

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE ESPÁRRAGO(UC-157F1 Y ATLASF1) EN
CONDICIONES PROTEGIDAS EN LA EMPRESA PROCESOS
AGROINDUSTRIALES S.A. LIMA, PERÚ.**

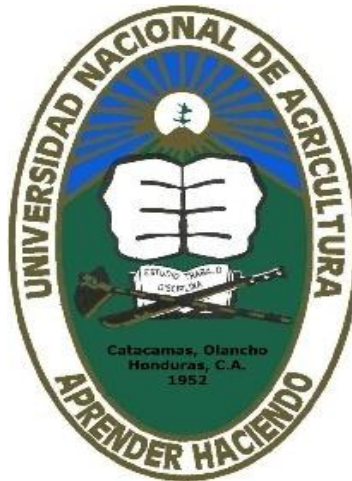
POR:

DINA ESPERANZA MORALES REYES

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

**EVALUACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE ESPÁRRAGO (UC-157F1 Y ATLASF1) EN
CONDICIONES PROTEGIDAS EN LA EMPRESA PROCESOS
AGROINDUSTRIALES S.A. LIMA, PERÚ.**

POR:

DINA ESPERANZA MORALES REYES.

Ph.D. JOSE SANTIAGO MARADIAGA
Asesor Principal

TESIS

**,
PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODERO: Por haberme dado sabiduría y entendimiento y la fortaleza necesaria, siendo el responsable de mis logros**GRACIAS DIOS.**

A MIS PADRES: SANTOS MORALES Y CLADIS CELINA REYES por ser lo más importante y valioso que me ha dado DIOS

A MIS HERMANOS: Andrés, Nora, Nelly, Melvin, Marlin, Orlin, Y Dani por su apoyo brindado que me permitió la culminación de mi carrera profesional.

A mis sobrinos (a): Fredy Y Odalys por ser mi inspiración y motivación en mis momentos tristes y de desánimo.

A Vondel Vandeker Reyes por ser alguien especial para mí y por su ayuda que me brindo cuando lo necesite

AGRADECIMIENTO

A **MI DIOS** el cual me ayudo en todo momento muchas veces sin pedírselo gracias DIOS por ayudarme a lograr mi meta.

A mi alma mater la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** Por prepararme y permitirme terminar mis estudios universitarios, así como a todo el personal técnico y de colaboración, los cuales fueron parte de mi preparación profesional

Al Ph. D. **Santiago Madariaga** por su apoyo incondicional en todo momento y dedicación para la realización de mi investigación.

A mis asesores Ph. D. Santiago Madariaga, M.Sc. Esmelyn Obed Padilla y al Ing. Jun Chavarría por sus recomendaciones y por haberme ayudado en esta investigación de investigación

A PhD. **Carlos Guillen** asesor de la investigación en Perú por su apoyo de aprendizaje.

A mis padres **Santos Morales y Gladis Celina Reyes** por su apoyo moral, económico por sus consejos los cuales me sirvieron para lograr esta meta .a mis hermanos (as) Andrés, Nora, Nelly, Melvin, Marina, Orlin y Dania, por su apoyo incondicional

A mis amigos (as) Hanna Meléndez, Bessy Ferrufino, Axel Gonzales, Reynaldo Flores, Ediel Guzmán y Fredy y en especial a Raquel Ferrera con quien siempre compartí momentos tristes y alegres en Universidad Nacional de Agricultura.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	pág. i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II.OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 El cultivo de espárrago	3
3.2 Modalidades comerciales del espárrago	4
3.4 Descripción general de la planta de espárrago	5
3.4.1 La planta	5
3.4.2 Morfología general	5
3.5 Característica del híbrido UC-157F1.....	14
3.6 Característica del híbrido ATALF1	15
3.7 Fenología del cultivo de espárrago	15
3.7.1 Fase de crecimiento activo	15
3.7.2 Maduración.....	16
3.8 Requerimientos climáticos del cultivo de espárrago	16
3.8.1 Temperatura.....	17
3.8.2 Precipitaciones.....	17
3.8.3 Humedad relativa.....	18
3.8.4 Vientos.....	18
3.8.5 Luz	19
3.9 Requerimientos de suelo.....	19

3.9.1 Propiedades físicas	19
3.9.2 Propiedades químicas	21
3.10 Fertilización del esparrago.....	23
IV.MATERIALES Y METODO	24
4.1 Ubicación del experimento	24
4.2 Manejo del experimento	24
Variables evaluadas	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	37
ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro.1 Taxonomía y nombres comunes	4
Cuadro 2 Descripción de los micro túneles.....	25
Cuadro3 Parámetros y descripción de calidad	27
Cuadro4 Rendimiento total de los híbridos.....	30

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Evaluación de Calidad y rendimiento del híbrido UC-157F1 (peso del turión y descarte tocón en Kg).	32
Figura 2 Evaluación de Calidad y rendimiento del híbrido TLASF1 (peso del turión y descarte tocón en Kg).	33
Figura 3 Promedio de Temperatura y humedad relativa de cada micro túnel	34

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo1. Plaguicidas permitidos en espárrago y sus límites máximos residuales.....	40
Anexo2. Malformaciones más comunes que pueden ocurrir en los turiones de espárrago..	41
Anexo3. Factores medioambientales óptimos para el cultivo de espárragos.	42
Anexo4. Requerimiento hídrico del espárrago.....	42

Morales, D.E. 2011.Evaluación de dos Híbridos de espárrago (UC-157F1 Y ATLASF1) en condiciones protegidas en la Empresa Procesos Agroindustriales S.A. Lima, Perú.Tesis, Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas,Olancho. Honduras.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en la Empresa Procesos Agroindustriales S.A. Con el objetivo de evaluar el rendimiento de dos variedades de espárrago: el híbrido ATLASF1 Y el híbrido UC-157F1 en seis micro túneles con una área por cada uno de 4.30 m² y un testigo, los cuales fueron contruidos con plástico de diferentes colores y grosor. Las variables evaluadas fueron rendimiento, calidad de turión, peso del turión, peso tocón, y incidencia de plagas.

Los resultados obtenidos muestran que el híbrido UC-1578F1 en el micro túnel número 5 con color blanco trasparente de 180 micras y micro túnel 6 de plástico verde con 150 micras presentaron calidades B, valores que difieren con los representados por en la variedad ATLASF1 donde el mayor rendimiento correspondió al microtúnel número 2 que es un plástico blanco de 150 micras con la misma calidad B. Al hacer una comparación de los micros túneles con el testigo se supera el rendimiento estando el testigo que esta sin plástico expuesto a los cambios climáticos daños por insectos y otros factores.

Palabras claves: híbrido, turión, tocón, espárragos verdes, longitud, madurez fisiológica

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de espárrago *Asparagus officinalis* en nuestro país Honduras se conoce muy poco ya que no se cultiva en gran escala como en países como Perú, ocupando el primer lugar en exportación a nivel mundial, en países como Alemania, Asia, Japón, Estados Unidos de América el espárrago forma parte de su dieta diaria. El espárrago tiene un 90% de agua, es bajo en calorías y fibra (tránsito intestinal). Por lo que es aconsejable para las dietas de adelgazamiento.

Según recientes estudios se ha descubierto que los espárragos son una de las verduras más ricas en una sustancia llamada rutina la cual actúa como antihemorrágica. Asimismo es importante saber que son ricos en potasio y pobres en sodio por lo cual su consumo es ideal en personas con problemas de hipertensión.

Debido a su escaso valor calórico y a su riqueza en vitaminas y minerales, es un alimento ideal para los que siguen un régimen de adelgazamiento, y también es recomendable para las personas convalecientes y trabajadores intelectuales, así como para personas con diabetes por su efecto, cabe destacar que gracias a la cantidad de hierro y Vitamina A lo hacen aconsejables para los niños, siempre con moderación. Consumiéndose mayormente en los países como Alemania, Asia y Estados Unidos ocupando el tercer lugar. (Alzamora et al. 2005).

Debido a la gran importancia que tiene este cultivo en Perú se realizó este ensayo con el objetivo de optimizar los máximos rendimientos en una menor área utilizando diferentes métodos de producción.

II.OBJETIVOS

2.1 General

- Evaluar el rendimiento de dos híbridos de espárrago(*Asparagus officinalis*)UC-157F1 Y ATLASF1 en condiciones protegidas utilizando diferentes grosores y colores de plástico.

2.2 Específicos

- Determinar que híbrido y que micro túnel muestra mayor rendimiento comercial en las categorías A, B,C y total.
- Valorar el nivel de adaptación de metodología de micro túneles utilizada en la Empresa Procesos Agroindustriales S.A. Para ser transferida a la Universidad Nacional de Agricultura

III.REVISIÓN DE LITERATURA

3.1El cultivo de espárrago

El cultivo de espárrago es una planta hortícola que de su cultivo se tienen referencias más antiguas según algunos autores es oriundo de la cuenca del Mediterráneo aunque otros sitúan su origen en las islas Británicas es probable que el cultivo empezara a desarrollarse en las regiones del este del Medio Oriente; Alejandro Magno lo descubrió en sus conquistas y lo introdujo en Grecia, en el ciclo III antes de cristo. En Grecia hay un documento titulado “Historia de la planta”, escrito por el historiador Teofrasto (300 años antes de cristo, este es el primer documento escrito relacionado con esta hortaliza (Benegas 1990).

Después los romanos rápidamente lo adoptaron; en el año 160 antes de cristo, Porcius Cato el mayor público su “Agricultura”, en la que describe métodos de cultivo para el espárrago; también el naturalista Plinio en su obra “Historia natural” resalta las cualidades gastronómicas y medicinales detallando la forma de cultivar esta planta. Los romanos son los que extendieron el espárrago por todo el área del Mediterráneo los árabes en sus conquistas fueron los responsables de su difusión por toda Europa, principalmente en España (Aipura 1996).

El espárrago que se ha conocido en la antigüedad siempre ha sido “verde” pero ya en el año 1,050 se sabe que se cultivaba “blanco”, gracias a un gravado en el que se contempla extrayendo un espárrago de la tierra. En algunos aspectos de cultivo no habido mucho cambios, pero lo que sí ha variado muchísimo es el material vegetal y los métodos de cultivo que actualmente se están empleando. Algunos problemas comunes con los que se enfrenta el agricultor que le provocan pérdidas económicas son: La roya, las manchas foliar, las pudriciones radiculares los gusanos de la hoja, la mosquita de los brotes, los trips. La

presencia de estas plagas ha llevado al mal uso de plaguicidas, generando desequilibrio en el ecosistema, que pese a ser la corona de una vida larga; sin embargo el follaje es de duración limitada y por lo tanto, al eliminarse el área foliar, no permite el establecimiento de enemigos naturales (Benegas1990).

3.2 Modalidades comerciales del espárrago

Los turiones de espárrago son verdes o morados cuando toman el contacto con la luz solar las diferentes tonalidades dependen de las variedades y, un poco de los sistemas de cultivo en la forma natural de emerger en la atmósfera en su contacto con la luz solar forman clorofila y toman el color verde, en distintas tonalidades. Los turiones “blancos” son los que de forma artificial se les hace una práctica cultural de blanqueo, esta técnica de blanqueo se realiza mediante la formación de caballones de tierra sobre las hileras de plantas; antes que la punta del turión emerja en la superficie del suelo, se recolecta.

Los turiones “marfil” su color blanco–amarillento lo toma aplicando técnicas de blanqueo con tunelillos de plástico negro u otros artefactos que ocultan a los turiones de la luz solar, desde que emergen del suelo hasta su recolección. La superficie de espárrago en el ámbito mundial ha aumentado un 20 por 100 en los últimos años; esta superficie mundial se reparte en un 55 para la modalidad de “banco” y un 45 por 100 para el “verde”; aproximadamente el 45 por 100 de la producción está dedicada a la industria conservera (Bousquet1999).

Cuadro 1. Taxonomía y nombres comunes.

Reino	Plantae
Nativas	Espárrago, Esparraguera, Espargo, Melindre
Filo	Magnoliophyta
Orden	Asparagales
Familia	Liliáceas
Género	Asparagus
Especie	Asparagus officinalis

Fuente: Benson1987.

3.4 Descripción general de la planta de espárrago

3.4.1 La planta

Según Benson (1987) la planta del espárrago está constituida por dos partes : (1) aérea, conformada por tallos, hojas, flores, frutos y semillas. El área foliar es la que se encarga del proceso fotosintético, esto es la elaboración de carbohidratos, (2) subterránea o “corona” que está constituida por el rizoma que viene a ser el nexo entre ambas partes, allí se ubican los grupos de yemas vegetativas, donde se desarrollan los turiones o tallos y contiene el sistema radicular.

3.4.2 Morfología general

Raíz: El espárrago posee un sistema radicular que se va incrementando constantemente siendo este muy desarrollado al mismo que es el encargado de la fijación, absorción del agua y nutrientes, almacenamiento y circulación, es profundo con raíces perennes que pueden alcanzar hasta 1.20m de largo. Se considera que el 90% de este sistema radicular se ubica entre los 0.4-0.6m debajo de la superficie del suelo. Este sistema es muy poderoso, pues en él se acumulan todas las reservas que permiten la brotación en la campaña siguiente.

Las raíces son fibrosas, cilíndricas, delgadas, no ramificadas, rastreras y carnosas. Estas raíces fibrosas y cilíndricas forman una masa radicular con múltiples raíces llamadas corona; en el centro arriba de ellas se ubican las yemas que darán origen a los tallos. Se puede observar dos tipos diferentes de raíces:

A. perennes: Suculentas, con pocos pelos radiculares, carnosos, reservates que crecen casi horizontal en los primeros 0.30 a 0.40m del suelo. La raíz de almacenamiento es una raíz grande, cilíndrica que se elonga desde su ápice y está caracterizada por no tener ramificaciones en toda su extensión. Una raíz de almacenamiento puede alongarse durante muchos años y alcanzar una longitud de 6 metros o más (Casas *et al.* 2005).

La raíz reservante, está compuesta de un área central rodeada por tejido cuya función principal es la de almacenar carbohidratos. la corteza está rodeada de tejido epidérmico, el cual, debido a su grosor ,es bastante impermeable por el agua a medida que la planta está produciendo sintetizados, los carbohidratos son trasladados al sistema radicular y se almacenan allí, como fructo-oligosacaridos (una molécula de azúcar de cadena larga).

La cantidad de carbohidratos almacenados varían durante el ciclo de desarrollo del cultivo siendo mayor en la cercanía a la cosecha (primavera) y llega a nivel inferior cuando los filocladios en el follaje nuevo comienzan a expandirse. Los carbohidratos se distribuyen en las partes superiores de la planta y son responsables de un gran porcentaje del crecimiento de los turiones y del follaje recién formado.

B.Anuales. Fibras no ramificadas, más delgadas que las anteriores ya absorbentes mantiene una mayor cantidad de pelos absorbentes durante la etapa vegetativa de la planta y disminuyen en la etapa reproductiva para desaparecer cuando la planta sufre un periodo de estrés o cuando las raíces suculentas han almacenado suficiente cantidad de carbohidratos. Estas raíces se encuentran a mayor profundidad que las reservantes y pueden desarrollarse mucho. El sistema de raíz fibrosa es probablemente responsable de la mayor parte de la absorción de agua y nutrientes.

La corona del espárrago es una estructura vegetal de tipo rizoma, un tallo horizontal subterráneo del cual nacen las yemas que se elongan hasta formar turiones. El rizoma es principalmente una masa del sistema vascular en el cual se almacenan muy pocos carbohidratos y actúa principalmente como unión entre el sistema radicular y la parte foliar de la planta. El crecimiento del rizoma es de tipo secuencial y comienza cuando la semilla empieza a germinar. Durante la germinación emerge la cutícula y a continuación emerge un brote en la dirección opuesta.

En el área meristemática, en la unión del brote y la cutícula se desarrollará otro brote y otra raíz a lo largo de un plano horizontal muy comprimida donde se desarrollarán raíces y yemas en el área meristemática (Benson 1987).

La corona, al crecer, está formada por varios grupos de yemas y dentro de cada grupo habrá una dominancia apical que terminará que las yemas más desarrolladas retarden el crecimiento de las otras yemas de manera que su desarrollo sea continuo la corona también puede desarrollar directamente del rizoma, lateralmente desde la parte central de este fuera de la zona de desarrollo de los grupos de yemas centrales. Estas yemas laterales se producen generalmente por daños externos: sequías, exceso de humedad, falta de nutrientes o sustancias de reserva, cortes, etc., y serán delgadas y tenderán a abrirse más rápidamente.

Cuando la planta madura, comienza a desarrollar racimos de yemas en la corona; puede tornarse muy lobulada cuando madura. Los lóbulos se forman desde áreas meristemáticas que a su vez forman los racimos de yemas con sus tallos y raíces adyacentes. Conforme pasan los años, el rizoma tendrá un sistema radicular de almacenamiento funcional de raíces que salen desde el extremo inferior y la porción lateral del rizoma, sobre la cual quedarán las yemas gastadas dejando sus cicatrices en el extremo superior del rizoma. (Delgado *et al.* 1993).

Además quedarán las yemas latentes que serán liberadas cuando la planta es sometida a estrés o es sobrecosechada durante un periodo largo, probablemente como un mecanismo de defensa para asegurar la sobrevivencia de la planta, bajo condiciones de inundación o cuando los brotes terminales en cada uno de estos brazos o dedos de la corona han muerto, se alongarán las yemas latentes que no se han alongado en temporadas anteriores (Benson 1987).

Dentro de los racimos de yemas se observa una dominancia apical, en el cual los brotes más avanzados retardan el crecimiento de los brotes más tardíos. Esta es la característica que prolonga el periodo de cosecha de los espárragos, especialmente en periodo donde la temperatura es muy baja.

Si las raíces del espárrago se cortan vía prácticas culturales la planta no puede utilizar la humedad o nutrientes que existen alrededor del lugar donde se corta la raíz hasta que otra raíz se origina desde la corona crezca nuevamente. Por lo tanto cualquier interrupción o corte severo de la raíz de la planta de espárrago puede tener un efecto significativo en el crecimiento de la planta tanto en la absorción como en la reutilización de los carbohidratos que podrían haber sido utilizados por la planta (González *et al.* 1999).

Este aspecto es muy importante desde el punto de vista práctico cuando se tiene que agregar fertilizante al suelo. La distribución de las raíces de almacenamiento en el perfil del suelo tiene un patrón de crecimiento casi radial con raíces que irradian en porcentajes casi iguales desde la corona del espárrago. La humedad del suelo afecta el crecimiento tanto el sistema radicular fibroso como el sistema de almacenamiento. Los suelos húmedos y bien drenados tendrán una mayor abundancia de raíces fibrosas que aquellos que se les deja secar y después se riegan abundantemente. Las nuevas raíces que van apareciendo a lo largo de los años nacen en la corona en sentido ascendente, por lo que cada año la corona se encuentra más superficialmente.

Tallo: Son turiones alongados que crecen inicialmente de la corona a expensas de las reservas almacenadas en el sistema radicular. Es el órgano que sostiene hojas, flores y frutos. a través del mismo círculo del agua y las sustancias nutritivas. Al ser de color verde desempeñan funciones de asimilación ayudando a la hoja a la nutrición de la planta. El tallo inicia y forma parte de la corona constituyendo esencialmente un rizoma de desarrollo horizontal a partir del cual se producen las yemas (Sánchez 1997).

Estas al crecer darán origen, cuando ya haya una gran acumulación de sustancias de reserva a tallos suculentos que inicialmente no se ramifican y cuando se cosechan tiernos reciben la dominación de turiones. El turión es una yema alongada con un ápice meristemático en cuyos costados se desarrollan meristemas laterales que comenzarán a diferenciarse temporalmente en el desarrollo del turión y posteriormente al tallo, las ramas principales y secundarias. Cuando no hay acumulación de sustancias de reserva en las raíces, los tallos no

serán suculentos si no delgados y, al seguir su desarrollo, darán origen a otros tallos, ramas y hojas. En general se considera que una planta con múltiples brotes delgados será una planta con muy pocas reservas.

Hoja: Las únicas hojas verdaderas en el espárrago son las escamas triangulares de las yemas. Los primordios foliares y foliares se diferencian en el meristemo en la base de la escama. conforme el turión madura, las yemas laterales comienzan a desarrollarse y crecer esto generalmente es perjudicial para la calidad del espárrago al momento de la cosecha pues el turión toma aspecto de cabeza abierta o con apariencia de emitir flores (de allí la denominación del turión florido) en la porción superior cuando este turión corresponde a un brote miento normal, a una altura aproximada de 15 a 20 cm de altura se ramifican, se lignifican y aparecen las hojas, que son muy finas y cortas, denominándose filocladios (González *et al.* 1999).

El área foliar del espárrago es bastante simple, pues solo tiene ramas principales y secundarias y muy ocasionalmente una terciaria. Las secundarias tienen verticilos que están cubiertos de filocladios. El filocladio es una “hoja” con aspecto de aguja y es el órgano fotosintético principal esta único en grupos de dos a veinte o más en los nudos que se encuentran a lo largo de las ramas secundarias. Las ramas principales se originan en el nudo de la escama en el turión. Conforme el turión se elonga, la rama principal lateral comenzará a alongarse desde los nudos a lo largo del turión.

Las hojas tienen funciones de protección, alimentación, absorción de oxígeno y pérdida de agua. Las hojas son pequeños folículos, alargados y muy subdivididas cubriendo las pequeñas yemas se encuentran unas escamas triangulares, coriáceas y de color verde: las estipulas de manera que además de su función fotosintética, estas tienen una acción protectora sobre los primordios vegetativos según el mayor o menor desarrollo del área foliar, se puede proveer la producción aproximada de la esparraguera de la campaña siguiente. En general se ha observado que los tallos de espárrago verde ramifican a mayor

altura que las de espárrago blanco, de allí que dan la impresión de presentar un follaje más desarrollado y esbelto (Benson 1987).

Flores: El espárrago es una planta dioica por lo que existen plantas masculinas con flores masculinas y plantas femeninas con flores femeninas desempeñando ambas funciones de producción. Así mismo se pueden encontrar plantas con flores de los sexos o hermafroditas, aunque estas no son comunes los nudos florales y las flores nacen a lo largo de las ramas principales, en la axila de cada rama secundaria generalmente se presentan dos flores por axila y estas se desarrollan al mismo tiempo o un poco antes que el filocladio. Las flores son de forma acampanada y de color amarillo verdoso, las plantas masculinas producen flores más temprano que las femeninas, con una diferencia de alrededor de dos semanas (Sánchez *et al.* 1997).

Las plantas masculinas también producen brotes más pequeños y delgados y, más numerosos, en tanto que las plantas femeninas muestran brotes, más largos gruesos, y en menor número. Estas características determinan que las plantas masculinas tengan mayor número de turiones y su peso por planta y por hectárea sea mayor. Las plantas femeninas tienen turiones más grandes y de mayor diámetro.

Fruto: Es una baya, es decir, mantiene su mesocarpio y endocarpio blandos. De forma esférica y trilobular. Es de color verde antes de la maduración, rojo al madurar y naranja cuando la maduración es prematura. Siendo, en este caso, el tamaño menor la baya mide alrededor de 6 mm de diámetro. La semilla del espárrago, es normalmente redondeada, de color negro y generalmente se encuentra una semilla por lóculo, cuando se desarrollan dos óvulos por lóculo, las semillas serán achatadas en uno de sus lados, sino serán redondeadas. Si se obtienen tres semillas por fruto. Estas darán forma irregular (Gonzales 1999).

En cualquiera de los casos se ha encontrado que la forma de las semillas no guarda ninguna relación con su germinación ni con el rendimiento o calidad de los turiones. Las plantas femeninas tienen una gran cantidad de bayas. Son más susceptibles que los machos a

doblarse con los fuertes vientos y caer sobre las entre línea debido a su peso, dificultando las labores y reduciendo las reservas de la corona, lo que se traduce en una menor producción en la cosecha siguiente.

La altura del follaje en los valles esparragueros del Perú en condiciones de un buen manejo de cultivo en lo que se refiere al tipo de suelo, riego, fertilización y otras prácticas agrícolas, pueden sobrepasar los dos metros de altura. Sin embargo también influye la distancia entre surco y cuando es menos de lo recomendado, tienen menor ventilación y es más sensible a enfermedades como la roya, manchas foliares; insectos como la “mosquita de los brotes” *prodiplosis longifila* (Benson 1987).

Fisiología

El comportamiento de la planta de espárrago al ambiente es típico o común a la mayoría de las plantas cultivadas con propósitos económicos. Esto quiere decir que necesita de suficiente luz, humedad, nutrientes para el crecimiento normal y el desarrollo de esta especie vegetal.

El comportamiento de los turiones proviene de las yemas que fueron diferenciadas y desarrolladas en la base de los tallos que crecieron en el periodo previo. El crecimiento de los turiones está influenciado por factores ambientales, las reservas de carbohidratos en el sistema radicular de almacenamiento y las hormonas endógenas y exógenas de la planta. Los factores ambientales tales como la temperatura y el agua afectan la emergencia del turión, especialmente sobre su metabolismo y el movimiento de azúcares que se requieren para la división y engrandecimiento celular (Gonzales 1999).

Se necesita de una temperatura crítica al nivel de la corona de 10 °C a 11°C antes de que inicie el crecimiento de los turiones. Las temperaturas bajas a (10 °C a 15°C) afectan la calidad de los turiones antes de la cosecha provocando una mayor concentración de la antocianina a nivel del suelo y en las escamas, lo cual da al turión un tinte púrpura. El

crecimiento de yemas laterales en la punta del turión se incrementa con las altas temperaturas esto determina que el turión tome una apariencia abierta existen variaciones en la calidad de apertura según la variedad del espárrago. Así como la UC157F1 mantiene un ápice más compacto que el F2 de UC157F1 sobre 25 a 30 (Gonzales 1999). El contenido de agua en el suelo durante el periodo de cosecha afecta el incremento de la temperatura en el suelo, la división y el agrandamiento celular en el turión que está desarrollando el suelo satura se entibia más lentamente que el suelo que está por debajo de la capacidad de campo, debido a la mayor densidad del suelo.

La falta de humedad en el suelo reduce el agrandamiento celular y la turgencia en el turión, lo cual resulta en menor cantidad de turiones con diámetros inferiores. Se debe tomar medidas para aplicar agua adicional para llenar el perfil del suelo generalmente los espárragos no requieren de riegos frecuentes y pesados durante la temporada de cosecha de los turiones si el suelo está saturado de agua antes de comenzar la cosecha. Sin embargo se ha observado que en suelos arenosos, el riego adicional durante el periodo de cosecha es beneficioso para la producción de turiones. Se debe aclarar que si la cosecha es muy temprano (otoño) se puede presentar la situación antes señalada (Ortega *et al.* 1999).

Las plantas de espárrago inundadas son afectadas por la falta de oxígeno por el tejido meristemático en la corona (racimo de yemas) y los ápices radiculares. La falta de oxígeno causa la muerte de los meristemas en el mismo orden de los requisitos de oxígeno. Los racimos de yemas en la base de los tallos maduros mueren primero, en segundo lugar los ápices radiculares y, por último, las yemas latentes a lo largo del rizoma. Igualmente *phytophthora* se torna activo bajo condiciones de inundación infecciones a los turiones, corona y sistema radicular.

El estrés causado por la inundación también hace que la planta sea más susceptible a la enfermedad causada por fusarium. La liberación de yemas del espárrago de su estado de reposo depende del ácido abscísico endógeno, auxinas y la temperatura. Así la concentración de ácido abscísico en las yemas de la corona es proporcional al grado de reposo o de

dormancia al cual la corona estuvo sometida durante el invierno. El efecto de las auxinas en la dominancia está bien demostrado (Ortega *et al.* 1999).

El turión más avanzado (turiónalargado) retarda el desarrollo y la elongación de las yemas adyacentes en el mismo racimo de las yemas. Extraer turiones durante la cosecha reduce el nivel de auxinas y provoca la subsiguiente elongación en el turión más próximo. El etileno exógeno sobre 10ppm en la atmosfera del suelo retrata el crecimiento y la elongación de los turiones (Sánchez 1998).

La producción de etileno endógeno del turión durante su crecimiento a través del suelo un agradecimiento celular y aumenta el diámetro del turión. El diámetro máximo del turión se encuentra al ras del suelo y luego decrece a medida que el turión se elonga sobre la superficie del suelo. El efecto de la capa del suelo que cubre la corona durante la cosecha del turión está directamente correlacionado al diámetro del turión, es decir, mientras más profunda está la corona en el suelo (dentro de ciertos límites), mayor es el diámetro del turión.

La textura y el contenido de materia orgánica del suelo pueden alterar la cubierta óptima del suelo que se requiere para una producción de turiones con diámetro máximo. Los suelos más pesados y con contenido de materia orgánica más altos, requieren menos profundidad de suelo que los suelos más ligeros con menos contenido de materia orgánica para obtener un desarrollo máximo del diámetro del turión. Las reservas de carbohidratos en las raíces de almacenamiento son el resultado de la actividad fotosintética del follaje. Los niveles de carbohidratos en el sistema radicular varían por durante el periodo de crecimiento anual de la planta de espárrago en las diversas regiones del mundo donde se cultiva espárrago.

Al inicio la producción de turiones, el nivel de carbohidratos decrece debido a la movilización de azúcares a los turiones, yemas y raíces en desarrollo. Existe una baja importante en el contenido de carbohidratos durante el rebrote del follaje después de la cosecha de los turiones cuando el contenido más bajo se encuentra inmediatamente antes de

la apertura del filocladio y el desarrollo total del follaje. Entonces comienza a aumentar el nivel de carbohidratos durante la maduración del follaje hasta un máximo a fines del otoño invierno (Gonzales 1999).

Los efectos del estrés debido al riesgo, nutrición bajo y danos por insecto y enfermedades son los causantes de la disminución en el contenido de carbohidratos en el sistema radicular de almacenamiento. El mejor indicador fisiológico de cuando dar término a la cosecha de los turiones, es la disminución del diámetro de los turiones. El diámetro de los turiones refleja el tamaño y el desarrollo de las yemas que permanecen en la corona y en el contenido relativo de carbohidratos en las raíces de almacenamiento conforme las yemas más pequeñas se liberan de la dominancia apical, aparecen turiones más pequeños y como hay menos energía disponible desde las raíces de almacenamiento para el crecimiento, se producen turiones más pequeños y delgados.

El momento ideal para terminar con la cosecha es cuando la producción promedio del turionesha sido observada por el productor durante la temporada de cosecha comienza a decrecer. Esto dejara suficientes yemas grandes en el rizoma para alongarse y producir el gran follaje que es necesario para la máxima producción y almacenamiento de foto sintetizadas (Free 1992).

3.5 Característica del híbrido UC-157F1

Hibrido producido en la universidad de california en 1974. Originado por el cultivo de tejidos del cruce entre las líneas M-120 por F-108, de turiones de color verde oscuro, bráctea verde claro, con escasa coloración purpura en el ápice, turiones lisos, cilíndricos, de punta cerrada, compacta y puntiaguda, bajo contenido de fibra.

Cultivar precoz, de alta producción y uniformidad, tolerante a fusarium oxysporum susceptible a la roya *Puccinia asparagi*. Este híbrido fue desarrollada para el clima de california y por lo tanto es apropiada para zonas calurosas (Sánchez 1997).

3.6 Característica del híbrido ATLASF1

Producida por CAST, es un híbrido clonal de buen rendimiento, con turiones grandes y la planta vigorosa. Susceptible a enfermedades radiculares especialmente en suelos pesados de buen rendimiento en suelos arenosos.

3.7 Fenología del cultivo de espárrago

Se considera que las semillas germinan en un periodo de tiempo relativamente largo comparado con otras especies hortícolas. La duración de la germinación dependerá de la temperatura del suelo. Temperaturas altas, favorecen una germinación más rápida (10 días) y temperaturas 6°C influyen en un proceso de germinación que puede durar hasta dos meses.

Se considera que las plántulas que se demoraran más en la germinación tendrán mejor posteriormente un mayor vigor híbrido que las plántulas que germinaron más rápido, aunque este vigor no compense el tiempo que demora en el proceso de germinación al compararlo con las plantas que germinaron rápidamente. Durante la germinación es posible la presencia de algunas especies plagas tales como los gusanos de tierra, tripas y la mosquita de los brotes entre otros (Benages sin año).

3.7.1 Fase de crecimiento activo

En la práctica esta fase comprende dos etapas. La primera que se inicia desde que se produce la germinación en las siembras directas o luego del trasplante. Las plantas se desarrollan lentamente y el tamaño que alcanza el follaje es pequeño a mediano, debido al pequeño tamaño de la corona y generalmente corresponde a los primeros meses. La segunda fase comprende cuando la planta tiene alrededor de seis meses de edad, donde se inicia el brotamiento con más vigor esto debido al desarrollo de las coronas (Aipura 1996).

Completada su etapa de desarrollo que puede variar entre 10 a 14 meses la plantación esta lista para la cosecha. En esta etapa de la fase de crecimiento activo sobre todo en plantas que han sufrido su primera cosecha, es muy rápido y en consecuencia no se presenta lo anteriormente citado. En este caso los brotes luego del primero son más lentos debido a la cobertura foliar. En esta fase es donde se presentan una serie de problemas sanitarios además de los escritos en la fase anterior, citándose entre ellas a *Copitarsia*, *Heliothis*, *Elasmopalpus*, *Euschistus*, *Marmara*, *Puccinia*, *Cercospora* y *Stemphylium*.

3.7.2 Maduración

Durante esta etapa los frutos empiezan a cambiar de color, tornándose finalmente rojos. La maduración de los frutos va acompañada de un amarillamiento paulatino del follaje y se observa a la vez el desarrollo y diferenciación de las yemas como consecuencia de la translocación de los carbohidratos hacia la corona, esta maduración es mucho más eficiente en los meses de invierno. Igualmente durante este periodo se observan la presencia de plagas además de algunas de las citadas en la fase anterior y otras como por ejemplo *Opogona*, *Dysmicoccus* otros. Hacia el final de la maduración se puede convertir en serio problema las manchas foliares dependiendo de las condiciones climáticas del valle o de la zona donde se cultive el espárrago (Gonzales 1999).

3.8 Requerimientos climáticos del cultivo de espárrago

El espárrago es una planta que se adapta a gran diversidad de climas cultivándose en todos los países del mundo, desde los climas muy fríos hasta en los desiertos. El espárrago es una planta originaria de clima templado y con estaciones bien definidas, en la que se tiene un periodo de estrés provocado por bajas temperaturas; durante este periodo detiene su crecimiento para acumular sustancias alimenticias y ocurren cambios bioquímicos que originan posteriormente los brotes suculentos o turiones, que es el producto que se cosecha y se consume. El clima de las zonas de origen de esta hortaliza es templado; sin embargo la planta de espárrago puede crecer perfectamente tanto en climas templados

como en subtropicales e incluso se adapta a climas tropicales, pero como en estas zonas no se producen bajas temperaturas, se remplazará el periodo de entres producido por el frio, por otro lado de sequía o por podas (Aipura1996).

3.8.1 Temperatura

El espárrago es un cultivo que se adapta bien a un amplio rango de temperaturas. Se conoce universalmente que el óptimo está expresado en la siguiente ecuación: $t = 19 \pm 7^{\circ}\text{C}$. (19°C hasta negativo 7°C). La temperatura es un factor que tiene que ver con la germinación de las semillas, la brotación de turiones para cosecha y naturalmente el crecimiento vegetativo natural de la plantación. En cuanto a la germinación de las semillas, esta se realiza en promedio de 5 días a una temperatura de 25°C . Un 50% más de tiempo lleva germinar cuando las temperaturas tienen un promedio de desviación de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (Sánchez 1992).

Respecto a la temperaturas de cosecha, las mejores están por los $24^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ y donde se puede alcanzar una tasa máxima de crecimiento de 14 a 16 cm /día, temperaturas menores de 12°C inhiben el crecimiento de los turiones completamente y, valores cercanos a 12°C , muestran coloraciones púrpuras en las puntas de los turiones, especialmente de aquellos que emergen en las horas de menor temperatura. Por otro lado, temperaturas extremas máximas en cosecha resultan perjudiciales en la calidad del producto cosechado, en vista que se “flocean” rápidamente, finalmente, la tasa de crecimiento activo del follaje se da mejor en condiciones de altas temperaturas y la tasa de crecimiento de la corona y raíces es mejor cuando la temperatura del suelo esta está alrededor de $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

3.8.2 Precipitaciones

Aunque bajo las condiciones del Perú el cultivo de espárragos se desarrolla en ausencia de lluvias, bajo otras latitudes, abajo y arriba de los 30 L, existen lluvias que en promedio fluctúan entre los 400 y 800mm anuales. Caso de California (USA), Guanajuato (México),

Chillán (Chile), Navarra (España), y Australia, Nueva Zelanda y últimamente Guayaquil (Ecuador), son sitios donde crece bajo esas condiciones.

Sin embargo, las prácticas agrícolas en cada lugar han dado como resultado adaptar al cultivo de tal manera que coincide la época de crecimiento del follaje con la estación lluviosa y de esta manera se también se reduce los requerimientos hídricos a suplementar por el riego. De hecho, las precipitaciones son importantes en la medida en que no lleguen a ser excesivas, puedan inundar, saturar el suelo y la planta sufra de anoxia y posteriormente infestación de enfermedades radiculares y vasculares (Sánchez 1997).

3.8.3 Humedad relativa

No existe influencia directa gravitante entre la Humedad Relativa y el crecimiento del espárrago. De la experiencia en condiciones de la costa central de Perú, donde en la época de otoño-invierno la humedad relativa es usualmente mayor al 95%, la planta aun cuando retrasa un poco (no significativamente) su crecimiento, más importante es la generación de un micro clima al interior de la plantación muy favorable para la proliferación de enfermedades del follaje tales como ataque de *Cercospora*, *Roya* o *Stemphyllium*.

Cuando la humedad relativa es baja, y hay altas temperaturas en cosecha, frecuentemente se ve deshidratación de los turiones cosechados. El problema se amortigua un poco dando riegos por pulsos, pero una vez cosechados, los turiones deben ser transportados lo más inmediatamente posible al empaque (Aipura 1996).

3.8.4 Vientos

Los vientos es un factor a considerar tanto para el diseño del sistema de riego y la disposición de los surcos a fin de alinear los mismos en la dirección del viento y favorecer la circulación del mismo. De un lado se permite el refrescamiento del microclima al interior de la plantación y de otro se produce una circulación directa del viento a través de las líneas

de plantas evitando de esta manera el “desdentado” del viento y con éste de algunas esporas de patógenos que puedan ser malos para el cultivo.

3.8.5 Luz

Las horas de sol tampoco resultan ser una limitante para la producción de espárragos. Como ya mencionamos, este cultivo se adapta inclusive a latitudes mayores a 40, donde los días son muy largos en verano y muy cortos en invierno, pero en cada caso los rendimientos potenciales para esas latitudes son bastante buenos bajo nuestras condiciones, la diferencia entre la duración del día y la noche y entre verano e invierno no son significativos, por tanto, no son una limitante a considerar. En general, la luminosidad no influye tanto en la cantidad pero si en la calidad de los turiones, especialmente en el blanco por la producción de *plastidios* promotores de los cloroplastos (Sánchez 1997).

3.9 Requerimientos de suelo

3.9.1 Propiedades físicas

A. Textura: El espárrago se puede desarrollar desde suelos muy ligeros (arenosos) hasta suelos muy pesados (limosos y arcillosos). Los suelos ligeros son los que mejores resultados han dado en diferentes condiciones climáticas. En suelos pesados, siempre que no tengan capas duras y estén bien drenados, los resultados son también buenos. Aun cuando suelos de condiciones medias (francos) son en general mejor para la agricultura, en éste cultivo, por su fácil adaptación a suelos ligeros y a la facilidad que prestan estos al “laboreo” (manual o mecánico), es que mayormente se recomiendan para su cultivo. Esto no sucede con suelos pesados que dificultan su labranza (compactación, mal drenaje, etc).

En Perú, el cultivo de espárrago se desarrolla mayormente en las pampas eriazas constituidas por arenas, arenas francas y en los mejores casos (muy pocos) francos

arenosos. En los valles irrigados por otra parte el cultivo se desarrolla mayormente sobre suelos francos. Actualmente, ha cambiado la modalidad del cultivo, siendo en su gran mayoría, casi el 100% destinado para verde, por tanto los suelos que se usan en esta modalidad tienen que ser sueltos (Sánchez 1992).

B. Permeabilidad: Es la cualidad del suelo que lo capacita para transmitir agua o aire. Se le puede medir en términos de velocidad de paso del agua a través de una sección transversal (perfil del suelo). Está en función directa a la composición granulométrica del suelo. La permeabilidad para suelos cultivados con espárrago debe ser en lo posible de moderada a moderadamente rápida (2.0 a 12.0 cm/hora).

Con velocidades mayores de flujo de agua conllevan a la rápida pérdida de agua de la zona radicular, pero que al mismo es manejable a través del riego presurizado mediante “pulsos” de riego; y, velocidades menores de flujo de agua generalmente producen encharcamiento y se pueden asociar a presencia de hongos patógenos del cultivo como: *Phytophthora* y *Fusarium*. Consecuentemente, se ha llegado a la conclusión que el espárrago es un cultivo que “resiste más a la sequía que al exceso de agua” (Sánchez 1992).

C. Profundidad efectiva: En vista que el sistema radicular del espárrago llega fácilmente hasta 1.5m, es necesario que la profundidad efectiva de los suelos sea igual o mayor que ese valor. Sin embargo, hasta una profundidad de 0.75 m se desarrollan el 75% del sistema radicular, esto quiere decir que la profundidad efectiva mínima de los suelos debe estar a 0.75 m, pero sin que haya un estrato semi permeable o permeable en la parte subyacente. Mientras más profundos sean los suelos, mayor será el suministro de agua y nutrientes debido a que mayor es el volumen de suelo explorado por las raíces.

La profundidad efectiva del suelo debe estar íntimamente relacionada con la profundidad radicular del cultivo, para una máxima expresión de crecimiento y desarrollo de la especie. Suelos con un perfil poco profundo o con capas duras deben ser evitados para el cultivo a

menos que se tomen las medidas del caso (sub-salación cruzada), para por lo menos “fisurar” el estrato impermeable que permita el drenaje (James 2005).

D. Drenaje: Suelos con buen drenaje son recomendables el cultivo de espárrago; el nivel freático debe estar a una profundidad mayor de 1.0 m. Una alta tabla de agua (entre 0.7 y 1.0m), puede ser esencial, especialmente en zonas y/o épocas de escasez de agua, siempre que el agua de drenaje no sea salina y sólo por un período de cultivo. Periodos prolongados de humedad en contacto con el sistema radicular son muy perjudiciales y redundan en una baja en la producción y en la vida misma de la planta (Román 1996).

3.9.2 Propiedades químicas

A. Reacción (pH): El espárrago progresa muy bien entre valores de pH de 6.5 a 7.8; Por otro lado, estos valores cercanos a la neutralidad favorecen la asimilación de la mayoría de nutrientes. Valores menores de 6.5 y mayores que 7.8 disminuyen los rendimientos. Asimismo, valores de pH cercanos o menores a 5.5 detienen el crecimiento de la planta y está asociado a la acidez del suelo; en el otro extremo, valores por encima de 8.3 disminuyen el rendimiento de la planta y están asociados a una alta concentración de sodio cambiante en el suelo.

B. Sales y sodio: El espárrago es un cultivo tolerante a la salinidad, bajo estas condiciones no muestra síntomas bien definidos hasta que la conductividad eléctrica (CE) del extracto del suelo sea igual o mayor de 10.0 dS/m (Sánchez 1998).

Un aumento considerable en el contenido de sales, aumenta la presión osmótica de la solución suelo y la absorción de agua y nutrientes disminuye considerablemente, a pesar que el suelo pueda estar húmedo y con buena fertilidad. Sin embargo, la experiencia peruana en cuanto a la adaptación del cultivo a medios áridos y semi áridos y, consecuentemente salinos en diferente grado, ha sido bastante exitosa; encontrándose el

cultivo instalado y regado con aguas que van hasta 8.00dS/m de salinidad, sin que haya mermado el rendimiento potencial propuesto por (San Agustín *et al.* 1998).

Por otro lado, el sodio cuando llega a niveles altos (> 15% de sodio cambiante) causa efectos directos a la planta e indirectos al suelo. En el primer caso, los niveles absorbidos pueden ser tan altos que causan daños a la planta, manifestándose en quemadura de las hojas de la parte basal a la parte apical (en el caso del cloro es lo contrario).

En cuanto a los efectos al suelo, estos se manifiestan en la dispersión de las partículas afectando consecuentemente la permeabilidad y el drenaje. Un efecto colateral es que una alta concentración de sodio está asociada a un pH > 8.3, donde disminuye la absorción de la mayoría de nutrientes de la planta. Fertilidad, materia orgánica (MO), P_2O_5 , K_2O El término fertilidad es muy amplio y abarca propiedades físicas, químicas y biológicas, en este punto está restringido a los niveles de materia orgánica (MO), P_2O_5 , K_2O , ya que estos constituyen los elementos bases para la fertilización, (Sánchez 1997).

Aunque es recomendable que los suelos estén bien provistos de elementos nutritivos, especialmente Nitrógeno (vía materia orgánica, fuente principal de éste elemento), Fósforo y Potasio disponible, para ahorrar en la aplicación de fertilizantes químicos, esto en la mayoría de los casos no se cumple. Sin embargo, no es imprescindible esta condición ya que se puede suministrar al suelo materia orgánica y fertilización mineral balanceada.

El nivel de fertilidad de un suelo está asociada a su textura, así los suelos arcillosos están mejor provistos de nutrientes que los suelos arenosos. El pH del suelo en gran parte, como ya se ha visto, gobierna la asimilación de macro y micronutrientes. Los suelos de los valles agrícolas son igualmente provistos tanto en materia orgánica, fósforo y potasio disponible que los suelos de las pampas erasas.

C. Nivel de Boro: Este elemento es esencial para la planta, pero puede ser tóxico a muy bajas concentraciones. Generalmente concentraciones tóxicas se pueden encontrar en regiones áridas y semi-áridas, como es el caso de la Costa Sur del Perú (Sánchez 1997).

3.10 Fertilización del espárrago

La fertilización se puede enfocar desde dos puntos de vista: el Técnico y el Económico ambos deben conjugar para proporcionar al agricultor el máximo beneficio económico al final de las cosechas (San Agustín 1998).

La fertilización según Román (1996) debe ser completa, es decir debe incluir todos los nutrientes extraídos por el cultivo, balanceada, es decir que las cantidades aplicadas deben estar de acuerdo a las necesidades reales del cultivo; global, es decir debe considerar los nutrientes necesarios tanto para los turiones como para el follaje y corona, medible, es decir que se debe considerar el aporte de nutrientes del forma de Turión Causa(s) atribuibles(s)

Según Sánchez (1998) la fertirrigación contempla el conocimiento y conjugación de varios factores, a decir: el suelo, conocimiento de sus características físicas y químicas y su fertilidad natural; el agua de riego, fundamentalmente su calidad, por el aporte de nutrientes y por los eventuales aportes de elementos tóxicos para la planta; el cultivo, conociendo su comportamiento fisiológico; los fertilizantes, debido a su naturaleza física, reacciones químicas y aporte de nutrientes y, finalmente, el riego, que determina cuánto y cuándo regar en función de las condiciones medio ambientales.

Las recomendaciones de fertilización no solamente deben contemplar la reposición de los elementos extraídos por la planta en la cosecha anterior, debe considerar además, la expectativa del rendimiento posterior, tomando en cuenta el valor económico como costo del fertilizante, así como los retornos finales de la cosecha. (Ortega 1999).

IV.MATERIALES Y METODO

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en la empresa de Procesos Agroindustriales S.A. ubicada en el departamento de Ica, en el Km 291 Panamericana Sur, Fundo Qolca, siendo una empresa agroexportadora, la mayor área es de espárrago verde. Teniendo temperatura máxima de 27°C y mínima de 9°C, y con 14-04 00 latitud sur 7.5-43-24 latitud oeste altitud 406 MSNM, y con una precipitación anual de 750 mm (Guillen ,2011 Conversación Personal)

4.2 Manejo del experimento

Siembra.El cultivo se estableció en campo abierto iniciando la siembra con corona el 1/enero /2007, mostrando estos materiales que son de ciclo largo ya que lo demuestra el inicio de la cosecha que se realizó en junio del 2011 siendo su primer cosecha al año. Los distanciamientos utilizados en estas dos variedades (UC-157F y ATLASF1) fueron de 1.8 mts por 0.20 mts entre planta para obtener una densidad de siembra de 27,777 plantas/hectárea

Construcción del micro túnel

El micro túnel se construyó con alambre galvanizado en forma de arco teniendo un metro de ancho y 30 cm de altura a uno y dos metros de distancia entre alambre, posteriormente se procedió a la colocación del plástico por lo que se colocaron estacas en los costados para el amarre de los mismos utilizando una cuerda. El área de cada microtúnel fue de (4.30 m²). Los micro túneles construidos tuvieron diferentes colores de plástico y grosores (Cuadro 2).

Cuadro 2 Descripción de los micro túneles.

Híbridos UC- 157F1 y ATLAS	Color del plástico	Groso de plástico (micras)
	Sin plástico	Testigo
	Blanco	150
	Blanco	180
	Blanco	200
	Blanco transparente	100
	Blanco transparente	180
	Verde tierno	150

Fuente: Elaboración propia.

Manejo de las temperaturas y humedad relativa

La realización de toma de temperatura (T °C) y humedad relativa (H.R) se realizó con un termómetro que tenía adaptado para medición de la humedad relativa en cada uno de los micro túneles. La realizamos dos veces al día antes de la cosecha

Cosecha

La cosecha se realizaba dos veces al día (mañana y en la tarde), ya que el turión tiene un crecimiento de 0.24 cm por hora bajo estas condiciones, al realizar la cosecha cada tratamiento se coloca en una jaba diferente. El turión debe estar bien desarrollado: de tal manera que permita resistir el manejo y el transporte para que pueda arribar en condiciones satisfactorias al lugar de destino , de consistencia firme , de forma, color y olor característico de la variedad , en estado fresco, enteros limpios y sanos, cabeza compacta y bien cerrada ,libres de pudrición, de defectos mecánicos ,manchas o indicios de heladas libres de hundido y sin presentar floración alguna ,sin daños causados por plagas, insectos, libres de cualquier otro material extraño

Variables evaluadas

Rendimiento. Esta variable se midió al momento de la cosecha, pesando cada uno de los rendimientos por cada micro túnele Primero se seleccionó de acuerdo a la calidad y luego se pesó el peso total por muestra en cada híbrido. El rendimiento lo calculamos de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento en Kg/ha} = \frac{\text{Peso campo (kg)} * 10000 \text{ m}^2}{\text{Área útil m}^2}$$

Rendimiento diario por tratamiento. Esta variable se determinó sumando los dos turnos de cosecha (mañana y tarde) de cada una de los híbridos por micro túnel.

Selección del turión por calidad

La selección del turión por calidad A,B,C, se realizó seleccionando de forma individual cada turión, procediendo a cortar el tocón o base superior que este es el descarte además de los turiones que presenten daños mecánicos, de insectos, postura de *Copitarsia*, *Heliothis*, *Elasmopalpus*, *Euschistus* y *trisp* también se debe tener en cuenta que el turión no este floreado o las brácteas abiertas y luego se pesara el seleccionado el descarte con una balanza (medida en gramos).

Calidad	Descripción
A	Esta calidad se seleccionara de acuerdo al diámetro del turión, longitud que debe ser de 12 cm, no deberá presentar deshidratación,deben estar con yemas terminales y brácteas completamente cerradas, los turiones deben ser rectos, no admitiendo curvatura del ápice, de mayor diámetro que la calidad B con color característico de la variedad, siendo la calidad más exigente. (Se determina visualmente).
B	Los rangos establecidos para esta calidad son: Longitud menor a 12 cm pero no menor a 10 cm, teniendo un diámetro considerable turiones poco floreado es decir brácteas semi abiertas, no debes presentar ningún daño,color característico de la variedad, cabeza del turión compacta, deben ser rectos, sin curva de ápice, libres de signos de lignificación, presencia de síntomas de enfermedades y sin manifestación de pudrición. Otros (Se determina visualmente).
C	Los parámetros en esta calidad se enmarcan en una longitud del turión mayor a 12 cm,teniendo un diámetro delgado como el grosor de un lápiz, un poco floreado es decir brácteas no bien cerradas, no deben tener ningún daño, turiones un poco curvos del ápice, y que se hayan cortado más corto de la medida requerido (12 cm).

Cuadro 3Parámetros y descripción de calidad

Descarte o peso tocón

Esta variable se evaluó al momento de realizar la cosecha antes de pesar el turión cortándole 2cm aproximadamente de la base del turión (dando un 20% de descarte)

Formula que se utilizó para sacar el descarte de tocón en kg/ha

Descarte tocón en Kg/ha= $\frac{\text{Peso campo (kg)} * 10000}{\text{m}^2}$

Área útil m^2

Temperatura almacenada y humedad relativa. Para la realización de toma de temperatura y humedad relativa en los micro túneles se utilizara un termómetro y se hará en cada turno de cosecha.

Incidencia de plagas. La evaluación de esta variable se hizo al hacer la selección de calidad de forma visual revisando los turiones que no tuvieran picadas y postura de insectos (*Copitarsia*, *Heliothis*, *Elasmopalpus* y *trisp*).

Adaptabilidad de la metodología utilizada a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento total

De acuerdo a los resultados obtenidos los dos híbridos mostraron un comportamiento similar no encontrando diferencias marcadas en los rendimientos bajo las condiciones protegidas, (Cuadro 2) Al hacer una comparación de los micro túneles y el testigo los micro túneles tienen ventajas como mantenimiento de la humedad, modificación de las temperaturas del suelo, protección contra insectos plagas, mejor calibre y calidad de los turiones, mayor precocidad de cosecha, incremento desarrollo de raíces.

El testigo tiene un menor rendimiento en ambos híbridos esto se debe a que esto no estaba bajo condiciones protegidas en comparación con los micro túneles el plástico blanco transparente con un grosor de 100 micras (T3) con un rendimiento de 2302 Kg/ha y el microtúnel blanco siendo el grosor de 180 micras (T4) con 2425 Kg/ha teniendo un menor rendimiento que el híbrido UC-157F1.

Considerando el color y el grosor del plástico podemos observar que tiene mucha influencia en el rendimiento ya que en estos micro túneles el plástico no les proporciona al turión la temperatura y la humedad necesaria provocando un menor fotosíntesis y deficiencia en el crecimiento de los turiones por lo que hubo un bajo rendimiento al compararlos con los micro túneles blanco transparente con un grosor de 180 micras (T5) que se obtuvieron 4023 Kg/ha y el microtúnel verde tierno de 150 micras (T6) con rendimientos de 4139 Kg/ha siendo los de mayor rendimiento que el híbrido UC-157F1.

En cambio el híbrido ATLASF1 tiene menos rendimiento en el micro túnel blanco de 200 micras (T6) cosechándose 1,796 Kg /ha siendo el más bajo rendimiento como consecuencia del híbrido que es más sensible al plástico utilizado provocándole floreado y quema de turiones lo que hace que se pierda calidad y rendimiento en cambio el micro túnel blanco de 150 micras siendo el plástico utilizado por la empresa tiene un buen rendimiento (T2) de 3,651 Kg/ha y el microtúnel blanco transparente de 180 micras (T5) se lograron 4,465 Kg/ha, coincidiendo con lo que dijo Serrato *et al* (1996), que la UC-157F1 tiene mayor rendimiento total de 19,990 Kg/ha en el híbrido ATLASF1 con rendimiento de 18,534 Kg/ha.

Cuadro 4 Rendimiento total de los híbridos

Nº. Micro Túnel	Sumatoria de Calidad Y Peso del turión en kg.			Rendimiento Total Kg/ha híbrido UC-157F1	Sumatoria de Calidad Y Peso del turión en kg.			Rendimiento Total Kg/ha híbrido ATLASF1
	A	B	C		A	B	C	
Testigo 1	0.006	0.007	0.56	1332	0.14	0.35	0.18	1558.14
Micro túnel 2	0.39	0.54	0.39	3069	0.33	0.92	0.32	3651.16
Micro túnel 3	0.05	0.26	0.68	2302	0.17	0.74	0.24	2674.4
Micro túnel 4	0.08	0.33	0.56	2425	0.12	0.49	0.31	2139.53
Micro túnel 5	0.22	0.88	0.63	4023	0.06	0.27	0.96	4465.12
Micro túnel 6	0.18	0.91	0.69	4139	0.11	0.25	0.49	1976.74
Micro túnel 7	0.27	0.43	0.38	2700	0.02	0.36	0.51	2069.77

Rendimiento de calidad.

Los rendimientos de calidad se muestran en (Figura 1) siendo una comparación de rendimiento a calidad A, B, C, teniendo como resultados obtenidos el híbrido UC-157F1 mostró los mejores rendimientos en el micro túnel blanco de 150 micras (T2) con 3,069 Kg/ha, el micro túnel blanco transparente con 180 micras (T5) se obtuvieron 4,023 Kg/ha, en cambio el micro túnel verde tierno de 150 micras (T6) mostró un rendimiento de 4,139 Kg/ha y el microtúnel blanco de 200 micras (T7) con 2,700 Kg/ha.

Los resultados de calidad probablemente se deban a la protección de los diferentes plásticos utilizados que le ayudó a los turiones proporcionándoles un microclima más estable en cuanto a temperatura y humedad relativa velocidad del viento ayudándoles estas condiciones a un mayor desarrollo de turiones al hacer una comparación con los micro túneles blanco transparente de 100 micras (T3) con 2,302 Kg/ha y micro túnel blanco de 180 micras (T4) se obtuvieron 2,425 Kg/ha estos estaban protegidos pero sin embargo tienen bajo rendimiento debido a que el paso de luz no fue el requerido por los turiones, además no hubo una buena fotosíntesis por lo que los turiones se quemaban de unos dos centímetros al salir del suelo por el exceso de temperatura en cambio el testigo se obtuvo un bajo rendimiento debido a que no estaba protegido estando más expuesto a las variaciones de temperatura, humedad relativa, daños por insectos.

Además se evaluó (Figura 1) el descarte de tocón del híbrido UC-157F1 haciendo énfasis en el testigo que es el de menor descarte en Kg/ha solo lo se utilizó como referencia ya que existe una relación dependiente entre calidad de turiones y descarte por tocón a menor calidad habrá mayor descarte por tal razón solo los enfocaremos en el descarte de los micro túneles obteniendo los siguientes resultados el mayor descarte se dio en el micro túnel 4 con 195 Kg/ha teniendo un rendimiento total de 2,425 Kg/ha al hacer una comparación con microtúnel 5 que tiene el menor descarte de 146 Kg/ha habiéndose cosechado 4023 Kg/ha.

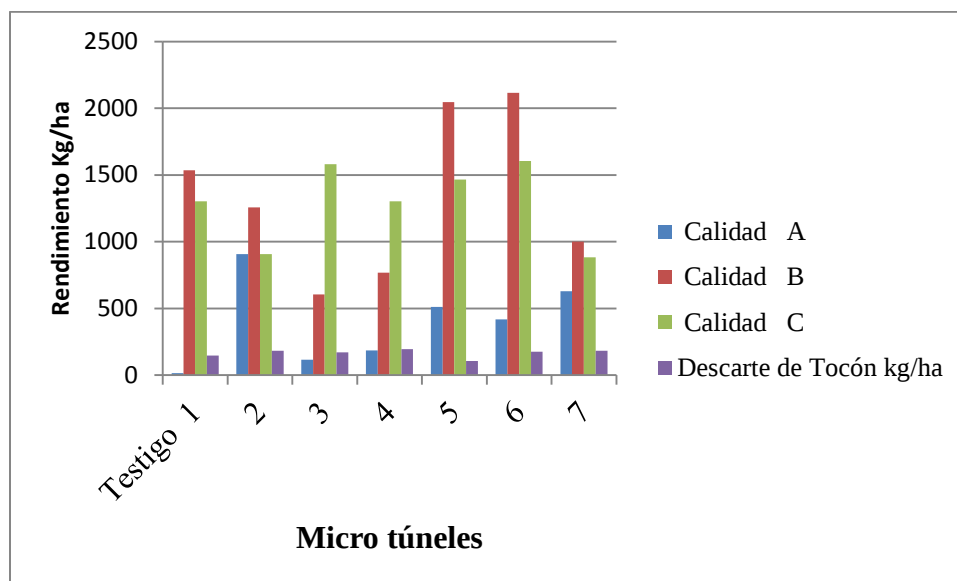


Figura 1 Evaluación de Calidad y rendimiento del híbrido UC-157F1 (peso del turión y descarte tocón en Kg).

Rendimiento Kg/ha (Figura 2) se muestra el rendimiento de cada rango de calidad del híbrido ATLASF1, teniendo como resultados que los micro túneles blanco de 150 micras (T2) muestran un rendimiento de 3650 Kg/ha, en cambio el micro túnel plástico transparente con un grosor de 100 micras (T3), se obtuvieron 2674 Kg/ha y el micro túnel blanco de 180 micras (T5) con un rendimiento de 446 Kg/ha.

Estos resultados se deben a que al estar protegidos con plástico hay un mayor crecimiento de turiones ya que los plásticos les proporcionaron un microclima más estable en temperatura y humedad relativa al hacer una comparación con los micro túneles blanco de 180 micras (T4) que se obtuvieron 2,139 Kg/ha, y el micro túnel verde tierno de 150 micras (T6) se cosecharon 1976 Kg/ha y el micro túnel blanco de 200 micras (T7) con 2,069 Kg/ha respectivamente.

Aun estando protegidos mostraron bajo rendimiento debido a que el paso de luz no fue el requerido por el turión, además no hubo una buena fotosíntesis por que mostraron turiones floreados y delgados a causa de la deshidratación por el de plástico ya que es un híbrido más

sensible a cambios bruscos de temperatura al hacer comparacion con el testigo tiene bajo rendimiento debido a que no estaba bajo condiciones protegidas estando expuesto a las variaciones de temperatura humedad relativa ,daños por insectos otros.

Descarte híbrido ATLASF1

El descarte de tocón de la hibrido ATLASF1se muestran en el (Figura 2) al igual que la variedad anterior no se hizo énfasis en el testigo siendo el de menor descarte en Kg/ha solo lo se utilizó como referencia ya que existe una relación dependiente entre calidad de turiones y descarte por tocón a menor calidad habrá mayor descarte por tal razón solo los enfocaremos en el descarte de los micro túneles obteniendo los siguientes resultados el mayor descarte se dio en el micro túnel 6 con 93 Kg/ha teniendo un rendimiento total de 1976 Kg/ha al hacer una comparacion con microtunel 5 que tiene el menor descarte de 46 Kg/ha habiéndose cosechado 4465 Kg/ha

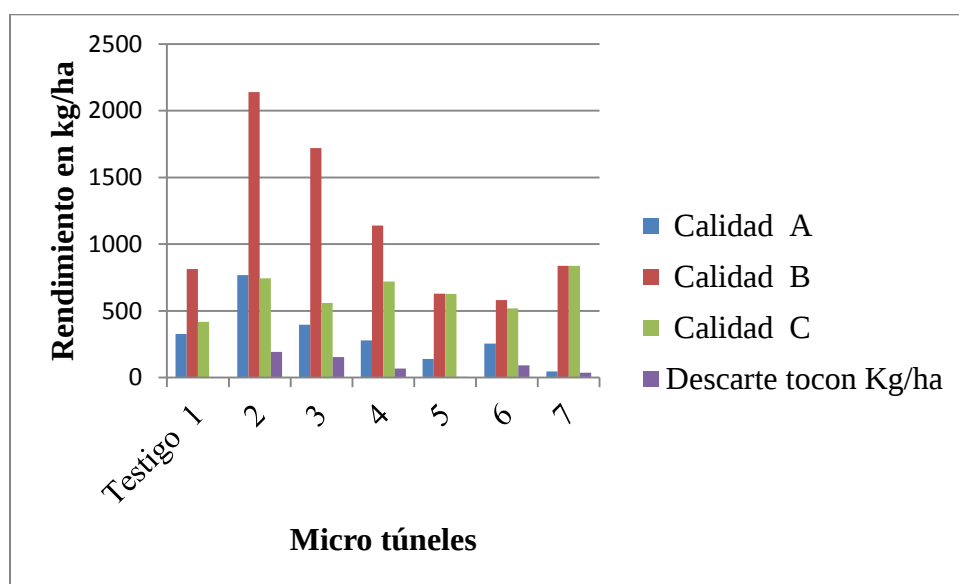


Figura 2 Evaluación de Calidad y rendimiento del híbrido ATLASF1 (peso del turión y descarte tocón en Kg).

Temperatura almacenada

La grafica 3 muestra la temperatura y la humedad relativa almacenada durante el tiempo que permanece cubierto destapándolo solamente cuando se va a cosechar cada uno de los micros túneles, siendo casi similar tanto la temperatura como la humedad relativa, teniendo como probabilidad que el rendimiento está influenciado por el color y grosor del plástico y con el almacenamiento de la temperatura y la humedad relativa

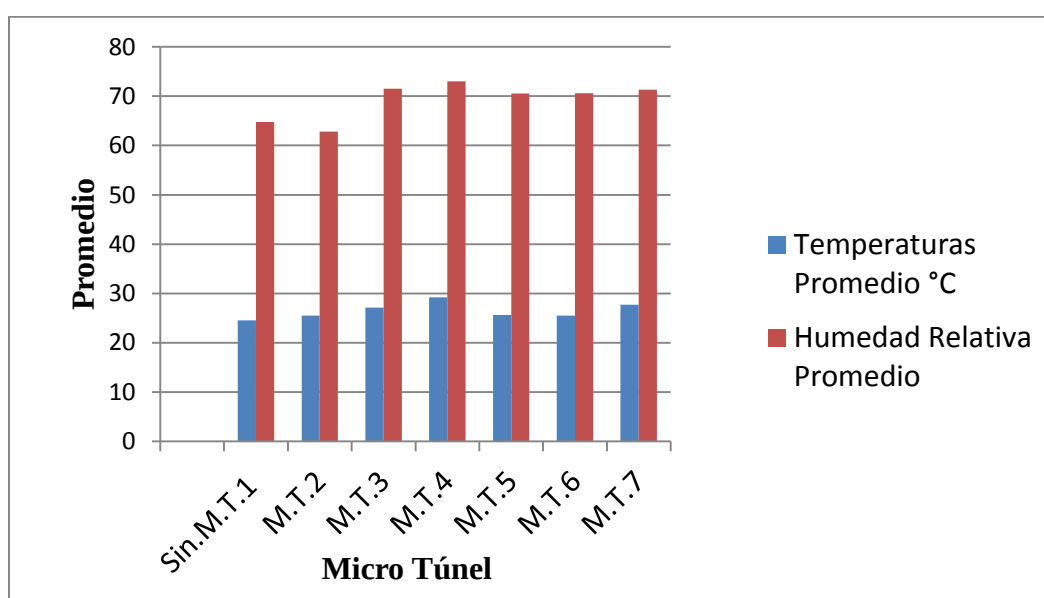


Figura 3 Promedio de Temperatura y humedad relativa de cada micro túnel

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos el híbrido UC-157F1 mostro mayor rendimiento total y comercial en las categorías A, B, C utilizando los diferentes colores y grosores de plástico que el híbrido ATLASF1.

Después de la valoración realizada encontramos que el microtunel cubierto con plástico blanco de 180 micras reporto el mejor rendimiento en las dos híbridos.

La metodología de micro túneles utilizada en la Empresa Procesos Agroindustriales S.A se puede realizar en la Universidad Nacional de Agricultura ya que cuenta con las condiciones necesarias.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar este mismo ensayo solo que en un área más extensa para que permita mejorar tener una mejor visión de cada uno de los tratamientos
- Se recomienda continuar haciendo evaluaciones con los micro túneles cinco y seis del híbrido UC-157F1 y el dos del micro túneles ATLAS F1 hasta conocer su real potencial y rusticidad.
- Sembrar una parcela demostrativa en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA para conocimiento del cultivo ya que en mi experiencia tuve la oportunidad de conocerlo siendo un cultivo de importancia a nivel mundial.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aipura. 1996. "Protección de cultivos". Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de producción vegetal.

Alzamora, G; Lorena, C; Silva, M. 2000. Producción de espárragos Universidad San Martín de Porres Lima-Perú). Disponible en; <http://www.monografias.com/trabajos29/produccion-esparragos/produccion-esparragos.shtml>.

Benegas. S. Sin fecha Espárrago. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 22 p.

Benegas, S. 1990. El Espárrago. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 223 p.

Benson, B. 1987. Morfología y Fisiología del Espárrago. Tecnología en la Producción de Espárrago. Fundación Chile

Bousquet, V. 1999. "La evolución de la producción mundial de asperges". EuroAsper. Disponible en http://www.peruecologico.com.pe/econegocios_esparrago.htm.

Casas, A. Sánchez, J. 2005. Developments in Asparagus Cultivation under Desert Conditions in Peru. Trabajo presentado en el XI International Asparagus Symposium. 5 al 7 junio. Netherlands.

Delgado de la Flor, F.; Montauban, R. y Hurtado, F. 1993. Cultivo del Espárrago. Proyecto TTA-UNALM. Edit Agraria. Lima, 123 p.

Free, Edit. 1992Asparagus. Akadémiai Kiadó, Budapest.161 p.

Gonzáles, M. y Del Pozo, A.1999. El Cultivo del Espárrago. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. M.A. Quillamapu. Chillán. Chile. 212 p.

Román, S. 1996. Nutrición del Cultivo de Espárrago en la Costa del Perú. En Seminario Internacional del Espárrago. Instituto Peruano del Espárrago Ica, Perú.Cap IX.

Sánchez, J.1992. Requerimientos de Suelo, Nutrición Mineral y Fertilización del Cultivo de Espárragos. Seminario regional de Tecnologías Modernas en el Cultivo y Procesamiento del Espárrago. TTA-UNALM. Ica 30p

Sánchez, J. Casas. A.1997. Asparagus in the Peruvian Coastal Regions: Present and Future.Proc. 9th International Asparagus Symposium.ActaHorticulturae 57-61- 479 P

Sánchez, J .2005. Módulo Integrado de Espárragos y Alcachofas. Facultad de Agronomía. UNALM .Lima-Perú.

Sánchez, J. 1998. Fertirrigación del Cultivo del Espárrago. Instituto Peruano del Espárrago. 24 p.

San Agustín, M. 1989. Fertilización del Espárrago. II Jornadas Técnicas del Espárrago. Agrícola Vergel-Pamplona.227-249 p.

Serrato, S, C. Góngora, Venegas. 1996. Cultivares de espárrago verde .Red andaluza de experimentación agraria “Las Torres”

Ortega, R. y L. Flores.1999. Agricultura de Precisión. Introducción al Manejo deSitio Específico. Boletín INIA. Chile. 145 p.

ANEXOS

Anexo 1. Plaguicidas permitidos en espárrago y sus límites máximos residuales.

Principio activo	Usos	LMR
Bentazon	Herbicida	0.1
Carbendazol	Fungicida	0.1
Endosulfan	Insecticida	1
Linorun	Herbicida	0.2
Metribuzin	Herbicida	0.05
Naptalan	Herbicida	0.1
Sextoxidin	Herbicida	0.5
Zineb	Funguicida	0.1

Fuente: SENASA, 2003

Anexo 2. Malformaciones más comunes que pueden ocurrir en los turiones de espárrago.

Forma de turión	Causa(s) atribuible(s)
Graneado	Variaciones de régimen hídrico
Floreado	Alta temperatura, disminución de carbohidratos, déficit hídrico.
Flácido	Déficit hídrico
Acanalado	Deficiencia de calcio. Variación régimen hídrico
Desecado	Deficiencia de boro
Gancho	Deficiencia de calcio .desbalance Ca/B
Sigmoide	Desbalance en la relación Ca/P
Hueco	Deficiencia de calcio .exceso de Nitrógeno
Paleta	Alteración genética .Deficiencia de fósforo

Fuente: Javier, 2005

Anexo 3. Factores medioambientales óptimos para el cultivo de espárragos.

Factores	Óptimo	Favorable	Desfavorable
Textura	Fco .arenoso Arena Franja	Arena francos	Limosos Arcillosos
Permeabilidad	Mod. Rápida	Moderada	Lenta ,rápida
Profundidad	Mayor 1.5 m	0.75 - 1.50 m	Menor 0.75m
Drenaje	Bueno	Tabla de agua >1.0m profundidad	Tabla de agua <1.0 m Prof.
Reacción (pH)	6.5 -7.8	6.0 - 6.5	<6.5 y 8.3
Sales	<4.1 ds/m	4.1-10.0 ds/m	>10.0 ds/m
Fertilidad (M.O,P,K2O)	3 parámetros nivel alto	2 parámetros en nivel alto	Min.1 parámetro en nivel alto
Nivel de Boro	<10 ppm	10 -15	>15 ppm
Cantidad de agua Mod/ha/amo	20,000	16,000m ³	< 12,000m ³ >25000m ³
Temperatura	19+/-7	12-30	Extremos
Precipitación	<400 mm	400 -800 mm	>800 mm
Humedad Relativa	<70%	70 -90 %	>90%
Horas sol	NS	NS	NS

Fuente: Sánchez, 1997

Anexo 4. Requerimiento hídrico del espárrago.

Estado fenológico	Coefficiente de cultivo propuesto (Kc)
Brotamiento segundo brote	0.5 - 1
Floración	0.5 - 1
Maduración	0.15 - 0.5
Brotamiento segundo brote	0.8 - 1
Floración	0.8 – 1
Maduración	0.15 -0.6

Fuente: Javier,2005