

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



Comparativo de dos dosis en dos fertilizantes de liberación controlada en  
la producción del cultivo de espárrago *Asparagus officinalis* L.

(Asparagaceae), cv. UC157-F1

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ANGEL JOEL SALDAÑA CABRERA**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



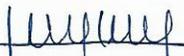
.....  
Ing. Mg. Sc. Sergio Adrián Valdivia Vega  
PRESIDENTE



.....  
Ing. Mg. Sc. José Luis Holguín del Río  
SECRETARIO



.....  
Ing. César Guillermo Morales Skrabonja  
VOCAL



.....  
ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños  
ASESOR

## DEDICATORIA

En primer lugar, a DIOS por guiar mis pasos y brindarme la fortaleza que necesité en diversos momentos de mi vida, sin Él no hubiera sido posible.

Al esfuerzo y sacrificio de mis padres JUAN y MARÍA quienes alentaron y guiaron cada paso de mi sendero de estudiante, con sus ayudas puedo plasmar lo que hoy culmino.

A mi tía GLADYS, por sus oraciones, consejos e inmenso amor, quien siempre estuvo guiándome en el camino de Dios.

A mi hermano VÍCTOR, por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos durante mi formación académica profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Milton Américo Huanes Mariños, asesor de este trabajo de investigación, por su valiosa orientación, consejos de un buen amigo brindándome sus importantes conocimientos y experiencias en el tema, así como también por haberme tenido paciencia, lo cual he podido concluir la presente tesis.

Al Ing. César Guillermo Morales Skrabonja, por su ayuda en la elaboración e interpretación de los análisis estadísticos.

Al Ing. Rubén Walter Cortéz Rodríguez, jefe de fundo de Agroindustrial UPAO S.A.C., por brindarme sus instalaciones para la realización de la tesis, quien me guió de principio a fin, dándome ánimos y apoyo en distintas circunstancias, gracias por su tiempo prestado.

A la Ing. Ana Violeta Pesantes Gil, por su calidad humana y esmerada colaboración, quien con su apoyo desinteresado hizo posible la realización de este trabajo, mi insoslayable y eterna gratitud.

A todos mis compañeros de aula, quienes compartimos tristezas y alegrías, en especial a dos grandes amigos Gabriel Kenyo Gonzáles Deza y Víctor Yossver Alvarado Lázaro por acompañarme durante la tesis y reírnos después de tanto trabajo.

A la Universidad Privada Antenor Orrego, alma máter quien me acogió durante los cinco años de mi carrera profesional, a mis profesores de Ingeniería Agrónoma por las enseñanzas y sabidurías que me transmitieron en todo ese tiempo.

## ÍNDICE

	Página
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. <i>Asparagus officinalis</i> L. ....	3
2.1.1.El espárrago en el mundo.....	3
2.1.2.El espárrago en el Perú.....	3
2.1.3.Generalidades del cultivo .....	4
2.1.4.Origen .....	4
2.1.5.Taxonomía .....	5
2.1.6.Morfología .....	5
2.1.7.Fenología .....	6
2.1.7.1. Brotamiento.....	6
2.1.7.2. Ramificación .....	6
2.1.7.3. Apertura .....	6
2.1.7.4. Floración.....	7

2.1.7.5. Maduración .....	7
2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos .....	7
2.1.8.1. Clima.....	7
2.1.8.2. Suelo.....	7
2.1.9. Cultivares .....	8
2.1.9.1. UC157-F1 .....	8
2.1.9.2. Atlas.....	8
2.1.9.3. Vegalim.....	8
2.1.9.4. Sunlim.....	9
2.1.10. Nutrición del cultivo .....	9
2.1.11. Fertilización.....	9
2.1.12. Valor nutricional .....	10
2.2. Fertilizantes de liberación controlada .....	111
2.2.1. Modo de acción .....	111
2.2.2. Ventajas .....	12
2.2.3. Desventajas.....	12
2.2.4. Plantacote .....	12
2.2.5. Osmocote.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Lugar de experimentación .....	15
3.2. Materiales .....	16
3.2.1. Biológico.....	16
3.2.2. Fertilizantes y agroquímicos .....	16
3.2.3. Instrumentos y equipos .....	16
3.2.4. Servicios.....	16
3.2.5. Materiales de oficina.....	16
3.3. Análisis físico - químico del suelo experimental.....	17

3.4.	Datos meteorológicos.....	17
3.5.	Metodología .....	18
3.5.1.	Preparación del terreno .....	18
3.5.2.	Densidad de plantación .....	19
3.5.3.	Riego.....	19
3.5.4.	Fertilización .....	20
3.5.5.	Control de malezas.....	21
3.5.6.	Control fitosanitario.....	21
3.5.7.	Cosecha .....	22
3.6.	Diseño estadístico .....	23
3.6.1.	Croquis del experimento.....	24
3.6.2.	Tratamientos estudiados .....	24
3.6.3.	Unidades experimentales .....	25
3.7.	Parámetros evaluados .....	26
3.7.1.	Altura de planta .....	26
3.7.2.	Diámetro de tallo .....	26
3.7.3.	Número de yemas por planta .....	27
3.7.4.	Producción .....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
4.1.	Altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes. ....	29
4.2.	.....Altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.....	31
4.3.	...Altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.....	33
4.4.	...Altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.....	35
4.5.	...Altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.....	37

4.6. ...Altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	39
4.7. Diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes. ...	41
4.8. ...Diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.....	43
4.9. Diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.....	45
4.10. Diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.....	47
4.11. Diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.....	49
4.12. Diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	51
4.13. Número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	53
4.14. Número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.....	55
4.15. Producción (t/ha).....	57
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	61
VIII. ANEXOS.....	65

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fórmula de fertilización del espárrago. ....	10
Cuadro 2. Valor nutricional del espárrago. ....	11
Cuadro 3. Composición química del fertilizante Plantacote.....	13
Cuadro 4. Recomendaciones de dosis del fertilizante Plantacote. ....	13
Cuadro 5. Composición química del fertilizante Osmocote. ....	14
Cuadro 6. Características físicas del fertilizante Osmocote.....	14
Cuadro 7. Análisis físico - químico del suelo experimental.....	17
Cuadro 8. Datos meteorológicos durante el periodo experimental del cultivo de espárrago.....	18
Cuadro 9. Tratamientos estudiados.....	24
Cuadro 10. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.....	29
Cuadro 11. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	31
Cuadro 12. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	33
Cuadro 13. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	35
Cuadro 14. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	37
Cuadro 15. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	39
Cuadro 16. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.....	41

Cuadro 17. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes. .	43
Cuadro 18. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.....	45
Cuadro 19. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	47
Cuadro 20. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	49
Cuadro 21. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	51
Cuadro 22. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	53
Cuadro 23. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.....	55
Cuadro 24. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la producción del cultivo de espárrago en t/ha.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del terreno agrícola, donde se realizó el experimento de investigación estudiado (Fuente: Google Earth Pro, 2018).....	15
Figura 2. Preparación del terreno. ....	18
Figura 3. Densidad de plantación. ....	19
Figura 4. Riego. ....	20
Figura 5. Fertilización. ....	20
Figura 6. Control de malezas.....	21
Figura 7. Control fitosanitario.....	22
Figura 8. Cosecha. ....	23
Figura 9. Distribución del diseño estadístico. ....	23
Figura 10. Altura de planta en el cultivo de espárrago.....	26
Figura 11. Diámetro de tallo en el cultivo de espárrago.....	27
Figura 12. Conteo de yemas en el cultivo de espárrago.....	27
Figura 13. Producción en el cultivo de espárrago.....	28
Figura 14. Altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.....	30
Figura 15. Altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.....	32
Figura 16. Altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.....	34
Figura 17. Altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.....	36
Figura 18. Altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.....	38
Figura 19. Altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	40
Figura 20. Diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.....	42

Figura 21. Diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.....	44
Figura 22. Diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.....	46
Figura 23. Diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.....	48
Figura 24. Diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.....	50
Figura 25. Diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	52
Figura 26. Número promedio de yemas por planta los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.....	54
Figura 27. Número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.....	56
Figura 28. Producción del cultivo de espárrago en t/ha.....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes. ....	65
Anexo 2. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	65
Anexo 3. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	66
Anexo 4. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	66
Anexo 5. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	67
Anexo 6. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	67
Anexo 7. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes. ....	68
Anexo 8. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	68
Anexo 9. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	69
Anexo 10. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	69
Anexo 11. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	70
Anexo 12. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	70
Anexo 13. Análisis de varianza para el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes. ....	71

Anexo 14. Análisis de varianza para el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.....	71
Anexo 15. Análisis de varianza para la producción del cultivo de espárrago en t/ha.....	72

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en las instalaciones de Agroindustrial UPAO S.A.C., ubicado en el distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, región La Libertad, de marzo a julio del 2018. El objetivo fue determinar el comparativo de dos dosis en dos fertilizantes de liberación controlada en la producción del cultivo de espárrago *Asparagus officinalis* L. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se efectuó un análisis de varianza, para determinar las diferencias significativas y la prueba de significación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, para evaluar el mejor tratamiento. La siembra fue establecida a un distanciamiento de 2.40 m entre surcos y 0.18 m entre plantas lo que correspondió a una densidad de plantación de 23,148 plantas/ha; el área utilizada para el experimento fue de 768 m<sup>2</sup>. La aplicación de los fertilizantes de acción controlada Plantacote y Osmocote se realizó a la primera semana después del desaporque. Las dosis de los fertilizantes Plantacote y Osmocote fueron de 100 y 150 kg/ha; al testigo no se le aplicó ninguna dosis de los fertilizantes de acción controlada utilizados. La mayor altura de planta y el mayor diámetro de tallos, se obtuvieron en el tratamiento 2 (150 kg de Plantacote/ha), en todas las evaluaciones realizadas, superando a todas ellas a todos los tratamientos, en especial, al tratamiento 5 (Testigo), el cual no tuvo ninguna aplicación de fertilizantes de acción controlada. La mayor producción (t/ha) se obtuvo con el tratamiento 2 (150 kg de Plantacote/ha) con 7.218 t/ha, superando a los demás tratamientos, sobre todo al tratamiento 5 (Testigo), que ocupó el último lugar con 3.781 t/ha.

## ABSTRACT

This research was done at the facilities of Agroindustrial UPAO S.A.C., located in Salaverry district, Trujillo province, La Libertad region, since march until July 2018. The objective was to compare two doses in a couple of controlled-release fertilizers affecting the yield in asparagus *Asparagus officinalis* L. It was used the statistical of Randomized Complete Block design with five treatments and four replicates. Analyses included the analysis of variance to determine the statistical differences among treatments and the comparison test of Duncan at 0.05 % probability to assess the best treatment. Planting was sited at 2.40 m apart among furrows and 0.18 m apart among plants, meaning 23,148 plants/ha; total area employed in this experiment was 768 m<sup>2</sup>. Application of controlled-release fertilizers Plantacote and Osmocote was done at first week after tilling. Doses of Plantacote and Osmocote were 100 and 150 kg/ha; control did not receive any controlled-release fertilizer. The highest plant height and the biggest stem diameter were in treatment 2 (150 kg Plantacote/ha) in every single sampling, above all the other treatments, in particular treatment 5 (Control). The highest yield (t/ha) was gained with treatment 2 (150 kg Plantacote/ha) reaching 7.218 t/ha, above any other treatment, in particular treatment 5 (Control) with 3.781 t/ha.

## I. INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es un cultivo que pertenece a la familia Asparagaceae, ampliamente expandido a lo largo del mundo y que tiene como lugar de origen al Mediterráneo, así pues, su cultivo en Perú inicia a principios de los años 50 en el departamento de La Libertad (Agrobanco, 2007), justamente, en la actualidad este departamento concentra la mayor producción con el 43 %. Asimismo, la superficie cultivada bordea las 28 mil hectáreas con una producción de 390 mil toneladas para el año 2017 (Agraria, 2017). Por otro lado, en los últimos años las exportaciones de espárragos han ubicado al Perú como el mayor exportador de este producto (Andina, 2018) generando una cantidad considerable de divisas que ascienden a más de US\$ 526 millones FOB (Sunat, 2018).

En ese sentido, al ser un producto agroexportable, no ha dejado de ser susceptible a las fluctuaciones en los precios internacionales por lo que tras la llegada del cultivo del arándano a las grandes agroindustrias como un cultivo más atractivo desde el punto de vista económico, ha ocurrido un desplazamiento del cultivo a los medianos y pequeños agricultores que se encuentran en los valles y que no cuentan muchas veces con las tecnologías competentes como el fertirriego que puede abastecer constantemente de nutrientes al cultivo. Así, ese escenario nos enmarca en una situación donde ocurren cosas como la contaminación del medio ambiente por pérdidas de los nutrientes ya sea hacia aguas profundas o hacia la atmósfera, pérdida de dinero como consecuencia de lo anterior, pero sobre todo un desaprovechamiento del potencial productivo que terminan en rendimientos que podrían dilatarse a favor del agricultor (Siche y otros, 2016).

Así pues, la industria de los fertilizantes no ha sido indiferente al progreso de la ciencia. Obteniendo productos cada vez mucho más amigables con el medio ambiente y adaptables a las necesidades que demanda la agricultura moderna. Así, una de las tecnologías que promete revolucionar la nutrición de las plantas es la liberación controlada de nutrientes, fertilizantes que una vez en el suelo prometen proveer de minerales a las plantas a lo largo de su ciclo de vida incrementando los rendimientos y reduciendo enormemente la contaminación que tanto daño nos ocasiona (Watson, 2014).

En relación a lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue determinar el comparativo de dos dosis en dos fertilizantes de liberación controlada en la producción del cultivo de espárrago *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae), cv. UC157-F1 en condiciones de campo.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. *Asparagus officinalis* L.

#### 2.1.1. El espárrago en el mundo

A nivel mundial existen 168,118 ha de espárrago siendo China, Alemania, México y Perú los países con la mayor superficie de este cultivo. Así pues, China lidera con 65 mil ha, las zonas productoras son Shanxi (30 mil ha), Shandong (12 mil ha), Hubei (8 mil ha), Fuijan (8 mil ha) y Henan (3 mil ha). Luego tenemos a Alemania quién cuenta con 22,792 ha localizadas en las regiones de Niedersachsen (4,176 ha), Brandenburg (2,767 ha), Baden Württemberg (2,046 ha), Hessen (1,864 ha), Bayern (1,855 ha) y Sachsen Anhalt (843 ha). Seguido está México con 16,942 ha, siendo las principales regiones de Sonora (9,500 ha), Baja California (3,800 ha) y Guanajuato (2,500 ha). Finalmente, Perú posee 26,185 ha, así sus principales zonas productoras de espárrago son La Libertad (10,993 ha), Ica (10,502 ha), Áncash (2,417 ha), Lima (1,400 ha) y Lambayeque (873 ha). No obstante, también se cultiva espárrago en países como España (9,000 ha), Estados Unidos (8,000 ha), Italia (6,300 ha), Francia (6,000 ha), Países bajos (3,000 ha), Grecia (3,000 ha), Reino Unido (1,900 ha) entre otros (Agraria, 2014).

#### 2.1.2. El espárrago en el Perú

El primer cultivar fue la Mary Washington utilizada para producir espárrago blanco en conservas. Hoy, este antiguo cultivar ha sido reemplazado por cultivares modernos, especialmente por UC157-F1 que ha respondido muy bien a nuestras condiciones ambientales (Agrobanco, 2007). En el año 1985, inicia el auge del espárrago, en lo cual la Asociación de Agricultores de Ica, sustituyó los cultivos tradicionales por otros de

exportación; ésta pidió un financiamiento a la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). En este trabajo, se evaluaron, en los campos de la Estación Experimental San Camilo, los siguientes cultivos: melón, pprika, vainita y espárrago, este último cultivo fue importante por el precio que tenía en el mercado estadounidense. En tal sentido, la agencia invit a los agricultores a un proyecto asociativo de 500 ha de espárrago verde, para construir una planta empacadora y exportar la producción. Éstos buenos resultados que obtuvieron los esparragueros de Ica, se replicó en los valles de Chincha, Nazca, Cañete, Huaura, iniciándose siembras. Actualmente hay empresas que exportan espárragos en sus tres presentaciones: frescos, conservas y congelados (IPEH, Casa Verde; 2015).

### **2.1.3. Generalidades del cultivo**

Es una especie herbácea perenne, monocotiledónea. Hay especies comestibles y ornamentales (González y Del Pozo, 1999). Este cultivo se fomentó en la zona este del Mediterráneo, y luego al noroeste de Europa (Fehr, 1992. Citado por González y Del Pozo, 1999). Debido a sus componentes minerales y sustancias químicas, previenen enfermedades y mejora en la salud humana (Ornstrup, 1997).

### **2.1.4. Origen**

Originario de la región oriental del Mediterráneo y Asia menor, principalmente se cultiva como hortaliza y es altamente perecible. La planta de espárrago tiene una porción subterránea (Ornstrup, 1997).

### 2.1.5. Taxonomía

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Tracheobionta
Superdivisión	:	Spermatophyta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Asparagales
Familia	:	Asparagaceae
Género	:	<i>Asparagus</i>
Especie	:	<i>Asparagus officinalis</i> L. (USDA, 2018).

### 2.1.6. Morfología

Está compuesta por: la parte subterránea y la parte aérea. En el primer caso, está un rizoma especializado conformado por las raíces y las yemas. Los tallos, hojas, flores, frutos y semillas constituyen la parte aérea de la planta. Así, las raíces primarias nacen directamente del rizoma, son cilíndricas, gruesas y acumulan reservas fotosintéticas que sirven como fuente de energía para el siguiente ciclo productivo. A su vez, las raíces secundarias nacen de la raíz primaria y su función es absorber el agua; así como los macro y micro nutrientes. Por otro lado, las yemas son estructuras meristemáticas en forma de cono truncado de donde emergen los turiones. Los tallos alcanzan un porte de hasta 1 m, son cilíndricos, herbáceos y están protegidos por escamas. En cuanto a las hojas, son estructuras caulinares modificadas con aspecto filamentosas. Las flores son de tipo acampanuladas con diferencia en tamaño entre la femenina y masculina y el fruto posee un diámetro promedio de alrededor de 5 mm que a la madurez vira de un color verde a rojo (Infoagro, 2012).

### **2.1.7. Fenología**

El espárrago es una planta dioica con un ciclo de vida económicamente rentable de 8 a 10 años. Asimismo, por cada ciclo productivo la especie pasa por varias generaciones que se cumplen cada 45 días (Infoagro, 2012).

#### **2.1.7.1. Brotamiento**

Es el inicio del periodo del cultivo, en lo cual la yema madura se incita para dar origen a los turiones y eventualmente a los tallos (Alva y León, 2008).

#### **2.1.7.2. Ramificación**

En esta etapa, se da inicio al crecimiento lateral y para formar una buena estructura de planta es importante la elongación de las ramas, ya que aún necesita del almacenamiento. Es primordial el agua, para las reservas en las raíces reservantes de la cosecha previa (Alva y León, 2008).

#### **2.1.7.3. Apertura**

Da origen a la aparición de filocladios, el incremento aquí es considerable antes de apartarse del brote. En esta etapa queda determinada la estructura de la planta llegando a su máxima expresión (Alva y León, 2008).

#### **2.1.7.4. Floración**

Las plantas femeninas y masculinas contienen 500 y 2000 flores por tallo, respectivamente. Las plantas con flores masculinas inician la apertura de sus flores antes porque son más precoces que las femeninas (Alva y León, 2008).

#### **2.1.7.5. Maduración**

La planta y los frutos se tornan de un color verde oscuro y rojo, correspondientemente (Alva y León, 2008).

### **2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.1.8.1. Clima**

Se adapta a climas templados-cálidos, cuya temperatura óptima se encuentra entre los 14 y 22 °C. (Delgado de la Flor y otros, 1993. Citado por Llanos, 2017). Existen cultivares de día corto como de día largo. Normalmente el espárrago se cultiva bajo condiciones de riego, si se cultiva bajo temporal, requiere de 300 a 400 mm (secano) de lluvia anual siendo el óptimo alrededor de los 990 mm. La humedad relativa óptima del espárrago se encuentra comprendida entre el 60 y 70 % (Infoagro, 2012).

#### **2.1.8.2. Suelo**

Requiere suelos arenosos profundos y con pH entre 6.0 y 7.5. El espárrago es tolerante a sales y susceptible a suelos ácidos (Sánchez, 2005. Citado por Llanos, 2017).

## **2.1.9. Cultivares**

### **2.1.9.1. UC157-F1**

Este material predomina en nuestro medio, debido fundamentalmente a la perfecta adaptación que ha logrado. Así, reúne una serie de características que le confieren mucho valor. Es decir, al cosechar se obtienen turiones de buen calibre, sin abertura de sus brácteas y bien compactos. Asimismo, a pesar de utilizarse con doble propósito, el mayor foco que se le ha dado es el cultivo en verde (Vargas, 2015).

### **2.1.9.2. Atlas**

Este híbrido posee al igual que UC-157 excelentes características del turión, que finalmente es lo que se comercializa. Aquí lo que ha cambiado es que este cultivar se ha dirigido más al cultivo de espárrago blanco. El buen calibre, la punta cerrada y el bajo porcentaje de rajaduras o turiones “fofos” representan muy bien a este material (Vargas, 2015).

### **2.1.9.3. Vegalim**

Es uno de los tantos esfuerzos de éxito de empresas semilleristas y continúan intentando desplazar a los cultivares antes expuestos. Es por decir la generación de los supermachos, que se sabe son sumamente más productivos, en ventaja de no dirigir su energía a la formación de frutos. Algunas características que podríamos mencionar es la alta amplitud térmica que resiste, su precocidad, buen rendimiento y calidad (Vargas, 2015).

#### **2.1.9.4. Sunlim**

Es una variedad híbrida, produce 100 % plantas masculinas especialmente aptas para el cultivo del espárrago verde en zonas de clima cálido con temperaturas de 15 a 27 °C. Sunlim combina un inicio de producción muy temprano con un rendimiento muy alto y una excelente calidad. Sunlim también es una variedad muy indicada para la aplicación de medida de cultivo de crecimiento forzado. Posee un potencial de producción especialmente alto, en combinación con una excelente calidad. Más del 70 % del producto uniforme pertenece a la clase de diámetro mayor de 12 mm. La punta cerrada produce tallos bonitos y lisos, de forma cilíndrica (Vargas, 2015).

#### **2.1.10. Nutrición del cultivo**

Aplicaciones de estiércol y de fertilizantes, así como otras importantes prácticas de cultivo, el manejo de los suelos brinda nutrientes que las plantas asimilan en su crecimiento, y uno de los aspectos principales en la producción vegetal es satisfacer las necesidades que tienen, con elementos nutritivos (Melgar, 2005).

#### **2.1.11. Fertilización**

En el Cuadro 1, fórmula de fertilización del espárrago, según edad y número de cosechas por año (Sánchez, 2005. Citado por Jáuregui, 2018).

Cuadro 1. Fórmula de fertilización del espárrago.

<b>Dosis (Kg/ha)</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>B</b>	<b>EDTA</b>
A. Menores de 2 años							
Una cosecha x año	250	180	250	80	40	5	10
Más de una cosecha x año	200	120	220	40	20	3	5
B. Mayores de 2 años							
Una cosecha x año	350	150	350	60	30	5	15
Más de una cosecha x año	250	120	280	40	20	3	10

Fuente: Sánchez (2005). Citado por Jáuregui (2018).

### 2.1.12. Valor nutricional

El espárrago es rico en fibra y con muy pocas calorías, se precisa de 23 kcal por cada 100 g comestible (Cuadro 2). La fibra colabora con el bienestar digestivo previniendo el estreñimiento y como buen suministro de prebióticos. Asimismo, el consumo de este alimento provoca un significativo efecto en la salud, así se señala beneficios como disminuir el riesgo de padecer anomalías congénitas, reducir la posibilidad de sufrir de depresión, mantener el corazón saludable, prevenir la osteoporosis y el cáncer (Danper, 2015).

Cuadro 2. Valor nutricional del espárrago.

<b>Componentes</b>	<b>Por 100 g comestible</b>
Energía	23 kcal
Agua	92.3 g
Proteína	2.2 g
Carbohidratos	4.6 g
Fibra dietaria	2.1 g
Calcio	35 mg
Fosforo	35 mg
Zinc	0.54 mg
Hierro	1.2 mg
Retinol	4 ug
Vitamina A	38 ug
Tiamina	0.9 mg
Rivoflavina	0.05 mg
Niacina	0.82 mg
Vitamina C	8 mg

Fuente: Danper (2015).

## **2.2. Fertilizantes de liberación controlada**

Un fertilizante de liberación controlada es una partícula esférica que contiene todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, asimismo, dicha partícula se encuentra recubierta con polímeros que permiten el flujo de nutrimentos hacia la solución suelo (Chen, 2017).

### **2.2.1. Modo de acción**

En base a la temperatura ocurre una liberación de nutrientes contenidos en el gránulo, aumenta la liberación con temperaturas más altas

y con temperaturas más bajas se ralentizan, de esta manera se logra una liberación según la actividad metabólica de las plantas. El agua penetra a través de los micros poros de la cubierta disolviendo los nutrientes, formando una solución concentrada y se inicia la liberación controlada de nutrientes (Compo expert, 2010).

### **2.2.2. Ventajas**

Reducen la toxicidad para las plántulas, que es causada por altas concentraciones iónicas resultantes de la rápida disolución de fertilizantes solubles convencionales. Se reducen significativamente la posible pérdida de nutrientes, en particular las pérdidas de N en forma de nitratos. Se reduce la pérdida de volatilización del amoníaco, y otros gases como óxidos nitrosos disminuyendo sustancialmente el riesgo de contaminación al ambiente (Paredes, 2014).

### **2.2.3. Desventajas**

El costo de fabricación de un revestimiento o encapsulado de fertilizantes de liberación controlada es aun considerablemente mayor en comparación con la producción de fertilizantes minerales convencionales. El recubrimiento de liberación controlada de fertilizantes puede aumentar la acidez del suelo (Paredes, 2014).

### **2.2.4. Plantacote**

Es un fertilizante donde cada gránulo contiene los principales nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, así como magnesio, azufre y micronutrientes (Cuadro 3). Esto garantiza una distribución homogénea de todos los nutrientes en el sustrato de cultivo. Asimismo, en el Cuadro 4 se

especifican algunas recomendaciones de dosis del fertilizante Plantacote para algunos cultivos (SQM, 2018).

Cuadro 3. Composición química del fertilizante Plantacote.

<b>Elementos Químicos</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno Total (N)	14 %
Nitrógeno Nítrico	6,3 %
Nitrógeno Amoniacal	7,7 %
Anhídrido Fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	9 %
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	15 %
Oxido de Magnesio (MgO)	2 %
Azufre soluble de Agua (S)	4 %
Boro (B)	0,03 %
Cobre (Cu)	0,02 %
Fierro (Fe)	0,40 %
Manganeso (Mn)	0,10 %
Molibdeno (Mo)	0,02 %
Zinc (Zn)	0,05 %

Fuente: SQM (2018).

Cuadro 4. Recomendaciones de dosis del fertilizante Plantacote.

<b>Tipo de Cultivo</b>	<b>Cantidad</b>
Frutales en vivero	4 - 5 kg/m <sup>2</sup> de sustrato
Plantación de frutales	20 - 60 kg/ha
Frutales en producción	60 - 180 kg/ha
Plantas en maceta	3 - 4 kg/m <sup>2</sup> de sustrato
Rosas	25 g/planta
Hortalizas en viveros	3 - 4 kg/m <sup>2</sup> de sustrato
Césped/Canchas de golf	35 g/m <sup>2</sup>

Fuente: SQM (2018).

### 2.2.5. Osmocote

Fertilizante químico homogéneo, encapsulado con múltiples capas de resina polimérica orgánica, la esterilización del suelo con vapor no daña la película plástica del recubrimiento, sin embargo activará el proceso de liberación de los nutrientes solubles (Romero Fertilizantes, 2018). En los Cuadros 5 y 6 se detallan la composición química y características físicas del fertilizante Osmocote; respectivamente.

Cuadro 5. Composición química del fertilizante Osmocote.

<b>Elementos Químicos</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno (N)	19.00 % (+/- 1.0 %)
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6.00 % (+/- 1.0 %)
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O)	12.00 % (+/- 1.0 %)

Fuente: Romero Fertilizantes (2018).

Cuadro 6. Características físicas del fertilizante Osmocote.

<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones</b>
Nombre comercial	Osmocote 19-6-12/4 m
Presentación	Bolsas de 22.6 kg
Color	Crema
Condición física	Gránulos recubiertos uniformes
Longevidad	De 3 a 4 meses (a 21 °C)

Fuente: Romero Fertilizantes (2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de experimentación

El trabajo de investigación, se realizó en terreno agrícola de Agroindustrial UPAO S.A.C., Turno IV-A, Lote 45, distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, región La Libertad, de marzo a julio del 2018.

Se encuentra ubicada geográficamente a  $8^{\circ}11'52.74''$  de latitud sur y  $78^{\circ}58'23.54''$  de latitud oeste. El distrito de Salaverry tiene como límites geográficos: por el norte, con el distrito de Moche; por el sur, con la provincia de Virú; por el este, con el distrito de Laredo y por el oeste, con el Océano Pacífico (Figura 1).

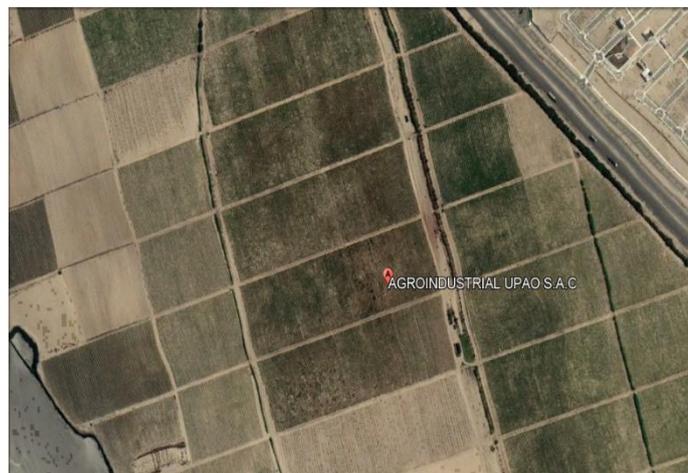


Figura 1. Ubicación geográfica del terreno agrícola, donde se realizó el experimento de investigación estudiado (Fuente: Google Earth Pro, 2018).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Biológico**

Plantas de espárrago, cv. UC157-F1.

### **3.2.2. Fertilizantes y agroquímicos**

Fertilizantes de liberación controlada: Plantacote y Osmocote.

Productos agroquímicos fitosanitarios y fertilizantes.

### **3.2.3. Instrumentos y equipos**

Estacas

Clavos

Rafia

Carteles

Palana

Vernier

Cinta métrica o wincha

Balanza electrónica

### **3.2.4. Servicios**

Uso de maquinaria agrícola en terreno asignado por Agroindustrial UPAO S.A.C. (768 m<sup>2</sup>) y sistema de riego tecnificado.

### **3.2.5. Materiales de oficina**

Lapicero

Hojas bond

Cuaderno de apuntes

Calculadora científica

Cámara digital

Laptop

### 3.3. Análisis físico - químico del suelo experimental

El análisis físico - químico del suelo experimental se realizó en una muestra de 30 cm de profundidad, y los resultados obtenidos se detallan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis físico - químico del suelo experimental.

<b>pH<sub>(1:1)</sub></b>	<b>C.E.<sub>es</sub> (mS/cm)</b>	<b>M.O. (%)</b>	<b>P (ppm)</b>	<b>K (ppm)</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Limo (%)</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>Clase textural</b>
7.38	1.50	0.32	54.96	279.30	90.00	5.00	5.00	Arenosa

Fuente: Yara Perú S.R.L. (2017).

Según los resultados obtenidos el suelo experimental tiene un pH ligeramente alcalino sin problemas de sales, con bajo contenido de materia orgánica (M.O.) y altos contenidos de fósforo y potasio disponibles. En relación al análisis granulométrico, el suelo presenta una textura arenosa.

### 3.4. Datos meteorológicos

En el Cuadro 8, se detallan los datos meteorológicos comprendidos entre los meses de marzo a julio del 2018. Durante el periodo experimental del cultivo de espárrago, la °T<sub>(máx)</sub> registra en el mes de marzo (24.80 °C) y una °T<sub>(mín)</sub> en el mes de julio (20.32 °C). La velocidad del viento, osciló entre 1.55 (marzo) y 1.90 (mayo) km/h y las precipitaciones pluviales fueron prácticamente nulas, durante la realización del experimento.

Cuadro 8. Datos meteorológicos durante el periodo experimental del cultivo de espárrago.

MES	Temperatura (°C)			Velocidad del viento (km/h)	Precipitación pluvial (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Marzo	24.80	24.40	24.60	1.55	0
Abril	24.63	24.20	24.42	1.72	0
Mayo	21.89	21.59	21.74	1.90	0
Junio	20.83	20.64	20.74	1.85	0
Julio	20.53	20.32	20.43	1.82	0

Fuente: Datos meteorológicos, Estación Agroindustrial UPAO S.A.C., 2018.

### 3.5. Metodología

#### 3.5.1. Preparación del terreno

En el lote que se trabajó, la preparación del terreno empezó con el desaporque por ser campos de segunda campaña y no se realizó ninguna otra labor más (Figura 2).



Figura 2. Preparación del terreno.

### 3.5.2. Densidad de plantación

Después de haber realizado el desaporque, se hizo un muestreo para determinar la densidad de plantación existente, encontrándose 23,148 plantas/ha, a un distanciamiento de 2.40 m entre surcos y 0.18 m entre plantas (Figura 3).

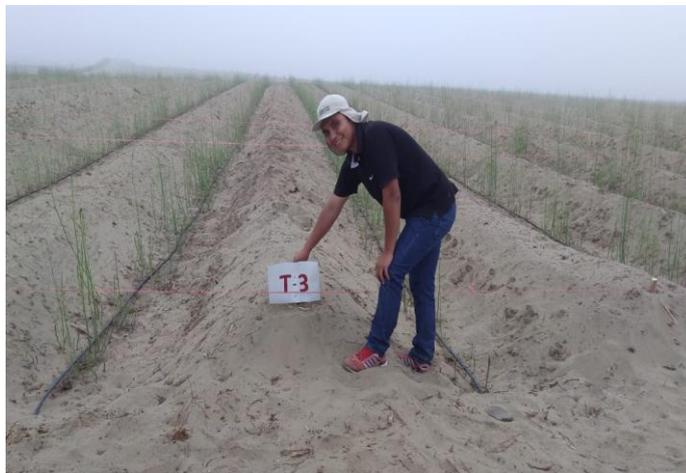


Figura 3. Densidad de plantación.

### 3.5.3. Riego

En el lote donde se encontró el área experimental, los cultivos fueron regados utilizando el sistema de riego por goteo, el cual permite optimizar el uso del agua. El campo contó con manguera Hydrodrip PC a un distanciamiento de 0.5 m entre goteros y una descarga de 1.5 L/hora, colocándose un lateral de riego por surco. Los riegos fueron realizados diariamente de acuerdo a los parámetros tomados con el tanque evaporímetro ( $E_o$ ) y coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), regándose 2 horas en las primeras semanas, llegando a 5 horas en su máxima demanda y disminuyendo entre 2 a 3 horas hasta llegar a la cosecha (Figura 4).



Figura 4. Riego.

#### 3.5.4. Fertilización

Para la fertilización de fondo, se utilizó la siguiente fórmula por campaña: 250-140-360-20-16 kg/ha de N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , MgO y  $SO_4$ . Las fuentes fueron: Úrea, ácido fosfórico, cloruro de potasio (blanco), sulfato de magnesio heptahidratado. (Figura 5). Adicionalmente, la aplicación de los fertilizantes de liberación controlada (Plantacote y Osmocote), se realizó a la primera semana después del desaporque, de acuerdo a las dosis que se especifican en el Cuadro 9, de los tratamientos estudiados.



Figura 5. Fertilización.

### 3.5.5. Control de malezas

Para el control de malezas, se usaron dos herbicidas: Linuron para hoja ancha a dosis de 0.6 L/ha y Cletodín para hoja angosta a dosis de 0.6 L/ha, obteniendo un control eficiente. Las malezas que se presentaron fueron yuyo hembra "*Amaranthus hybridus*", amor seco "*Bidens pilosa*", capulí cimarrón "*Physalis peruviana*", verdolaga "*Portulaca olerácea*" (hoja ancha), pata de gallina "*Eleusine indica*" y pajilla "*Leptochloa filiformis*" (hoja angosta) (Figura 6).



Figura 6. Control de malezas.

### 3.5.6. Control fitosanitario

Se realizó evaluaciones de campo por las cuales se determinó la existencia de diferentes plagas y enfermedades. Para controlar mosquilla de los brotes "*Prodiplosis longifila*" se utilizó Imidacloprid a dosis de 0.9 L/ha y Clorpirifós a dosis de 1.5 L/ha, en el caso del gusano picador "*Elasmopalpus lignosellus*", gusano perforador del tallo "*Chloridea virescens*" y gusano cogollero "*Spodoptera frugiperda*" se utilizó Chlorantraniliprole a dosis de 0.15 L/ha y para mancha púrpura del espárrago "*Stemphylium vesicarium*" se utilizó Propineb a dosis de 1.5

kg/ha, Azoxystrobin a dosis de 0.3 kg/ha y Tebuconazole a dosis de 0.6 L/ha (Figura 7).



Figura 7. Control fitosanitario.

### 3.5.7. Cosecha

Las labores de cosecha comenzaron con el chapodo de las plantas de espárrago, coincidiendo con más del 50 % de yemas maduras. Se realizó manualmente usando una palana cortando la planta al ras del suelo, después se procedió al retiro de la broza y a la limpieza de los restos de plantas del fondo del surco con rastrillo. Se aplicó un riego pesado, la finalidad de este tipo de riego es rehidratar y recuperar la capacidad de campo del suelo además de romper la semi dormancia producida en la corona debido al agoste. Luego se procedió a realizar el aporque para iniciar la cosecha de espárrago blanco, el recojo de espárrago se realizó 2 veces al día, durante 28 días que duró la cosecha, la persona encargada de esta labor utilizó una chaveta o gufia con la cual corta el espárrago a una longitud de 21 cm que es el tamaño requerido por el comprador (Figura 8).



Figura 8. Cosecha.

### 3.6. Diseño estadístico

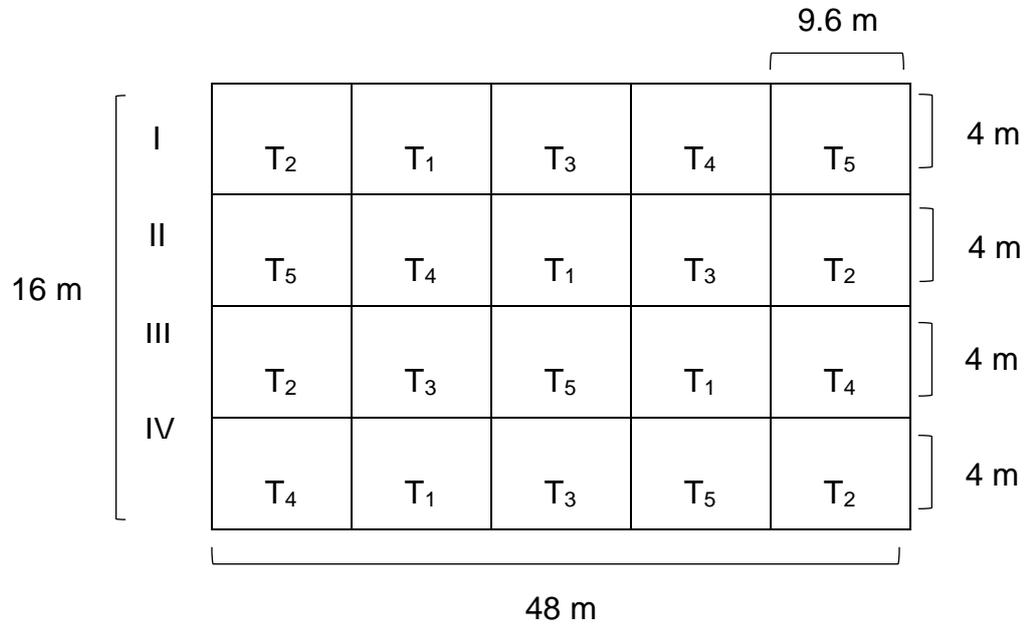
Se empleó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente, haciendo un total de 20 parcelas experimentales (Figura 9).

Para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó el análisis de varianza (ANVA); así como la prueba de Duncan al 0.05 % de probabilidad, para comparar los tratamientos estudiados.



Figura 9. Distribución del diseño estadístico.

### 3.6.1. Croquis del experimento



### 3.6.2. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados, se detallan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Tratamientos estudiados.

Tratamientos	Características
T <sub>1</sub>	Plantacote 100 kg/ha
T <sub>2</sub>	Plantacote 150 kg/ha
T <sub>3</sub>	Osmocote 100 kg/ha
T <sub>4</sub>	Osmocote 150 kg/ha
T <sub>5</sub>	Testigo (s/a)

### 3.6.3. Unidades experimentales

Número de tratamientos	:	5
Número de repeticiones	:	4

#### **Parcela**

Ancho de parcela	:	4 m
Largo de parcela	:	9.6 m
Superficie	:	38.4 m <sup>2</sup>
N° de surcos	:	4
Distancia entre surcos	:	2.4 m
Distancia entre plantas	:	0.18 m
Superficie con valor estadístico	:	19.2 m <sup>2</sup>
N° de surcos en evaluación	:	2 (surcos centrales)

#### **Bloques**

N° de bloques	:	4
Ancho de bloque	:	4 m
Largo de bloque	:	48 m
Superficie	:	192 m <sup>2</sup>
N° de parcelas/bloque	:	5

#### **Experimento total**

Ancho	:	16 m
Largo	:	48 m
Área total	:	768 m <sup>2</sup>

### 3.7. Parámetros evaluados

#### 3.7.1. Altura de planta

Se evaluaron 10 plantas de los surcos centrales por tratamiento, midiendo cada una de ellas, con cinta métrica a partir de los 5 cm de la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, registrándose los datos antes de la aplicación de fertilizantes, seguidamente a los 7, 15, 30, 60 y 90 días después de la aplicación de fertilizantes (Figura 10).



Figura 10. Altura de planta en el cultivo de espárrago.

#### 3.7.2. Diámetro de tallo

Se evaluaron las bases de tallos de 10 plantas de los surcos centrales de cada tratamiento, utilizando un vernier, registrándose los datos antes de la aplicación de fertilizantes y a los 7, 15, 30, 60 y 90 días después de la aplicación de fertilizantes (Figura 11).



Figura 11. Diámetro de tallo en el cultivo de espárrago.

### 3.7.3. Número de yemas por planta

Se evaluó el número de yemas maduras, inmaduras, abortadas y sobremaduras de 10 plantas de los surcos centrales por tratamiento, las cuales se encontraban cerca a las raíces, a los 90 y 120 días después de la aplicación de fertilizantes (Figura 12).



Figura 12. Conteo de yemas en el cultivo de espárrago.

### 3.7.4. Producción

Se evaluaron los pesos de los turiones de cada tratamiento de los dos surcos centrales (Figura 13).



Figura 13. Producción en el cultivo de espárrago.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 10 y Figura 14, se observa la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, la cual determinó que en los resultados de altura promedio de plantas, antes de la aplicación de fertilizantes, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (letras iguales indican la no diferencia), lo que nos demuestra, que el cultivo de espárrago a este tiempo de desarrollo vegetativo presentó prácticamente la misma altura en todos los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 1.53 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	1.09	a
T <sub>5</sub>	1.08	a
T <sub>1</sub>	1.08	a
T <sub>4</sub>	1.08	a
T <sub>3</sub>	1.07	a

C.V. = 1.53 %

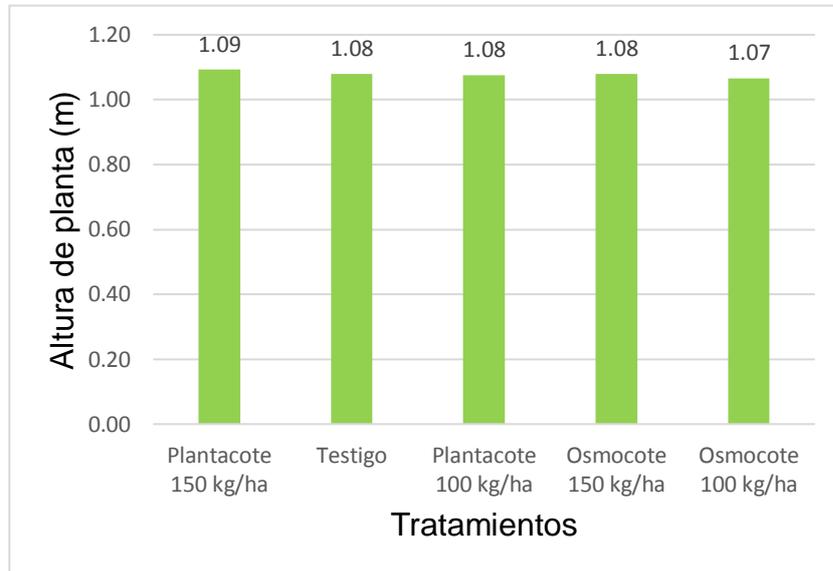


Figura 14. Altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 14, podemos observar que la altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) muy ligeramente alcanzó la mayor altura con 1.09 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 3 (Osmocote 100 kg/ha) que logró la menor altura con 1.07 m, es decir una diferencia de 0.02 cm. Según el análisis de varianza (Anexo 1), se determinó que los tratamientos estudiados no presentaron efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.2. Altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 11 y Figura 15, se determinó que la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, en la evaluación altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 1.32 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

Tratamientos	Promedio (m)	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
T <sub>2</sub>	1.36	a
T <sub>1</sub>	1.27	b
T <sub>4</sub>	1.25	b c
T <sub>3</sub>	1.22	c
T <sub>5</sub>	1.19	d

C.V. = 1.32 %

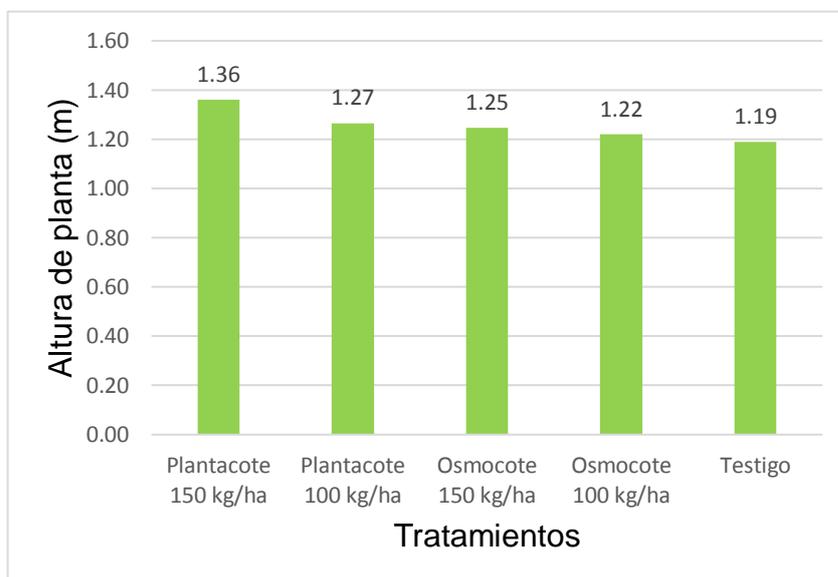


Figura 15. Altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 15, podemos observar que la altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó la mayor altura con 1.36 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor altura con 1.19 m, es decir 0.17 m menos. Según el análisis de varianza (Anexo 2), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.3. Altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 12 y Figura 16, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad nos muestra, que en la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 2.52 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 12. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	1.68	a
T <sub>1</sub>	1.59	b
T <sub>4</sub>	1.49	c
T <sub>3</sub>	1.43	d
T <sub>5</sub>	1.27	e

C.V. = 2.52 %

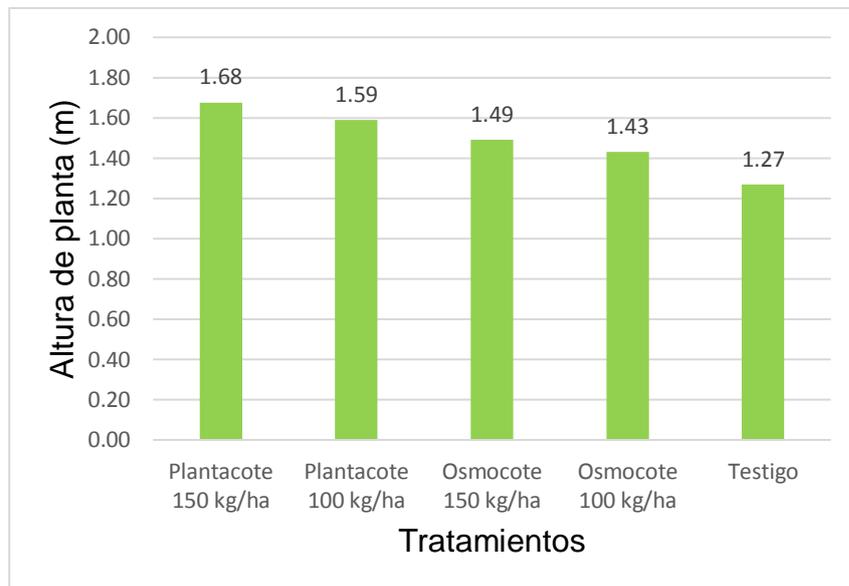


Figura 16. Altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 16, podemos observar que la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó la mayor altura con 1.68 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor altura con 1.27 m, es decir una amplia diferencia de 0.41 m, lo que nos demuestra el efecto positivo del fertilizante Plantacote en sus dos dosis utilizadas. Según el análisis de varianza (Anexo 3), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.4. Altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 13 y Figura 17, se encontró que en la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 1.83 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	1.73	a
T <sub>1</sub>	1.67	b
T <sub>4</sub>	1.54	c
T <sub>3</sub>	1.48	d
T <sub>5</sub>	1.40	e

C.V. = 1.83 %

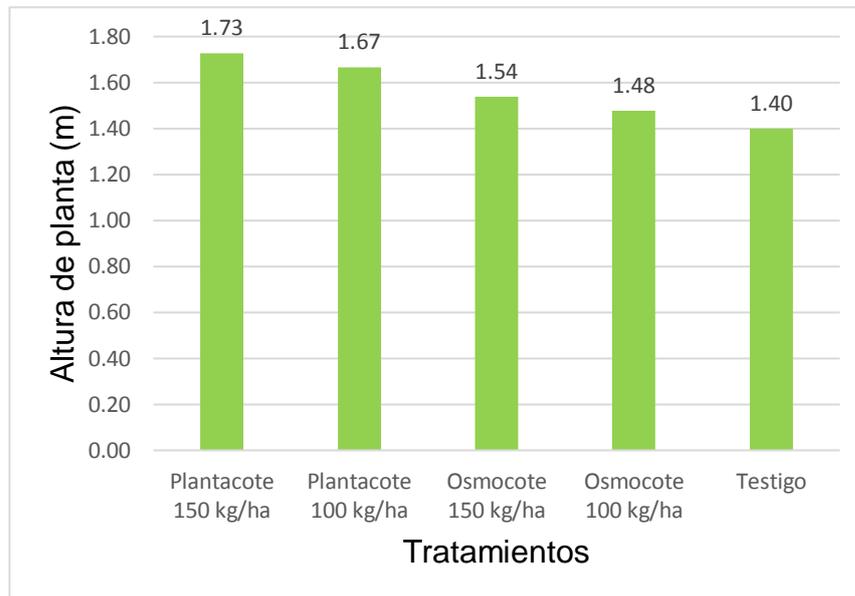


Figura 17. Altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 17, se reporta que la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó la mayor altura con 1.73 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor altura con 1.40 m, lo que nos indica que el fertilizante Plantacote influye positivamente en la fisiología de la planta. Según el análisis de varianza (Anexo 4), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.5. Altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 14 y Figura 18, la Prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad determinó, que en la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 1.46 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 14. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	1.76	a
T <sub>1</sub>	1.69	b
T <sub>4</sub>	1.59	c
T <sub>3</sub>	1.53	d
T <sub>5</sub>	1.43	e

C.V. = 1.46 %

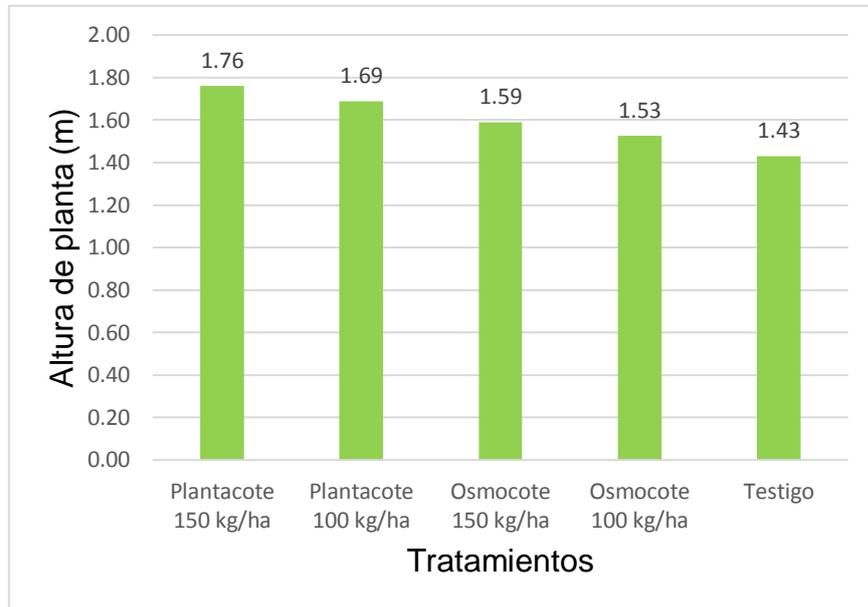


Figura 18. Altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 18, podemos observar que la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó la mayor altura con 1.76 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor altura con 1.43 m, es decir una diferencia de 0.33 cm. Según el análisis de varianza (Anexo 5), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.6. Altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 15 y Figura 19, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad nos indica, que en la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 1.60 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	1.78	a
T <sub>1</sub>	1.71	b
T <sub>4</sub>	1.61	c
T <sub>3</sub>	1.57	d
T <sub>5</sub>	1.44	e

C.V. = 1.60 %

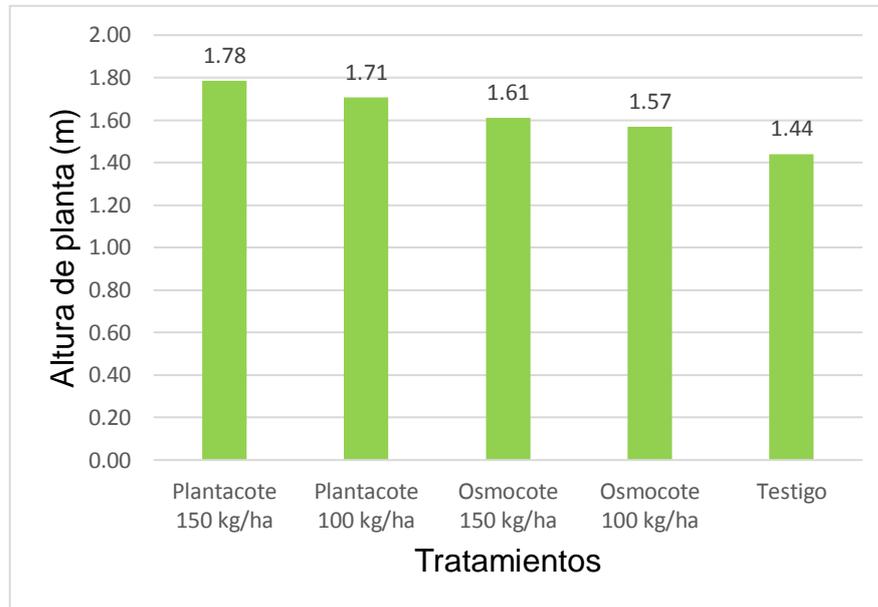


Figura 19. Altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 19, podemos observar que la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) sigue siendo el tratamiento, que alcanzó la mayor altura con 1.78 m, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor altura con 1.44 m, es decir una diferencia de 0.34 m. Según el análisis de varianza (Anexo 6), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la altura de plantas en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.7. Diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 16 y Figura 20, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad determinó, que en la evaluación diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (letras iguales indican la no diferencia entre los tratamientos), esto nos demuestra, que en esta etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, presentó prácticamente el mismo diámetro. El coeficiente de variación fue de 10.97 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 16. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>4</sub>	13.75	a
T <sub>2</sub>	13.50	a
T <sub>1</sub>	12.50	a
T <sub>3</sub>	12.00	a
T <sub>5</sub>	11.75	a

C.V. = 10.97 %

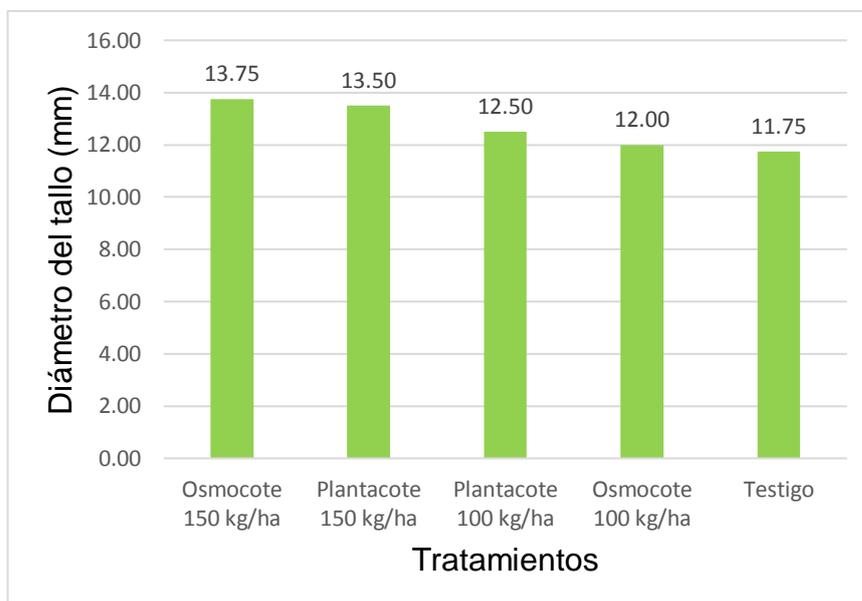


Figura 20. Diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 20, podemos observar que el diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes, obtuvo el tratamiento 4 (Osmocote 150 kg/ha) con 13.75 mm, superando ligeramente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento 5 (Testigo) el que logró el menor diámetro con 11.75 mm. Según el análisis de varianza (Anexo 7), se determinó que los tratamientos estudiados no presentaron efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.8. Diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 17 y Figura 21, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, para la característica diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes, determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 5.11 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	16.00	a
T <sub>1</sub>	14.75	b
T <sub>4</sub>	14.50	b
T <sub>3</sub>	14.00	b
T <sub>5</sub>	12.75	c

C.V. = 5.11 %

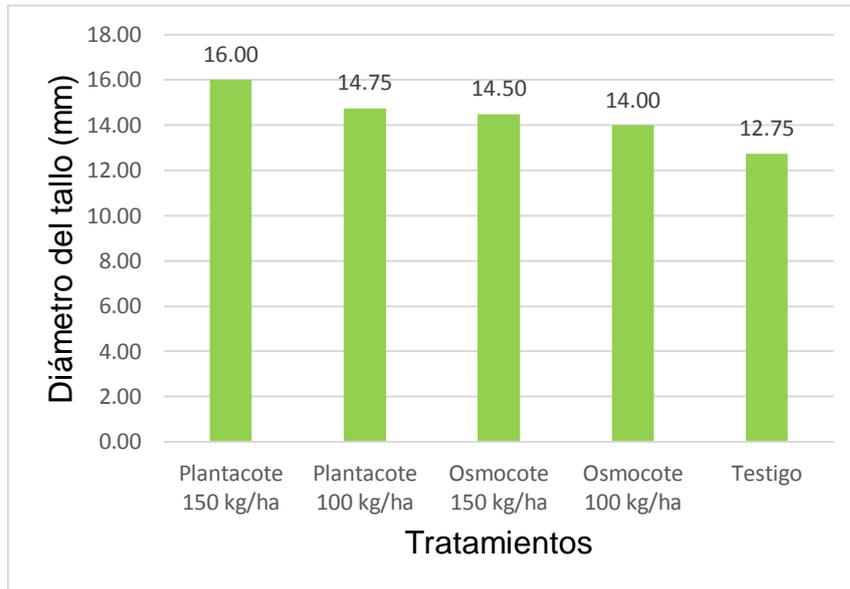


Figura 21. Diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 21, podemos observar que el diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) logró el mayor diámetro con 16.00 mm, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor diámetro con 12.75 mm, demostrando el inicio del efecto positivo del fertilizante Plantacote en esta característica evaluada. Según el análisis de varianza (Anexo 8), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.9. Diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 18 y Figura 22, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad nos demuestra, que en el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 5.06 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 18. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	17.00	a
T <sub>1</sub>	15.75	b
T <sub>4</sub>	15.50	b
T <sub>3</sub>	15.00	b
T <sub>5</sub>	13.75	c

C.V. = 5.06 %

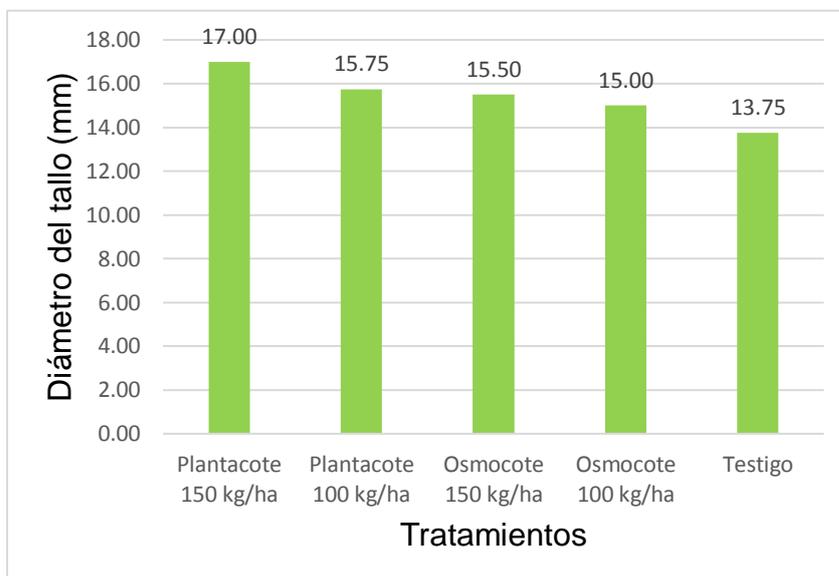


Figura 22. Diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 22, podemos observar que el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor diámetro con 17.00 mm, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor diámetro con 13.75 mm, es decir una diferencia de 3.25 mm. Según el análisis de varianza (Anexo 9), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.10. Diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 19 y Figura 23, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad reportó, que en el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 7.03 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 19. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	17.50	a
T <sub>1</sub>	16.25	a b
T <sub>4</sub>	15.75	a b c
T <sub>3</sub>	15.25	b c
T <sub>5</sub>	14.25	c

C.V. = 7.03 %

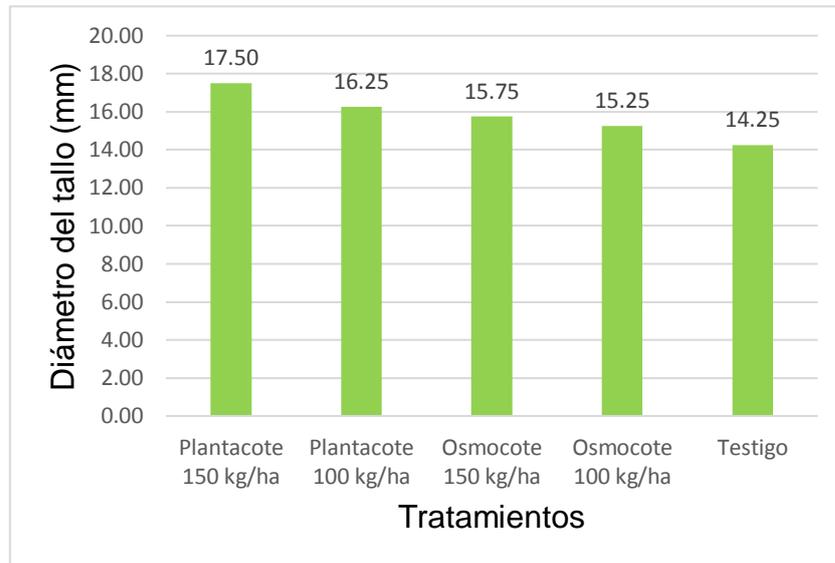


Figura 23. Diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 23, podemos observar que el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor diámetro con 17.50 mm, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor diámetro con 14.25 mm, es decir una diferencia de 3.25 mm. Según el análisis de varianza (Anexo 10), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.11. Diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 20 y Figura 24, se reporta que al efectuar la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad se determinó, que en la evaluación del diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 6.05 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 20. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	18.00	a
T <sub>1</sub>	16.50	a b
T <sub>3</sub>	16.00	b
T <sub>4</sub>	15.75	b
T <sub>5</sub>	15.00	b

C.V. = 6.05 %

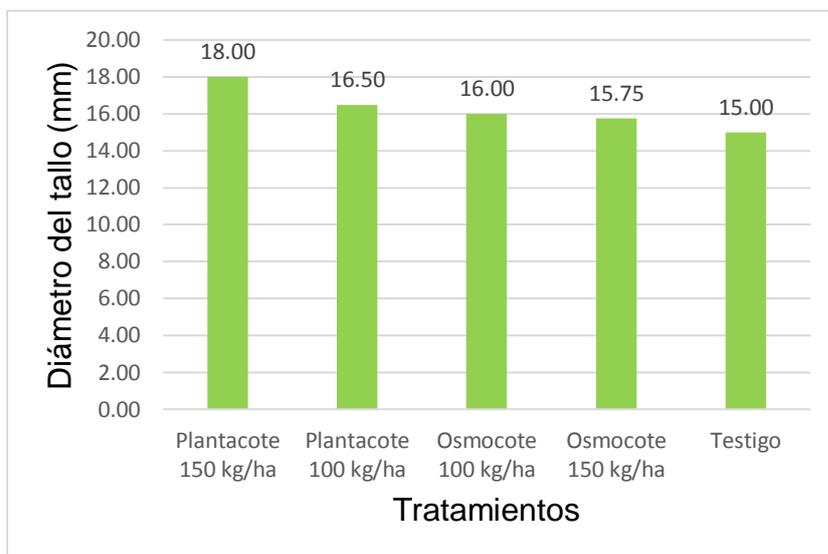


Figura 24. Diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 24, podemos observar que el diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor diámetro con 18.00 mm, superando a los demás tratamientos estudiados. El tratamiento 5 (Testigo) logró el menor diámetro con 15.00 mm, es decir una diferencia de 3.00 mm. Según el análisis de varianza (Anexo 11), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.12. Diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 21 y Figura 25, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad determinó, que en la evaluación del diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 7.11 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 21. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	18.50	a
T <sub>1</sub>	16.75	a b
T <sub>3</sub>	16.50	b
T <sub>4</sub>	16.00	b
T <sub>5</sub>	15.25	b

C.V. = 7.11 %

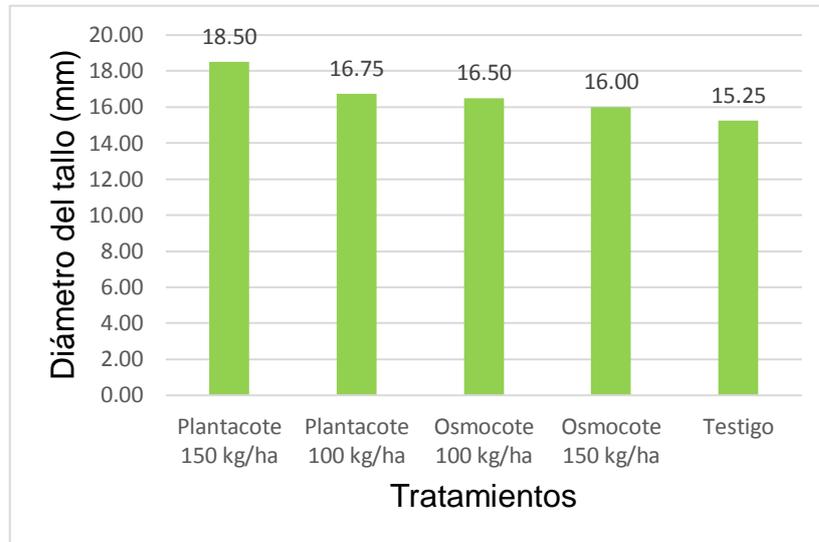


Figura 25. Diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 25, podemos observar que el diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor diámetro con 18.50 mm, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor diámetro con 15.25 mm, es decir una diferencia de 3.25 mm. Según el análisis de varianza (Anexo 12), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el diámetro de tallos en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.13. Número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 22 y Figura 26, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad, determinó que el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 4.03 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 22. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (Unidades)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	4.19	a
T <sub>1</sub>	4.06	a
T <sub>4</sub>	3.50	b
T <sub>3</sub>	3.38	b
T <sub>5</sub>	2.56	c

C.V. = 4.03 %

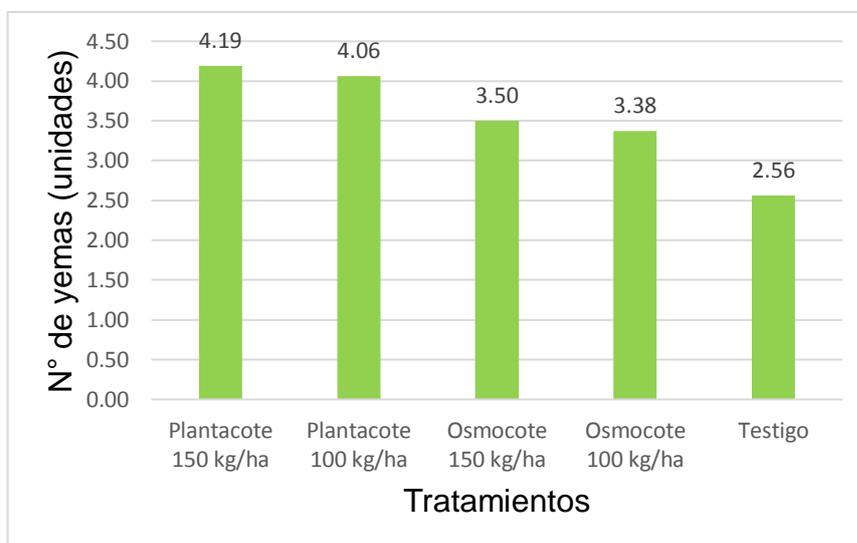


Figura 26. Número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 26, podemos observar que el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor número de yemas por planta con 4.19 unidades, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor número de yemas por planta con 2.56 unidades, lo cual nos indica el efecto positivo de los fertilizantes utilizados, especialmente el Plantacote en sus dos dosis aplicadas. Según el análisis de varianza (Anexo 13), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el número de yemas por planta en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.14. Número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.

En el Cuadro 23 y Figura 27, la prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad reportó, que en el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 5.62 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 23. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (Unidades)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	4.31	a
T <sub>1</sub>	4.00	b
T <sub>4</sub>	3.50	c
T <sub>3</sub>	3.44	c
T <sub>5</sub>	2.56	d

C.V. = 5.62 %

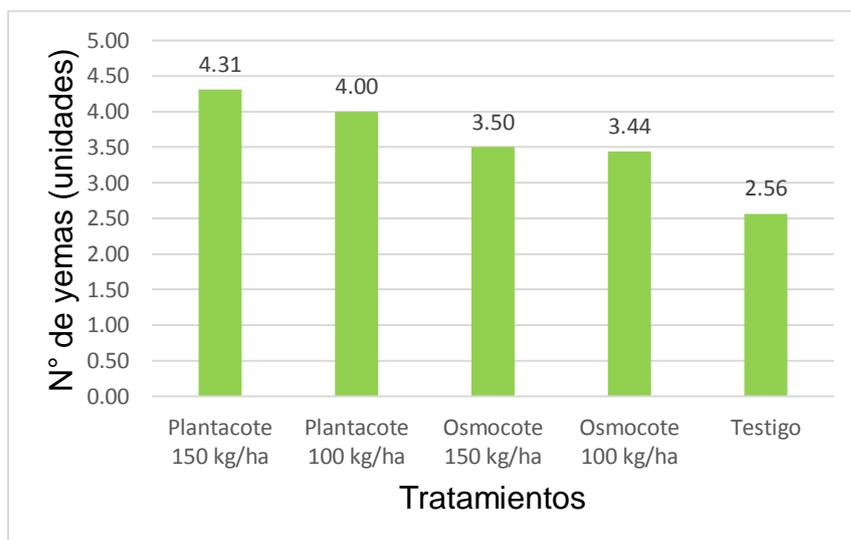


Figura 27. Número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.

En la Figura 27, podemos observar que el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) es el que alcanzó el mayor número de yemas por planta con 4.31 unidades, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró el menor número de yemas por planta con 2.56 unidades, continuando con el efecto positivo de los fertilizantes utilizados en la fisiología de la planta. Según el análisis de varianza (Anexo 14), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el número de yemas por planta en el cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

#### 4.15. Producción (t/ha)

En el Cuadro 24 y Figura 28, la Prueba de comparación de Duncan al 0.05 % de probabilidad nos demostró, que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 8.63 % lo que nos confiere que nuestros datos son confiables.

Cuadro 24. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la producción del cultivo de espárrago en t/ha.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (t/ha)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>
T <sub>2</sub>	7.218	a
T <sub>1</sub>	5.671	b
T <sub>4</sub>	5.500	b
T <sub>3</sub>	4.296	c
T <sub>5</sub>	3.781	c

C.V. = 8.63 %

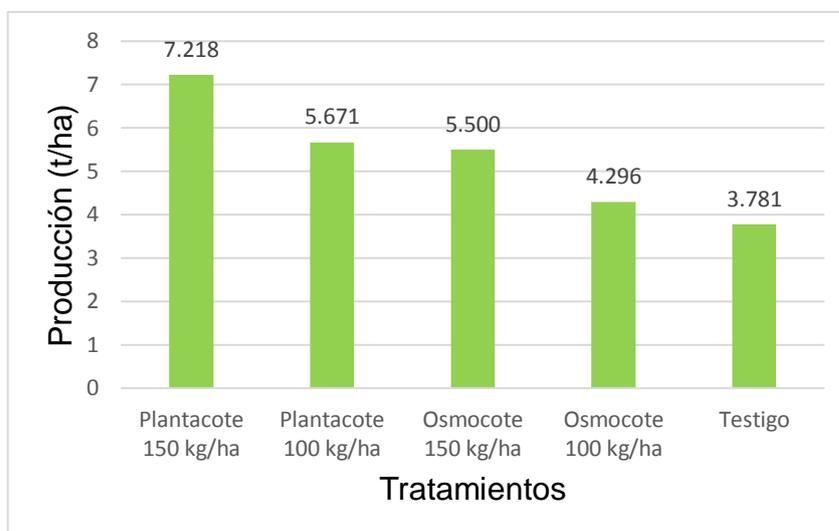


Figura 28. Producción del cultivo de espárrago en t/ha.

En la Figura 28, podemos observar que la producción en t/ha del cultivo de espárrago, el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) fue el que alcanzó la mayor producción con 7.218 t/ha, superando a los demás tratamientos sobre todo al tratamiento 5 (Testigo) que logró la menor producción con 3.781 t/ha, es decir una diferencia de 3.437 t/ha. Según el análisis de varianza (Anexo 15), se determinó que los tratamientos estudiados presentaron efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre la producción del cultivo de espárrago cv. UC157-F1.

## V. CONCLUSIONES

En las características evaluadas de altura de planta, diámetro de tallo, número de yemas por planta y producción, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con la aplicación del fertilizante Plantacote, específicamente, con la mayor dosis (150 kg/ha), lo que nos indica el efecto positivo de este producto nutricional de liberación controlada en la fisiología de la planta.

Los resultados de altura y diámetro de tallo/planta, lograron su mayor promedio en todas las evaluaciones realizadas, sobre todo después de la aplicación del fertilizante Plantacote (150 kg/ha), logrando, en la última evaluación (90 días después de la aplicación) una altura de 1.78 m y un diámetro de 18.50 mm; superando al tratamiento testigo (sin aplicación), el cual logró 1.44 m y 15.25 mm, respectivamente.

En la característica evaluada de número de yemas/planta, a los 90 y 120 días después de la aplicación (dda) de Plantacote, lograron un promedio de 4.19 y 4.31 unidades, respectivamente. El tratamiento testigo (sin aplicación), logró 2.56 unidades, tanto a los 90, como a los 120 días dda.

La mayor producción de espárrago se obtuvo con el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha), el cual ocupó el primer lugar con 7.218 t/ha, superando al tratamiento testigo (sin aplicación), en 52.38 % que ocupó el último lugar con 3.781 t/ha.

El fertilizante Plantacote está compuesto por macro y micro nutrientes que la planta requiere para su desarrollo vegetativo, mientras que el fertilizante Osmocote sólo contiene macronutrientes.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar ensayos con dosis mayores a 150 kg/ha del fertilizante Plantacote, en la producción del cultivo de espárrago *Asparagus officinalis* L.

Realizar ensayos con diferentes dosis del fertilizante de liberación lenta Plantacote en otros cultivares y/o híbridos del cultivo de espárrago u otros cultivos agroindustriales de importancia en la zona norte del país.

Evaluar el tratamiento 2 (Plantacote 150 kg/ha) sembrado en parcelas comerciales de mayor área experimental para determinar un análisis económico.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Agraria. 2018. Espárrago en el mundo. Recuperado de:  
<http://agraria.pe/noticias/existen-168-mil-hectareas-de-esparragos-en-el-mundo-7188>

Agraria. 2018. Producción de espárragos en Perú. Recuperado de:  
<http://agraria.pe/noticias/produccion-de-esparragos-en-peru-creceria-ligeramente-14588>

Agrobanco. 2007. Boletín estadístico del Banco Agropecuario. Área de Desarrollo del Cultivo de Espárrago. 24 p. Recuperado de:  
<http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/publicacionagroinforma/2cultivodelesparrago.pdf>

Alva, A. y León, S. 2008. Fenología del Espárrago. Capacitación realizada en la empresa Camposol S.A. Trujillo, Perú.

Andina. 2018. Perú, mayor exportador de espárragos. Recuperado de:  
<https://andina.pe/agencia/noticia-peru-a-punto-recuperar-primer-lugar-mundial-exportacion-esparragos-737080.aspx>

Compo expert. 2010. Fertilizantes de liberación controlada para plantaciones nuevas y viveros. Recuperado de:  
[http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user\\_upload/compo\\_expert/cl/pictures/2010BasacoteFyV.pdf](http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/pictures/2010BasacoteFyV.pdf).

Danper. 2019. Valor nutricional. Recuperado de:  
<http://www.danper.com/blog/esparragos-beneficios-para-la-salud/>

González, M. y Del Pozo, A. 1999. Boletín INIA N° 6. El cultivo del espárrago. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Quilamapu. Chillán, Chile. 207 p.

Google Earth Pro. 2019. Ubicación geográfica. Recuperado de:  
<https://earth.google.com/web/@-8.1979839,-78.9732047,131.2612499a,1044.46476856d,35y,-16.00945713h,45t,0r/data=Cl4aXBJUCiUweDkxYWQxOWFhZDg1OTNIN Tc6MHhjYjhhZDMzMTQwZTRmNWE0GeFETyVeZSDAIRC0XfxlvIPAKhIB R1JPSU5EVVNUUkIBTCBVUEFPIFMuQS5DGAIgASgC>

Infoagro. 2018. Morfología, fenología y clima. Recuperado de:  
[http://www.infoagro.pe/hortalizas/esparrago\\_verde2.htm](http://www.infoagro.pe/hortalizas/esparrago_verde2.htm)

IPEH. 2019. Espárrago en el Perú. Recuperado de:  
[www.lpeh.org.pe/25/index.php/create-a-post/esparrago.historia](http://www.lpeh.org.pe/25/index.php/create-a-post/esparrago.historia)

Jáuregui, L. 2018. Aplicación de fuentes de silicio activo para la mitigación del estrés salino en espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. 10 - 11 pp.

Llanos, J. 2017. Caracterización de 21 híbridos súper machos de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) para producción en verde bajo las condiciones de Huarmey". Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. 7p.

Melgar, R. 2005. Taller internacional de fertilizantes de eficiencia mejorada. IFA. Alemania. Recuperado de:  
<http://www.fertilizando.com/articulos/Nuevos%20Productos%20Fertilizantes.asp>

Ornstrup, O. 1997. Biotechnological methods in asparagus breeding. *Asparagus Research Newsletter*. 14: 1-25.

Paredes, D. 2014. Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto. Tesis para optar el título de especialista en suelos y nutrición de plantas. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 48 pp.

Promix. 2019. Fertilizantes de liberación controlada. Recuperado de: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-fertilizantes-de-liberacion-controlada-en-el-invernadero/>

Romero Fertilizantes. 2018. Osmocote. Recuperado de: <http://www.romerofertilizantes.com.pe/fertilizantes-genericos.html>

Siche, R., Arias, V. F. J., Castro, W. y Norena, H. 2016. Casos Empresariales en Agronegocios Perú - Colombia. Corporación Universitaria Lasallista. Perú.

SQM. 2018. Plantacote. Recuperado de: <http://www.sqmvitas.com/espe/nutrici%C3%B3nvegetaldeespecialidad/liberaci%C3%B3ncontrolada/plantacote%C2%AEpluss.aspx>

Sunat. 2019. Exportaciones. Recuperado de: <http://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/exportaciones.html>

USDA. 2018. Taxonomía. Recuperado de: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ASPAR>

Vargas, R. 2015. Evaluación de rendimiento y calidad de tres híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) en el distrito de Tate - Ica. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. 12 - 13pp.

Watson, C. 2014. 3ª Conferencia Internacional en Río de Janeiro sobre "Fertilizantes de Eficiencia Mejorada". Brasil, Río de Janeiro. Recuperado de:

<http://universidadagricola.com/fertilizantes-de-liberacion-controlada-de-lenta-liberacion-y-estabilizados/>.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas antes de la aplicación de fertilizantes.

ADA					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ADA	20	0.37	3.5E-03	1.53	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.9E-03	7	2.7E-04	1.01	0.4706
BLOQUES	5.4E-04	3	1.8E-04	0.66	0.5908
TRATAMIENTOS	1.4E-03	4	3.5E-04	1.27	0.3349
Error	3.3E-03	12	2.7E-04		
Total	0.01	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.0003 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
3	1.07	4	0.01	A	
4	1.08	4	0.01	A	
1	1.08	4	0.01	A	
Testigo 5	1.08	4	0.01	A	
2	1.09	4	0.01	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 2. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

7 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
7 DÍAS	20	0.95	0.92	1.32	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.07	7	0.01	34.47	<0.0001
BLOQUES	8.0E-05	3	2.7E-05	0.10	0.9606
TRATAMIENTOS	0.07	4	0.02	60.25	<0.0001
Error	3.3E-03	12	2.8E-04		
Total	0.07	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.0003 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	1.19	4	0.01	A	
3	1.22	4	0.01	B	
4	1.25	4	0.01	B	C
1	1.27	4	0.01	C	
2	1.36	4	0.01	D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 3. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

15 DÍAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
15 DÍAS	20	0.96	0.93	2.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.38	7	0.05	38.86	<0.0001
BLOQUES	5.8E-04	3	1.9E-04	0.14	0.9359
TRATAMIENTOS	0.38	4	0.10	67.89	<0.0001
Error	0.02	12	1.4E-03		
Total	0.40	19			

Test:Duncan Alfa=0.05  
Error: 0.0014 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	1.27	4	0.02	A
3	1.43	4	0.02	B
4	1.49	4	0.02	C
1	1.59	4	0.02	D
2	1.68	4	0.02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Anexo 4. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

30 DÍAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
30 DÍAS	20	0.97	0.95	1.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.30	7	0.04	51.73	<0.0001
BLOQUES	3.5E-03	3	1.2E-03	1.42	0.2859
TRATAMIENTOS	0.29	4	0.07	89.46	<0.0001
Error	0.01	12	8.2E-04		
Total	0.31	19			

Test:Duncan Alfa=0.05  
Error: 0.0008 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	1.40	4	0.01	A
3	1.48	4	0.01	B
4	1.54	4	0.01	C
1	1.67	4	0.01	D
2	1.73	4	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Anexo 5. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

**60 DÍAS**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
60 DÍAS	20	0.98	0.96	1.46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.28	7	0.04	74.32	<0.0001
BLOQUES	3.5E-03	3	1.2E-03	2.16	0.1456
TRATAMIENTOS	0.28	4	0.07	128.43	<0.0001
Error	0.01	12	5.5E-04		
Total	0.29	19			

**Test:Duncan Alfa=0.05**  
Error: 0.0005 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	1.43	4	0.01	A
3	1.53	4	0.01	B
4	1.59	4	0.01	C
1	1.69	4	0.01	D
2	1.76	4	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 6. Análisis de varianza para la altura promedio de plantas a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

**90 DÍAS**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
90 DÍAS	20	0.97	0.96	1.60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.28	7	0.04	60.16	<0.0001
TRATAMIENTOS	0.28	4	0.07	103.11	<0.0001
BLOQUES	0.01	3	1.9E-03	2.90	0.0789
Error	0.01	12	6.7E-04		
Total	0.29	19			

**Test:Duncan Alfa=0.05**  
Error: 0.0007 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	1.44	4	0.01	A
3	1.57	4	0.01	B
4	1.61	4	0.01	C
1	1.71	4	0.01	D
2	1.78	4	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 7. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos antes de la aplicación de fertilizantes.

ADA					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ADA	20	0.42	0.08	10.97	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16.90	7	2.41	1.24	0.3528
TRATAMIENTOS	12.70	4	3.18	1.64	0.2291
BLOQUES	4.20	3	1.40	0.72	0.5585
Error	23.30	12	1.94		
Total	40.20	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 1.9417 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	11.75	4	0.70	A	
3	12.00	4	0.70	A	
1	12.50	4	0.70	A	
2	13.50	4	0.70	A	
4	13.75	4	0.70	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 8. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 7 días después de la aplicación de fertilizantes.

7 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
7 DÍAS	20	0.81	0.70	5.11	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28.30	7	4.04	7.46	0.0014
TRATAMIENTOS	22.30	4	5.58	10.29	0.0007
BLOQUES	6.00	3	2.00	3.69	0.0431
Error	6.50	12	0.54		
Total	34.80	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.5417 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	12.75	4	0.37	A	
3	14.00	4	0.37	B	
4	14.50	4	0.37	B	
1	14.75	4	0.37	B	
2	16.00	4	0.37	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 9. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 15 días después de la aplicación de fertilizantes.

15 DÍAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
15 DÍAS	20	0.79	0.67	5.06	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27.50	7	3.93	6.46	0.0026
TRATAMIENTOS	22.30	4	5.58	9.16	0.0012
BLOQUES	5.20	3	1.73	2.85	0.0820
Error	7.30	12	0.61		
Total	34.80	19			

Test:Duncan Alfa=0.05  
Error: 0.6083 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	13.75	4	0.39	A
3	15.00	4	0.39	B
4	15.50	4	0.39	B
1	15.75	4	0.39	B
2	17.00	4	0.39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 10. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 30 días después de la aplicación de fertilizantes.

30 DÍAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
30 DÍAS	20	0.62	0.40	7.03	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.40	7	3.49	2.83	0.0548
TRATAMIENTOS	23.20	4	5.80	4.70	0.0163
BLOQUES	1.20	3	0.40	0.32	0.8078
Error	14.80	12	1.23		
Total	39.20	19			

Test:Duncan Alfa=0.05  
Error: 1.2333 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo 5	14.25	4	0.56	A
3	15.25	4	0.56	A B
4	15.75	4	0.56	A B C
1	16.25	4	0.56	B C
2	17.50	4	0.56	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 11. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 60 días después de la aplicación de fertilizantes.

60 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
60 DÍAS	20	0.63	0.42	6.05	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20.15	7	2.88	2.98	0.0467
TRATAMIENTOS	20.00	4	5.00	5.17	0.0117
BLOQUES	0.15	3	0.05	0.05	0.9837
Error	11.60	12	0.97		
Total	31.75	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.9667 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	15.00	4	0.49	A	
4	15.75	4	0.49	A	
3	16.00	4	0.49	A	
1	16.50	4	0.49	A	B
2	18.00	4	0.49	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 12. Análisis de varianza para el diámetro promedio de tallos a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

90 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
90 DÍAS	20	0.61	0.38	7.11	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26.10	7	3.73	2.68	0.0642
TRATAMIENTOS	23.30	4	5.83	4.19	0.0238
BLOQUES	2.80	3	0.93	0.67	0.5862
Error	16.70	12	1.39		
Total	42.80	19			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 1.3917 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	15.25	4	0.59	A	
4	16.00	4	0.59	A	
3	16.50	4	0.59	A	
1	16.75	4	0.59	A	B
2	18.50	4	0.59	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 13. Análisis de varianza para el número promedio de yemas por planta a los 90 días después de la aplicación de fertilizantes.

90 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
90 DÍAS	20	0.97	0.95	4.03	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.79	7	0.97	47.76	<0.0001
TRATAMIENTOS	6.71	4	1.68	82.54	<0.0001
BLOQUES	0.08	3	0.03	1.38	0.2949
Error	0.24	12	0.02		
Total	7.03	19			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.0203 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	2.56	4	0.07	A	
3	3.38	4	0.07	B	
4	3.50	4	0.07	B	
1	4.06	4	0.07	C	
2	4.19	4	0.07	C	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo 14. Análisis de varianza para el número promedio de yemas por planta a los 120 días después de la aplicación de fertilizantes.

120 DÍAS					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
120 DÍAS	20	0.94	0.90	5.62	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.13	7	1.02	25.39	<0.0001
TRATAMIENTOS	7.09	4	1.77	44.22	<0.0001
BLOQUES	0.03	3	0.01	0.29	0.8348
Error	0.48	12	0.04		
Total	7.61	19			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.0401 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo 5	2.56	4	0.10	A	
3	3.44	4	0.10	B	
4	3.50	4	0.10	B	
1	4.00	4	0.10	C	
2	4.31	4	0.10	D	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo 15. Análisis de varianza para la producción del cultivo de espárrago en t/ha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO	20	0.93	0.89	8.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	32566015.63	7	4652287.95	22.29	<0.0001	
TRATAMIENTOS	28690234.38	4	7172558.59	34.36	<0.0001	
REPETICIONES	3875781.25	3	1291927.08	6.19	0.0087	
Error	2505078.13	12	208756.51			
Total	35071093.75	19				

Test:Duncan Alfa=0.05  
 Error: 208756.5104 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Testigo 5	3781.25	4	228.45 A
3	4296.88	4	228.45 A
4	5500.00	4	228.45 B
1	5671.88	4	228.45 B
2	7218.75	4	228.45 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)