculinas y femeninas, analizando la producción de cada sexo. Los elementos masculinos produjeron mayor número de turiones

y un rendimiento más alto por hectárea, aún cuando los turiones procedentes de plantas femeninas tenían un mayor tamaño.

Rick y Hanna (1943), mientras tanto, establecieron que la masculinidad en el espárrago es heterogamética y hereditaria, constituyendo un factor individual Mendeliano y dominante. Las plantas que crecen de semilla producida por flores perfectas en plantas masculinas, se desarrollarán en una proporción de tres plantas masculinas por cada femenina (3:1). Una de las plantas masculinas habrá de ser homocigota. Sin embargo, las observaciones de Peirce y Currence (1962) modificaron tales asertos, afirmando la existencia de un sistema de heterocromosomas y genes que, en combinación, producen plantas masculinas, femeninas y hermafroditas.

FRUTO

El fruto es una baya de color verde en su etapa inicial. Se observa un paulatino cambio hacia el rojo a medida que avanza su maduración. Al completarse la maduración, el fruto adquiere una forma esférica; su pared, el eje central y también las paredes que separan las cavidades internas (lóculos), son carnosas.

En una plantación de espárragos es bastante frecuente encontrar cierto número de frutos que maduran prematuramente y que, al no alcanzar el tamaño regular, por lo general contienen semillas que no son viables. Estos frutos se identifican fácilmente por su color anaranjado brillante.

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO ⁽¹⁾

CONDICIONES AMBIENTALES

CLIMA.

El espárrago, aunque es originario de climas templados, posee una gran capacidad de adaptación. Se logran buenas cosechas en zonas de climas tropicales y subtropicales, como sucede en la costa peruana, en Taiwan o en Australia. En el caso de Perú, su zona costera carece de precipitación, por lo que el cultivo se puede desarrollar en forma continua, cosechándose dos veces por año. Bajo esas condiciones, se recomienda evitar que el momento de cosecha coincida con la época de mayor calor, ya que ello influiría directamente en una merma de la calidad de los turiones y por consiguiente, en el rendimiento de la plantación.

(1) Los datos generales han sido obtenidos de experiencias en campos comerciales con prácticas idóneas.

En el caso de Taiwan, el clima prevaleciente tiene épocas de alta precipitación. Por ello, el cultivo se maneja bajo el sistema de cosecha continua de una porción de la planta, dejando la otra parte en crecimiento. Este procedimiento permite cosechar todo el año, aunque en la práctica, los agricultores se limitan a cosecharlo durante 7 a 8 meses para dejar la planta en crecimiento total lo que resta del año.

En Australasia, el sistema empleado consiste en dejar la plantación en la fase de crecimiento durante el período lluvioso y cosecharla durante el período seco. Este mismo sistema es el que podría adaptarse para el trópico centroamericano.

Se ha comprobado que, cuando el turión ha alcanzado una altura de unos 20 cm, las temperaturas que más favorecen su crecimiento están entre 8 y 25 °C. Blumefield et al. (1960), Cupepper y Moon (1939), encontraron que el crecimiento se duplicaba por cada 8 °C de aumento en la temperatura, entre los 10 y 23 °C.

En general, las zonas que presentan promedios mensuales entre 15 y 25 °C ofrecen condiciones adecuadas para el cultivo. Las temperaturas superiores a los 30 °C promueven características indeseables, como el rameo y deshidratación del turión. Los brotes sometidos a temperaturas de 40 °C producen ramas con apenas 5 cm de emergencia sobre la superficie del suelo. El mejor rendimiento parece obtenerse con temperaturas medias durante el día (20 a 25 °C), y bajas durante la noche (8 a 10 °C).

Los vientos fuertes tienden a retardar el crecimiento en el lado de incidencia, dando origen a turiones torcidos.

SUELO

Aunque el espárrago se ha cultivado en suelos con características muy diferentes, que varían desde la arcilla a arenas muy finas, o incluso suelos de naturaleza orgánica, se debe prestar especial atención a este factor cuando se intenta establecer una plantación.

El suelo más aconsejable es el franco-arenoso. En suelos con tendencia arenosa, la labranza es menos laboriosa y de menor costo. Estos suelos presentan la propiedad de ser bien aireados y de secarse rápidamente después del riego o la lluvia. Además, no forman costra en la superficie, dando como resultado un producto más atractivo que el obtenido en suelos pesados. Sin embargo, no es conveniente que el suelo sea demasiado suelto o ligero, especialmente si el subsuelo está compuesto por arena y grava. Ha de tenerse en cuenta que el subsuelo debe retener humedad, manteniendo a la vez un buen drenaje.

Los suelos arcillosos no son aconsejables para la producción comercial, debido a su mala aireación, la dificultad de labranza y la lentitud con que se calientan en invierno. En este tipo de suelos, sólo es posible cultivar con éxito espárragos verdes, con un porcentaje alto de turiones curvados.

Los suelos orgánicos, que tienen la soltura de los arenosos, presentan además un alto nivel de fertilidad que los vuelve óptimos para este cultivo.

Los suelos arenosos, aunque presentan textura deseable para una buena emergencia del turión, alcanzan temperaturas muy elevadas, que afectan su calidad. Si ha de establecerse una plantación en este tipo de suelos, la cosecha debe programarse para los meses de menor calor.

El cultivo de espárrago disminuye su rendimiento en suelos salinos, pero tampoco tolera suelos ácidos. El pH que más favorece al cultivo está en el rango de 5.8 a 7.8. Los suelos desde ligeramente ácidos a neutros son los mejores para el cultivo. Si bien el espárrago soporta altos niveles de salinidad, en este tipo de suelos no se obtienen las mejores cosechas.

CULTIVARES

La selección del cultivar debe seguir los criterios de alto rendimiento, calidad de turiones y adaptabilidad a las condiciones locales del ambiente. Aunque por lo general los cultivares seleccionados para producir espárrago blanco pueden usarse en la producción de espárrago verde, esto no ocurre siempre. Por ello, se recomienda seleccionar el cultivar para cada caso. La selección del cultivar para el sistema de explotación específico, es de suma importancia, si se tiene en cuenta que se trata de un cultivo perenne, que permanecerá en el campo por más de 10 años.

Durante la última década, han aparecido en el mercado cultivares que han sido seleccionados y mejorados genéticamente con el propósito de que se adapten a determinadas condiciones ambientales y ofrezcan resistencia a enfermedades. La tendencia actual en los cruces de selecciones de espárrago es hacia la producción de híbridos clonales. Básicamente consiste en lograr líneas puramente masculinas o femeninas. Para poder lograr una cantidad comercial de semilla del híbrido clonal, es necesario emplear técnicas de propagación que incluyen el cultivo de tejidos. Los híbridos clonales deben ser exactamente iguales a su progenitor, aún después de 20 años (Ellison et al., 1990).

Se ha determinado que las plantas masculinas de espárrago producen mayor número de turiones que las plantas femeninas (Robbins y Jones, 1925) y (González Castanon, 1990). Esto posiblemente se debe a que las plantas femeninas tienen que usar energía en la producción de frutos y semillas. Las plantas masculinas viven más tiempo, rinden más, y eliminan el problema de controlar maleza. El rendimiento de una planta masculina es de 1.5 a 3.0 veces más que el producido por la planta femenina.

Para 1989, se lograron liberar dos híbridos resistentes a la roya del espárrago (Ellison et al., 1989), tolerantes a las dos especies de *Fusarium* (*oxysporium* y *moniliforme*). Una de ellas es Greenwich (53x22-8), desarrollada para áreas localizadas al sur de New Jersey. Además de estos híbridos, se encuentran disponibles dos líneas resistentes a la roya *Puccinia asparagü* y tolerantes a *Fusarium*. Se trata de Rutgers Syn # 3, que es el resultado de una mezcla entre una planta masculina y un híbrido dioico, y Rutgers Syn #1 (51x22-8), una mezcla de híbrido dioico, que por lo tanto debe tener mayor capacidad de adaptación. En la actualidad, lo más avanzado en lo referente a cultivares de espárrago, lo constituye el uso de clones propagados por cultivo de tejido proveniente de una planta altamente productiva. Los mejores clones a nivel experimental, han rendido 15,000 kg/ha/corte, donde el 80 % han sido turiones de tipo Jumbo.

Para producir una cantidad comercial del híbrido clonal, es necesario propagar un gran número de las líneas reproductoras de plantas masculinas y femeninas, mediante el empleo de cultivo de tejidos.

Se ha demostrado que las plantas masculinas son más productivas y presentan mayor longevidad que las plantas femeninas. En Taiwan, se obtienen plantas completamente masculinas seleccionando plantas masculinas en las camas de almácigado, que luego se transplantan en el campo. Es posible cruzar las líneas

completamente masculinas, empleando lo que se llama planta supermasculina.

Genéticamente, la planta femenina tiene dos cromosomas X, mientras que la planta masculina tiene un cromosoma X y un cromosoma Y. Así, si se cruza una planta masculina con una femenina, resultará una progenie masculino/femenina en una proporción de 1:1. Ocasionalmente pueden aparecer algunas plantas hermafroditas que contienen frutos (bayas) con una o dos semillas, que viene a constituir la planta supermasculina con doble cromosoma Y.

Ahora bien, si se cruza una planta supermasculina (YY) con una planta femenina normal (XX), toda la descendencia será masculina (XY). Para el caso, la planta llamada supermasculina, sólo se podrá propagar por cultivo de tejidos. Lógicamente, la semilla resultante es de un costo 10 veces mayor que la semilla proveniente de polinización libre. Los rendimientos obtenidos con el híbrido clonal pueden alcanzar las 15 t/ha.

El cultivar Jersey Giant, híbrido completamente masculino, fue obtenido en la Universidad de Rutgers por el Dr. Ellison (1985). Este cultivar, desarrollado para la producción de espárrago verde, es altamente productivo y con alguna resistencia a la roya del espárrago.

Los híbridos clonales Limbras 10, 18, 22 y 26 fueron desarrollados por el Dr. Peter A. Boonen (1984) en Holanda. Dichos cultivares básicamente están orientados a la producción de espárrago blanco, aunque también pueden servir para la producción de espárrago verde. De estos híbridos se han desarrollado dos líneas completamente masculinas, las Limbras 118 y 126.

En Francia, el Dr. John Carriols (1982) desarrolló tres híbridos clonales: Aneto, Cito y Larac, que están destinados a la producción de espárrago blanco; no son recomendables para verde.

En Alemania, la South West German Seed Company, en Rastatt, West Germany, desarrolló el cultivar **Lucullus** para la producción de espárrago blanco.

Peter A. Boonen (1984), trabajando con los cultivares Limbras 18 y 26, encontró que el promedio de rendimiento en el cultivar masculino rindió más que el cultivar femenino. Resultado similar fue obtenido por Gonzalez Castaño (1990), con la salvedad de que esta regla no se debe aplicar a todos los cultivares híbridos. Por lo tanto, será necesario decidir cuáles interesa producir como dioicos o como masculinos solamente.

En pruebas realizadas en España (Cotrina, 1984), el cultivar híbrido **Darbone** rindió mejor y fue más precoz que el cultivar Blanco de Tudela. Cabe anotar que en pruebas realizadas en zona desértica, el cultivar Darbone mostró susceptibilidad a la falta de agua. Esto indica que los cultivares híbridos tienen un rango limitado de adaptación.

En ensayos realizados en Taiwan, los cultivares Larac y Cito provenientes de Francia, y el cultivar UC-157, dieron los mejores resultados en cuanto a rendimiento.

En pruebas realizadas en Nueva Zelanda (Bussell, 1986), los cultivares Limbras 10, Limbras 18, Larac, 56x22-8 y UC-157, rindieron el doble de los cultivares de libre polinización como Rutgers Beacon y Mary Washington 500 W. En este ensayo se comprobó nuevamente que el rendimiento de los cultivares varía con la localidad (Bussell, 1986).

El cultivar Jersey Giant se mostró superior a los cultivares Rutgers y Mary Washington en pruebas realizadas en New Jersey (Ellison, Kinelski, 1985).

Yen (1989), ejecutando un ensayo comparativo de cultivares en Taiwan, observó que el cultivar Tainan No. 3 se adaptaba bien a condiciones ambientales favorables definidas, mientras que los cultivares Tainan No.1 y Tainan No 2 y Mary Washington 500 W se adaptaron muy bien a todos los ambientes favorables ensayados. Por otra parte, los cultivares UC 309 y UC 711 se adaptaron bien a condiciones no favorables.

Hoult (1989), en pruebas realizadas en Australia, reporta que los cultivares UC-157 e Ida Lea, superaron las 3 t/ha por cosecha. Durante 1990, en New Jersey, Ellison y colaboradores (1989) reportan al cultivar Jersey Queen como el mejor para la zona.

Todos estos resultados demuestran que el comportamiento de los cultivares es variable, dependiendo de si es dioico o unisexual. Los cultivares de polinización libre tienen un rango de adaptación más amplio.

El primer cultivar mejorado de espárrago parece haber sido desarrollado en Holanda, donde apareció el "Purple Dutch" alrededor del año 1800. En 1872, se introdujo en Estados Unidos el cultivar "Conover's Colossal". Otros cultivares que llegaron a ser populares a fines del siglo XIX, fueron "Palmetto" y "Columbia Mamouth White" (Boswell, 1949).

Luego de la fuerte epidemia de roya (*P. asparagui*), que apareció en 1900, la Norton Seed Co. desarrolló en 1913 el cultivar "Washington", cuya aparición data de 1913 (Jones and Robbins, 1928).

Norton ha referido la historia de los cultivares provenientes del cultivar Washington, señalando que se colectaron cultivares provenientes de todo el mundo y se les sometió a inoculación intensiva.

Aunque ninguna de las plantas presentó inmunidad completa, se seleccionaron las más resistentes y en 1909 se obtuvo semilla seleccionada de tales plantas. De este lote, se logró en 1910, una planta macho A7-83, de un espárrago americano de origen desconocido, que presentó condiciones excepcionales de resistencia y vigor en la progenie. Al cruzar el A7-83 con la planta proveniente del cultivar "Reading England", se obtuvo la mejor progenie de la serie de combinaciones que se habían intentado. De allí provino la primera semilla del cultivar "Martha Washington". La planta masculina del cultivar "Washington" y la planta femenina del cultivar "Martha Washington", conjuntamente con otras plantas femeninas, fueron llevados a la estación experimental de Arlington, cerca de la ciudad de Washington. Se les dividieron las coronas, la cuales fueron sembradas en camas aisladas para realizar un programa de hibridaciones.

De tiempo en tiempo, se fueron agregando otras plantas femeninas, conforme demostraban su capacidad de producir turiones de alta calidad. Como resultado de esas incorporaciones apareció una planta femenina gigante, cultivada por C.W. Prescatl, en Massachussets. En 1910, esta planta recibió el nombre de Mary, y su combinación con la planta masculina del cultivar Washington, dió como resultado el nuevo cultivar "Mary Washington". Más tarde y en base a selecciones provenientes de ese cultivar, G.C. Hanna obtuvo otros cultivares que se conocen como UC-66, UC-72, UC-711, y UC-603.

Posteriormente, Takatori (1975) liberó el híbrido UC-157.

La mayoría de los cultivares de espárrago pueden ser clasificados en dos grupos según el color de los turiones:

- A. Cultivares que presentan brotes de color verde claro, dentro de los cuales el cultivar "Conover's Colossal", es el más representativo;
- B. Cultivares con turiones de color verde oscuro, que adquieren una coloración morada en la punta, antes de ser expuestos a la luz. La mayoría de los cultivares presentan coloración blanca antes de ser expuestos a la luz.

Los principales cultivares de los Estados Unidos provienen de Mary Washington, y su selección MW 500, salió al mercado en 1945 (Universidad de California, Davis), con turiones grandes y un alto grado de precocidad (Hanna, 1958).

Benson y Takatori (California Agriculture Extension News, 1978) han ofrecido el siguiente resumen histórico de la evolución de algunos cultivares de espárrago:

Nombre del cultivar	Origen	Año
Argenteuil	Antiguo	1800
Conover's Colossal	"	1882
Palmetto	"	1886
Columbia Mamouth White	"	1893
Mary Washington	EE. UU.	1920
California 500	"	1940
Minnesota 4	"	1950
Faribo F1	"	1955
UC-66	"	1955
UC-72	"	1955
UC-711	"	1956
UC-157 F1	"	1975

FORMAS DE PROPAGAR EL ESPARRAGO

El espárrago se puede propagar para su cultivo de la siguiente manera:

- A. Por semilla o siembra directa.** Este método permite mayor precocidad en la cosecha y una producción comercial en menos tiempo, por lo que es posible sembrar grandes extensiones. El inconveniente consiste en que demanda mejor preparación del terreno y un buen control de malezas. Esta siembra puede hacerse en una o dos hileras.

En el trópico no es recomendable este método por la proliferación de malezas, que elevan considerablemente los costos de la plantación. Otro inconveniente es que la siembra directa no permite una selección de plantas, por lo que la siembra se limita sólo a cultivares híbridos que no requieren selección debido a su uniformidad.

Existe evidencia de que este sistema resulta en mayor producción de turiones, tanto en número como en peso total, durante los 6 primeros años. Aunque el tamaño promedio del turión sea menor, ésta diferencia de producción se equilibró en los últimos 7 años de observación, período en el cual las coronas evidenciaron una marcada reducción en el rendimiento (Benson et al., 1978). El método de siembra directa ha sido

desestimado últimamente por los problemas mencionados anteriormente.

- B. Por trasplante de plántulas.** Últimamente se ha desarrollado la técnica de propagar el espárrago mediante el trasplante de plántulas de 8 a 10 semanas de edad. La intención es ganar tiempo mediante un trasplante temprano. Este procedimiento se está difundiendo rápidamente. El manejo de las plántulas constituye un procedimiento más crítico que manipular coronas de mayor edad, especialmente en relación con insectos y control de malezas. El empleo de bandejas tipo **speedlings** ha servido para hacer más viable el uso de plántulas en la propagación del espárrago. La densidad más conveniente en este caso es de una planta por 4.12 cm^2 . Esta densidad se logra empleando bandejas de 196 celdas. A la siembra se coloca una semilla a 1 cm de profundidad. La germinación se logrará entre 10 a 12 días, siempre que la temperatura sea de 25°C durante el día y de 15°C durante la noche.

De no lograrse estas temperaturas, el proceso será más lento, aproximadamente de 18 a 21 días. Durante el crecimiento de la nueva planta, se recomienda un buen programa de fertilización, aplicando parte al substrato de siembra y el resto en aplicaciones semanales con el riego. Aproximadamente a las 8 ó 10 semanas, las plántulas habrán alcanzado el tamaño deseado para su trasplante. La labor de trasplante puede hacerse fácilmente a mano o empleando una transplantadora. En el establecimiento de la plantación puede emplearse

riego por surco, aspersión o goteo según convenga.

La siembra de espárrago empleando plántulas de 8 a 10 semanas, ofrece las siguientes ventajas sobre el sistema de transplante con coronas:

- Menor tiempo en almácigo.
- Economía de semilla.
- Facilidad de manejo
- Requiere menos riego.
- Reduce daño de raíces.
- Reduce el riesgo de contaminación.

Analizando el porcentaje de plántulas logradas por cada método, los resultados demuestran que las plántulas provenientes de coronas logran un mayor porcentaje de sobrevivencia y rinden más que las plantas procedentes de plántulas o de siembra directa (Sterred et al. 1989).

- C. Por transplante de coronas de 4 a 6 meses de edad.** Para lograr las coronas, es necesario realizar un almacigado de la semilla. Este almacigado puede hacerse en camas o en surcos, seleccionando las semillas de plantas madres sanas que hayan presentado buena producción de turiones, o adquiriendo la semilla del cultivar deseado proveniente de una sembradora de prestigio.

Siembra.

Hasta aquí se han establecido las condiciones de temperatura y humedad más convenientes para la germinación de la semilla. Debe añadirse que cuando la semilla humedecida entra en contacto con suelo seco, el efecto del pre-remojó se pierde. Por ello, al sacar la semilla del agua, deberá esparcirse sobre lonas de secado y mantenerse así hasta que desaparezca el agua de la superficie. Luego se siembra en forma inmediata en suelos completamente húmedos.

Debido a la competencia de las malezas, es imprescindible obtener el rápido establecimiento de las plantitas. Es de gran utilidad el uso de herbicidas pre-emergentes. Para ello, se recomienda Metribuzin (Sencor) o Linurón (Lorox).

El almácigado puede hacerse en camas o surcos. La semilla se selecciona de plantas madres sanas, que hayan presentado buena producción de turiones, o se adquiere la semilla del cultivar deseado en una semillera de prestigio.

1. **Siembra del almácigo en camas.** Esta operación demanda una buena preparación del área, que debe estar constituida por un suelo franco-arenoso con alto contenido de materia orgánica, y con una perfecta nivelación que garantice la distribución uniforme del agua de riego. La semilla se deposita a 15 cm de distancia en líneas paralelas, y a 1 cm entre semillas. Se siembra a la menor profundidad posible, de acuerdo con el tamaño de la semilla. El remojó de la semilla por 48 horas antes de la siembra, acortará el período de germinación en unos 15 días.

2. **Siembra del almácigo en surcos:** Aunque demanda más terreno, ofrece mayores ventajas que el sistema anterior. Permite un mejor desarrollo de las plantas y asegura por consiguiente, coronas más vigorosas. Se establecen surcos distanciados 50 a 70 cm entre sí. La semilla se coloca a línea continua sobre la cama, empleándose 10 kg/ha, lo que producirá de 100 a 120 mil coronas. Generalmente, entre los 4 y 6 meses las coronas alcanzarán un tamaño apropiado (50 a 60 g) para ser transplantadas definitivamente al campo. Se recomienda desinfectar la corona antes del trasplante con una solución de hipoclorito de sodio al 10%. La operación de trasplante debe realizarse sin someter a las plantas a un período de estrés por supresión del riego. Antes del establecimiento definitivo debe realizarse una rigurosa selección, cuando se trabaja con base en propagación por coronas.

Selección de coronas. Casi la totalidad de las áreas de espárrago en Perú han sido plantadas sin prestar consideración a una adecuada selección de las coronas, aunque la experiencia de otros países ha demostrado que esa práctica ofrece un significativo beneficio económico. La selección de la corona debe hacerse considerando el vigor y el sexo de la misma.

La selección por vigor se basa en tres categorías (primera, segunda y descarte). Se ha comprobado que es muy difícil establecer diferencias de crecimiento entre



las dos primeras, por lo que se recomienda utilizar ambas. Las coronas elegidas para la siembra serán las de mayor tamaño (con igual edad), que presenten yemas grandes y se muestren turgentes, libres de daños y enfermedades. Obviamente, la tarea de selección de coronas trae aparejada una reducción en el recalce o resiembra de la plantación. La selección por sexo consiste en separar coronas femeninas de las masculinas.

A menudo es posible, aún antes de que la planta alcance la floración, distinguir las plantas masculinas de las femeninas por el número de brotes que se observan en la corona o mediante un método desarrollado en Taiwan para el cultivo de plántulas en gran escala (Huang C.H., 1986). Las plántulas entran en floración a los 3 ó 4 meses después de haber germinado. Esta característica es controlada por factores genéticos y ambientales, tales como temperatura y longitud del día. Puede ser usado para determinar el sexo de las plantas a temprana edad, permitiendo así separar oportunamente los sexos.

Generalmente, la planta femenina presenta brotes más altos, más gruesos y menos numerosos que la masculina. Esta última siempre florece entre 30 y 40 días antes. Puede decirse que, regularmente, las plantas masculinas producen más turiones y un mayor peso total por corona, pero el diámetro del turión es promedialmente menor que en las femeninas (González Castañón, 1990; Boonen, 1984).

El lograr identificar la planta masculina y femenina, permitirá hacer las plantaciones por sexo. Esta práctica hará que se puedan manejar en forma independiente los sexos, de tal manera que se aproveche la ventaja que ofrecen las plantas masculinas de entrar a cosecha aproximadamente 30 días antes, y obtener así un corte más uniforme en cada tipo de planta.

División de coronas. Si se usa la corona con un desarrollo apropiado (4 a 6 meses), se evitará caer en esta práctica, a la que se ven forzados los agricultores cuando emplean coronas muy desarrolladas (generalmente de 12 meses o más). En este caso se encuentran con raíces demasiado largas, por lo que proceden a cortarlas a un largo de 8 a 10 cm con el único objeto de facilitar su manipulación durante el trasplante. Esta labor causa una reducción en el rendimiento, que fluctúa entre el 20 y el 30 %, dependiendo de la edad de la corona, que sufrirá tanto más cuanto más vieja.

Establecimiento de la plantación. Teniendo en cuenta las indicaciones antes anotadas sobre los diferentes tipos de suelos aptos para el cultivo de espárrago, puede añadirse que la decisión al respecto estribará, finalmente, en los objetivos que persiga la plantación. Si se trata de producir espárrago blanco, se tendrá que recurrir a suelos de origen arenoso u orgánico, mientras que para obtener espárrago verde se podrán utilizar suelos francos o ligeramente arcillosos, siempre y cuando se evite, por acción de la labranza, la formación de costra en la superficie.

Dada su alta tolerancia a la salinidad, el espárrago puede plantarse en suelos que serían inservibles para otros cultivos. Sin embargo, es importante señalar, que pese a su gran adaptabilidad, el rendimiento del espárrago siempre se ve afectado por este tipo de suelos.

Antes de establecerse la plantación, ha de nivelarse el terreno, manteniendo una pendiente mínima que asegure un abastecimiento adecuado y uniforme de agua a toda el área de cultivo.

La orientación de los surcos es de suma importancia. Se deberán ubicar de acuerdo a la dirección de los vientos en la zona. Esto asegura una buena aireación, que seca las plantas temprano en la mañana, y previene la caída de los brotes después de la época de corte.

Epoca de siembra. Cuando la variación de la temperatura no es muy marcada, se puede iniciar la plantación en cualquier época del año, (caso del Perú), pero debe tenerse en cuenta que las coronas recién plantadas se verán afectadas en su crecimiento y desarrollo, si la labor se realiza en los meses de mayor calor. Lo más aconsejable es efectuar la siembra a fines de invierno o inicio de la primavera. En el trópico, la mejor época de siembra la constituye el inicio del período lluvioso.

Densidad de siembra. El sistema radicular del espárrago es extenso. Algunas veces, aún con 2.50 m de separación entre surcos, las raíces de las coronas se llegan a entrecruzar con las hileras vecinas al cabo de unos años. Por eso, en el caso de espárrago blanco, se recomienda una distancia entre surcos no menor de 2.20 m. En el caso de espárrago verde, es posible acortar la distancia a 1.40 m, ya que esta modalidad de cultivo no demanda una gran cantidad de tierra para el aporque. La distancia entre coronas debe ser tal que garantice la densidad acostumbrada de 16,000 a 20,000 plantas/ha (en el caso de espárrago blanco). Para ello, las coronas deben de mantener una distancia de 30 cm. En varios ensayos realizados (Bussell, Kaufmann, y Orth, 1984); Mc Cormick, y Thomsen, 1985) se ha demostrado que el aumento del rendimiento es una respuesta lineal, conforme se incrementa el número de plantas por unidad de superficie, hasta alcanzar las 40,000 plantas/ha como en el caso de los cultivares Rutgers y Limbras 10. En ambos cultivares el peso de los turiones y su diámetro disminuye conforme la población de plantas aumenta.

Estos resultados indican que la densidad óptima depende del cultivar y del tipo de explotación.

Profundidad de siembra. En esta labor cultural debe prestarse especial atención al tipo de suelo de que se trate, porque ese factor será determinante para definir la profundidad a que deberán plantarse las coronas.

En suelos orgánicos puede llegarse hasta los 40 cm de profundidad, mientras que en suelos franco-arenosos se aconseja mantenerse entre 20 a 30 cm. En general, en suelos pesados ha de plantarse a menor profundidad que en suelos ligeros. Si las coronas se colocan demasiado profundas, la emergencia de los turiones será tardía, y ello significará períodos de cosecha prolongados.

Colocación o acomodo de las coronas. Inicialmente, se prepara el fondo del surco distribuyendo estiércol seco, que luego se cubre con una capa de tierra. Las coronas seleccionadas se distribuyen en montones a lo largo del campo. Luego se colocan enterrándolas ligeramente, se cubren con una capa de tierra de 10 cm de espesor (Fig. 5 A) y se efectúa de inmediato el primer riego. El surco debe mantenerse húmedo hasta que se inicie el brote. Conforme va creciendo la planta, se va adicionando más tierra, levantando el nivel del fondo del surco hasta llegar a 20 cm de la superficie (Fig. 5 B). Conviene recordar aquí las ventajas de aplicar algún herbicida pre-emergente en esta etapa, como se indicó anteriormente.

Manejo de la plantación durante el primer año. Durante este período, es mejor no cortar la parte aérea y aprovechar el tiempo para el recalce, reemplazando las plantas que falten. Es muy común el empleo de cultivos intercalados, aprovechando las camas entre los surcos del espárrago. En este sentido, es conveniente elegir cultivos que ofrezcan mejoras al suelo y que eleven los ingresos económicos de la plantación. Se recomienda emplear arveja del tipo enano, que puede sembrarse en alta densidad entre las líneas de espárrago. Por tratarse de un cultivo cuyo período vegetativo oscila entre los 60 y 75 días, es posible obtener en algunos casos dos cosechas durante el año. Sin embargo, es necesario tener presente que, para ser rentables, estas arvejas deben sembrarse con una densidad alta (100 kg/ha). En zonas de temperatura elevada, puede pensarse en plantas como maní o cacahuete, frejol, o soya como alternativa de cultivo intercalado.

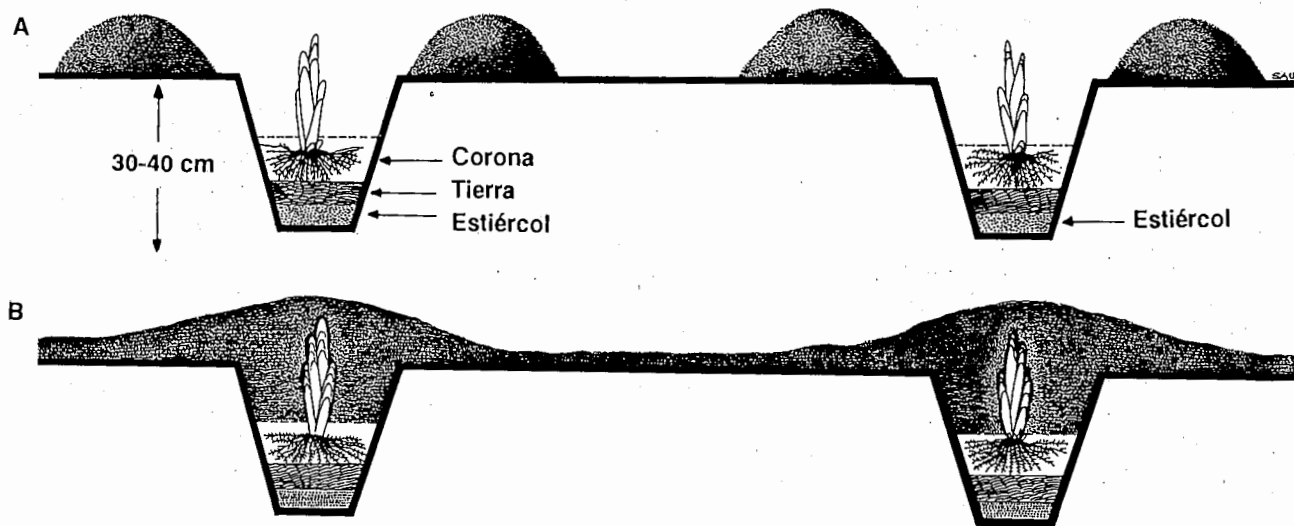


Figura 5. Colocación de las coronas para su cosecha. **A.** Disposición de los surcos para la plantación de espárragos blancos. **B.** Aporcado de espárragos para su cosecha.

En todo caso, la plantación de espárrago no debe intercalarse con cultivos de crecimiento alto, ya que puede producirse competencia por luz o espacio, en detrimento de los brotes del espárrago. Muchos agricultores no siguen la práctica de intercalar cultivos, aduciendo que éstos no permiten una buena labor en el control de malezas, compiten por nutrimentos y merman las reservas del espárrago.

Manejo de la plantación después del primer año. Aunque existen ciertas operaciones de carácter general que son comunes a todos los agricultores, es preciso reconocer que los métodos de manejo de la plantación varían, no sólo según el país, sino también entre fundos o predios vecinos dentro de una misma localidad. Muchas prácticas o labores culturales se realizan básicamente por tradición.

En el Perú, la mayor producción de espárragos está concentrada en los valles de Virú y Santa, donde se cultivan alrededor de 8,000 hectáreas. En estos lugares, después del primer año, se

agosta el campo suprimiendo el riego por un período que va de 1 a 2 meses. Con este tratamiento, aplicado con el fin de retardar el crecimiento y someter a la planta a un estrés o marchitamiento, el



agricultor espera reproducir los efectos que el frío ocasiona en las coronas en las zonas de clima templado. Sin embargo, es posible que usando mayor cantidad de agua en los riegos se logre un mayor desarrollo de la capacidad de reserva en las raíces. Esto volvería innecesario recurrir al agostado, ya que la merma en la producción

de nuevos turiones podría ser menor que la ganancia obtenida gracias al desarrollo de una mayor capacidad de almacenamiento trasladada de los tallos más viejos hacia las raíces reservorias (Hanna, 1967).

Las temperaturas altas favorecen el crecimiento rápido, mientras que las bajas lo inhiben al punto de mantener las yemas en estado de reposo. Este efecto se produce claramente en las zonas de clima templado cada vez que la planta pasa por la estación invernal. En esta época el espárrago permanece inactivo y reasume su desarrollo al iniciarse la primavera. De allí que algunos autores han llegado a considerar que la planta de espárrago requiere de un período de reposo como condición indispensable para alcanzar una mayor producción de turiones.

El cultivo del espárrago en zonas tropicales y subtropicales, (Taiwan y Perú), ha demostrado que la planta no requiere del período de reposo obligado, y que su crecimiento es continuo, lo que permite cosechar varias veces al año en cualquier momento.

En el Perú, ésto se hace controlando el brote mediante la supresión del riego. En las zonas desérticas subtropicales de la costa peruana, se logra reducir el ritmo de crecimiento de la planta interrumpiendo el riego entre uno y dos meses, según el tiempo que demore en marchitarse la parte aérea del cultivo. Como es de suponer, este manejo está supeditado a la capacidad de retención de humedad del suelo y a la profundidad de las raíces en relación con la capa freática. No es posible olvidar que este tratamiento, si bien disminuye la actividad de la planta, ocasiona daños irreversibles en el sistema de raíces reservorias, ya que la planta se ve obligada a sobrevivir a expensas de las mismas. Las ventajas del sistema consiste en permitir un brote simultáneo, que concentra la cosecha una vez que la planta recibe la humedad suficiente para reiniciar el proceso de crecimiento .

SISTEMA DE CULTIVO DE ESPARRAGO EN EL PERU

El sistema peruano de explotación del espárrago se basa en el control completo del aprovisionamiento de agua para la planta. Esto permitirá someter a la planta a un estrés hídrico por un período de 1 a 2 meses, tratando de que la planta entre a un reposo forzado. Puede iniciarse con coronas de 4 a 6 meses de edad o con plántulas (Fig. 6). Una vez transplantadas las coronas o plántulas, se mantienen en crecimiento y desarrollo durante 18 a 20 meses, fase que se denomina formación de planta. Durante este período se mantiene la humedad requerida por la planta, mediante riegos oportunos. Igualmente, durante esta etapa se realiza la aplicación de abonos.



Figura 6. Corona de espárrago.

Pasados 3 meses se inicia la floración en las plantas masculinas y femeninas. Cuando los frutos alcanzan su madurez, se procede a suprimir el riego por un período de 1 a 2 meses. Una vez que la parte aérea se ha secado completamente, se realiza la operación de corte o chapodo, eliminando las ramas desde su base. En este momento se riega nuevamente la plantación y se procede al aporque o cobertura. Los primeros brotes o turiones aparecerán a los 3 a 5 días aproximadamente, dependiendo de la temperatura. La cosecha del espárrago blanco debe hacerse cuando se inicia la emergencia del turión. En una corona de 2 años, el período de cosecha no debe ser mayor de 15 días. Terminada la cosecha, se debe desaporcar la corona y así permitir un crecimiento libre de los brotes para una nueva formación de planta, la cual de acuerdo con las temperaturas prevalecientes en la zona, podrá tomar de 4 a 6 meses. A partir de este punto se repetirán los pasos indicados arriba (Figura 7).

Es necesario mencionar que durante todo este tiempo la planta debe estar bien abastecida de nutrimentos y agua. La fertilización debe hacerse durante las etapas de crecimiento de la planta. Bajo este sistema se podrán dar dos cosechas por año. El período de cosecha deberá ir en aumento conforme incrementa la edad de la corona. Se calcula que una corona alcanza su madurez a los 5 años, y podrá soportar un período de cosecha de 45 a 60 días. Esto hace que una esparraguera en el subtropico pueda llegar a cosecharse dos veces por año de los 90 a 120 días.

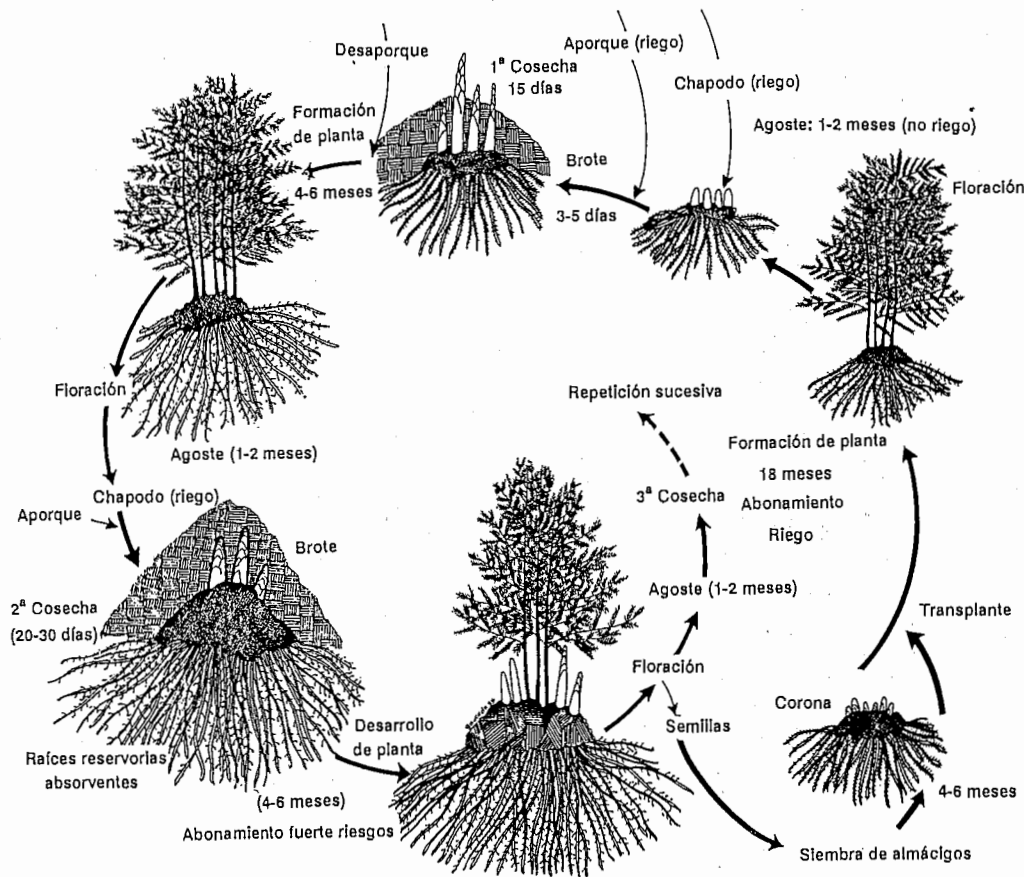


Figura 7. Ciclo de cultivo del espárrago bajo condiciones climáticas del Perú

SISTEMA DE CULTIVO DE ESPARRAGO EN TAIWAN.

En el área de Tainan, toma 24 meses instalar una plantación de espárrago desde la siembra de la semilla hasta la primera cosecha. Al inicio de la primera cosecha, se cortan todas las ramas en su base. A los pocos días de producirse la emergencia de los turiones, se efectúa una selección, dejando de 3 a 6 de los brotes más vigorosos. Teóricamente se atribuye a las ramas provenientes de estos turiones la función de continuar produciendo carbohidratos para abastecer la corona y las raíces reservorias.

Generalmente, la primera cosecha tendrá una duración algo menor a los 7 meses, plazo que será la norma cuando la plantación alcance de 4 a 5 años de edad. (Fig 8).

En el transcurso del período de cosecha se procederá a reemplazar las ramas madrinas cuando éstas han alcanzado su madurez, lo que ocurre aproximadamente a los 2 a 3 meses, o sea, en dos oportunidades por ciclo. En esta tarea, se cortan las tres ramas que se dejaron inicialmente, y se permite el desarrollo de nuevos turiones, que son seleccionados para que asuman las funciones de ramas madrinas. En algunos casos, el reemplazo puede hacerse en forma progresiva, eliminando una rama a la vez para permitir el desarrollo del reemplazo.

Debido a los fuertes vientos predominantes en la zona de Tainan, se acostumbra a podar las puntas de las ramas madrinas cuando alcanzan una altura de 1 a 1.40 m, para evitar que se quiebren.

Generalmente, las labores de cosecha y mantenimiento de las ramas madrinas se realizan durante la época seca (octubre-abril). En los 5 meses restantes se permite el desarrollo total del follaje durante la temporada lluviosa.

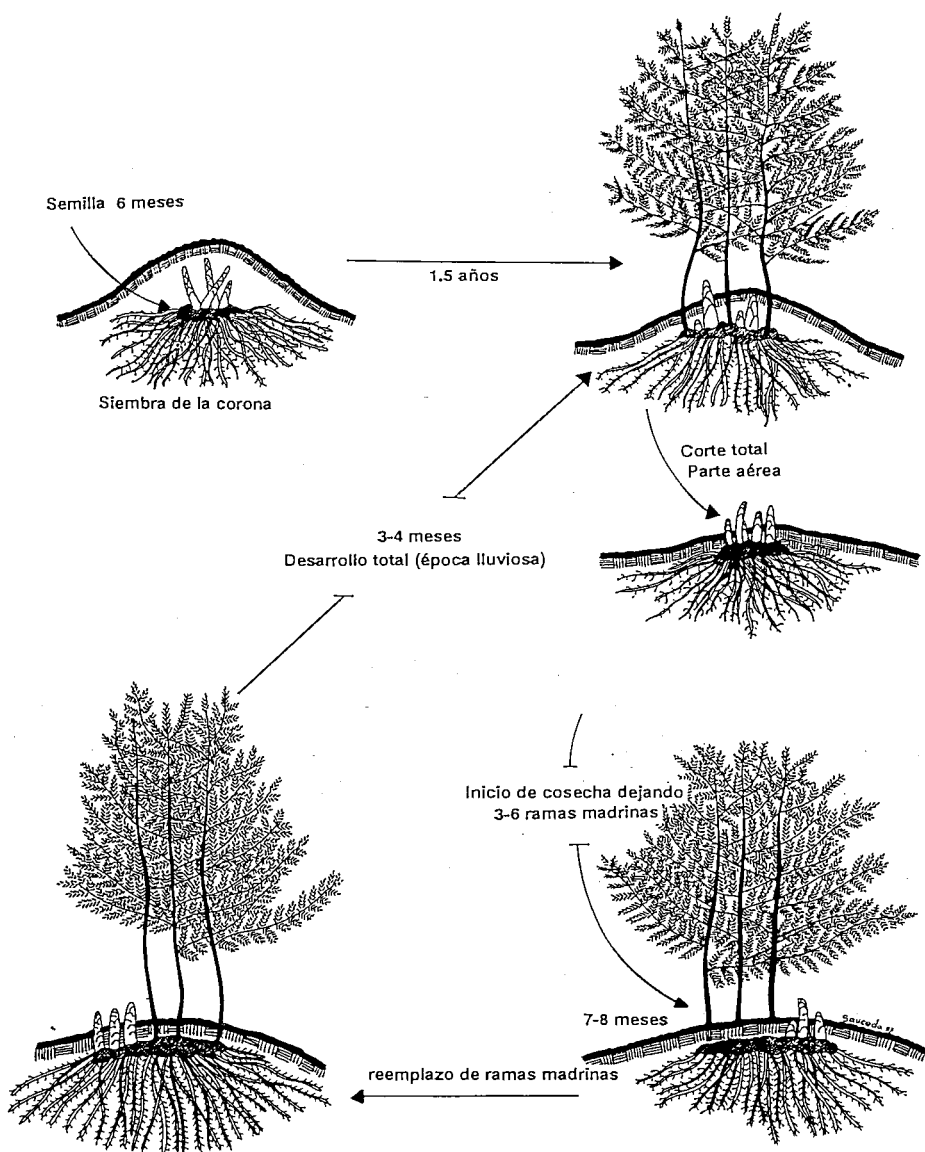


Figura 8. Cosecha y desarrollo de plantas de espárrago durante ciclo anual en el sistema de Taiwan.

La recolección de turiones se hace diariamente entre las 5 y 9 de la mañana, mediante mano de obra familiar, y el mismo cosechador lleva su producto a la estación de acopio, donde se clasifica, se pesa y se consigna la cantidad entregada en un registro, para cancelar semanalmente.

La extracción se hace a mano mediante el empleo de una lampita o palita de jardín, con la que se escarba el suelo alrededor del turión. Una vez que se ha logrado descubrir unos 15 cm, se toma con la mano y se hala, quebrándolo en su base. El producto así cosechado debe alcanzar un largo de 25 a 35 cm.

Según los informes, los rendimientos obtenidos alcanzan las 9 t/ha por año, hasta los 8 a 9 años de instalada la plantación.

En las plantaciones es común observar distancias de 1.50 m entre hileras, y 0.40 a 0.60 m entre plantas, aporcadas a una altura de 30 cm. aproximadamente. El aporque es restaurado constantemente durante la operación de cosecha, tratando de mantener una superficie uniforme.

MANEJO DEL CULTIVO DE ESPARRAGO EN NUEVA ZELANDIA.

En Nueva Zelandia el cultivo de espárrago puede establecerse por coronas o por plántulas. Por lo general, el método más usado es el empleo de coronas de 10 a 12 meses de edad. Las coronas son plantadas en el fondo del surco de tal manera que la parte superior de la corona quede 15 a 18 cm de la superficie del suelo. El surco se va llenando conforme se va cubriendo la corona. Esta práctica, además de cubrir la corona, proporciona cierto control de malezas.

Cuando se emplean plántulas, éstas son trasplantadas en surcos superficiales de 5 a 10 cm de profundidad.

El control de malezas se realiza empleando herbicidas o mediante labores de cultivo, especialmente durante el invierno.

La cosecha se inicia generalmente en la última quincena de agosto en la parte más caliente de la Isla, y en la primera semana de octubre en el extremo sur. Los cultivares que predominan son UC-157 y Jersey Giant.

Nueva Zelanda se concentra en la producción de espárrago verde, exportando el 64% de su producción como espárrago procesado y el 22% como espárrago fresco. El resto (14%) se comercializa internamente. La forma en que se lleva el cultivo en este país consiste en dejarlo crecer y desarrollar durante el período lluvioso, para cosecharlo durante el período seco.

Estas tres experiencias diferentes demuestran con claridad la gran capacidad de adaptación del espárrago a distintos ambientes, lo que puede servir para impulsar el desarrollo del cultivo en zonas tropicales y subtropicales, con las lógicas modificaciones al sistema, que se requieran según las características del medio.

El análisis de las prácticas de manejo del cultivo en el Perú permite asumir que la supresión del riego por 30 días será suficiente para que la aplicación de un riego previo a la cosecha provoque un brote simultáneo de las yemas, aun cuando los brotes adultos no se hayan secado completamente. Estas experiencias resaltan la necesidad de investigar el efecto de la duración del período de supresión del riego con relación al período de vida de la planta, la distribución de la cosecha, el rendimiento parcial y total y la calidad de la cosecha.

En el caso del espárrago blanco, después del agoste, se procede al chapodo o corte de la parte aérea en su base, e inmediatamente se riega y se aporca cubriendo la corona con 20 a 30 cm de tierra. Se moldea la cama y se vuelve a regar. Durante el segundo año se debe cosechar la plantación durante un período de 15 días, pasados los cuales se desaporca y se deja crecer la planta. Los riegos deben ser frecuentes. Durante este período de crecimiento, conviene ejecutar el programa de aplicación de abonos, que debe ser fraccionado, distribuyendo el abono durante los dos primeros meses del cultivo. Al cuarto mes, las plantas se encontrarán en condiciones de ser sometidas a un nuevo agoste para la siguiente cosecha.

Factores que influyen en el rendimiento.

El rendimiento de una plantación de espárrago, en un año cualquiera o en un período de varios años, está determinado por una serie de factores, entre los cuales se pueden citar la edad de la corona, temperatura y fertilidad del suelo, métodos culturales, humedad, cultivares, enfermedades, plagas, tamaño y sexo de las coronas.

Edad y período de cosecha. Generalmente, el rendimiento de una plantación aumenta hasta el sexto o séptimo año, estabilizándose la producción por dos o tres años, para después iniciar un descenso gradual. La producción promedio por hectárea y por cosecha en un período de 10 años puede considerarse de la siguiente manera:

Año	Rendimiento/kg/ha/cosecha
1	0
2	500
3	1000
4	3500
5	4500
6	5000
7	5000
8	4500
9	4000
10	4000

La vida probable de la plantación es un factor de considerable importancia económica. En el Perú, se considera que el promedio de vida de una plantación comercial, es decir, el período durante el cual los rendimientos son económicamente rentables, varía entre 10 y 16 años. Generalmente, las plantaciones establecidas en terrenos ligeros (arenosos), alcanzan un promedio de vida comercial de 10 años, mientras que en suelos pesados y fértiles pueden llevar el término vital hasta los 20 años. Mucho influye en la vida comercial de la plantación el régimen de cosecha. Es así como en Taiwan, el promedio de vida alcanza entre 8 y 10 años, debido sobre todo a la intensidad de cosecha a la que se somete la plantación.

Envejecimiento de las coronas. Se han considerado diversas explicaciones para determinar las causas que ocasionan el envejecimiento de las coronas. No obstante se considera que el debilitamiento de los suelos y la elevación de las mismas coronas, desempeñan el papel más importante en este proceso.

A.- Debilitamiento de los suelos: Los nutrimentos principales requeridos por la planta de espárrago son: nitrógeno, fósforo y potasio. El sistema radicular de la planta, al llegar a su estado adulto, es extenso y forma una masa compacta. Una corona de 7 años tiene alrededor de mil raíces reservorias que miden aproximadamente 1 m cada una. Esta masa ocupa la mayoría de los espacios del suelo donde crece la planta. Es posible que el deterioro y envejecimiento de las raíces se deba a esta condición de autoasfixia, hipótesis que se confirma con la respuesta obtenida de coronas plantadas a mayor distanciamiento, las cuales presentan una mayor vida productiva.

B.- Elevación de las coronas: Es sabido que la corona crece hacia la superficie, y a medida que avanza en edad, los brotes emergen de niveles más altos. De allí que se acostumbre plantar las coronas a 45 cm de profundidad. Se asume que el deterioro puede deberse, al menos en parte, a la elevación de la corona, y que una mayor profundidad de siembra reducirá el envejecimiento. Sin embargo, esta práctica ha sido desechada debido a que retarda la cosecha. Además, se ha observado un ritmo de elevación de la corona mayor en los primeros años, cuando se compara con el observado en plantaciones más superficiales.

Los turiones más grandes se desarrollan en yemas ubicadas en la parte terminal del rizoma. Conforme se aproxima a la superficie, los brotes son destruidos en su mayoría por las labores de cultivo, forzando a las yemas laterales a brotar.

En conclusión, es necesario admitir que no existe información experimental relativa a los factores que pueden producir el envejecimiento de las coronas. La declinación probablemente pueda deberse a factores inherentes, así como a factores externos.

COSECHA

En zonas del trópico y subtropical, donde el período de crecimiento se acorta debido a las temperaturas, los turiones no habrán de recolectarse sino hasta que se haya cumplido el segundo año de establecida la plantación. Iniciada la cosecha, ésta no debe prolongarse por más de dos semanas. Este período de corte se irá incrementando conforme aumenta la edad de la corona. Un corte prolongado de hecho reduce la vida comercial de la plantación.

La cosecha generalmente se hace a mano, empleándose una herramienta especial que permite lograr el corte del turión bajo la superficie del suelo, ya sea que se trate de espárrago blanco o espárrago verde. En el caso del espárrago verde, siempre es

recomendable cortarlo unos centímetros bajo la superficie del suelo, logrando así un poco de tallo blanco en su extremo inferior, porción que por ser más leñosa mantiene mejor su humedad, contribuyendo así a conservar las cualidades del turión. Los turiones verdes deberán cortarse con una longitud variable, dependiendo si son para el mercado fresco o procesado. Generalmente el turión para enlatado debe cortarse a una



longitud de 22.5 a 25 cm, y el momento de corte está dado cuando el turión ha emergido unos 12 a 15 cm. Durante la operación de cosecha se deberá tener cuidado de no dañar los turiones vecinos o la misma corona.

La cosecha se realiza por lo general en forma manual. A pesar de los enormes esfuerzos invertidos en desarrollar un equipo mecánico adecuado, su utilización todavía reduce el rendimiento en casi el 50%.

El espárrago continúa creciendo después de cosechado, y por ello debe proveerse espacio suficiente en las cajas de empacado, donde los turiones deberán de acomodarse verticalmente, dado su geotropismo negativo. Si se colocan horizontalmente, se doblarán hacia arriba. El grado de crecimiento adicional y de curvatura, dependerá de la temperatura y humedad del medio.

El espárrago presenta un alto coeficiente respiratorio. Aun a 0 °C, la cantidad de energía liberada es equivalente a 8,300 Btu. por tonelada y por día, que es ligeramente menor al observado en el caso de la lechuga, que produce a la misma temperatura, unos 11,300 Btu. /t/día. Debido a ese coeficiente, la cantidad de azúcar perdida es considerable a temperaturas mayores de 10 °C, pero se mantiene baja a 0 °C. El mayor aumento ocurre en las primeras 24 horas (Bisson, Jones, y Robbins, 1926; Matsuda, 1974). Brenan (1959) encontró que hubo mayor formación de fibra en turiones empacados secos que en los empacados húmedos.

Scott y Kramer (1949) encontraron que los espárragos mantenidos a 0 °C perdieron el 50% de su contenido en ácido ascórbico, mientras que a 21 °C perdieron el 90%. Krarup y Krarup (1987) al comparar los parámetros de calidad y composición química en turiones de espárragos verdes y blancos del cultivar UC-72, encontraron que el contenido de materia seca, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre y cinc, fueron más altos en espárragos verdes que en espárragos

blancos, mientras que el contenido de fibra y la acidez fueron más bajos en los espárrago verdes.

Mucho se ha estudiado sobre la frecuencia de cosecha en espárrago. En algunos países, especialmente los dedicados a producir espárrago verde, acostumbran a cosechar en días alternos. Mc Cormick y Thomsen (1985), y Krarup H. y Krarup L. (1987) demostraron que la frecuencia de cosecha no tenía efecto en el rendimiento, y recomendaron cosechar diariamente en el caso de espárrago blanco con el fin de mantener la calidad del turión. La cosecha diaria puede resultar rentable en el caso de ciertos cultivares, ciertas condiciones de clima (trópico o subtropical) o si el producto es destinado para fresco o enlatado.

Como se puede ver, en los espárragos recién cosechados ocurren cambios muy rápidos. Por lo tanto, es importante enfriarlos lo más pronto posible, y mantenerlos entre 0 y 5 °C durante el tránsito (Redit y Hamer, 1961). La forma más rápida para remover el calor de los turiones es el enfriado con agua. Pentzer et al. (1936) compararon el enfriado al vacío con el enfriado por agua helada, sin encontrar diferencia significativa en la calidad del espárrago obtenido. Como una forma preventiva, los turiones de espárrago blanco fueron puestos en agua fría inmediatamente después de cosechados durante 2, 4, 6 u 8 horas; después, fueron mantenidos a 2 °C hasta que fueron despachados al mostrador de ventas. El porcentaje de turiones con punta morada al momento de venta declinó de 36 a 3% conforme el período de frío a que fueron sometidos aumentó de 0, 6 u 8 horas (Boestem, 1990).

A cualquier temperatura, se producen pérdidas en azúcares y en azúcares totales, pero los daños son especialmente pronunciados a temperaturas más elevadas (15, 20 y 40 °C). Las pérdidas máximas ocurren durante las primeras 24 horas. Esta pérdida durante el almacenamiento se debe al proceso respiratorio, así como a su transformación en material componente de la pared celular, principalmente lignina y otras sustancias (Matsuda,

1974). Cabe señalar que los azúcares constituyen uno de los grupos determinantes del sabor, junto a compuestos como ésteres, glucósidos, aminoácidos y proteínas.

Estudios microquímicos y macroquímicos muestran un aumento en el número de elementos lignificados en la zona fibrosa y en el sistema vascular del turión, a todas las temperaturas (Matsuda, 1974). La lignificación tiene lugar a todo lo largo del turión. El nivel de fibra se eleva especialmente durante las primeras 24 horas después del corte, obteniéndose el menor incremento a temperaturas de 0 °C. La cantidad de fibra presente es una indicación del grado de dureza del turión.

Se recomienda que los turiones sean enfriados y empacados tan pronto como sea posible, permitiendo así que el producto llegue rápidamente al consumidor.

Métodos para producción de semilla. Dado que en la planta de espárrago los órganos femeninos y masculinos se encuentran en plantas diferentes, es fundamental escoger las mejores plantas de cada sexo para la producción de semillas.

En el pasado, el único método empleado para producir semilla seleccionada consistía en recorrer el campo de espárrago, cosechando la semilla de plantas que mostraban las características deseables. La falla principal de este método es que sólo se selecciona en base a la planta femenina, sin considerar que las flores pueden haber sido polinizadas desde plantas masculinas con características inferiores.

eficiencia hídrica (Bucks et al., 1982). Además, el riego por goteo requiere menos trabajo, se economiza el agua de riego y se reduce la compactación del suelo (Sammis, 1980).

El cultivo del espárrago es exigente en cantidad y oportunidad de riego. Su demanda de agua es similar a la del cultivo de alfalfa. Bajo el sistema de riego por surco, el consumo promedio de agua por año debe ser de 2,000 a 2,500 m³/ha.

En las zonas donde el abastecimiento hídrico es del subsuelo, se puede mejorar la eficiencia en el uso del agua mediante el riego por goteo, con lo que se logra un mayor rendimiento y mejor calidad de turiones.

Conviene tener presente en todo programa de irrigación, la calidad de agua a emplearse, ya que la salinidad del agua es perjudicial para el cultivo. Con frecuencia, especialmente si se emplea el riego por aspersión, la aparición de quemaduras en los brotes suele ser síntoma de excesiva salinidad en el agua.

FERTILIZACION

La fertilización en una plantación de espárrago debe basarse en el análisis de suelo, la edad de la corona y el análisis de planta. Tratándose de un cultivo perenne, el análisis de los tejidos y su interpretación darán una mayor información de la dosis a usar de fertilizante y del momento de aplicación. Conociendo la extracción de nutrimentos por la planta en sus diferentes estadíos, se podrá fertilizar de forma oportuna, económica y en la dosis correcta.

El conocer los niveles de nutrimentos que contiene el suelo puede ser otra forma de aproximación a un programa de fertilización en espárrago. Los requerimientos de nutrimentos varían con el tipo de suelo y las prácticas de fertilización empleadas en cultivos previos. En suelos orgánicos, generalmente se obtiene poca o ninguna respuesta con diferentes abonamientos. Los suelos arenosos, por el contrario, responden muy bien a la fertilización nitrogenada. En el caso del fósforo y el potasio, la dosis debe aplicarse al establecerse la plantación y después de cada cosecha. En el caso del nitrógeno, es recomendable desdoblarlo en 4 partes si es posible. Si se emplean fertilizantes cuya fuente de nitrógeno es de liberación lenta, se puede aplicar toda la dosis en una sola vez.

En zonas de clima templado, las recomendaciones van desde incorporación de la materia orgánica (estiércol) hasta uso de fertilizantes balanceados de las fórmulas 1-2-1, 1-2-2, en dosis de 1,000 a 2,000 kg/ha. Generalmente se recomienda aplicar nitrógeno y potasio al tiempo de establecer la plantación. En relación al nitrógeno, se ha observado que hay respuesta al usar proporciones mayores a 40 kg de N/ha (Brasher, 1959). De la misma forma, una cantidad de potasio mayor de 120 kg/ha no produce efectos adicionales a menos que se aplique boro. En general, cuando las aplicaciones al suelo con N, P y K se mantienen constantes, una aplicación de boro aumenta el rendimiento.

En Alemania, Kaufmann (1987) reportó que con 200 kg de N/ha se obtuvo el mayor rendimiento en cultivo de espárrago. Por otro lado, en California las fertilizaciones se basan en una aplicación pre-siembra de 1-2-2 en el fondo del surco. El fósforo se considera indispensable para fomentar el crecimiento radicular y así lograr un establecimiento rápido de la corona. Conviene poner fraccionados tanto el nitrógeno como el potasio, a la siembra y durante el cultivo. Se sabe que la planta de espárrago tiene avidez por boro. Una buena disponibilidad de boro en el

campo, puede significar una mejor absorción de N, P y K. La dosis de borax recomendable es de 2 a 4 kg/ha.

En el caso del trópico, se recomienda hacer dos aplicaciones de 400 kg/ha de 10-20-20, usando sulfato de amonio o cianamida de calcio como fuentes de nitrógeno. La cianamida de calcio tiene la propiedad de actuar también como herbicida; normalmente se aplica cuando aparece la primera hierba. Antiguamente se acostumbraba a usar sal común (ClNa), debido a que en unos casos producía un incremento en el rendimiento. Posiblemente este efecto ocurría en suelos donde el potasio era deficiente y su lugar era ocupado por el ion sodio. Sin embargo, debe evitarse la aplicación de sal, debido a que un uso continuado influye en el pH del suelo, que debe mantenerse en condiciones óptimas para el espárrago (6.0 - 6.8).

Los requerimientos de nutrimentos varían según el tipo de suelo y las prácticas de fertilización empleadas previamente. En suelos orgánicos se obtiene poca o ninguna respuesta con diferentes abonamientos. Los suelos ligeros y arenosos responden bien a la fertilización nitrogenada. Las tareas de fertilización deben realizarse en la época de formación de planta, y no en la proximidad de la cosecha.

INSECTOS

Comparado con otras hortalizas, se puede decir que el espárrago es poco atacado por insectos. Entre las plagas que afectan al espárrago se encuentran las siguientes:

Ciempiés (*Scutigrella immaculata*), que se controla por inundación del campo; **la arañita roja** (*Tetranychus* sp.) que se presen-

ta esporádicamente, de preferencia en zonas de calor y baja humedad y se controla muy bien mediante riego por aspersión, o con aplicaciones de acaricidas específicos; **gusanos de tierra**, que atacan a la planta en cualquier época del año, y se controlan mediante inundaciones o empleando insecticidas como Volaton granulado o Lorsban granulado. También se pueden usar cebos.

ENFERMEDADES

Manchas en hojas y ramas (*Cercospora* sp.). Los síntomas de esta enfermedad son: manchas de color café con bordes rojizos y puntos de color negro en el centro, que son las estructuras reproductivas. Ocasionan defoliación y reducción en la actividad fotosintética.

Manchas en el tallo (*Stemphyllium* sp.). Son manchas acuosas que se encuentran en tallos y turiones nuevos; tienen forma alargada y toman una coloración café claro. Dan la impresión de estar hundidas en la epidermis del tallo. En infestaciones severas, estas manchas tienden a reducir el área fotosintética de la planta. Se controla con Mertect (Thiabendazole) o Difolatan.

Manchas en tallos viejos (*Fusarium moniliforme*). Esta enfermedad se ha encontrado asociada con otros hongos, afectando los tallos viejos del espárrago. Se desconoce la magnitud del daño que ocasiona. También afecta el rizoma, generando pudriciones. Para su control se recomienda emplear cultivares resistentes o tolerantes como Tainan No. 1 y Tainan No. 3.

Pudrición de la corona (*Fusarium oxysporum*). Los síntomas que presenta son: plantas acamadas, enanas o muertas. Reduce el número de raicillas absorbentes, produce raíces reservorias

huecas y coloración rojiza de la superficie del rizoma y base del turión. Generalmente, los daños mecánicos ocasionados a la corona pueden contribuir a propagar la enfermedad.

La infección por *Fusarium*, ya sea *F. oxysporum* o *F. moniliforme*, puede evitarse o reducirse observando las siguientes recomendaciones:

- Selección del cultivar resistente o tolerante.
- Campo libre de *Fusarium*
- Usar semilla tratada.
- Evitar daño mecánico.
- Controlar insectos del suelo.
- Evitar estrés hídrico.
- Evitar afixia de las raíces por compactación del suelo.

Virosis. Se ha informado de la presencia de virus en espárrago y se han identificado hasta tres tipos de virus. El ataque de virus causa una disminución en el vigor de la planta, reduciendo así la vida de la plantación. Tanto los áfidos (*Mysus* sp.) como la tortuguilla (*Diabrotica* sp) y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) son considerados como los principales vectores de los diferentes virus en espárrago.

Roya (*Puccinia asparagii*). Actualmente es muy difícil encontrar esta enfermedad en el campo debido a la aparición de cultivares resistentes.

VALOR NUTRICIONAL

Por lo general, el espárrago es una hortaliza de poco valor nutricional, aunque sus turiones en estado verde (Cuadro 1) presentan un contenido regular de vitaminas A y C. Además, su aporte de fibra y su bajo contenido de grasas e hidratos de carbono, lo hacen recomendable como complemento de una dieta balanceada. Como planta medicinal, tiene valor como diurético y es muy usado para controlar la hipertensión.

Cuadro 1. Valor nutricional del espárrago, tomando como base una porción edible de 100g.

Componente	Verde	Blanco
Fibra (%)	40	30
Energía (Cal.)	27	25
Agua (g)	92	93
Proteína	2.8	1.9
Grasas	0.2	0.2
CHO	2.2	2.5
Vit. A (u1)	980.	50
Vit. B ₁ (mg)	0.23	0.11
Vit. B ₂ (mg)	0.15	0.08
Nicina (mg)	2.2	1.1
Vit. C (mg)	48.0	28.0
Ca (mg)	24.0	16.0
Fe (mg)	1.5	1.1
P (mg)	52.	52.

Fuente: Leung, W.W., R.K. Pecot, and B.K. Watt. 1952. Composition of foods used in Far Eastern Countries, USDA Handbook 34, USDA, Washington, DC.

Anexos

A. Algunas impresiones sobre el cultivo del espárrago en el Perú (1972)

Por G. Hanna.

B. El Cultivo del espárrago en el sur de Taiwan (área de Tainan, 1978)

Por M. Holle.

ALGUNAS IMPRESIONES SOBRE EL CULTIVO DEL ESPÁRRAGO EN EL PERU

Por G. C. Hanna

En un viaje reciente efectuado a las zonas de cultivo del espárrago en el Perú, he hecho un ligero estudio sobre su producción. A pesar del corto tiempo disponible para mis observaciones, he ganado la impresión de que el Perú tiene un gran potencial para la producción de espárrago. Considero que la presente industria, actualmente en su infancia, podría ser materialmente ampliada y desarrollada en forma considerable. Mis impresiones estuvieron muy influenciadas seguramente por mi experiencia con la industria del espárrago en California bajo condiciones climáticas bastante diferentes. Es de esperarse que pude haber incurrido en errores en mis apreciaciones al interpretar las reacciones de un cultivo como el espárrago, desarrollándose bajo condiciones que no me son familiares. Sin embargo, hay algunos hechos básicos que pueden ser aplicados bajo amplias condiciones de clima. Las bases generales del cultivo podrían ser relativamente las mismas, pero la cantidad de crecimiento y el desarrollo de las plantas podría ser alterado por las variaciones del clima.

Con ésto en mente y basándome en el trabajo experimental de California y otras áreas del mundo, me parece que la joven industria en el Perú no está haciendo lo mejor. Es mi impresión que la mayoría de las plantaciones han sido hechas en suelos muy arenosos y altamente salinos para poder obtener los mejores rendimientos. Es verdad que el espárrago puede crecer en suelos

de alto contenido de sales, pero no tan bien como en suelos con menos sales. Para la producción de espárrago blanco, los surcos no deben estar separados a menos de dos metros; lo mejor sería 2.25 metros. La mayoría de las plantaciones que he visto eran muy superficiales. Algunas de las coronas de las plantaciones jóvenes estaban a no más de 10 cm bajo la superficie del suelo, mientras que el mínimo debería ser de 20 cm.

También he visto evidencias de un mal manejo de las aguas de riego. El espárrago es un cultivo que usa muy bien todo exceso de agua durante su época de crecimiento y requiere cerca de la misma cantidad de agua, como el cultivo de la alfalfa, para la mejor producción. Para obtener los mejores resultados, un riego deberá llenar el suelo a capacidad de campo a una profundidad de 3 metros. Riegos frecuentes y ligeros significan pérdida de agua.

Creo también que las mejores variedades de espárrago no están siendo usadas. He visto con suficiente evidencia que se usa una semilla de bastante pobre calidad, indicado por un temprano rameo de las cabezas y una coloración morada y roja de los turiones cuando se exponen a la luz. Si se desean turiones blancos, esas variedades deben ser evitadas. Las variedades que tienen un bajo porcentaje de antocianinas no colorean tan rápidamente como las que poseen alta pigmentación.

En algunos campos, el aporque alto fue dejado sobre las coronas durante la estación de crecimiento. Camas altas promueven una rápida aproximación de las coronas hacia la superficie, por lo que se producirá una disminución en la vida económica de la plantación.

Plantando el espárrago con los surcos paralelos en dirección a los vientos que prevalecen en las zonas, se reducirá materialmente la caída producida por los vientos.

Aunque lo establecido anteriormente está basado más o menos en trabajos experimentales realizados en los Estados Unidos, ellos pueden también aplicarse en forma general al Perú. Algunos de los problemas de la producción de espárragos bajo las condiciones de clima del Perú, pueden ser resueltos, sin embargo, sólo por experimentos realizados en las mismas áreas de cultivo o en otras áreas que tengan similares condiciones climáticas.

En otros países donde se produce espárrago, la estación de cultivo está determinada por la baja temperatura. Esto no sucede en el Perú.

Las preguntas que se originan son: ¿Cuánto tiempo se deberá dejar a las plantas desarrollar entre las épocas de corte, y qué tratamientos son deseables para convertir el campo de la fase de regeneración a la fase de producción? Parece ser que existe una opinión entre los agricultores en Perú, que se debe agostar 2 meses antes de la estación de cosecha para obtener mejores rendimientos.

Según mis observaciones, parece ser que la planta de espárrago en el Perú continuará creciendo durante todo el año tanto como el aprovisionamiento de agua se lo permita. Durante la nueva estación de crecimiento, la planta se desarrolla más o menos continuamente en los campos irrigados. Sin embargo, ésto cesa cuando se corta el agua. El producir nuevo crecimiento en la planta extrae una considerable cantidad de alimento de reserva de las raíces reservorias. Esta extracción es un proceso continuo durante el desarrollo de nuevos brotes y continúa hasta cerca del final de la floración. Entonces, este proceso es revertido. El alimento es producido en los nuevos brotes que constituyen la parte aérea de la planta y transportado de regreso hacia la corona. Así, el período de agoste de dos meses detiene en la corona la remoción de alimento de reserva, el cual se perdería si el cultivo fuese removido en estados tempranos de nuevo desarrollo.

Me parece que algún trabajo experimental debe ser hecho en el Perú para determinar cuánto tiempo debe tomar este período de agoste. Actualmente, el período de agoste empieza cuando la humedad en el suelo no producirá nuevo crecimiento. Si el contenido de humedad puede ser mantenido en este nivel, eso promoverá un continuo desarrollo de nuevas raíces y aumentará la capacidad de almacenamiento de la planta. Sin embargo, mantener este nivel de humedad es bastante difícil, especialmente en suelos arenosos como los que se están usando ahora, debido a su muy baja capacidad de retención de la humedad. Esto podría hacerse mucho más fácilmente en suelos muy pesados, que tienen más capacidad de retención de humedad.

El efecto de agoste variará probablemente con la cantidad de raíces reservorias desarrolladas por la planta. Si la planta tiene una capacidad grande de almacenamiento, la cantidad de alimento almacenado que se requerirá para desarrollar un nuevo brote será menor en proporción al total de alimento almacenado si se compara con una planta con menor capacidad de almacenamiento.

Es posible que al usar mayor cantidad de agua en los riegos se pueda desarrollar mayor capacidad de reserva de las raíces. Así se hace innecesario someter a la planta a un agoste, porque la pérdida por la producción de nuevos turiones podría ser menor que la ganada al mismo tiempo, debido al desarrollo del material de almacenamiento por los tallos más viejos y su traslocación hacia abajo en las raíces.

Existe otro punto importante que pienso debe ser investigado, y es la duración del período de cosecha. Según entiendo, en el Perú se cosecha dos veces al año durante 45 días, cada época del corte. La duración de estas dos estaciones de corte es aproximadamente la misma de una estación de corte en California, con un período de crecimiento mucho más corto. El Perú tiene una estación de crecimiento mucho más larga y períodos de temperaturas mucho más prolongados, siempre que las plantas

estén bien abastecidas de humedad y nutrimentos durante el período de crecimiento para que puedan almacenar el máximo de alimentos para el siguiente cultivo. Por lo tanto, deben iniciarse experimentos destinados a determinar el efecto de irrigación, fertilización y duración de la estación de corte bajo las condiciones del Perú. Al mismo tiempo deben hacerse análisis químicos para verificar la cantidad de alimento cedido durante la cosecha, bajo varias condiciones de irrigación, fertilización y largo de la estación de corte.

Tales estudios podrían prácticamente afectar las prácticas culturales bajo las condiciones de clima moderado existentes en el Perú. Hasta donde tengo conocimiento, no existen trabajos experimentales de esa naturaleza realizados bajo las condiciones de clima similares a las del Perú.

Si no existen facilidades para efectuar estos experimentos, pienso que los más importantes podrían ser experimentos sobre irrigación.

En síntesis: rendimiento, tamaño y calidad del turión pueden ser considerablemente mejorados si:

1. Las coronas son sembradas a 20-25 cm bajo el nivel normal del suelo.
2. Las plantas son hechas en suelos franco-arenosos en lugar de arenosos.
3. Se aplica suficiente agua en los riegos para mantener una humedad del suelo a una profundidad de 3 metros.
4. Las coronas están espaciadas 20-25 cm en el surco.
5. Los espacios entre surcos fueran de 2 m como mínimo; 2.25 sería mejor.
6. Se usan mejores variedades.

EL CULTIVO DE ESPARRAGO EN EL SUR DE TAIWAN (AREA DE TAINAN)

Miguel Holle

La producción de espárragos en los trópicos es poco conocida, y casi no hay información escrita disponible. Montes (1977) ha descrito los procedimientos que se siguen en la costa árida del norte del Perú, una de las pocas zonas de producción comercial en América Latina. También en México hay algunas áreas de producción, donde el manejo del cultivo, por la latitud y las características de aridez, es similar al de las zonas de California, Estados Unidos, dedicadas al espárrago.

La descripción del cultivo en Taiwan en la literatura es también mínima y difícilmente asequible. Por lo tanto, en este anexo se intentará destacar aquellos aspectos sobresalientes observados por el autor, con base en el esquema propuesto por Montes (1977).

La agroindustria de espárrago enlatado es una de las cuatro de importancia en Taiwan, junto a la piña, el mango y el tomate. La producción de materia prima de espárrago se fundamenta en unidades de campo pequeñas (de 0.5 a 2.5 ha) y en un eficiente sistema de recolección de la cosecha por parte de la industria. La infraestructura de acopio ha sido instalada, básicamente, por esfuerzos provenientes del sector gubernamental.

En el área de Tainan, la instalación de la plantación, desde la siembra de la semilla hasta la obtención de la primera cosecha, lleva 24 meses. Al inicio de la cosecha, se cortan en la base todas

las ramas. A los pocos días de emerger los turiones, se efectúa una selección, dejando entre tres y seis de los más vigorosos. Teóricamente, las ramas provenientes de estos turiones tienen la función de continuar produciendo carbohidratos para abastecer la corona y las raíces reservorias.

La primera cosecha tiene una duración algo menor a los siete meses, que serán la norma cuando la plantación alcance entre los 4 y 5 años de edad.

En el transcurso del período de cosecha se reemplazan las ramas "madrinas" cuando han alcanzado su madurez, lo que ocurre aproximadamente a los dos o tres meses, o sea, en una o dos oportunidades por ciclo. En esta tarea, se cortan las tres ramas que se dejaron inicialmente, y se permite el desarrollo de nuevos turiones, seleccionados para que cumplan la función de ramas madrinas. El reemplazo también puede hacerse en forma progresiva, eliminando una rama a la vez, lo que permite el desarrollo del reemplazo.

Las puntas de las ramas madrinas se podan al llegar a una altura de entre 1.0 y 1.4 metros, para evitar que se quiebren con los vientos, que son fuertes y frecuentes en el área.

Las labores de cosecha y mantenimiento de ramas madrinas se realizan en la época más seca, entre octubre y abril. Se permite el desarrollo del follaje total durante la temporada lluviosa, en los cinco meses restantes.

La recolección de los turiones se hace en forma diaria, entre las 5 y las 9 de la mañana, por mano de obra familiar, y el mismo cosechador lleva su producto a la estación de acopio, donde se clasifica, se pesa y se consigna la cantidad entregada en un registro, para cancelar semanalmente.

La extracción se hace a mano, empleándose una lampita o palita de jardín, con la que se descubre el suelo alrededor del turión. Una vez que se han descubierto unos 15 cm, se toma con la mano y se hala, quebrándolo. El producto así cosechado, alcanza un largo de 25 a 35 cm.

Según los informantes, los rendimientos obtenidos alcanzan las 9 tm/ha, hasta los 8-10 años de instalada la plantación.

Se apreciaron distancias de 1.5 m entre hileras, y de 0.4 a 0.6 m entre plantas, aporcadas a 30 cm de altura aproximadamente. El aporque se acomoda constantemente durante la operación de cosecha, tratando de mantener un lomo uniforme.

Durante la visita a las plantaciones, no se observaron ni se escucharon referencias a problemas graves en materia de enfermedades, manejo de plagas o fertilización.

- Brasher, E.P. 1959. Establishing fertilizer requirements for asparagus through tissue analysis. Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci. 73:334-338.
- Brash, D.W., and Bussell, W.T. 1986. Performance of asparagus cultivar in central Otago. In Proceedings, Annual Conference, Agronomy Society of New Zealand. [5 ref.] Ministry of Agriculture and Fisheries, Alexandra, New Zealand. 16:13-15
- Breennan, J.B. 1959. Anatomical and respiration studies of asparagus stems and the development of fibrousness during storage. Diss. Abstracts 20-40.
- Boestem, M. 1990. Asparagus complains about pink colour can be prevented. Groeten en Fruit. [NI, 2 pl.] Central Bureau, Tumbonwveilinger, Den Haag, Netherlands. 45 (46): 58-59
- Born, H.U. and H. D. Hartmann. 1982. Possibilities of assessing magnesium nutrition of *Asparagus officinalis* L. Landwirtschaftliche Forschung, [De, en, 11 ref.]. Schering AG, D.4000, Dusseldorf 11, German Federal Republic. 35:(3/4) 184-190.
- Boonen, P.A. 1984 A further look at asparagus varietal choice. Groeten en fruit. [NI, 4 pl.] Consulentschap Roermond, Netherlands. 39:(43) 46-47
- Borthwick, H.A. 1925. Factors influencing the rate of germination of the seed of *asparagus officinalis*. California. Agr. Exp. Sta. Tech. Paper 18.
- Boswell, V.C. 1949. Our vegetable travelers. National Geographic Magazine 96 (2):145-217.

- Boyston, R.A. 1987. Control of volunteer asparagus seedlings. In proceedings of Western Society of Weed Science. Vol 2:149-150 [En] ARS-USDA, Prosser, WA 99350.
- Bussell, W.T. 1984. Asparagus-irrigation and establishment methods. Asparagus Research Newsletter [En] Levin Horticultural Research Centre, Levin, New Zealand. 2 (1):13
- _____, 1984. Asparagus spacing. Asparagus Research Newsletter [En] Horticultural Research Centre, Levin, New Zealand. 2 (1): 12.
- _____, 1985. Asparagus cultivar testing-European and American Commercial hybrids. Asparagus Research Newsletter. [En] Horticultural Research Centre, Levin, New Zealand. 3 (1): 22-23.
- _____ et al. 1984. Hybrid asparagus yield in first harvest season. New Zealand Commercial Grower [En] Horticultural Research Centre, Levin, New Zealand. 39 (8): 22-23.
- Chen, Y.W. 1985. Asparagus seed production in the Tropics. In Proceedings of the 6th International Asparagus Symposium. Guelph, Canada, University of Guelph. 338-344. [En, 4 ref.] Tainan District Agricultural Improvement Station, Taiwan.
- Chen, Y.W. et al. 1987. Development of multipurpose machine for asparagus cultivation and management [Abstract] Asparagus Research Newsletter. [En] Tainan District Agricultural Improvement Station, Taiwan. 5 (2): 65.
- Culpepper, C.W. y H.H. Moon. 1939. Effect of temperature upon the rate of elongation of the stems of asparagus from under field conditions. Plan. Phys. 14:225-270.

- Douglas, J.A. et al. 1989. Boron requirement of asparagus seedlings grown in sand culture. *Scientia Horticulturae*. [En, 15 ref.] MAFtech, Ruakura Agricultural Centre, Private Bag, Hamilton, New Zealand. 38(1-2):33-42
- Dufault, R.J. and J.K. greig. 1983. Dynamic growth characterin seedlings asparagus. *J. Ame. Soc. Hort. Sci.* 108 (6):1026-1030.
- Ellison, J.H. and D.F. Scheer. 1958. Yield related to brush vigor in asparagus. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 73:339-344.
- Ellison, J.H. et al. 1960. Asparagus yield as related to plant vigor, earliness and sex. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 75:411-415.
- Ellison, J.H. y Kinelski, J.J. 1985. "Jersey Giant" an male asparagus hybrid. *Hort Science* [En, 2 ref.] Dept. Hort. and For., Rutgers University, New Brunswick, N.J. 08903. U.S.A. 20 (6 I): 1141.
-
- _____ et al. 1989. "Jersey Queen" a cloned cultivar of asparagus. *Hort. Science* [En, 2 ref.] Department of Horticulture and Forestry, Rutgers University, New Brunswick, N.J.08903, U.S.A. 24 (5):868.
-
- _____ et al. 1990. Male asparagus hybrids: "Jersey Gem", "Jersey King", "Jersey Knight" and "Jersey Titan". *Hort Science*. [En, 4 ref.] Department of Horticulture and Forestry, Rutgers State University of New Jersey, New Brunswick, N.J. 08903 U.S.A. 25 (7): 816-817
- Fallon, P.G. 1985. The asparagus industry in Chile. *New Zealand Commercial Grower*. [En* Crop Research Division, DSIR, Lincoln, New Zealand. 40 (11): 15.

- Fisher, K.J. and B.L. Benson. 1983. Effects of Nitrogen and Phosphorus nutrition on the growth of asparagus seedlings. *Scientia Horticulturae* [En, 10 ref.] California University, Davis, CA. U.S.A. 21 (2):105-112.
- Francois, L.E. 1987. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. *Jour. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 112(3)432-436.
- Follet, J.M. et al., 1984. Nutrient deficient symptoms in asparagus. *Annual Journal, Royal New Zealand Institute of Horticulture*, No. 12: 77-80.
- Gonzalez Castañon, M.L. 1990. Evaluation of male and female asparagus plants. Interest in obtaining male or dioecious hybrid. *Acta Horticulturae* . 7th International Asparagus Symposium. (271): 83-89.
- Hartmann, H.D. 1984. Senescence of asparagus fields. *Geterbau Wissenschaft* . [De, en, fr, 6 ref.] Institut für Gemusebau der Forschungsanstalt, 6222 Geisenheims, German Federal Republic. 49 (2): 68-73.
- Hanna, G.C. 1938a. Fertilizer trials with asparagus on peat sediments. *Soils. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36:560-561.
- _____ 1938b. Yield studies as related to asparagus breeding. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 36:667-679.
- _____ 1939. A comparison of the performance of green and white asparagus. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 37:770-772.
- _____ 1950. Harvesting asparagus, comparative effects on field of cutting and of snapping. *Calif. Agric.* 4 (5): 13-14.

- _____ 1950. Asparagus production in California. Univ. Calif. Agr.Ext. Service. Circ. 91.
- _____ 1953. Asparagus Plant breeding. Calif. Agric. 6 (1):6.
- _____ 1958. Four new asparagus varieties. Calif. Agric. 12 (10):9.
- _____ and L.D. Donnen. 1958. Asparagus irrigation studies. Calif. Agr. 12 (9):8-14.
- Hendrinck, V.P. 1919. Stutervants notes on edibles plants. J.B. Lyon Co. Albany, N.Y. 686 p.
- Hoult, M.D. 1987. Asparagus cultivar trial, Central Australia. Asparagus Research Newsletter. [En] NT Dep. Industries and Derd., Arid Zone Res. Inst., Alice Springs NT, Australia. 5 (2):24-26.
- Howard, F.D. et al. 1962. Nutrient composition of fresh grown Californian vegetables. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull 788.
- Huang, C.H. 1985. Current asparagus research in Taiwan. In Proceedins of the 6th International Asparagus Symposium. Guelph, Canada, University of Guelph [En] Council of Agriculture, Taipei, Taiwan. 345-354
- Jones.H.A. 1932a. Spacing studies with asparagus. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull 525.
- _____ and W.W. Robbins, 1928. The asparagus industry in California. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 446.

- _____ and G.C. Hanna. 1949. Grown grading experiments with asparagus. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 633.
- Kaufmann, F. and U. Clanssen. 1987. Studies on Nitrogen fertilization in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Archiv, fur Gartenbau, [De, en, ru, 12 ref.] Sektion Gartenbau der Humbolt Universitat, Berlin. 35 (1): 23-32
- _____ and W.D. Orth. 1989. On the interaction between crop density, yield, technological variants and profitability in the production of green asparagus. Archiv fur Gartenbau [De, ru, en, 8 ref.] Sektion Gartenbau, Humbolt-Universitat, 1040 Berlin. 37(6) 393-404
- King, G.A. et al. 1988. Flavor and metabolic changes in asparagus during storage. Scientia Horticulturae [En, 15 ref.] Levin Horticultural Research Centre, MAFtech, Private Bag, Levin, New Zealand. 36 (3-4):183-190.
- Knaflewski, M. 1988. Asparagus cultivar trial in Poland. Gemuse, [De] Institute of Vegetable Growing, Agricultural Academy of Poznan, Poznan, Poland. 24 (5):238-239
- _____ 1989. Comparison of the suitability of asparagus cultivars for blanched and green spears production. 7th International Asparagus Symposium, Ferrara, Italy, Acta Horticulturae No. 271 (1990) pp. 191-193.
- _____ 1989. Results of experiments with asparagus in Poland. Wymiki badan nad szparagien W Polsce. Biuletyn, Warzymiczy Suppl. I, 55-60 [Pl, en, 17 ref.] Akademia Rolicza, Poznan, Poland.

- Krarrup H.A. and L.M. Herrera. 1987. Germination, emergence, and initial development of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) from seeds of different diameters. *Agro Sur. Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.* 15 (1):26-31.
- _____ and L.J.P. Krarrup. 1987 Yields of green and white asparagus spears under two harvesting regimes. *Agro Sur. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.* 15 (2):47-53.
- _____, 1987. Quality parameters and chemical composition of green and white asparagus spears. *Agro Sur. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, casilla 567, Valdivia, Chile.* 15 (2): 54-61.
- Lien, J.Y. 1988 The present status and review of the asparagus industry in Taiwan. *Taiwan Agriculture Bimonthly. [Abstract] Agricultural Administration Office, Taipei, Taiwan.* 24 (4):32-41.
- Lill, R.E. and A.J. Read. 1983. Asparagus advantage from pre-cooling. *New Zealand Commercial Growers. Levin Horticultural Research Centre, MAF Levin, New Zealand.* 38 (6):34.
- Loughton, A. and R. Baker. 1984. Asparagus depth of planting x row widths. *Asparagus Research Newsletter. [En] Hort. Exp. Sta. Simcoe, Ontario, Canada.* 2 (2): 8.
- Matsuda, C. y A. Montes. 1976. Contenido de fibra en turiones de espárrago durante su almacenamiento. *Anales Científicos. Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima, Peru.*

- Mc Cormick, S.J. and D.L. Thomsen. 1985. Differential yield response among cultivars to harvesting intervals. *Asparagus Research Newsletter*. [En] Ruakura Soil and Plant Research Station, Hamilton, New Zealand. 3 (1):13-14.
- _____, y _____ 1985. Asparagus harvesting; is daily cutting worthwhile?. *New Zealand Commercial Grower*. [En] Ruakura Soil and Plant Research Sta., Ruakura, New Zealand. 40 (7): 42-43
- _____, y _____ 1990. Management of spears number, size, quality and yield in green asparagus through crown depth and population, 1990. *Acta Horticulturae* 271. 7th International Asparagus Symposium.
- Mc Grady, J. and P. Tilt. 1990. Progress report on the international asparagus cultivar trial in Yuma, Arizona, U.S.A. *Asparagus Research Newsletter*. [En] University of Arizona, Yuma, Mesa Agricultural Center, Yuma, AZ. U.S.A. 7 (2):12-13.
- Mehwald, F. 1989. Asparagus should not be followed by asparagus. *Gemuse (Munchen)*. 25 (10):440-441 [De]
- Meeklah, F.A. et al. 1983. Weed control in asparagus in Otago. In proceedings of the thirty six New Zealand Weed and Pest Control Conference. Palmerston North New Zealand. New Zealand Weed and Pest Control Society, 131-135. [En, 4 ref.]. Invermay Agric. Res. Cent. MAF/Mosgiel, New Zealand.
- Morgan, C.A. and R.L. Isacs, Jr. 1960. Effect of crown spacing on yield of asparagus. *Proc. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 75:416-418.

- Nichols, M.A. 1985. Asparagus varietal trial at Massey New Zealand Commercial Grower, [En] Massey University, Palmerston North, New Zealand. 40 (9):30-31.
- Nikoloff, A.S. 1986. Phytophthora rot of asparagus. Effect on production in New Zealand. New Zealand Commercial Grower. [En] DSIR, Lincoln, New Zealand. 41 (10):23-26.
- Nicklow, M.T. and J. Dower. 1968. Commercial production of asparagus in Michigan. Ext. Bull. 598. Farm Science Michigan State University.
- Ombrello, M.T. and S.A. Garrison. 1978. Establishing asparagus from seedlings transplants. Hort. Science. 13 (6):663-664.
- Peirce, L.C. and T.M. Currence. 1926. The inheritance of hermaphroditism in *Asparagus officinalis* L. Amer. Jor. Bot. 30:711-714.
- Pentzer, R.L et al. 1936. Pre-cooling and shipping california asparagus. California Agr. Exp. Sta. Bull. 600.
- Precheur, R.J. and D.N. Manynard. 1983. Growth of asparagus transplants as influenced by nitrogen form and lime. J. Amer. Soc. for Hort. Sci. 108 (2): 169-172.
- Rahman, A. and P. Sanders. 1983. Residual herbicides for weed control in established asparagus. In Proceedings of the thirty six New Zealand Weed and Pest Control Conference. Palmerston North, New Zealand; New Zealand Weed and Pest Control Society. [En, 5 ref.] Ruakura Soil and Pl. Res. Sta. , MAF, Hamilton, New Zealand. pp. 136-139.

- _____ 1985. Effect of interval between harvest on spears production. *Asparagus Research Newsletter* 3 (1) 12. [En] Ruakura, Soil and Plant Research Station, Hamilton, New Zealand.
- Rick, C.M. and G.C. Hanna. 1943. Determination of sex in *Asparagus officinalis* L. *Amer. Jor. of Bot.* 30:711-714.
- Robb, A.R. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) as related to the production of the crop. *New Zealand Journal of Experimental Agriculturae*. Levin Agriculture Research Centre, MAFF, Private Bag, Levin, New Zealand. 12 (3):251-260.
- Robbins, W.W. and H.A. Jones, 1925. Secondary sex character in *Asparagus officinalis* L. *Hilgardia*. 1 (9):10-15.
- _____ and L.D. Doneen. 1958. *Asparagus* irrigation studies. *Calif. Agric.* 12 (9): 8-14.
- Rogers, B.T. and R.M. Pringle. 1984. Plant population for asparagus: A progress report from a trial in Hawkes Bay. *New Zealand Commercial Grower*. [En] Ministry of Agriculture and Fisheries, Hastings, New Zealand. 39 (8):13.
- Scott, L.E. and A. Kramer. 1949. Physiological changes in asparagus after harvest. *Pro. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 54: 357-366.
- Sneep, J. 1953. The significance of andromonoecious for breeding *Asparagus officinalis* L. *Euphytica* 2:224-228.
- Stephens, L.E. et al. 1989. Evaluation of asparagus species for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme*. *Hort. Science* 24 (2): 365-368.

- Sterret, S.B. et al. 1989. Influence of irrigation methods on establishment and yield of asparagus crowns and transplants. *The Vegetable Growers News* Vol 44(3), Virginia Cooperative Extension Service.
- Tomkins, R.B. y B. A. Cumming, 1988. Effect of prepacking on asparagus quality after simulated transportation and marketing. *Scientia Horticulturae*. [En, 24 ref.] Horticulture Research Institute, Knoxfield, Victorian Department of Agriculture and Rural Affairs, PO Box 174, Ferntree Gully, Vic. 3156, Australia. 36 (1.2): 25-35
- Tu, C.C. et al. 1984. Observation on new introduced varieties of asparagus. *Asparagus Research Newsletter*. [En] Tainan Dist. Agric. Improvement Sta. , Taiwan. 2 (1):31.
- _____, 1985. Major Diseases of asparagus and their control in Taiwan. *In* Proceedings of the 6th International Asparagus Symposium [Edited by Lougheed, E.C.; Tiessen, H.] Guelph, Canada; University of Guelph, [En, 16 ref. 3 pl.] Agriculture Improvement Station, Tainan, Taiwan. pp. 168-180