

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES DE ESPÁRRAGO  
(*Asparagus officinalis*) EN FASE DE SEMILLERO BAJO DOS SISTEMAS DE  
SIEMBRA EN EL CORREGIMIENTO LA CAPILLA, MUNICIPIO DE CAJIBIO,  
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**ADRIANA MILENA VILLALBA GUALTERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2011**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO VARIETADES DE ESPÁRRAGO  
(*Asparagus officinalis*) EN FASE DE SEMILLERO BAJO DOS SISTEMAS DE  
SIEMBRA EN EL CORREGIMIENTO LA CAPILLA, MUNICIPIO DE CAJIBIO,  
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

**ADRIANA MILENA VILLALBA GUALTERO**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniera Agropecuaria**

**Directora:  
MSc CONSUELO MONTES ROJAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN - CAUCA  
2011**

Nota de aceptación:

La directora y los jurados han leído el presente trabajo, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

---

MSc. Consuelo Montes Rojas  
Directora trabajo de grado

---

MSc. Iván Enrique Paz  
Presidente del jurado

---

Esp. Noe Alban López  
Jurado

Popayán, 1 de Julio de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas y cada una de las personas que me brindaron su apoyo para la realización de este trabajo, especialmente a la directora M.Sc Consuelo Montes por su paciencia y colaboración.

A mis padres, hermanos, esposo e hija por su confianza, sacrificio y apoyo incondicional.

A la Asociación de Productores de Espárragos del Cauca, su representante legal Sonia Yenni Flor y al ingeniero agrónomo Germán Tirone.

A la Universidad del Cauca.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 GENERALIDADES	16
1.2 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	18
1.3 FISIOLOGÍA DE LA PLANTA	18
1.4 SISTEMA DE PROPAGACIÓN	19
1.4.1 Producción de plántulas	19
1.4.2 Establecimiento del almácigo	20
1.4.2.1 Elección del suelo	20
1.4.2.2 Preparación del suelo	20
1.4.2.3 Trazado y elaboración de camas	20
1.4.2.4 Llenado y encarrilado de bolsas o envases	20
1.4.2.5 Construcción de zanjado y siembra	20
1.4.2.6 Labores o cuidados culturales	20
1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	21
1.5.1 Clima	21
1.5.2 Humedad relativa	21
1.5.3 Iluminación	22
1.5.4 Suelo	22
1.6 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO	22

1.6.1	Establecimiento	22
1.6.1.1	Transplante de plántulas	22
1.6.1.2	Plantación de coronas	23
1.6.2	Cuidados y labores culturales	23
1.6.2.1	Riego	23
1.6.2.2	Control de malezas	23
1.6.2.3	Fertilización	23
1.6.2.4	Resiembra	24
1.6.2.5	Eliminación de follaje	24
1.7	ANTECEDENTES	24
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
2.1	LOCALIZACIÓN	26
2.2	MATERIAL VEGETAL	26
2.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	27
2.4	PROCEDIMIENTOS	28
2.4.1	Preparación del terreno	28
2.4.2	Trazado y construcción de camas	28
2.4.3	Preparación de tierra para llenado de bolsas	28
2.4.4	Siembra	29
2.4.5	Labores culturales	29
2.4.5.1	Control de malezas	29
2.4.6	Seguimiento del cultivo	29

2.4.7	Toma de datos	29
2.5	VARIABLES EVALUADAS	30
2.5.1	Días de emergencia	30
2.5.2	Porcentaje de emergencia	30
2.5.3	Altura de las plantas	30
2.5.4	Diámetro y número de tallos	30
2.5.5	Peso de raíces en materia verde	30
2.5.6	Costos de producción de los sistemas de siembra utilizados	30
2.6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	30
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1	DIAS DE EMERGENCIA	31
3.2	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	32
3.3	ALTURA DE LAS PLANTAS	33
3.4	NÚMERO DE TALLOS	36
3.5	DIÁMETRO DE TALLOS	39
3.6	PESO DE RAÍCES EN MATERIA VERDE	43
3.7	COSTOS DE PRODUCCIÓN	44
4.	CONCLUSIONES	46
5.	RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA	48
	ANEXOS	54

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Identificación de las cinco variedades de espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> ) utilizadas en el ensayo	27
Tabla 2. Días de emergencia de las cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> ) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones de la Capilla, municipio de Cajibío Cauca	31
Tabla 3. ANAVA del porcentaje de emergencia en cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> )	32
Tabla 4. Promedios para el porcentaje de emergencia de cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> )	32
Tabla 5. ANAVA de la altura de plantas en cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> ) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.	33
Tabla 6. Promedios para la variable altura de las cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> )	35
Tabla 7. Prueba de Duncan, con relación a la altura de plantas bajo dos sistemas de siembra.	35
Tabla 8. ANAVA del número de tallos en cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> ) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.	36
Tabla 9. Promedio para número de tallos de las cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> ).	38
Tabla 10. Promedios para la variable numero de tallos bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.	39
Tabla 11. ANAVA diámetro de tallos en cinco variedades de espárragos ( <i>Asparagus officinalis</i> ) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.	40
Tabla 12. Promedio para el diámetro de tallos de las cinco variedades de	41



espárrago (*Asparagus officinalis*) en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

Tabla 13. Promedio para la variable diámetro de tallos bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío. 42

Tabla 14. ANAVA del peso de raíces en materia verde en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío. 43

Tabla 15. Promedio del peso de raíces en materia verde de cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío. 44

Tabla 16. Costos de producción de plantas de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío 45

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Finca La Colonia, corregimiento la capilla, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	26
Figura 2. Forma de distribución de los sistemas de siembra	27
Figura 3. Elaboración de las eras para realizar la evaluación en el campo	28
Figura 4. Posición de las bolsas en el ensayo	29

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A . PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN	54
ANEXO B. . ANÁLISIS DE SUELOS	55

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar cinco variedades de espárrago (*Asparagus officinalis*) en fase de semillero bajo dos sistemas de siembra (eras y bolsas), se estableció el presente trabajo en el corregimiento la capilla, municipio de Cajibío, departamento del Cauca, altura de 1756 m. s. n. m, precipitación anual entre los 1293 y 2278 mm y una temperatura media anual de 19 °C. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas, compuesto por cinco tratamientos (variedades), dos subtratamientos (sistema de siembra en eras y en bolsas) y tres bloques. Las variables de respuesta fueron: emergencia, porcentaje de emergencia, altura de plantas, número de tallos, diámetro de tallos, peso fresco de raíces y costos de producción.

Al analizar los resultados se pudo determinar que el sistema de siembra en bolsas presenta mejores resultados solo en las variables altura de tallos y peso en fresco de raíces, para las otras variables no se mostraron diferencias. En cuanto a las variedades solo en la variable altura de tallos se encuentran diferencias estadísticas, siendo la variedad UL la que alcanza mayor altura de tallos, para el resto de variables no hay diferencia entre ellas y el comportamiento de las variedades difiere de una variable a otra.

## ABSTRACT

With the objective to evaluate five varieties of asparagus (*asparagus officinal is*), seedling stage under two systems of planting (eras and bags), it was established the present work in the La Capilla township, Cajibío town, department of Cauca, the high is 1756 m.s.n.m, the annual precipitation is between 1293 and 2278mm and the average annual temperature or weather is 19 C. It was used a blocks design chosen randomness with performance in plots, composed by five blocks treatments. The answer variables were: emergency, percentage of emergency, plants measures, numbers of stems, diameter of stems, and fresh weight of roots and productions prices.

To analyze the results, it could determinate that the system of planting in bags, it presents the best results only at the high stems variable and fresh weight of roots, for other variables It couldn't see differences. In what respects to the varieties only in the high variable of stems, it finds statistical differences, being the UL variety which reaches the highest high of stems, for the rest of varieties there isn't difference between them and their behavior differs one variable to other.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de esparrago en el Departamento del Cauca tiene alrededor de 18 años desde que se iniciaron las primeras explotaciones en el municipio de Timbío, posteriormente se establecieron en el Municipio de Cajibío con dos de la más grandes empresas esparragueras del departamento, Espárragos Chayanni y Compañía Agrícola de espárragos quienes sembraron más de 600 hectáreas entre esparrago verde y blanco.

Estos proyectos tuvieron un impacto económico importante en la región, al generar más de 400 empleos directos y otros tantos indirectos, además de cultura sobre el cultivo del esparrago. Sin embargo, estas empresas cesaron sus actividades en el municipio hace cerca de 6 años, por razones económicas y de alteraciones de orden público en la región, a pesar del buen comportamiento que mostraron los cultivos y de las grandes oportunidades de mercado que tiene el producto especialmente en los Estados Unidos.

En la actualidad un grupo de pequeños productores asociados en ASOESPARRAGOS, conformado por 200 campesinos del Municipio de Cajibío y que en su mayoría trabajaron en los cultivos que se establecieron anteriormente, adelantan la ejecución de un proyecto que busca establecer 200 hectáreas de esparrago, con un costo que supera los 5000 millones de pesos. (Minagricultura, 2007).

Sin embargo, a pesar de que la producción de esparrago se vislumbra como una alternativa para la generación de empleo, de ingresos y de mejoramiento de la calidad de vida de los productores, existen factores de orden económico como la devaluación del dólar, altos precios del petróleo que encarecen los fletes del transporte, altos costos de los insumos agrícolas para la producción, entre otros, sumados a las continuas variaciones climáticas, lo cual exige de un gran esfuerzo administrativo y financiero liderado por la alta dirección y hasta el último y cada uno de los asociados de la empresa, con el fin de poder ofrecer productos a menores precios, es decir, ser más eficientes en términos de costos y rendimientos, así como cumplir con los requisitos técnicos y de calidad exigidos por los mercados.

La etapa de semillero es de gran importancia en el cultivo de esparrago, ya que influyen en el crecimiento, desarrollo y productividad de la planta. Un semillero mal establecido o mal manejado produce plantas poco vigorosas y desiguales, lo que produce una plantación desuniforme, retraso de la producción, baja productividad

y en consecuencia, aumento de los costos de producción del cultivo. Los esparragueros son exigentes en cuanto a la calidad de las plántulas para la siembra, por tratarse de un cultivo perenne se debe establecer en condiciones que garanticen un largo periodo productivo, mayor a 10 años.

Si bien es cierto, que en la región se establecieron con anterioridad grandes cultivos de espárragos, se carece de investigaciones y de evaluaciones sobre el comportamiento agronómico de los diferentes tipos de semilla, en las condiciones de la región, especialmente en la fase de semillero. No existen en la región, registros técnicos de este tipo de cultivo que apoyen a los administradores y asistentes técnicos en la toma de decisiones acertadas sobre el mejor manejo que se le debe dar al cultivo del esparrago en la región.

Sumado a lo anterior, se tiene, por parte de los pequeños productores, limitaciones en los recursos económicos y humanos, para iniciar las investigaciones y evaluaciones que les permita seleccionar el sistema de siembra y los tipos de semilla, que les garantice una producción de plántulas de óptima calidad y bajo costo.

Por tal razón se crea la necesidad de evaluar agronómicamente 5 variedades de esparrago, en la fase de semillero, sembrados en el sistema de bolsas y en el sistema de eras, para determinar las diferentes calidades de las plántulas obtenidas en cada sistema, con el objeto de conocer su adaptabilidad al suelo y a las condiciones medioambientales que se presenta en el corregimiento La Capilla, Municipio de Cajibío, para lo cual se propuso: determinar el porcentaje de emergencia; establecer los días de emergencia, evaluar crecimiento de plántulas en semillero a los 30, 60, 90 y 120 días de emergidas, y comparar costos de producción de las plántulas en los dos sistemas evaluados.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. GENERALIDADES

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es originario de la región oriental del Mediterráneo y Asia menor y crece en climas templados y subtropicales, siendo la única especie de su género cultivada como hortaliza (Ornstrup, 1997, citado por Asprelli et al, 2005).

Es un producto perecedero cuyo brote tierno denominado turión es considerado un alimento *gourmet* por su exclusivo consumo y sus altos precios relativos. Entre los principales atributos de esta hortaliza se cuentan el ser un producto bajo en calorías (menos de 4 calorías/espárrago), en grasa y colesterol, con alto contenido de vitaminas C, A, B, tiamina y riboflavina y rico en potasio y en fosfato de calcio (CCI, 1999).

Morandes y Alvarado (1988), afirman que la planta de espárrago es dioica, es decir, hay plantas femeninas y plantas masculinas. Las plantas masculinas son más productivas en turiones que las plantas femeninas; esto es lógico que ocurra, ya que las plantas femeninas en la formación de flores, frutos y semillas utilizan buena parte de las reservas, que en el caso de las plantas masculinas acumulan en las raíces para la próxima producción de turiones. Las plantas masculinas son, también, más precoces y longevas que las femeninas.

La fundación Chile (2000) menciona algunos datos sobre el espárrago verde y dice que es preferible las plantas masculinas, ya que al no fructificar no hay posibilidad de que las semillas den lugar a nuevas plantas, que multiplican la densidad de plantación; pero después de los años al existir mayor número incontrolado de plantas, disminuye la calidad porque no produce muchos turiones con el calibre mínimo exigido por las normas de calidad vigentes.

Además refiere que en general, se distinguen tres tipos de espárragos, el espárrago verde, que se comercializa principalmente en fresco; el espárrago blanco, destinado al procesamiento (enlatado, congelado, deshidratado, encurtido e, incluso, como jugo), y el espárrago morado, que se produce y consume casi exclusivamente en Italia. Las características organolépticas y los usos culinarios de cada tipo de espárrago son diferentes. El espárrago verde tiene mayor valor nutritivo, textura carnosa y firme, aroma intenso y sabor ligeramente dulce, requiere de mayor exposición a la luz solar para ganar su color verdoso. El espárrago blanco, por su parte, tiene mayor contenido de azúcar, cáscara dura



que obliga a pelarlo y a cocinarlo para consumirlo, por lo cual se comercializa principalmente procesado.

En cuanto a la situación del mercado del espárrago el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2007), menciona que en la actualidad Colombia compite en el mercado de Estados Unidos, por la excelente calidad del producto que viene ofreciendo, con un turión de color intenso y puntas cerradas. A este respecto, vale destacar el esfuerzo que han realizado las empresas esparragueras Colombianas para posicionar su producto en los mercados externos, aunque los retos a afrontar en el corto plazo son grandes, dada la intensificación de la competencia, por lo que no puede perderse competitividad. Para ello es necesario incrementar las áreas y llegar a rendimientos entre 5 y 7 ton/ha, así como incrementar los volúmenes y garantizar la continuidad de la oferta.

El espárrago se cultiva principalmente en el departamento del Cauca y en menor extensión, en los departamentos de Antioquia, Caldas y Risaralda. El área sembrada en el Cauca se encuentra localizada, en los municipios de Cajibío, Totoró y Popayán, donde se ha constituido un núcleo productivo con una amplia infraestructura de proceso, desarrollo tecnológico del cultivo, cadena de frío para el despacho del producto y una amplia experiencia en la gestión comercial, administrativa y financiera (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007).

Según la norma técnica vigente actualmente para el mercado Norteamericano, los espárragos se clasifican en varios calibres, jumbo, extralarge, large, estándar, small y pencil. De éstos, los más apetecidos por los consumidores norteamericanos son el large y el estándar. Dentro de estas normas, se considera que la calidad del producto Colombiano es excelente. Los empaques utilizados para el espárrago Colombiano que se destina a Estados Unidos son cajas de cartón de 11 libras americanas y el comprador en ese país se inclina por escoger el mayor número de tallos por libra ofrecida (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007).

Es de anotar que, aunque el mercado Europeo se presenta como una oportunidad interesante, los exportadores Colombianos han preferido el mercado Norteamericano, entre otras razones por las mayores facilidades en el transporte aéreo, ya que existen vuelos directos Cali-Miami, con un tiempo de recorrido menor de 6 horas frente a cerca de 12 horas de vuelo de destinos en la Unión Europea, tales como Rotterdam, donde, se debe hacer transbordo en Bogotá. De continuar estas tendencias, el mercado será para los proveedores que puedan ofrecer menores precios, es decir, más eficientes, tanto en términos de costos y rendimientos, como en el cumplimiento de los requisitos técnicos y calidad,

además de las innovaciones en presentaciones y empaques (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2007).

## **1.2. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.**

La planta del espárrago está formada de dos partes; la parte aérea o “fronde”, constituida por tallos, ramas, hojas, flores, frutos y semillas. La parte verde, es la que se encarga del proceso fotosintético en la elaboración de carbohidratos. La parte subterránea o “corona” está constituida por el rizoma que es el nexo entre ambas partes, allí se ubican los grupos de yemas vegetativas, de donde se desarrollarán los turiones. También lo forman las raíces gruesas responsables del almacenamiento de carbohidratos y las raíces fibrosas, responsables de la absorción de agua y nutrientes. Toda esta parte a su vez sirve de anclaje de la planta en el suelo (Benson, 1989; Delgado de la Flor, 1987; Benages, 1990; del Pozo, 1999).

El sistema radicular del espárrago por otro lado, responde directamente a las condiciones de humedad del suelo; suelos húmedos y bien drenados tendrán mayor masa radicular (Benson, 1989). Por otro lado, la raíz de almacenamiento puede elongarse durante muchos años y alcanzar un largo de 6 m, asimismo, estas raíces poseen una corteza muy gruesa impermeable al agua, de tal manera que a medida que la planta produce fotosintatos (carbohidratos) éstos son traslocados al sistema radicular y almacenado como fruto-oligosacáricos (molécula de azúcar de cadena larga). Finalmente, las yemas y las raíces reservantes están conectadas mediante un sistema vascular, de allí que los carbohidratos almacenados darán el soporte a cierta yema o racimo adyacente. (Sánchez, 2005).

## **1.3 FISIOLOGÍA DE LA PLANTA**

En comparación con otros vegetales, el rendimiento del espárrago no es directamente el resultado de la fotosíntesis del período actual, es más bien la función de la reservas de carbohidratos acumulados del año anterior (Román, 1996). Cualquier especie vegetal cultivada necesita de condiciones ambientales específicas, agua y nutrientes para su normal crecimiento, desarrollo y producción de cosechas. De acuerdo a éste concepto genérico, el espárrago necesita un óptimo de temperatura que se puede expresar como  $t = 19 + 7^{\circ}\text{C}$ , considerándose la media como  $19^{\circ}\text{C}$  y en cuya desviación el cultivo llega a soportar en sus diferentes fases (Sánchez, 2005), el mismo autor señala que desviaciones de  $+14^{\circ}\text{C}$  detienen el desarrollo del cultivo.

La luz juega un papel importante en la fotosíntesis de todas las plantas; el espárrago, requiere de días largos y alta intensidad de luz antes que temperaturas muy altas. Sin embargo, la luz no tiene efecto directo en el desarrollo del turión, ya que se ha observado crecimiento de turiones bajo la sombra de árboles o de nuevos brotes dentro de sus antecesores (Sánchez, 2005).

#### **1.4. SISTEMA DE PROPAGACIÓN.**

En cuanto al sistema de propagación Monardes y Alvarado (1988) describen los sistemas de propagación y las labores para realizar estas actividades:

**1.4.1 Producción de plántulas.** Para iniciar una esparraguera se requiere de una estructura vegetal de propagación, en este caso puede ser la semilla, una plántula de 2-3 meses de edad o una corona o araña de 9 a 10 meses.

Se realiza en un almacigo, el cual debe iniciarse en un periodo anticipado al de la siembra en la plantación, en este sistema el objetivo es obtener plántulas en altas cantidades, de calidad y de manera oportuna, que tengan tres o más tallos, varias raíces y una altura de unos 15 cms o más, al momento del transplante. Se debe evitar que haya daños al rizoma en formación, ya que constituye la estructura más importante de la planta.

La producción se efectúa en algún tipo de envases, en el cual se pone una cierta cantidad de suelo o mezcla de varios materiales (materia orgánica, arena, suelo). Los envases más comunes son bolsas plásticas o de papel, bandeja speedling, vasos plásticos y cubos de turba. Se debe tener en cuenta que el tipo de envase afecta el desarrollo de las plántulas, por la cantidad de mezcla que contiene, es decir el volumen, que es importante para el buen crecimiento de las raíces del espárrago.

Otro sistema utilizado para producir plántulas, es la siembra de semillas en camas o eras conformadas directamente en el suelo, para ello se debe preparar el terreno ya sea manual o mecánicamente, agregándoles enmiendas, materia orgánica y microorganismos necesarios para mejorar las condiciones de suelo.

Para lograr el desarrollo requerido en las plántulas de esparrago se requiere de un período de 8 a 12 semanas desde la siembra, dependiendo principalmente de la temperatura, que es el factor ambiental que más influye en el crecimiento del esparrago.

**1.4.2. Establecimiento del almácigo.** El almácigo es el sitio destinado a la producción de las plántulas, ya sea mediante la siembra en envases o bolsas y en eras o camas directamente conformadas en el suelo, para el establecimiento se debe tener en cuenta, entre otros aspectos los siguientes:

**1.4.2.1 Elección del suelo.** Este debe tener buenas características físicas y químicas, con buen drenaje, plano, libre de malezas y que no haya tenido algún cultivo de espárrago en los últimos cinco años. Es importante contar con un análisis de suelos para conocer sus características, organizar un programa adecuado de fertilización y hacer las correcciones necesarias para favorecer el crecimiento de las plantas.

**1.4.2.2 Preparación del suelo.** Se debe iniciar con bastante anticipación respecto a la fecha de siembra. Ello debe incluir labores profundas con arados y otras herramientas que permitan obtener una superficie mullida y plana, para una buena conducción del riego.

**1.4.2.3 Trazado y elaboración de camas.** Se utilizan dimensiones de 1.10 metros de ancho, 20 metros de largo y 0.3 metros de alto, separado por calles de 0.6 metros.

**1.4.2.4 Llenado y encarrilado de bolsas o envases.** Se deben llenar las bolsas o envases seleccionados con la tierra corregida con enmiendas y adicionada con materia orgánica.

**1.4.2.5 Construcción de zanjado y siembra.** Se debe planificar la fecha de siembra, distancias, dosis de semilla y sistemas de siembra, tener en cuenta la temperatura del suelo.

**1.4.2.6 Labores o cuidados culturales.** Durante el crecimiento de las plantas en el almácigo son importantes:

- Control de malezas. Las malezas constituyen el problema más crítico de un almácigo de espárrago, pues dado el lento proceso de germinación y emergencia de las plántulas de espárrago y la debilidad de ellas, dan oportunidad al crecimiento rápido de las malezas. El enmalezado genera una competencia por humedad, espacio, luminosidad y nutrientes. Su control se debe realizar de manera permanente en forma manual o con aplicación de herbicidas.

- Riego. La planta debe disponer de suficiente humedad en cada etapa de su crecimiento, depende del tipo de suelo, del clima y del tamaño de la planta. Se puede aplicar por aspersión o goteo, evitando el exceso.
- Fertilización. La planta joven tiene una demanda alta de nutrientes, para formar su follaje y para desarrollar un buen sistema radicular. Se debe tener en cuenta el análisis de suelo.
- Control de plagas. En general la planta no es colonizada por muchos insectos dañinos, pero puede haber ataques de áfidos o pulgones y trips. Las enfermedades que puedan ocurrir son por ataques de hongos, los cuales pueden dañar las coronas y las raíces.

## 1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

En cuanto a los requerimientos edafoclimaticos existen algunos que suelen ser determinantes en la producción de los cultivos, el espárrago no es la excepción.

**1.5.1. Clima.** 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:  $t = 19 \pm 7 \text{ }^\circ\text{C}$ . 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 sucede en promedio a los 5 días a una temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Un 50% más de tiempo puede darse cuando las temperaturas tienen un promedio de desviación de  $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Respecto a la temperaturas de cosecha, las mejores están por los  $24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$  y donde se puede alcanzar una tasa máxima de crecimiento de 14 a 16 cm /día, temperaturas menores de  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  inhiben el crecimiento de los turiones completamente y, valores cercanos a  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ , 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 “florean” rápidamente. 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 está alrededor de  $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ . (Sánchez, 2005).

**1.5.2. Humedad relativa.** No existe influencia directa gravitante entre la humedad relativa y el crecimiento del espárrago. 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 (Sánchez, 2005).

**1.5.3 Iluminación.** Las horas de sol tampoco resultan ser una limitante para la producción de espárragos. 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. 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, 2005).

**1.5.4. Suelo.** La planta, por su potente sistema radicular, explora un elevado volumen de suelo, teniendo por ello una buena resistencia a la sequía, aunque limitaciones en la disponibilidad de agua hacen disminuir sensiblemente la cosecha. Son fundamentales las siguientes condiciones de suelo: textura franca, (franco –limosos); suelo no encharcado; aguas subterráneas a más de un metro de profundidad; profundidad mínima del suelo 0,70 m; evitar tierras arcillosas con mal drenaje; exentas de hierbas perennes: juncia, grama, cañota, etc.; pH óptimo entre 7,5 - 8, por encima de 8 bloqueo de Mg y B; no plantar espárrago después de alfalfa, papa, remolacha, trébol y zanahoria para evitar la transmisión por estos cultivos de la rizhoctonia; no debe repetirse el cultivo en varios años (Albalat, 2005).

## **1.6. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO**

En cuanto al establecimiento y manejo del cultivo Morandes y Alvarado (1988) describen tres etapas: Establecimiento, cuidados y labores culturales.

**1.6.1. Establecimiento.** Puede lograrse a través de los siguientes sistemas: trasplante de plántulas de 6 a 12 semanas de edad y plantación de coronas o arañas de 9 a 12 meses.

**1.6.1.1 Trasplante de plántulas.** Este sistema exige la producción de plántulas, que debe iniciarse entre 10 y 16 semanas antes de la fecha del trasplante. Para adelantar este proceso se debe efectuar, previamente el trazado y elaboración de las zanjas, que deben tener una profundidad de 20 a 25 cms. y en el fondo debe

aplicarse los fertilizantes de base. Las plantas se entierran abriendo hoyos en el fondo de las zanjas, asegurando que el cuello quede a ras del suelo del fondo de la zanja. Tan pronto se termina el trasplante debe efectuarse el riego para lograr un buen arraigamiento de las raíces de las plántulas. En las primeras semanas se debe garantizar una buena humedad, el control de las malezas, el reemplazo oportuno de las plántulas muertas o enfermas.

**1.6.1.2 Plantación de coronas.** Consiste en la siembra en el sitio definitivo de las coronas obtenidas en el almácigo después de un periodo de 9 a 10 meses y después de un proceso de cosecha y refrigeración. Estas deben tener pesos superiores a los 50 g y ser desinfectadas ya que al momento de ser extraídas del almácigo se producen numerosas heridas, que pueden facilitar la entrada de algunos patógenos. Se deben considerar aspectos relevantes como la humedad y el control de malezas.

**1.6.2. Cuidados y labores culturales.** Una vez establecida la esparraguera hay que realizar acciones para proporcionar agua a las plantas, controlar las malezas, insectos y patógenos, proporcionar nutrientes, corregir algunas deficiencias de la plantación y eliminar el follaje.

**1.6.2.1 Riego.** Debe iniciarse una vez instalada la plántula en la zanja y su objetivo es garantizar la humedad en la zona radicular. Su frecuencia y volumen se deben ajustar a medida que el sistema radicular y la planta crezcan, para evitar las deficiencias o los excesos de humedad.

**1.6.2.2 Control de malezas.** La humedad que nos genera el riego, favorece la aparición y crecimiento de las malezas en las zanjas, pudiendo convertirlas en una fuerte competencia para las plantas de espárrago. De la misma manera se presentan malezas en las zonas entre zanjas, estas se deben controlar dado que el espárrago es considerado un cultivo limpio.

**1.6.2.3 Fertilización.** Esta práctica se debe realizar teniendo en cuenta los análisis de suelos, para poder suplir las necesidades nutricionales de la planta y que pueda garantizar su mantenimiento y altos rendimientos productivos. Se ha demostrado que el espárrago es un cultivo con moderados requerimientos nutritivos, por tanto los aportes a realizar no serán elevados y si se tendrá cuidado en realizarlos en los momentos oportunos, coincidiendo con las épocas de mayor demanda de la planta.

**1.6.2.4 Resiembra.** Es posible que ocurra la pérdida de algunas plantas, por lo que es conveniente reemplazarlas oportunamente antes de que haya un crecimiento importante de las plantas vecinas se recomienda entre tres semanas y un mes.

**1.6.2.5 Eliminación del follaje.** Las plantas forman varios tallos aéreos, los cuales pueden alcanzar una altura hasta de un metro, estos a su vez después de cierto periodo se secan y deben ser cortados próximos a la base del tallo. Estos pueden ser incorporados al suelo como fuente de materia orgánica. Posteriormente se inicia el periodo de cosecha o de brotes de turiones.

## 1.7 ANTECEDENTES

Estudios en fase de semillero solo se reportan los trabajos de Baudrit M (1994) y Bermejo (2005), el primero, estudió el efecto de la edad y de la poda de raíces al transplante sobre la calidad, prendimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago en dos etapas: almácigo y establecimiento del cultivo. Los tratamientos correspondieron a la combinación de dos factores: edad de la planta (60, 90, 120, 150 y 180 días) y poda de raíces al transplante (sin poda de raíces y con poda al 50 por ciento de su longitud total. La edad y la poda de raíces al transplante, no afectó el prendimiento inicial de las plantas, pero la poda de raíces causó una disminución en el número y peso seco de las raíces de reserva. Según el análisis de las variables de crecimiento evaluadas, así como del análisis económico, la mejor edad al transplante fue 120 días después de la siembra. Estas plantas presentaron en promedio: 5 tallos de 2,5 mm de diámetro, un diámetro de corona de 21,0 mm, 12 yemas por corona y 32 raíces de reserva.

Bermejo (2005), evaluó el comportamiento morfológico del híbrido UC-157-F<sub>1</sub>, al mismo tiempo, determinar la modalidad de mejor respuesta a las condiciones del departamento, tanto para almácigo como transplante. Se determinó que de los sistemas de siembra en almácigos ensayados, la modalidad “en surco”, resultó ser la más efectiva por obtenerse valores promedios de altura de planta (84,20 cm) número de flores (98), número de tallos (09), número de yemas (10), número de raíces suculentas (39), peso fresco de corona (53 g) y parte aérea (55 g) un buen porcentaje de rendimiento (97 %), en comparación con el resto de modalidades.

Logacho y Calvache (2007), evaluaron la respuesta del espárrago (*Asparagus officinalis*) híbrido UC 157 a la aplicación de tres dosis de humus de lombriz: h<sub>1</sub>=4 kg/m<sup>2</sup>, h<sub>2</sub>=6 kg/m<sup>2</sup> y h<sub>3</sub>= 8kg/m<sup>2</sup> y tres niveles de nitrógeno n<sub>1</sub>=150kg/ha, n<sub>2</sub>=170 kg/ha y n<sub>3</sub>=190 kg/ha hasta el primer año del cultivo. Las variables en estudio fueron: altura de tallos, número de tallos por planta, diámetro de tallos y



rendimiento de turiones. Al analizar los resultados se determinó que, el nitrógeno aplicado al cultivo de espárrago presenta una tendencia lineal, es decir a medida que aumenta la dosis aumenta el rendimiento.

Pertierra *et al.* (2006), evaluaron el crecimiento de cuatro cultivares de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) durante el primer año desde siembra. Los cultivares evaluados fueron: Atlas, UC157F1, JWC1 y UC157F2. El cv. UC157F1 sólo se diferenció en el peso seco de follaje de JWC1 y en el número de brotes de Atlas. A nivel radicular no hubo diferencias entre cultivares, excepto en los sólidos solubles (UC157F1 menor que JWC1). Los nuevos cultivares Atlas y JWC1 mostraron una calidad final de corona similar a los híbridos tradicionales UC157, expresada como peso fresco, número de yemas y de raíces.

Mortarin, (1996) evaluó dos plantaciones de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) del cultivar UC 157 F2, iniciadas con arañas y plantines, durante su primer año de cosecha, se determinó la tasa de elongación diaria y total hasta el momento de la ramificación de los turiones, el número de días hasta alcanzar el largo exportable (22.5 cm) y los días hasta el momento de la ramificación con el objetivo de estudiar su comportamiento. Las mediciones se efectuaron desde la emergencia del turión hasta el día de su ramificación (rama de 5 mm sobre su bráctea). Para cada sistema de inicio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó en la finca “La Colonia” (Figura 1), en el corregimiento La capilla Municipio de Cajibío, departamento del Cauca. La altitud del área experimental es de 1756 m. s. n. m, precipitación anual oscila entre los 1293 y 2278 mm. Temperatura media 19 °C. Los suelos se caracterizan por la presencia de cenizas volcánicas y bajo contenido de materia orgánica (Minagricultura, 2007).

Figura 1. Finca La Colonia, corregimiento la capilla, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.



### 2.2. MATERIAL VEGETAL

Se evaluó el comportamiento agronómico de cinco variedades de espárragos identificadas por algunas características fenotípicas que las diferencia; se utilizó la variedad Grande F1 Small: Con un calibre medio (6-9 mm), catalogada como una variedad de producción muy alta, color verde medio y cabeza muy cerrada (Albalat, 2005); la variedad UC-157 F1 Large, se caracteriza por tener un alto nivel de rendimiento y calidad, considerándose patrón de comparación en gran parte de los estudios. El turión es verde, de cabeza apretada, de diámetro intermedio, y con un peso promedio de 25 g. (Albalat, 2005); la variedad Atlas F1 Small, su punta es compacta y de calibre grueso (Medina, 2006); la variedad Grande F1 Large, con un calibre grueso (12-16 mm), catalogada como una variedad de producción muy alta, color verde medio y cabeza muy cerrada (Albalat, 2005); y por último se tuvo

en cuenta la variedad Atlas F1 Large, ya que se caracteriza por tener turiones vigorosos, de cabeza apretada, de gran calibre (12-16 mm), y con un peso promedio de 28 g. Para objeto del estudio se identificaron con un código así como lo muestra la tabla 1.

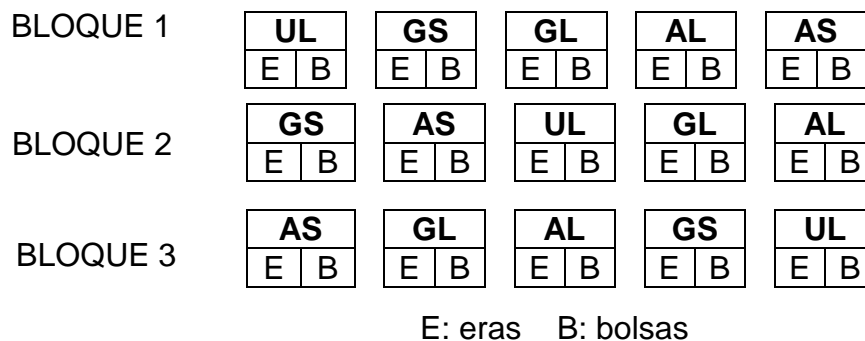
Tabla 1. Identificación de las cinco variedades de espárrago (*Asparagus officinalis*) utilizadas en el ensayo

<b>VARIEDAD</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>Grande F1 Small</b>	<b>GS</b>
<b>UC 157 F1 Large</b>	<b>UL</b>
<b>Atlas F1 Small Grande F1 Large</b>	<b>AS GL</b>
<b>Atlas F1 Large</b>	<b>AL</b>

### 2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del ensayo se empleó el paquete estadístico SAS 8.0 y un diseño en bloques completamente al azar con arreglo en parcelas, compuesto por cinco tratamientos (variedades), dos subtratamientos (sistema de siembra en eras y en bolsas). El ensayo se instaló en un área de 43 m<sup>2</sup> de los cuales 11 m<sup>2</sup> se destinaron para desplazamiento y realización de labores culturales y 32 m<sup>2</sup> para el desarrollo de la evaluación. La cual estuvo distribuida según lo muestra la figura 2.

Figura 2. Forma de distribución en campo de los sistemas de siembra.



## 2.4. PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo de la evaluación se tuvo en cuenta una serie de procesos los cuales se describirán a continuación.

**2.4.1 Preparación del terreno.** La ubicación del área de evaluación se hizo teniendo en cuenta la pendiente del terreno, se realizó análisis de suelo (anexo B) con el cual se realizó el programa de fertilización (anexo A), el terreno se limpió manualmente.

**2.4.2 Trazado y construcción de camas.** Se construyeron tres eras que representaron los tres bloques a utilizar (figura 3). Al mismo tiempo se aplicó materia orgánica, enmiendas y elementos menores de acuerdo al análisis de suelo y a los requerimientos del cultivo (anexo B).

**Figura 3.** Elaboración de las eras para realizar la evaluación en el campo



**2.4.3 Preparación de tierra para llenado de bolsas:** Se preparó el suelo para llenado de las bolsas con la misma proporción de materia orgánica, cal y elementos menores que la utilizada en las eras y luego se niveló el terreno para encarrilar las bolsas y se ubicaron según lo muestra la figura 4.

**Figura 4.** Posición de las bolsas en el ensayo



**2.4.4 Siembra.** Se realizó la siembra de la semilla una por sitio a 8 cm de distancia entre planta y 8 cm de distancia entre surco.

**2.4.5 Labores culturales.** Después de realizada la siembra y durante toda la fase del semillero se tuvo principal cuidado en los siguientes aspectos:

**2.4.5.1 Control de malezas.** El control se realizó de forma manual, con el fin de mantener un semillero libre de malezas y evitar competencia por luz y nutrientes que pudieran afectar el buen desarrollo del mismo.

**2.4.6 Seguimiento del cultivo.** Se realizaron dos visitas a la semana, para monitorear las actividades pertinentes con el manejo del cultivo, para mantenerlo en buenas condiciones.

**2.4.7 Toma de datos.** Una vez establecido el cultivo (30 días después de la siembra), se inició la toma de datos con frecuencia una vez por semana, estos se recogieron hasta los 120 días después de la emergencia.

## 2.5. VARIABLES EVALUADAS

Para realizar la evaluación agronómica de las cinco variedades de espárrago (*Asparagus officinalis*) en fase de semillero bajo dos sistemas de siembra, se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

**2.5.1 Días de emergencia:** mediante observación y teniendo en cuenta la fecha de siembra se estableció el tiempo que se tardó en emerger el 50 % de las plántulas.

**2.5.2 Porcentaje de emergencia:** se evaluó el porcentaje de emergencia, relacionando el número de semillas sembradas respecto a las plántulas emergidas.

**2.5.3 Altura de las plantas:** se midió desde la base del tallo hasta el ápice del mismo a los 30, 60, 90, 120 días después de haber emergido las plántulas.

**2.5.4 Diámetro y número de tallos:** se tomó el diámetro y el número de tallos de las plántulas a los 30, 60, 90 y 120 días, con el fin de hacer seguimiento a las variedades.

**2.5.5. Peso de raíces en materia verde:** esta medición se realizó a los 120 días cuando la plántula se encuentra lista para el transplante al sitio definitivo.

**2.5.6. Costos de producción de los sistemas de siembra utilizados:** en esta parte se tuvo en cuenta los costos de producción de las plántulas en la fase de semillero

## 2.6. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida de las variables se analizó mediante análisis de varianza (ANDEVA ó ANOVA), con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ . Cuando hubo diferencia significativa entre los tratamientos se aplicó el test de Duncan, buscando encontrar las diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados, con la ayuda del paquete estadístico SAS V. 8.0.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación agronómica de las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) en fase de semillero bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento la capilla, municipio de Cajibío departamento del Cauca, presentó los siguientes resultados:

#### 3.1 DIAS DE EMERGENCIA

El promedio de emergencia para este ensayo se presentó entre los días 17 y 19 para las cinco variedades y para cada uno de los sistemas de siembra en fase de semillero, un promedio menor al reportado por Pertierra *et al.* (2006) en las variedades UC157F2 (25 días), JWCI (31 días), Atlas (34 días), UC157F1 (36 días); para esta ultima variedad los autores Maciel *et al.* (1999) y SAG Chile (2010) reportan emergencias a los 28 y 23 días respectivamente. En la tabla 2, se muestran los días a emergencia bajo los dos sistemas de siembra.

Tabla 2. Días de emergencia de las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones de la Capilla, municipio de Cajibío Cauca.

VARIEDAD	DÍAS DE EMERGENCIA	
	ERAS	BOLSAS
Grande F1 Small	18	18
UC 157 F1 Large	18	18
Atlas F1 Small	19	19
Grande F1 Large	17	17
Atlas F1 Large	18	18

El promedio de emergencia reportado en este trabajo es menor al reportado por otros autores, Pertierra *et al.*,(2006) reportan que factores como, las características físicas del suelo, la humedad, la profundidad de siembra, la disponibilidad de oxígeno, y las bajas temperaturas son las que afectan el proceso de emergencia. Este periodo de emergencia más corto al reportado por otros autores trae ventajas al reducir los costos de mantenimiento de los cultivos en la etapa de almacigo y se atribuyen a temperaturas menores a las reportadas por Pertierra *et al.*, (2006)



### 3.2. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

En la tabla 3 se puede observar el análisis de varianza (ANAVA), para el porcentaje de emergencia, en el cual se obtuvo que las variedades estudiadas no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), de igual forma no hubo diferencias estadísticas significativas entre los dos sistemas de siembra. Sin embargo, se puede observar que el sistema de siembra por bolsas presenta un mejor porcentaje de emergencia 83,77%, frente al de eras que fue de 80,45 %.

Tabla 3. ANAVA del porcentaje de emergencia en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	609.173283	46.859483	0.77	0.6798 ns
<b>Error</b>	16	974.651787	60.915737		
<b>Total corregido</b>	29	1583.825070			
<b>Variedades</b>	4		66.3814967	1.09	0.3948 ns
<b>sistema</b>	1		82.2369633	1.35	0.2623 ns

\*= Diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

ns.= Diferencia no significativa

Al realizar la prueba de promedios se encontró que entre las variedades evaluadas, la variedad Grande F1 Large tuvo 85,92% de emergencia y la variedad UC 157 F1 Large 84,60% siendo estas las mejores respuestas con respecto a las otras variedades (tabla 4).

Tabla 4. Promedios para el porcentaje de emergencia de cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*).

Porcentaje de emergencia (%)	
Sistema de siembra	
<b>Eras</b>	80.45 a
<b>Bolsas</b>	83.77 a
Variedades	
<b>GS</b>	82.29 a
<b>UL</b>	84.60 a
<b>AS</b>	79.99 a
<b>GL</b>	85.92 a
<b>AL</b>	77.75 a



Los resultados obtenidos en este ensayo para el porcentaje de emergencia son cercanos a los reportados por diferentes autores, Maciel *et al.* (1999) reportan un porcentaje de emergencia del 88%, mientras Pertierra *et al.* (2006) reportan diferentes porcentajes de emergencia en las siguientes variedades: UC157F2 75,6%, JWC1 66,7%, Atlas 58,5% y UC157F1 56,3%, los resultados en este ensayo para las variables Atlas (AS 79,99% y AL 77,75%) y UC157F1 (UL 84,60%) son mayores a los reportados por Pertierra *et al.* (2006).

Los resultados en este ensayo en cuanto a tiempos de emergencia y porcentaje de emergencia no variaron entre los sistemas de siembra ni entre las variedades evaluadas, los datos homogéneos de estas dos variables indican plántulas homogéneas como se ve a lo largo del trabajo. Montanari (1996), citado por Mortarini y castagnino. (2006) indican que la fase inicial de un cultivo hortícola es la más crítica ya que los errores cometidos en esta fase del cultivo repercuten sobre toda la vida del mismo. Además una correcta elección del órgano de inicio (ya sea araña o plantín), constituye un aspecto fundamental para el logro de un buen resultado.

### 3.3 ALTURA DE PLANTAS

El análisis de varianza de los promedios para la variable altura de las plántulas bajo los dos sistemas de siembra en fase de semillero mostró que hay diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) entre ellos, en los días de evaluación 30, 60 y 120 días, para los 90 días no se detectaron diferencias estadísticas significativas. En cuanto a la altura de las plantas en las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) evaluadas, el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en los días 30, 60 90 y 120 (tabla 5).

Tabla 5. ANAVA de la altura de plantas en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

30 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	7.22933333	0.55610256	19.23	<.0001
<b>Error</b>	16	0.46266667	0.02891667		
<b>Total</b>	29	7.69200000			
<b>corregido</b>					
<b>Variedades</b>	4		1.26216667	43.65	<.0001*
<b>Sistemas</b>	1		1.72800000	59.76	<.0001*

Tabla 5. Continuación

<b>60 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	8.47466667	0.65189744	12.13	<.0001
<b>Error</b>	16	0.86000000	0.05375000		
<b>Total</b>	29	9.33466667			
<b>corregido</b>					
<b>Variedades</b>	4		1.90283333	35.40	<.0001*
<b>Sistemas</b>	1		0.13333333	2.48	0.1348 ns
<b>90 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	18.41900000	1.41684615	18.36	<.0001
<b>Error</b>	16	1.23466667	0.07716667		
<b>Total</b>	29	19.65366667			
<b>corregido</b>					
<b>Variedades</b>	4		4.39050000	56.90	<.0001*
<b>Sistemas</b>	1		0.14700000	1.90	0.1865 ns
<b>120 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	39.46166667	3.03551282	19.91	<.0001
<b>Error</b>	16	2.44000000	0.15250000		
<b>Total</b>	29	41.90166667			
<b>corregido</b>					
<b>Variedades</b>	4		9.53666667	62.54	<.0001*
<b>Sistemas</b>	1		0.45633333	2.99	0.1029ns

\*= Diferencia significativa (P<0,05)

ns= Diferencia no significativa

La prueba de Duncan para las cinco variedades en las épocas de evaluación mostró diferencias significativas entre todas las variedades a los 120 días y entre algunas a los 30, 60 y 90 días.

Las mejores alturas a los 120 días de evaluación, cuando finaliza la etapa de almácigo la presentó la variedad UC157F1 Large con 28.2 centímetros. Esto se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Promedios para la variable altura de plantas de las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*)

Época de evaluación	variedades	Promedio (cm)
30 días	GS	8.21 c
	UL	8.53 b
	AS	7.65 d
	GL	8.53 b
	AL	8.87 a
60 días	GS	12.13 c
	UL	12.87 b
	AS	11.73 d
	GL	12.9 b
	AL	13.08 a
90 días	GS	19.25 c
	UL	19.37 a
	AS	18.57 d
	GL	19.62 b
	AL	19.92 a
120 días	GS	25.83 d
	UL	28.2 a
	AS	25.31 e
	GL	27.2 c
	AL	27.86 b

Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

La prueba de Duncan de los dos sistemas de siembra con diferencia significativa, mostró que el sistema de bolsas presentó mejor altura de plantas (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de Duncan, con relación a la altura de plantas bajo dos sistemas de siembra.

Época de evaluación	Medio	Promedio (Cm)
30 días	Eras	3,71 b
	Bolsas	3,88 a
60 días	Eras	12,62 a
	Bolsas	12,49 b
90 días	Eras	19,27 a
	Bolsas	19,41 a
120 días	Eras	26,76 b
	Bolsas	27,01 a

Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

En el trabajo se pudo observar la variación de altura entre las variedades durante las diferentes épocas de evaluación, para Woolley *et al.* (1996); Bai y Kelly, (1999), las variaciones en el crecimiento entre cultivares pueden ser consecuencia de diferencias en la tasa de fotosíntesis neta, bajo determinadas condiciones climáticas. Además, el mismo autor afirma que se debe tener en cuenta que el crecimiento en macetas se hace sin competencia después de algunas semanas de emergidas, mientras que la plantas de vivero con siembras a chorro continuo compiten por nutrientes entre ellas.

Contreras y Krarup (2000), obtuvieron las siguientes alturas en cinco cultivares de espárragos: Atlas con 24,7 cm; J. Giant 32 cm; M. Washington 22,2 cm; UC- 157 27,8 cm y UC- 157 F2 27,1 cm. los resultados en este ensayo para las variables Atlas (AS 25,37 cm y AL 27,86 cm) y UC157F1 (UL 28,2%) son mayores a los reportados.

### 3.4 NÚMERO DE TALLOS

En cuanto al número de tallos en las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*.) evaluadas, el análisis de varianza mostró que no hay diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en los días de evaluación. Para esta variable bajo los dos sistemas de siembra el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) a los 60 y 90 días, para los 30 y 120 días el análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas (tabla 8).

Tabla 8. ANAVA del número de tallos en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinallis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

30 días					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	0.20566667	0.01582051	1.02	0.4775
<b>Error</b>	16	0.24800000	0.01550000		
<b>Total corregido</b>	29	0.45366667			
<b>Variedades</b>	4		0.03133333	2.02	0.1398 ns
<b>Sistemas</b>	1		0.00833333	0.54	0.4740 ns

Tabla 8. Continuación

<b>60 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	1.34133333	0.10317949	1.23	0.3404
<b>Error</b>	16	1.33733333	0.08358333		
<b>Total corregido</b>	29	2.67866667			
<b>Variedades</b>	4		0.14133333	1.69	0.2012 ns
<b>Sistemas</b>	1		0.43200000	5.17	0.0371 *
<b>90 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	1.72700000	0.13284615	1.36	0.2782
<b>Error</b>	16	1.56666667	0.09791667		
<b>Total corregido</b>	29	3.29366667			
<b>Variedades</b>	1		0.09966667	1.02	0.4276 ns
<b>Sistemas</b>	4		0.50700000	5.18	0.0370 *
<b>120 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	1.62533333	0.12502564	0.86	0.5992
<b>Error</b>	16	2.31333333	0.14458333		
<b>Total corregido</b>	29	3.93866667			
<b>Variedades</b>	4		0.04383333	0.30	0.8716 ns
<b>Sistemas</b>	1		0.22533333	1.56	0.2298 ns

\*= Diferencia significativa (P<0,05)

ns= Diferencia no significativa

Al aplicar la prueba de Duncan, mostró que no hay diferencia entre variedades a los 120 días, sin embargo para las días de evaluación 30, 60 y 90 se muestra diferencia entre variedades así; para los 30 días la variedad GL presentó el mayor número de tallos, mientras que entre las variedades AL y UL no se diferencian entre sí al igual que entre las variedades AS y GS. A los 60 días, solo detecta diferencias de la variedad GS con AL y con UL, AS, GL, que no se diferencian entre sí. Para los 90 días las variedades AL y GL presentó el mejor promedio de número de tallos sin embargo estadísticamente no hay diferencia entre ellas, no hay diferencia entre las variedades AS-GS (Tabla 9)

Tabla 9. Promedio para número de tallos de las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*).

Época de evaluación	variedades	Promedio
30 días	GS	0,30 c
	UL	0,37 b
	AS	0,28 c
	GL	0,47 a
	AL	0,37 b
60 días	GS	2,79 c
	UL	3,05 b
	AS	2,95 b
	GL	3,05 b
	AL	3,20 a
90 días	GS	3,28 c
	UL	3,50 b
	AS	3,37 c
	GL	3,53 a
	AL	3,60 a
120 días	GS	3,66 a
	UL	3,81 a
	AS	3,76 a
	GL	3,90 a
	AL	3,81 a

Valores promedio, referentes a tres repeticiones por cada tratamiento. Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

Aunque se presentaron diferencias entre las variedades en la primera toma de datos al finalizar la etapa de semillero de las mismas, se pudo observar que tanto entre los sistemas de siembra como entre las variedades los datos analizados se van nivelando y no se encontraron diferencias entre ellos. Los sistemas de siembra y las variedades estadísticamente son iguales con respecto al número de tallos por planta.

La prueba de Duncan, mostró que el sistema de bolsas presenta un mejor número de tallos comparado con sistema de eras a los 60 y 90 días de evaluación, mientras que para los 30 y 120 días no hay diferencia significativa entre ellos (Tabla 10).

Tabla 10. Promedios para la variable número de tallos bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

Época de evaluación	de Medio	Promedio (Cm)
30 días	Eras	0,34 a
	Bolsas	0,37 a
60 días	Eras	2,89 b
	Bolsas	3,13 a
90 días	Eras	3,33 b
	Bolsas	3,59 a
120 días	Eras	3,71 a
	Bolsas	3,88 a

Valores promedio, referentes a tres repeticiones por cada tratamiento. Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

Sin embargo, los datos obtenidos en esta variable son aceptables al momento de compararlos con estudios realizados en diferentes modalidades de siembra en almácigos, los datos obtenidos son en algunos casos mayores que los obtenidos en las otras evaluaciones. Bermejo (1991) al sembrar en surcos obtuvo un promedio de 0,9 tallos por planta en el híbrido UC-157-F1. Logacho y Calvache en el año 2007, evaluaron el mismo híbrido y obtuvieron un promedio de 2,63 tallos cuando estas fueron fertilizadas con nitrógeno y 2,50 cuando se usó materia orgánica en la fertilización y Jiménez (1993) obtuvo 5 tallos por planta al evaluar el establecimiento y desarrollo inicial del espárrago.

### 3.5 DIÁMETRO DE TALLOS

El análisis de varianza para la variable diámetro de tallos en las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*.) evaluadas, mostró que hay diferencia estadística significativa ( $P < 0,05$ ) a 30 días, sin embargo, para los 60, 90 y 120 días el análisis no mostró diferencias significativas. En cuanto al diámetro de tallos bajo los dos sistemas de siembra mostró que hay diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) entre los sistemas solo a los 90 días, para los 30, 60 y 120 días el análisis de varianza mostró que no hay diferencia estadística significativa (tabla 11).

Aunque se presentaron diferencias entre las variedades en la primera toma de datos, al finalizar la etapa de semillero de las mismas, se pudo observar que tanto entre los sistemas de siembra como entre las variedades los datos analizados se

van nivelando y no se encontraron diferencias entre ellos. Los sistemas de siembra y las variedades estadísticamente son iguales con respecto al diámetro de tallos por planta.

Tabla 11. ANAVA diámetro de tallos en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

<b>30 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	0.00909667	0.00069974	3.50	0.0100
<b>Error</b>	16	0.00320000	0.00020000		
<b>Total corregido</b>	29	0.01229667			
<b>Variedades</b>	4		0.00151167	7.56	0.0013*
<b>Sistemas</b>	1		0.00040333	2.02	0.174ns
<b>60 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	0.00603000	0.00046385	0.94	0.5408
<b>Error</b>	16	0.00792000	0.00049500		
<b>Total corregido</b>	29	0.01395000			
<b>Variedades</b>	4		0.00095833	1.94	0.1534ns
<b>Sistemas</b>	1		0.00147000	2.97	0.1041ns
<b>90 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	0.00894667	0.00068821	1.66	0.1678
<b>Error</b>	16	0.00664000	0.00041500		
<b>Total corregido</b>	29	0.01558667			
<b>Variedades</b>	4		0.00105500	2.54	0.0802ns
<b>Sistemas</b>	1		0.00385333	9.29	0.0077*
<b>120 días</b>					
<b>Fuentes de variación</b>	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	0.01198667	0.00092205	1.91	0.1105
<b>Error</b>	16	0.00773333	0.00048333		
<b>Total corregido</b>	29	0.01972000			
<b>Variedades</b>	4		0.00155500	3.22	0.0407*
<b>Sistemas</b>	1		0.00085333	1.77	0.2026ns

\*= Diferencia significativa (P<0,05)

ns= Diferencia no significativa



La prueba de Duncan, mostró que a los 30 y 60 días hay diferencia entre variedades, además se observó que la variedad AL sobresale como la variedad con mayor diámetro en sus tallos en las tres tomas de datos, sin embargo para los 120 días no hay diferencias entre las variedades (Tabla 12).

Tabla 12. Promedio para el diámetro de tallos de las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

<b>Época de evaluación</b>	<b>variedades</b>	<b>Promedio (cm)</b>
<b>30 días</b>	GS	<b>0.73 d</b>
	UL	<b>0.74 c</b>
	AS	<b>0.75 b</b>
	GL	<b>0.75 b</b>
	AL	<b>0.77 a</b>
<b>60 días</b>	GS	<b>0.77 b</b>
	UL	<b>0.75 d</b>
	AS	<b>0.75 d</b>
	GL	<b>0.76 c</b>
	AL	<b>0.79 a</b>
<b>90 días</b>	GS	<b>0.79 b</b>
	UL	<b>0.76 b</b>
	AS	<b>0.77 b</b>
	GL	<b>0.78 b</b>
	AL	<b>0.80 a</b>
<b>120 días</b>	GS	<b>0.80 a</b>
	UL	<b>0.80 a</b>
	AS	<b>0.78 a</b>
	GL	<b>0.80 a</b>
	AL	<b>0.82 a</b>

Valores promedio, referentes a tres repeticiones por cada tratamiento. Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

Cuan se aplicó la prueba de Duncan muestra que el sistema de bolsas presenta un mejor número de tallos comparado con el sistema de eras en los 30, 60 y 90 días a los 120 días no hay diferencia significativa entre ellas, esto se puede observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Promedio para la variable diámetro de tallos bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

<b>Época de evaluación</b>	<b>Medio</b>	<b>Promedio (Cm)</b>
<b>30 días</b>	Eras	<b>0,74 b</b>
	Bolsas	<b>0,75 a</b>
<b>60 días</b>	Eras	<b>0,75 b</b>
	Bolsas	<b>0,77 a</b>
<b>90 días</b>	Eras	<b>0,77 b</b>
	Bolsas	<b>0,79 a</b>
<b>120 días</b>	Eras	<b>0,81 a</b>
	Bolsas	<b>0,80 a</b>

Valores promedio, referentes a tres repeticiones por cada tratamiento. Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

Aunque estadísticamente no hay diferencias significativas para esta variable, se pudo observar que el sistema de siembra que mejor presentó respuesta es el de eras al finalizar la etapa de semillero. Los datos obtenidos son también favorables si se comparan con los obtenidos por otros trabajos. Logacho y Calvache (2007) evaluaron a él híbrido UC-157-F y obtuvieron un promedio de diámetro en tallos de 10,34 mm cuando estas fueron fertilizadas con nitrógeno y 10,04 cuando se usó materia orgánica en la fertilización y Jiménez (1993) obtuvo 2,5 mm en promedio por planta al evaluar el establecimiento y desarrollo inicial del espárrago.

Se puede observar que en el análisis de los datos que la variedad UC-157 F1 LARGE sobresale de las otras dando mayor altura de plantulas, y se encontró entre las variedades con mayor número de tallos y diámetro de los mismos. Esto se debe a la calidad de la variedad. Esta es una de la más cultivadas como espárrago verde, en diversos lugares se han realizado ensayos para buscar nuevas alternativas varietales, utilizando a UC-157 como testigo (Krarup y Henz, 1993; Krarup, 1996; Gonzáles y Del Pozo 1999 y 2002), como resultado de los estudios se ha concluido que esta variedad actualmente sobresale por su calidad de turion sigue siendo superior la variedad en uso, sobre todo en lo que se refiere a calibres, color y cabeza apretada, manteniéndose como la mejor alternativa para el mercado fresco (Gonzáles, 2007); además Cuestas *et al.*, (1999), afirman que UC-157 F1, es la variedad con mejor adaptación en Colombia, Perú, Ecuador y

Chile, donde ha mostrado altos rendimientos y una producción temprana de turiones uniformes en color y tamaño

### 3.6 PESO DE RAÍCES EN MATERIA VERDE

En el análisis de varianza (ANOVA), para el peso de raíces en materia verde, se obtuvo que las cinco variedades estudiadas y aplicadas al modelo de investigación presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), igualmente entre los dos sistemas de siembra en fase de semillero (tabla 14).

Tabla 14. ANOVA del peso de raíces en materia verde en cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P > F
<b>Modelo</b>	13	7.705333333	0.59271795	5.57	0.0009
<b>Error</b>	16	1.701333333	0.106333333		
<b>Total</b>	29	9.40666667			
<b>corregido</b>					
<b>Variedades</b>	4		0.77416667	7.28	0.0015*
<b>Sistemas</b>	1		3.88800000	36.56	<.0001*

\* Diferencia significativa ( $P < 0,05$ )

ns= Diferencia no significativa

Pertierra *et al.* (2006) explica que la siembra en macetas de plántulas de espárragos (*Asparagus officinalis*) se hace sin competencia después de algunas semanas de emergidas, mientras que la plantas de vivero con siembras a chorro continuo compiten por nutrientes entre ellas; esto podría explicar porque el sistema de bolsas presenta el mayor peso de raíces en materia verde

Al aplicar la prueba de Duncan (tabla 15), mostró que el sistema de bolsas presenta un mejor peso de raíces en materia verde que el sistema de eras, para las variedades evaluadas mostró que no hay diferencia significativa entre las variedades UL, GL y AL, de igual manera entre GS y AS no hay diferencia significativa.

Tabla 15. Promedio del peso de raíces en materia verde de cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío.

<b>Peso en fresco de raíces (gr)</b>	
<b>Sistema de siembra</b>	
<b>Eras</b>	<b>1,81 b</b>
<b>Bolsas</b>	<b>2,53 a</b>
<b>Variedades</b>	
<b>GS</b>	<b>1,37 b</b>
<b>UL</b>	<b>2,27 a</b>
<b>AS</b>	<b>1,85 b</b>
<b>GL</b>	<b>2,43 a</b>
<b>AL</b>	<b>2,55 a</b>

Valores promedio, referentes a tres repeticiones por cada tratamiento. Promedios seguidos de diferente letra en las columnas difieren entre sí por el test de Duncan ( $P < 0,05$ )

Son pocas las investigaciones realizadas en la etapa del almácigo en el cultivo de espárragos, para la variable peso en fresco de las raíces no se puede decir que los datos obtenidos sean buenos o no, ya que no hay reportes en cuanto a esta variable, sin embargo las raíces son muy importantes en la fase de almácigo ya que ellas garantizarán un buen desarrollo de coronas y turiones al momento del trasplante del cultivo, Drost, (1997), citado por Pertierra *et al.* (2006), indica que es deseable raíces grandes puesto que estas producirán más coronas, almacenará más carbohidratos y diferenciará más yemas. Además Alder *et al.* (1984), afirma que un bajo valor de raíces es indeseable, puesto que una corona que desarrolla pocas raíces puede no tener una adecuada cantidad de carbohidratos para un óptimo establecimiento pos trasplante. Igualmente Cointry *et al.* (2000), manifiesta que en el caso del espárrago, la cantidad de fotoasimilados almacenados en las raíces actuaría como recurso limitante en la determinación del número y el diámetro de los turiones de modo que un mayor número implica un menor diámetro y viceversa, existiendo una compensación entre ellos.

### **3.7 COSTOS DE PRODUCCION**

En el tabla 16, se puede observar el costo de plantas propagadas en eras es de \$110,16 y en las bolsas es de \$134,4, donde resulta más costoso propagar espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo el sistema de bolsas.

Tabla 16. Costos de producción de plantas de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío

COSTOS DE PRODUCCIÓN							
SISTEMA DE SIEMBRA EN ERAS					SISTEMA DE SIEMBRA EN BOLSAS		
ÍTEM	UNIDAD	CANT.	Vr UNIT \$	TOTAL	CANT.	Vr UNIT \$	TOTAL \$
Semilla	Kg	0,043	1200000	51600	0,043	1200000	51600
Tierra	m <sup>3</sup>	6	5000	30000	6	5000	30000
Materia Orgánica	Kg	21,5	170	3655	21,5	170	3655
Fertiliz. Simples	Kg	0,83	1300	1079	0,83	1300	1079
Elementos menores	Kg	0,258	410	105,78	0,258	410	105,78
Enmiendas	Kg	3,4	330	1122	3,4	330	1122
Bolsas		0	0	0	1200	9	10800
Mano de obra	Jornal	2,5	17853	44632,5	3,5	17853	62485,5
VALOR/1200 PLÁNTULAS				132194,2			160847,2
<b>VALOR/ PLÁNTULA</b>				<b>110,16</b>			<b>134,4</b>

En general se observó que el sistema en bolsa garantiza una mayor altura de plantas, peso de raíces en materia verde y menos competencia de malezas, pero requiere de mano de obra para el llenado, lo que incrementa los costos. Urbano (1995) y Balcázar *et al.* (2008), reportan al sistema en bolsas como el mejor sistema de propagación para leucaena (*Leucaena leucocephala*) y fique (*Furcraea macrophilia*) respectivamente.

#### 4. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones presentadas en el sitio de evaluación se encontró diferencias significativas en la fase de semillero bajo los dos sistemas de siembra (eras y bolsas). Por tanto, se puede aceptar cualquiera de los dos sistemas; sin embargo de acuerdo a lo observado en la evaluación se obtienen mejor calidad de plántulas en el sistema de siembra en bolsas ya que presentó mejores porcentajes de emergencia, mejores alturas de tallo y más peso de raíces en fresco según la época de evaluación.

Según los datos reportados en la literatura y comparados con los obtenidos en el ensayo, se puede afirmar que las cinco variedades presentan buena adaptación a las condiciones del corregimiento La Capilla municipio de Cajibío, especialmente las variedades UL y AL.

En cuanto a los costos de producción el sistema en bolsa tiene un incremento de 18,03% frente al sistema de eras representado en la mano de obra y en la compra de las bolsas. Sin embargo, las bolsas proporcionan mayor comodidad al trasladar y transplantar al sitio definitivo y reduce los daños mecánicos en la raíz.

## 5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los parámetros en que se evaluaron agronómicamente las cinco variedades de espárragos (*Asparagus officinalis*) bajo dos sistemas de siembra en las condiciones del corregimiento de La Capilla, municipio de Cajibío, los resultados permiten formular las siguientes recomendaciones:

Continuar con estudios tendientes a determinar si el uso de sistemas de propagación en fase de semillero son determinantes en los rendimientos posteriores del espárrago (*Asparagus officinalis*).

Realizar investigaciones posteriores en cuanto al manejo, la incidencia de plagas y enfermedades, teniendo en cuenta que es un cultivo introducido y se tiene poco conocimiento en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALBALAT. B. El espárrago verde Resultados del seguimiento de su cultivo en la comarca del Bajo Aragón. Informaciones técnicas. Dirección general de desarrollo rural. Centro de técnica agraria. Boletín 151. ISSN 1137/1730 [En línea]. 2005. [citado Noviembre 2010].disponible en [http:// www.cta.es/sia/aragob.pdf](http://www.cta.es/sia/aragob.pdf)

ALDER, P., R. DUFAULT, AND L. WATERS. Influence of nitrogen, phosphorus, and potassium on asparagus transplant quality. 1984. HortScience 19:565-566.

ASPRELLI, D. LÓPEZ, A. COINTRY, E. Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos. 2005. Rev. Pesq. agropec. bras. Brasília, v.40, n.1, p.47-52.

BAI, Y., AND J. KELLY. A study of photosynthetic activities of eight asparagus genotypes under field conditions. 1999. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 124:61-66.

BALCAZAR, J. MOSCOSO M. PAZ, I. efecto de diferentes sustratos en bolsa y eras para la propagación en bulbos de fique (*Furcraea macrophylla*). 2008.

BAUDRIT M. 1994. Efecto de la edad y poda de raíces al transplante sobre el establecimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Boletín Técnico - Estación Experimental Fabio. Costa Rica. v. 27(1) p. 36-51.

BENAGES, S.S. (1990) El Espárrago. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 224 p.

BENSON, B.L., R. J. MULLEN, AND B.B. DEAN. 1996. Three new green asparagus cultivars: Apollo, Atlas and Grande and one purple cultivar, Purple passion. Acta Hortic. 415:50-56.

----- (1989) Morfología y Fisiología del Espárrago. En: Tecnología de la Producción de Espárragos. Fundación. Chile. Agosto. Cap. 3.



BERMEJO, R. Estudio del comportamiento del espárrago (*asparagus officinalis* L.) bajo tres modalidades de siembra en almácigo hasta trasplante en el departamento de tumbes. 1991. En línea]. 2005. [citado Noviembre 2010].disponible en [http://www.unalm .pe/rt0052. pdf](http://www.unalm.pe/rt0052.pdf)

COINTRY, E.L.; LÓPEZ ANIDO, F.S.; GATTI, I.; CRAVERO, V.P.; FIRPO, I.T.; GARCÍA, S.M. Early selection of elite plants in asparagus. 2000. *Bragantia*, v.59, p.21-26.

CONTRERAS S.; KRARUP C. Interacción genotipo por ambiente en cinco cultivares de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). *cién. Inv. Agr.* 27 (3): 133-139. 2000. [En línea]. 2000. [citado Noviembre 2010].disponible en [http://www.puc .cl/genotipoporambiente.Pdf](http://www.puc.cl/genotipoporambiente.Pdf).

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Boletín No. 8, Precios Internacionales febrero de 1999. Sistema de Inteligencia de Mercados, Bogotá, pág. 2.

----- . Boletín No 11 Precios Internacionales. , febrero de 1999. Sistema de Inteligencia de Mercados, Bogotá, pág. 2.

----- . Espárrago: Producción y comercio. Serie Técnica No. 3. Bogotá, 1999, págs. 7-9.

DELGADO DE LA FLOR, F; R. MONTANBAN y F. HURTADO (1987) Manual del Cultivo de Espárrago. Instituto de Comercio Exterior del Perú. 134 p.

DEL POZO, A.L. (1999) Morfología y Funcionamiento de la Planta. En: El Cultivo del Espárrago. Boletín INIA-Chile No.6 pp 9-28.

DROST, D. Asparagus.1997. *In* H.C. Wien (ed.) The physiology of the vegetable crops. CAB International, New York, USA. p. 621-649

FUNDACIÓN CHILE. Espárragos en Perú. En: Agroeconómico. Enero del 2000, págs. 55-56

GONZÁLEZ M.. Evaluación de variedades de espárrago verde en la región del Bío-Bío, Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro integral de agricultura técnica. 67 (3). p. 227. [En línea]. 2007. [citado Noviembre 2011].disponible en <http://www.scielo.br/pdf/hb/v21n2/a08v21n2.pdf>

-----; and DEL POZO. El cultivo del espárrago. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro integral de agricultura técnica. Boletín INIA N°6 p. 53-63 Chile. En línea]. 1999. [citado Noviembre 2011].disponible en [www.cci.org.co/cci/cci\\_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/esparrago-11.pdf](http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/esparrago-11.pdf).

-----; and DEL POZO. Asparagus cultivar trials in Bío.Bío (VIII) region of Chile. Acta Hortic. 589: 117-121. En línea]. 2002. [citado Noviembre 2011].disponible en <http://www.uc.cl/agronomia/rcia/Espanol/pdf/27-3/interaccion.pdf>.

JIMÉNEZ. M. Efecto de la edad y de la poda de raíces al transplante sobre el establecimiento y desarrollo inicial de las plantas de espárrago (*Asparagus officinalis* L.).[En línea]. 1993. [citado Noviembre 2010]. Disponible en [http://sidalc.org/organización para Estudios Tropicales, \(OET\)/ efecto de la edad y de la poda de raíces. htm](http://sidalc.org/organización%20para%20Estudios%20Tropicales,%20(OET)/efecto%20de%20la%20edad%20y%20de%20la%20poda%20de%20raíces.htm).

KRARUP A.; HENZI H. 1993. Producción anual acumulada de siete cultivares de espárrago bajo las condiciones del Valdivia. Chile. Agrosur. 21:128.

-----, 1999. Evaluation of twenty eight asparagus genotypes after three years of harvest at Valdivia. Chile. Acta Hortic. 415: 105.

LOGACHO A.; CALVACHE M. Respuesta del espárrago (*asparagus officinalis*) híbrido uc157 a la aplicación de tres dosis de materia orgánica y tres niveles de fertilización nitrogenada. guayllabamba – pichincha. [En línea]. 2007. [citado Noviembre 2010].disponible en <http://www.uce.edu.ec/upload/20090209110659.Pdf>.

MACIEL N., MOGOLLÓN N., MENDOZA A. Germinación y emergencia de cuatro espárragos (*Asparagus spp.*) usados como follaje de corte. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1999, 16: 160-166.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Proyecto apoyo a alianzas productivas: Establecimiento de 200 ha de espárrago en el municipio de Cajibío, Departamento del Cauca. Popayán: Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, 2007.

MONTANARI, V.1996. I mezzi tecnici per la coltura in vivaio, suppl. L'Inf. e Agrario 25-36.

MORTARINI N., CASTAGNINO A. Evaluación del crecimiento y producción de turiones de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) producidos bajo dos sistemas de inicio, arañas y plantines, en azul, buenos aires en línea]. Marzo de 2006. [Citado noviembre 2010].disponible [http:// rton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/? isisscript=bibacl.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=005517](http://rton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?isisscript=bibacl.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=005517).

MORANDES H., ALVARADO P. El cultivo del espárrago en Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de agronomía. Curso cultivo del espárrago.1988. p. 7-20.

ORNSTRUP, O. Biotechnological methods in asparagus breeding. Asparagus Research Newsletter. 1997. v.14, p.1-25.

PERTIERRA R., CAMPOS J, CARRASCO. F. Caracterización del Crecimiento en el Primer Año de Cultivares de Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en Maceta. Universidad de Concepción. [En línea]. Marzo de 2006. [Citado Noviembre 2010].disponible en [http:// www.uce.edu. cl/ 1990135. pdf](http://www.uce.edu.cl/1990135.pdf).

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, SAG. Chile 2010. Tiempos de respuesta Análisis de germinación de semillas pdf. [En línea]. Marzo de 2010. [Citado Noviembre 2010].disponible en [http:// www. macl .gov.cl/ sag. pdf](http://www.macl.gov.cl/sag.pdf)

SÁNCHEZ. V. Nutrición y fertilización del cultivo de espárragos. pdf. Módulo Integrado de Espárragos y Alcachofas. Facultad de Agronomía. UNALM. 2005. Perú. [En línea]. 2005. [Citado Noviembre 2010].disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=014520>.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Cultivo de espárragos. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 1988. p 1 – 258.

URBANO, D. Leucaena. Una alternativa forrajera en la zona sur del Lago de Maracaibo. [En línea]. 1995. [Citado Noviembre 2010]. disponible en <http://ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd48/texto/leucaena.htm>.

WOOLLEY D.; S. SUDJATMIKO, Y-F. YEN, K.J. FISHER, AND M.A. NICHOLS. 1996. Carbon dioxide exchange characteristics and relative growth rates of two asparagus cultivars in relation to temperature. Acta Hort. 415:201-207.

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS. Asparagus production and trade in selected countries. Disponible en internet < URL: <http://www.fas.usda.gov/htp/circular/2000/0009/Aspfea.htm>. 2000. >

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Guía para el cultivo de esparrago. Colombia, 1987.

FEHÉR, E. Asparagus. 1992. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary.p. 161.

GUZMAN, J; MUÑOZ, B. Cultivo mecanizado del esparrago blanco en regadío. Disponible en internet <URL: <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd198416.pdf>

INFOAGRO.COM. El cultivo de esparrago verde. Disponible en internet <URL: [http://infoagro.com/hortalizas/esparrago\\_verde.htm](http://infoagro.com/hortalizas/esparrago_verde.htm)

MEDINA. D. UNIDAD ELABORADORA. DIRECCIÓN REGIONAL PROCHILE-MAULE. COORDINADOR REGIONAL / NACIONAL. pdf [En línea]. 2006. [citado Noviembre 2010]. disponible en [www.esparragosdechile.cl](http://www.esparragosdechile.cl)

Perfil para el espárrago peruano en el mercado alemán. Documento PROMPEX. Lima, marzo del 2000, págs. 15-16.

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

## ANEXOS

### ANEXO A. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

DÍAS	INSUMO	UNIDAD	DOSIS
-25	Cal dolomítica	Kilo	43
-25	Fosforita Huila	Kilo	2,58
-3	Materia orgánica	Kilo	43
-3	Urea	Gramos	215
-3	DAP	Gramos	752,5
-3	KCl	Gramos	645
-3	MgO	Gramos	21
-3	FeSO4	Gramos	172
-3	ZnSO4	Gramos	43
-3	CuSO4	Gramos	43
-3	Borax	Gramos	34,4
60	Urea	Gramos	645

Fuente: Ing. German Tirone

## **ANEXO B. ANÁLISIS DE SUELOS**

### **ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LA MUESTRA DE SUELO**

#### **1. Textura: (Fa – F – ARA)**

Se presenta la determinación de textura de Franco Arenosa (FA) en los primeros 20 centímetros de profundidad, y a través del perfil se aprecia la aparición de arcilla a profundidad de 40 a 60 centímetros, pasando por un suelo franco (F) a 20 y 40 centímetros a Arcillo Arenoso (ArA), condición que favorece el desarrollo radicular y la emergencia de turiones de la planta de espárrago, también permite una buena aireación y drenaje interno rápido para el agua de exceso de las lluvias contenidas dentro del perfil, condiciones requeridas por el cultivo.

#### **2. pH: (5.10 – 5.40 – 5.56)**

En la primera flanja de muestreo el pH es menor donde se puede clasificar el suelo como extremadamente ácido, a medida que se profundiza pasa a hacer Modernamente ácido ya que alcanza niveles de 5.56 en la determinación. El cultivo de espárrago requiere suelo con pH comprendidos de 6 a 7.2, con tolerancia a alcalinidad, por tal razón se hace necesario realizar aplicaciones de Cal o de otras sustancias (Algas marinas) que acondicionen este pH a estados cercanos a 6.0 en el momento de la preparación de suelo para el trasplante y aplicación en todo su perfil, adicionalmente realizar aplicaciones anuales. Estas aplicaciones deben ser incorporadas dentro del perfil del suelo.

#### **3. Contenidos de materia Orgánica (11.4 – 4.28 – 1.90) %**

En el análisis se presentan contenidos altos de materia orgánica en los primeros 20 centímetros y el porcentaje tiende a disminuir a mayor profundidad, condición natural para todo tipo de suelo, aunque los niveles de materia orgánica son altos, se debe promover la reactivación de los microorganismos solubilizadores de elementos y mineralizadores de la materia orgánica, con aporte de hongo, levaduras, actinomicetos bacterias ácidos lácticos etc. Se recomienda realizar aporte de materia orgánica debidamente compostada, para incrementar los niveles de los microorganismos presentes en estos. Se recomienda que para los próximos análisis el laboratorio determine el Carbono Orgánico y que este sea el punto de partida para un verdadero análisis de la actividad de descomposición de la Materia Orgánica en el suelo. Se presume que las altas precipitaciones y las bajas temperaturas del área de producción reducen la actividad microbiana del suelo y la descomposición de esta es muy lenta.

#### **4. Contenidos de fósforo, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4.75 – 2.71 – 1.68) ppm**

Los contenidos determinados en cada flanja del perfil son muy bajos, donde se hace pensar que las aplicaciones de productos con aportes de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Tienen una respuesta rápida en el cultivo, siendo este principal elemento para la conformación de raíces, y el cultivo de espárrago tiene como eje fundamental a la

formación de raíces de almacenamiento de los carbohidratos para su subsistencia y comportamiento de la producción de turiones. También el fósforo es retenido fuertemente por las arcillas del suelo por sus condiciones de pH, por lo cual se debe neutralizar el efecto negativo hacia este elemento con productos que faciliten el intercambio de estos elementos y también con solubilizadores de fósforo como la Aplicación de Micorrizas y *Seudomonas fluorescentes* conjuntamente con aplicaciones de Roca fosfórica para mayor aporte de fósforo en el proceso de preparación de suelo y aplicaciones con productos de rápida liberación como el MAP o DAP (Fosfato monoamónico o Fosfato diamónico)

5. Contenido de Potasio, K<sub>2</sub>O (0.33 – 0.18 – 0.16) meq /100 g.

Como uno de los elementos de mayor composición en la planta este se presenta en el suelo en cantidades medias, y a medida que se profundiza se hace carente para las plantas. Dentro de sus funciones es dar resistencia a los ataques de plagas y enfermedades y de conformación de frutos, es uno de los elementos de mayor composición en los turiones de espárragos. Se debe propiciar su aporte en productos como Nitrato de potasio, Sulfato de potasio y en última instancia como Cloruro de potasio, este último el espárrago es tolerante a estas aplicaciones pero se recomienda realizar aporte en diferentes presentaciones para mayor absorción por las plantas y de disponibilidad inmediata.

6. Contenidos de Calcio, Ca y (1.32 – 0.75 – 0.73) meq /100 g.

Según la evaluación se presentan bajos contenidos de estos dos cationes, siendo el Calcio uno de los principales elementos para contrarrestar los efectos de Aluminio causante de la acidez del suelo y de las conformaciones de la pared celular de la planta, se debe propiciar su aporte en la preparación del suelo y en los diferentes mantenimientos que se realicen en el cultivo, en forma edáfica y foliar.

7. Magnesio, Mg (0.3 – 0.14 - 0.10) meq /100 g.

El Magnesio como constituyente de la clorofila para la fotosíntesis y en la elaboración de carbohidratos en las plantas de espárragos, se hace necesario realizar aporte en formas más asimilables, por la baja luminosidad presente en la zona debe realizarse que esta sea muy eficiente en las horas de alta actividad fisiológica de la planta. Los contenidos de Magnesio son inferiores que los de Calcio se debe aumentar la dosificación de Magnesio para nivelar la relación de estos dos elementos (2.5:1). También se debe tener que la relación de magnesio con el potasio debe ser de 1: 0.25) condición que no se cumple según el análisis ejecutado por tal razón se requiere que las aplicaciones de fertilizante sea este uno de los más importantes en el aporte a ejecutar a nivel de preparación de suelo y sostenimiento del cultivo.

8. Hierro, Fe (8.04 – 10.69 – 11.49) %

La tendencia de este oligoelemento es inversa a los demás presentando mayores contenidos de este elemento a mayor profundidad del suelo, aunque en niveles internos del suelo no se registra carencia en su nivel superficial si, esto ocurre con



la altas precipitaciones presentes lavan este producto y es fácilmente removidos y oxidado de ferrosos a férrico, condición no deseable por la planta,

9. Zinc, Zn (2.58 – 1.71 – 1.16) %

La tendencia de este elemento dentro del perfil es disminuir y siendo uno de los oligoelemento esenciales en la constitución de la planta su carencia se ve reflejado en la actividad fotosintética de la planta por los cual se debe propiciar el aporte en forma edáfica o foliar en contenido que suplan los requerimientos del espárrago.

10. Cobre, Cu (1.10 - 0.75 - 0.68) %

La tendencia de este elemento dentro del perfil es disminuir y siendo uno de los oligoelemento esenciales en la constitución de la planta su carencia se ve reflejado en la actividad fisiológica de la planta por los cual se debe propiciar el aporte en forma edáfica o foliar en contenido que suplan los requerimientos del espárrago.

11. Manganeso, Mn (8.11 – 5.21 – 3.89) %

La tendencia de este elemento dentro del perfil es disminuir y siendo uno de los oligoelemento esenciales en la constitución de la planta su carencia se ve reflejado en la actividad fisiológica de la planta por los cual se debe propiciar el aporte en forma edáfica o foliar en contenido que suplan los requerimientos del espárrago.

12. Boro, B (0.22 – 0.14 - -0.08) %

La tendencia de este elemento dentro del perfil es disminuir y siendo uno de los oligoelemento esenciales en la constitución de la planta su carencia se ve reflejado en la actividad fotosintética, enzimática y la absorción de otros elementos por la planta por los cual se debe propiciar el aporte en forma edáfica o foliar en contenido que suplan los requerimientos del espárrago.