



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS

**“Evaluación de calidad y rendimiento de
Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado
en tres modalidades de siembra en la parte baja del
Valle Chancay Lambayeque”**

Presentado por: Ruiz Ruiz German

Asesor: Regalado Diaz, Francisco

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lambayeque – Perú

2018

DEDICATORIA

Dedicado con inmenso amor a nuestro Amado
DIOS; por su infinito amor y por el hermoso
regalo: LA VIDA;

A mi esposa Bianca por estar siempre a mi
lado y darme su apoyo, amor y un hijo
maravilloso; los cuales son mi motivo para
seguir adelante y concluir con este proyecto.

A mi madre Delicia Ruiz Burga por su
incondicional apoyo para lograr Ser útil a la
sociedad.

AGRADECIMIENTO

A nuestra querida Universidad por haberme formado y
brindado la sabiduría necesaria para convertirme en
un Profesional al servicio del país.

A nuestros docentes, por sus sabias enseñanzas y
Por habernos demostrado con el ejemplo
lo mejor de su profesión.

A mis padres, hermanos, los cuales son personas
especiales en mi vida, por su apoyo incondicional; ya
que muchos de mis logros se los debo a ellos, los
cuales me motivaron para seguir adelante.

LISTA DE CONTENIDOS

N.º	CAPÍTULOS	PÁGINAS
I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	REVISIÓN LITERARIA	12
	2.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA	12
	2.2. CONCEPTUALIZACIÓN	15
	2.3. RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ESPÁRRAGO	17
	2.3.1. RENDIMIENTO DEL ESPÁRRAGO	17
	2.3.2. CALIDAD DEL ESPÁRRAGO	21
	2.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
	3.1 ÁREA EXPERIMENTAL	33
	3.1.1. LOCALIZACIÓN	33
	3.1.2. MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS	33
	3.1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA	34
	3.2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL	36
	3.3. FACTORES DE ESTUDIO	36
	3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	37
	3.4.1. SIEMBRA DIRECTA	39
	3.4.2. SIEMBRA DE PLÁNTULAS	39

3.4.3. SIEMBRA DE CORONAS	39
3.5. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	40
3.6. EVALUACIONES	43
3.6.1. RENDIMIENTO	43
3.6.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	43
3.6.3. CALIDAD	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. PRUEBA DE SUPUESTOS ANÁLISIS DE VARIANZA	47
4.2. RENDIMIENTO BRUTO	50
4.3. CALIDAD DE TURIÓN SEGÚN SU CATEGORÍA	51
4.4. NÚMERO DE TURIONES POR PARCELA	56
4.5. PESO PROMEDIO DE TURIÓN	58
4.6. DIÁMETRO DE TURIÓN	59
4.7. DIÁMETRO DE PLANTA	60
4.8. ALTURA DE PLANTA	62
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. RESUMEN	77
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
IX. ANEXOS	94

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro 1: análisis de suelos	34
Cuadro 2: características del clima	35
Cuadro 3: Análisis de Varianza para el peso de turiones (Kg/ha), para encontrar el rendimiento bruto al final de la cosecha, en evaluación de la calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.	103
Cuadro 4: Rendimiento bruto en evaluación de la calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.	50
Cuadro 5: Cuadrados medios, significación estadística, coeficientes de variabilidad en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	52
Cuadro 6: Rendimiento de turión según calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis. L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	53
Cuadro 7: Porcentaje en rendimiento de turión según calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque”	55
Cuadro 8: Análisis de Varianza números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis. L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	104
Cuadro 9: Números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis. L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	57

Cuadro 10: Análisis de varianza para peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	105
Cuadro 11: Peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	58
Cuadro 12: Análisis de varianza para diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	106
Cuadro 13: Diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	60
Cuadro 14: Análisis de varianza para diámetro de plantas en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	107
Cuadro 15: Diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	61
Cuadro 16: Análisis de varianza para altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	108
Cuadro 17: Altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>)	63
Cuadro 18: Regresiones	64
Cuadro 19: Regresión paso a paso: Rendimiento bruto (kg) y II calidad, Diámetro turión	66
Cuadro 20: Análisis de componente principal: Rendimiento bruto kg, II calidad, Diámetro turión, Peso	67

Cuadro 21: Valor nutritivo en cifras	97
Cuadro 22: coeficiente de variabilidad	98
Cuadro 23: coeficiente de variabilidad	99
Cuadro 24: Análisis de la Varianza para la característica de altura de planta en la evaluación de calidad y rendimiento de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	109
Cuadro 25: Análisis de la Varianza para la característica de diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	110
Cuadro 26: Análisis de Varianza para el peso de turiones (Kg. ha – 1), para encontrar el rendimiento bruto al final de la cosecha, en evaluación de la calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	111
Cuadro 27: Análisis de la Varianza para la característica de diámetro de turión, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	112
Cuadro 28: Análisis de la Varianza para la característica de altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	113

Cuadro 29: Análisis de la Varianza para la característica de turiones de desecho, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	114
Cuadro 30: Análisis de la Varianza para la característica de turiones de segunda calidad, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	115
Cuadro 31: Análisis de la Varianza para la característica de turiones que están en la primera calidad y pertenecen a la 3 ^{era} categoría, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	116
Cuadro 32: Análisis de la Varianza para la característica de turiones que están en la 1 ^{era} calidad y pertenecen a la 2 ^{da} categoría, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	117
Cuadro 34: Análisis de la Varianza para la característica de rendimiento bruto (kg/ha), en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis L.</i>) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.	118
Gráfico 1: probabilidad de rendimiento bruto Kg/ ha	48
Grafica 2: prueba de igualdad de varianza para rendimiento bruto Kg/ha	49
Grafica 3: Peso de turiones (Kg. ha – 1), para encontrar el rendimiento bruto de los tratamientos.	51

Grafica 4: Rendimiento de turión según calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	54
Grafica 5: Rendimiento de turión según calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	55
Grafica 6: Porcentaje del peso de turión según calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	56
Grafica 7: Números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.	57
Grafica 8: Peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque	59
Grafica 9: Diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	60
Grafica 10: Diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	62
Grafica 11: Altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	63
Grafica 12: La ecuación de regresión es Rendimiento bruto kg/ha = 0.000000 + 0.500 Turiones x parcela	67
Gráfica 13: sedimentación de Rendimiento bruto kg/ha, ..., desecho	69

Gráfica 14: puntuación de Rendimiento bruto kg/ha, ..., desecho	69
Grafica 15: Dendrograma	70

I. INTRODUCCION

El espárrago (*Asparagus officinales L.*) es una de las plantas hortícolas que de su cultivo se tiene referencias más antiguas. Según algunos autores es oriundo de la cuenca del Mediterráneo, aunque otros sitúan su origen en las Islas Británicas.

Es probable que el cultivo empezó a desarrollarse en las regiones del este de Medio Oriente; donde Alejandro Magno lo descubrió en sus conquistas y lo introdujo en Grecia, en el siglo III antes de Cristo. En Grecia hay un documento titulado "Historia de la planta", escrito por el historiador Teofrasto (300 años antes de Cristo); este es el primer documento escrito relacionado con esta hortaliza.

El espárrago es una planta representante de la familia Liliáceas, ha pasado a convertirse hoy en día en uno de los cultivos más importantes y cuarto en atractivos para el productor agrícola en los diferentes países y en la mayoría de los continentes.

Siendo el espárrago un cultivo netamente de exportación, la producción está orientada a este fin; haciéndose envíos al exterior tanto en fresco como también en enlatado y congelado. El consumo interno es mínimo, no alcanza el 2 % de la producción nacional total.

En el departamento de Lambayeque el espárrago es un cultivo de alternativa y con muchas posibilidades económicas para los agricultores; pero se conoce poco sobre este cultivo; de allí que es necesario saber de forma precisa sus etapas de vida, así como su adecuado y mejor manejo y un menor costo posible en las operaciones. La siembra de espárrago es a través de coronas de 8 meses (que son las raíces unidas a una pequeña esfera en el momento de reposo vegetativo de la planta), siembra directa y también

puede ser a través de plántulas de dos a tres meses de edad, en el Perú se emplea las dos primeras, para lo cual la primera cosecha es a 14 meses después de la siembra, pero ese tiempo se puede reducir a 9 a 10 meses mediante la siembra de plántulas y por eso el motivo de este estudio para demostrar que el rendimiento y calidad de turiones mediante esta siembra es igual o mejor a los demás tipos de siembra y así reducir el tiempo para la primera cosecha.

Motivo por la cual se ha realizado el presente trabajo, teniendo en cuenta como objetivo determinar rendimiento y calidad de espárrago (***Asparagus officinalis L.***) conducido en tres modalidades de siembra (usando “coronas”, “plántulas” y mediante siembra directa); así como proporcionar información técnica recogida a través de la ejecución del presente trabajo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La palabra "espárrago" proviene del latín ***Asparagus*** y es el nombre de una verdura obtenida de alguna de las especies del género ***Asparagus***, específicamente son los brotes jóvenes del ***Asparagus officinalis L.*** El espárrago es una planta herbácea perenne de follaje muy ramificado y aspecto plumoso. Los primeros vestigios de espárragos aparecieron en forma de pinturas en los monumentos egipcios (3.000 a.C.).

Se desarrolló posiblemente en la zona este, del Mediterráneo, y se expandió hacia el noroeste de Europa en la época de los romanos (Fehér. 1992).

Actualmente se cultiva en forma comercial en al menos 61 países, con una superficie total estimada de 218 335 Ha (**Benson, 2000**).

Las actuales variedades parecen ser que tienen su procedencia en selecciones llevadas a cabo en Holanda en el siglo XVIII. Actualmente los principales países productores de espárragos a nivel mundial son China, Perú, Estados Unidos, Japón y México.

En Europa, destacan como principales productores España, Alemania, Grecia, Francia e Italia que aportan entre toda una producción equivalente a la producida en China, principal productor mundial. El cultivo de espárrago en el Perú se inicia a principios de la década de los 50. Las primeras siembras se realizaron en el valle de Virú, partiendo de un pequeño proyecto familiar destinado a la exportación de espárrago blanco en conservas a Dinamarca; su crecimiento fue lento. Fragmentado a partir de 1972 por la reforma tributaria. El verdadero desarrollo del espárrago se produce a partir del 1985, luego que la asociación de agricultores de Ica, en su deseo de reemplazar sus cultivos tradicionales por los de exportación, realizan un estudio de oportunidades en el sur de los Estados Unidos, en los que se determinó que los cultivos sugeridos eran: melones, páprika, vainitas y espárrago, resultando que el espárrago era el más rentable por la contra estación en los mercados de Norteamérica, la primera exportación se realizó en 1987 exportando un 70% de la producción y con precios excelentes en el mercado norteamericano.

GUERRERO (2017), señala que el espárrago (***A. officinalis L.***) es uno de los cultivos que se está desarrollando a gran escala en las áreas de influencia de los proyectos Jequetepeque – Zaña y Chavimochic, por los actuales sistemas de riego. ***A. officinalis L.*** tiene un período promedio de cosecha de 10 años y llega a la máxima producción a

los cuatro o cinco años. Una elevada productividad es esencial para tener un buen retorno de la inversión, teniendo en cuenta que se incrementa el consumo y la exportación y nuestro país se ha convertido uno de los principales productores en el mundo.

Para nuestro caso el cultivo de espárrago es un cultivo importante en cuanto a las exportaciones agrícolas en el país; ya que en el año 2015 se exportó solo a Estados Unidos un total de 81 millones de dólares americanos lo que representó un 59% del total de la producción nacional, seguido por Holanda con un total de 19,5 millones de dólares americanos. Otro mercado importante es el mercado de Reino Unido con un total de 15,3 millones de dólares lo que representa un total del 11% del total de la producción nacional.

Existe un mercado constante, aunque con algunas variaciones a través del año, de acuerdo con las posibilidades de oferta por los diferentes países productores y en las distintas latitudes. El mercado externo se presenta favorable tanto para espárrago verde como para espárrago blanco. El principal comprador en el primer caso es Estados Unidos y para espárrago blanco la mayor acogida está en Europa. En nuestro país este cultivo encuentra condiciones excepcionales para su desarrollo. Puede ser sembrado en toda la costa, aún en el departamento de Piura donde se tiene temperaturas más altas, pero esto se ha superado gracias a los cultivares tropicalizados recientes y a la elección de las mejores épocas de cosecha.

Las principales empresas exportadoras ahora cuentan con la aplicación del sistema HACCP, que es un requerimiento para las buenas prácticas agrícolas a fin de asegurar que desde el campo, así como los sistemas de gestión aseguren una garantía integrada

de la inocuidad y la calidad, y la responsabilidad, demostrando una amplia capacidad de la industria frente a las diversas normas y regulaciones exigidas por el comercio internacional.

2.2. CONCEPTUALIZACIÓN

BAZÁN et al (2016), indica que “El espárrago es una hortaliza con gran plasticidad, cultivándose en climatologías muy variadas y en múltiples ambientes, desde el mar hasta la montaña, en secano o regadío y en terrenos donde ninguna otra especie hortícola puede vegetar, por lo que constituye una alternativa productiva con gran potencial para distintas regiones”.

CASTAGNINO et al (2012), citando a **Santos (2011)**, nos refieren que “A nivel global, esta especie es actualmente muy valorada y presenta una tendencia creciente ininterrumpida, con un aumento en su producción mundial en más de un 200% en los últimos 25 años”.

BAZÁN (2016), anota que “El espárrago es una alternativa productiva perenne que requiere de cultivar genotipos que hayan demostrado elevada productividad”.

“Entre las propiedades de esta hortaliza, se encuentra su contenido de vitamina C, uno de los más consumidos y reconocidos antioxidantes para la salud humana, que en un intervalo de 79 – 94 mg/100 g, se ubica en los primeros 6 cm de los turiones frescos recién cosechados. Contenido que disminuye en un 40% en la primera semana y en las siguientes 2 semanas con pérdidas menores”. (**Rodkiewicz, 2008**)

GONZÁLEZ (2006), menciona que “Las zonas áridas pueden recuperarse con plantaciones de espárrago; estas plantas detienen o ralentizan la velocidad de la erosión, y con ello la de desertización”.

“El espárrago puede vivir más de 20 años, mantiene su parte aérea durante gran parte del año, lo que unido a su sistema radicular potente y profundo, la faculta para proteger y penetrar en el terreno reteniendo la tierra”. (**González, 2006**).

Al igual que otros cultivos hortícolas, el espárrago es atacado por numerosas plagas insectiles, patógenas y aún plantas invasoras o malezas. Cada vez se viene reduciendo el tiempo de almácigo de un año a 6 meses, después a 3 meses y en viveros especializados en 2 meses y medio para plantines de esparrago.

CASSERES (1984), da a conocer que el espárrago puede propagarse por divisiones de rizomas, pero es más usual hacerlo por semillas; aunque es una planta dioica, hay algunas plantas hermafroditas, que también producen semilla. Un gramo de semilla tiene aproximadamente 50 semillas y un kilo entre 40 000 y 50 000 semillas.

La propagación vegetativa por división de rizomas viejas se hace fraccionándolas en secciones que tengan varias yemas y este sistema resulta en producción de turiones el año siguiente, pero la plantación tiene poca duración. No es el utilizado comercialmente pues el uso de semillas, aunque dura más, eventualmente asegura la plantación por varios años.

REGALADO (1992), en una investigación sobre “Espárrago, conducción de viveros”, aporta que el trasplante de plantines es uno de los más comunes métodos recomendados en el establecimiento de plantaciones de espárrago en california, USA.

Este método está ganando popularidad rápidamente y es el más ampliamente usado por los productores de espárrago en todo el estado. Ya que disminuye tiempo de cosecha, de 8 meses a 3 meses.

Las siembras directas no han dado buen resultado pues se tiene un alto porcentaje de fallas en el campo, las labores culturales son difíciles de realizar y debe tenerse mucho cuidado con el riego, además de que se necesita mucha agua y más mano de obra.

SASTRE (2006), en su publicación “Influencia del Tamaño de Arañas o coronas en la Producción Comercial de Espárrago Verde”, el momento más adecuado para efectuar la siembra de un almácigo para la producción de coronas, es cuando la corona alcanza en los primeros 5 cm de profundidad, 13 a 15°C y además haya pasado el riesgo de heladas. La siembra temprana en primavera prolonga el período de crecimiento y hace posible la obtención de mejores coronas. En los primeros dos años de producción, la cantidad de turiones cosechados depende del material de propagación utilizado, y es necesario reducir el periodo productivo para aumentar el vigor de las plantas.

En los años sucesivos, el elevado vigor y la completa reposición de las reservas en la raíz son indispensables, para obtener una producción mayor y estable en el tiempo.

2.3. RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ESPÁRRAGO

2.3.1. Rendimiento del espárrago

CHACALTANA (2015), Entre las ventajas de utilizar el sistema de coronas, podemos citar que:

Permite incrementar la eficiencia en el uso de una semilla de alto costo, ya que a coronas más grandes se necesitan menos plantas por metro lineal. Es decir que podemos seleccionar las mejores coronas, la desventaja será el tiempo que se necesita para producir coronas

La protección de las plántulas a la siembra, del ataque de insectos y enfermedades provocado por su lento crecimiento en la etapa inicial.

Además, brinda la oportunidad de seleccionar las mejores coronas por tamaño al momento del trasplante lo que generara mejor uniformidad.

El rendimiento del espárrago no es directamente el resultado de la fotosíntesis del periodo actual, es más bien una función de las reservas de carbohidratos acumulados del año anterior, la plantación o trasplante de coronas obtenidas de los semilleros o almácigos. Esta fase suele durar entre 12 meses a 18 meses, a lo largo de los cuales no se cosechan los turiones formados, sino que se dejan que se expandan vegetativamente, para que se elabore la mayor cantidad posible de sustancias nutritivas que serían almacenadas en las raíces carnosas.

GIMENEZ et al (2016) citando a Risso et al (2012), nos refieren que

“La cadena agroalimentaria del espárrago presenta dos etapas principales: productiva y de post cosecha” Respecto del ciclo vital de las plantas de espárrago verde, éste se divide en cuatro fases: de crecimiento temprano, los primeros dos años desde la plantación, caracterizados por un fuerte desarrollo vegetativo; de productividad creciente (3º - 4º año) que corresponde a los dos primeros años de cosecha; de productividad estable (5º - 10º año) y finalmente la de productividad decreciente (10 años en adelante)".

La etapa de post cosecha es también muy importante, ya que a ella corresponde la posibilidad de brindar el producto a los consumidores en sus mejores condiciones. Esta especie se reproduce fundamentalmente por semilla. Su cultivo es plurianual, con elevados costos de producción posiblemente causados por la elevada demanda de mano de obra requerida durante la cosecha y post cosecha.

GATTI et al (2000), indica que sería necesario contar con materiales adaptados, de altos rendimientos, que mantengan buenas características de calidad. Además, la dimensión del diámetro de los brotes que la planta puede producir (calibres), es un aspecto en el que cada mercado posee requerimientos diversos, y estaría gobernada por procesos genéticamente determinados, afectada por el tipo de manejo y el nivel de reservas por lo que, como complemento de los estudios de producción total y comercial, se debe determinar la tendencia respecto de la distribución de calibres de cada genotipo.

GIMÉNEZ et al (2016) citando a **Fuentes Albentosa et al (2009)** manifiestan que “La producción de espárragos a nivel mundial se ha transformado durante los últimos años en una actividad en auge dado el incremento de su consumo y la variedad de preparaciones posibles, tratándose de un producto con un nivel preferencial en el mercado internacional”.

FAO (2012), anota que se ha reflejado mediante estadísticas que la producción mundial de este cultivo fue liderada por China, con un 88,8 % de la producción total de 8.274.335 t/año, seguido por Perú, México y Alemania, con un 4,5; 1,4 y 1,2 % respectivamente; mientras que Argentina ocupaba el puesto número 15.

En el mercado nacional la situación de crecimiento no defiere demasiado a esta realidad mundial, pues de tener una producción en el año 2012 de alrededor de las 169,000 toneladas pasó a ser en el año 2013 a 283,473 t, lo que significó un crecimiento porcentual del 68%. El número de hectáreas cultivadas también creció (261,844.20 ha.), así como el rendimiento por hectárea, mejorado por lo tanto también la productividad.

CHACALTANA (2015), refiere que “En cuanto al rendimiento debemos mencionar que en el año 2012 eran de 168 QQ/ha. (7,720 Kg. 1 ha⁻¹) y para el año 2013 éstos crecieron a 266 QQ/ha. (12,220 Kg. 1 ha⁻¹), esto se explica por la mejora tecnológica aplicada en el cultivo. El Perú cuenta con las condiciones edafo – climáticas ideales para la producción de espárragos (principalmente en los valles de la Costa), lo cual permite un abastecimiento sostenido durante todo el año, y que también sea el país con mayores rendimientos en este cultivo a nivel mundial (12.2 t x ha⁻¹)”.

Sin embargo, existen importantes limitantes que podrían causar una disminución en la productividad competitiva de este cultivo si es que no se solucionan estos problemas. Entre las más importantes podemos mencionar la escasez del recurso hídrico, la calidad de los suelos, la limitada asistencia técnica y empresarial, el limitado acceso al financiamiento y los elevados costos de inversión y producción en su mayoría. La producción nacional de espárragos está centralizada en la costa, siendo La Libertad, uno de los departamentos con mayores rendimientos y producción. El rendimiento promedio nacional es de 11.4 t x ha⁻¹. Durante los meses de octubre a enero existe una alta productividad, pero con una baja calidad del cultivo, incrementándose el porcentaje de descarte, mientras que de mayo a setiembre la calidad es mayor, pero existe una menor productividad. (**Chacaltana, 2015**)

Bazán et al (2016), refiere que “Debido a la característica plurianual del cultivo, el período de evaluación es prolongado, pero la evaluación del rendimiento durante los dos primeros años de cosecha se correlaciona altamente con la productividad en períodos más prolongados, y por lo tanto, puede utilizarse como estimador del desempeño de los materiales.

ELLISON et al. (1960) y **GATTI (2000)** han indicado que, “Por tratarse de una planta dioica de polinización cruzada, presenta diferencias sexuales en parámetros productivos y de calidad de turión, resultando de mayor rendimiento las plantas masculinas respecto de las femeninas, mientras que las plantas femeninas producen turiones de mayor calibre que las masculinas. Por esa causa es muy importante evaluar no solo el rendimiento total sino también el comercial, ya que ambos pueden diferir significativamente entre híbridos”. Al respecto, se indica también que “Los genotipos masculinos aportan mejores rendimientos total y comercial”. (**Gatti, 2000**).

2.3.2. Calidad del espárrago

Según **Chacaltana (2015)**, los requisitos mínimos para que un espárrago sea de calidad debe observarse:

- Estar enteros, sanos, y exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo.
- Estar prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto; exentos de daños causados por plagas; humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica; Estar exentos de cualquier olor y/o sabor extra; tener un aspecto y olor frescos; libres de magulladuras.

- El corte en la base de los turiones deber ser lo más neto posible. Además, los turiones no deberán estar huecos, partidos, pelados ni quebrados se permiten.
- La calidad también depende del manejo que se le da a la plantación; ya sea tipo de siembra, época de siembra y fertilización.

2.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El espárrago, es conocido con el nombre de **Asparagus officinalis L.**, se caracteriza por ser una planta herbácea y perenne por su ciclo de vida, se consume en fresco o en conserva, tanto el color blanco como verde. Tiene un contenido cromosómico diploide de 20 cromosomas. Además de ser una planta agrupada dentro de las monocotiledóneas.

Los últimos años, en una actividad con un creciente auge especialmente en las importaciones, por ser un producto con un nivel preferencial en el mercado internacional que le permite obtener elevados beneficios, dado el incremento de su consumo y la variedad de preparaciones.

El espárrago (***Asparagus officinalis* L.**) es uno de los vegetales más sabrosos; su valor biológico está determinado por su contenido de vitaminas, carbohidratos, fibras, proteínas y minerales. Sin embargo, este valor nutritivo es afectado directamente por la nutrición que tiene la planta durante su ciclo de crecimiento. La nutrición de la planta es uno de los factores que más afectan la calidad de cosechas. Se puede señalar que la concentración de nutrientes en general es mayor en el Perú, debido a las condiciones tropicales secas (clima árido) existentes, días largos y donde el suministro de agua y nutrientes es constante (**Sánchez, 1998**).

ROBB (1984), nos refiere que el rizoma es un tallo modificado que actúa como unión entre el sistema radical y la parte aérea de la planta. En el rizoma se forman, además, grupos de yemas vegetativas, ubicadas en el ápice de crecimiento, de donde se desarrollan los turiones o espárragos. A medida que la planta envejece, algunas yemas laterales de este tallo subterráneo se desarrollan, produciendo varios puntos de crecimiento, y las partes más viejas, no funcionales, mueren.

HAYNES (1987), señala que el número de yemas en el rizoma aumenta con la edad de la planta, a medida que crece el rizoma. Al momento de la plantación las coronas presentan 5 – 10 yemas. Al final del primer ciclo de crecimiento, el número de yemas aumenta de 15 – 20, y al final del segundo ciclo, éstas aumentan a 30 – 35 por corona, en plantas de 3 años o más, el número de yemas por corona puede superar las 50 yemas.

El espárrago es una planta de tipo perenne perteneciente a la familia de las liliáceas, es también de tipo herbácea y dioica, siendo su nombre científico (***Asparagus officinalis L.***), sus raíces son fibrosas, cilíndricas y delgadas, las mismas que forman una corona. El tallo se inicia y forma parte de la corona constituyendo un rizoma que se desarrolla horizontalmente y que produce unas yemas que dan lugar a tallos suculentos cuando hay buena sustancia de reserva. Los tallos tiernos cosechados se denominan turiones. (**Delgado de la Flor et al., 1987**).

Sus hojas son pequeñas y alargadas, con escamas que protegen a las yemas pequeñas. Sus flores son de tipos acampanadas y de color amarillo verdoso, de forma redonda y que al madurar toma una tonalidad rojiza. El turión del espárrago es de consistencia frágil y con un alto nivel de actividad metabólica, por lo que constituye uno de los programas hortícolas más perecederos. Su alto ritmo respiratorio que resulta de una significativa

producción de calor en condiciones de temperaturas altas (mayores a 5°C), juntamente con la facilidad con que este producto pierde agua, son dos características que exigen un manejo pos – cosecha muy precisa (**Delgado de la Flor et al., 1987**).

Desde el punto de vista nutricional, el espárrago verde proporciona un aporte calórico bajo, alrededor de 22 – 35 kcal/100 g, por lo que se considera un alimento poco energético, ideal para su inclusión en dietas de adelgazamiento. El aporte medio de macronutrientes por 100g de espárrago verde es: 2 – 4 g de proteínas; 3 – 4,5 g de hidratos de carbono, y en cuanto a lípidos, los niveles son de trazas. Cuentan con una importante presencia de minerales como potasio, fósforo, calcio y magnesio, y un alto contenido en vitaminas B1, B2, B3, C, A, E. También contiene ácido fólico y proteínas vegetales de gran calidad (**Amaro, 1993**).

La variedad UC 157 – F1 es un híbrido originado por cultivo de tejidos del cruce entre líneas UC M – 120 y UC F – 109 y presenta turiones de color verde oscuro con coloración verde en la punta, turiones lisos cilíndricos de puntas cerradas y bajo contenido de fibra. Es un cultivo precoz de alta producción tolerante de *Fusarium* y apropiado para clima cálido; no resistente a la roya (**Delgado et. Al., 1987**).

La planta de espárrago está constituida por un parte subterráneo, compuesta a su vez por un rizoma y el sistema radical, que en conjunto forma lo que se denomina “Corona”, y por una parte aérea compuesta de tallos erectos, ramas y hojas modificadas, que constituyen el follaje, sobre el cual se desarrollan las flores y frutos (**Del Pozo, 1999**).

Las raíces, turiones y yemas son inducidos en el rizoma de la planta, el cual tiene un crecimiento horizontal que dura años (**Duang paeng et. al., 2002**).

El sistema radical está compuesto por raíces laterales o absorbentes, que son más delgadas o cortas que las raíces adventicias o de reserva. Estas últimas tienen una vida de dos años o tres años y cuando mueren son reemplazadas por otras nuevas que se sitúan en la parte superior de las anteriores, quedando las yemas en una posición más alta. De esta manera, la parte subterránea va acercándose a la superficie del suelo a medida que pasan los años de cultivo (**Drost, 1997**).

El rizoma posee una gran cantidad de pequeñas yemas vegetativas, algunas de las cuales se ubican en el ápice de crecimiento y otras más hacia la periferia de este, agrupadas en pequeños racimos de donde pueden o no desarrollarse los turiones, que son los tallos de la futura planta de espárrago, que se constituye como tal, si no se cosecha como turión o espárrago comercial. Las yemas accesorias o laterales, que no se desarrollan en turiones, forman un nuevo grupo de yemas en la periferia del rizoma, desarrollando así un nuevo eje de crecimiento, a la vez que van muriendo las partes más longevas del mismo (**Drost, 1997; Duangpaeng et. al., 2002**).

La liberación de yemas del espárrago de su estado de receso depende del ácido abscísico, endógeno, auxinas y la temperatura. El turión más avanzado (turión alongado) retarda el desarrollo y la elongación de yemas adyacentes en el mismo racimo de yemas (**Benson, 1987**).

El follaje de la planta de espárrago se conoce como “Helecho” y está constituido por tallos que crecen hasta una altura de entre 1 a 2 metros, sobre el cual se encuentran hojas sésiles con forma de escamas o brácteas, que son de forma triangular, los cuales caracterizan el turión. De las yemas ubicadas en las axilas de las brácteas del tallo nacen

ramas secundarias que también tienen sus propias brácteas. En los nudos, tanto de los tallos como de las ramas laterales, se desarrollan pequeñas estructuras foliares de forma cilíndrica denominadas cladófilas, las que tiene su propia epidermis cuticularizada, estomas hundidos y células oclusivas pequeñas. Estas hojas modificadas son los principales órganos de fotosíntesis en la planta de espárrago (**Drost, 1997**).

El espárrago, por ser una planta perenne, podemos dividir su ciclo de vida en dos partes: ciclo de vida total y el ciclo de vida estacional (**San Agustín, 1989; Benages, 1990**).

El ciclo de vida total comprende desde el inicio de la plantación hasta la “Matada” final al cabo de 10 a 12 años, en algunos casos más 15 años; y está caracterizado por tres etapas; la primera etapa de implantación o crecimiento activo donde hay un predominante crecimiento radicular; el fósforo, calcio y potasio tienen gran importancia en la formación de tejidos de reserva (abarca del cuarto año), la segunda etapa de producción o máximo rendimiento donde precisamente se alcanzan los máximos rendimientos del cultivo, existe una demanda constante de agua y nutrientes y tienen un abundante sistema radicular (abarca del cuarto al octavo año) y la tercera etapa de producción decreciente caracterizada por una disminución paulatina del rendimiento y de la demanda de agua y nutrientes, se deteriora el sistema radicular y hay suberización de tejidos (abarca del octavo año al doceavo año). El ciclo de vida estacional está referido a la campaña – cosecha, ésta puede ser anual, dos cosechas por año, tres cosechas en dos años, etc. En el Perú, se utilizan los tres esquemas mencionados y dependiendo de la estación de crecimiento pueden lograrse entre dos a cinco brotaciones sucesivas. Cada una de estas brotaciones constituyen a su vez un pequeño “Ciclo de vida”, que difieren unos de otros

en el tiempo de maduración, siendo siempre el primer brote después de la cosecha el que madura más rápidamente (**Sánchez, 1992**).

El espárrago durante su ciclo de vida total presenta diferentes etapas, en cada una de las cuales la demanda de nutrientes es diferenciada, siendo la etapa de máxima producción (del cuarto al octavo año) la que muestra mayor extracción de nutrientes (**Benages, 1990**).

El espárrago necesita un óptimo de temperatura que se puede expresar como $t = 19 \pm 7$ °C, considerándose la medida como 19 °C y cuya desviación el cultivo llega a soportar en sus diferentes fases, además señala que desviaciones de ± 14 °C detienen el desarrollo del cultivo (**Fehér, 1992**).

El mejor rendimiento parece obtenerse con temperaturas medias durante el día (20 – 25 °C) y bajas durante la noche (8 – 10 °C) (**Montes y Holle, 1978**).

Los factores ambientales de temperatura y agua afectan la emergencia del turión en cuanto a sus efectos en el metabolismo y el movimiento de azúcares que se requiere para la división y agrandamiento celular. Se necesita una temperatura crítica a nivel de la corona de 10 a 11°C antes de que comience el crecimiento de los turiones. Las temperaturas bajas (10 -15 °C) afectan la calidad de los turiones antes de la cosecha provocando una mayor concentración de antocianinas a nivel del suelo y en las escamas lo cual le da al turión un tinte púrpura. El crecimiento de yemas laterales en el turión se ve aumentando con las altas temperaturas, esto hace que el turión tome una apariencia abierta; hay variación en la cantidad de apertura según las variedades de espárrago. La UC – 157 F1 mantiene su ápice más compacto que la UC -157 F2, UC – 72 o Mary Washington a temperaturas sobre los 25 a 30 °C (**Benson, 1987**).

La luz juega un papel muy 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 (**Fehér, 1992**).

El viento es perjudicial para las esparragueras. Durante la producción puede curvar los turiones; la severidad dependerá del período y velocidad del viento (**Souther, 1987**).

El mejor suelo para espárrago es un suelo arenoso bien profundo; aunque se comporta bien en suelos arcillosos, siempre que no tengan capas duras y estén bien drenados. Problemas de drenaje propician pudriciones de ***Fusarium* y *Phytophthora***.

El espárrago es un cultivo muy tolerante a las sales. Crece en forma silvestre en áreas costeras de Europa donde se riegan naturalmente con agua de mar de las marcas altas. Es también tolerante a un amplio rango de pH; se comporta mejor a pH cercanos a 6,5, siendo buen rango de 6,5 a 7,5 (**Souther, 1987**).

El espárrago es exigente en calidad y oportunidad de riego, debiendo regularse éste en la etapa de desarrollo vegetativo y en la época de cosecha (**Montes y Holle, 1978**).

Mantener el suelo a su capacidad de campo beneficia no sólo un buen suministro de agua a la planta, también garantiza el suministro de nutrientes (**Sánchez, 1998**).

Así mismo, garantiza la existencia de un bulbo o frente de humedecimiento que permitan mantener el nivel de sales por debajo del umbral de tolerancia del cultivo (**Francois, 1987**), especialmente en zonas áridas como el norte de México, Perú y norte de Chile.

El sistema radicular del espárrago responde directamente a las condiciones de humedad del suelo; suelos húmedos y bien tendrán mayor masa radicular (**Benson, 1987**).

DROST, 1997, encontró respuesta altamente significativa a las variaciones de aplicación de agua de 40 y 80 % de la ET, concluyendo que el crecimiento y actividad radicular depende del mantenimiento óptimo del agua, el número y peso radicular aumentó considerablemente. Para condiciones de Perú y bajo riego por goteo, las aplicaciones de agua están entre 65 y 100% de ET, las mismas que están en función de la base fenológica del cultivo y de la estación de crecimiento. En época de cosecha, la lámina de reposición está muy cercana al 100% para evitar acumulación de sales sobre la corona que puedan dañar los turiones cosechables (**Sánchez, 2005**).

El proceso de la planta de retraimiento y concentración de sus sustancias de reserva se puede conseguir sometiendo al vegetal a condiciones extremas como temperaturas bajas o sequía que inhiben el desarrollo, mantienen el rizoma en desarrollo, y las raíces suculentas llenas de sustancias de reserva (principalmente carbohidratos) no se utilizará en la parte vegetativa superficial por la inhibición del desarrollo que sufre la planta. Para que estas condiciones extremas determinen un periodo de reposo, deberán tener una duración determinada que dependerá de la intensidad de estas condiciones; así las bajas temperaturas que se dan en países con inviernos rigurosos durarán toda la estación, mientras que la sequía será una etapa que deberá durar hasta que la planta seque o inicie el secado de su vegetación superficial. Esta etapa dependerá del tipo de suelo y clima; en suelos arenosos y climas secos tropicales o subtropicales en que la humedad se pierde rápidamente, durará un mes, y en suelos francos con climas húmedos podrá durar hasta 2 meses (**Delgado et. al., 1987**).

Bajos niveles de humedad en el suelo influyen directamente en balance de carbohidratos en el espárrago. Las condiciones de sequía disminuyen el contenido de glucosa, fructuosa y sacarosa en el helecho, el cual está asociado a la senescencia del follaje y bajan los niveles de fructanos en las raíces; ya que la tasa de respiración aumenta debido a que el stress hídrico reduce la eficiencia fotosintética. La pérdida de carbohidratos por efecto de la cosecha es bastante alta y está en función de las reservas totales almacenadas. Las reservas son consumidas en función del almacenaje del año anterior. Estos procesos se dan para condiciones climáticas bien marcadas y con un solo brote durante el año **(Woolley et. al., 1999)**.

Sin embargo, para condiciones de un crecimiento activo durante todo el año, como ocurre en las condiciones de Perú (temperatura óptima, variaciones de temperatura muy cortas, días largos, humedad del suelo manejable, etc.), existe una acumulación aditiva de carbohidratos en la maduración de cada generación de brotes, ya que consideramos cada brotación un pequeño ciclo de vida. La maduración de cualquiera de estas brotaciones se maneja en función del manejo de la nutrición potásica y del agoste (estrés por sequía) en cualquier época del año para poder entrar en cosecha, la misma que suele ser corta en el primer semestre del año y más extensa en el segundo, llegando a totalizar un promedio de 90 a 100 días de cosecha **(Sánchez, 1998)**.

El período de agoste empieza cuando la humedad en el suelo no producirá nuevo crecimiento. Si el contenido desarrollo de nuevas raíces, aumentando la capacidad de almacenamiento de la planta; sin embargo, mantener la humedad del suelo a este nivel es bastante difícil, y más en suelos arenosos.

El efecto de agoste variará probablemente con la cantidad de raíces reservantes desarrolladas por la planta. Si la planta tiene una capacidad grande de almacenamiento, la cantidad de alimento almacenado que se requerirá para desarrollar un nuevo brote será menor en proporción al total de alimento almacenado, si se compara con una planta de menor almacenamiento. Es probable que, de aumentar la cantidad de agua en los riegos, se puede desarrollar mayor capacidad de reserva, en las raíces, haciendo así innecesario someter a la planta a un agoste porque la pérdida por la producción de nuevos turiones podría ser menos que la ganada al mismo tiempo, debido al desarrollo del material de almacenamiento por los tallos más viejos, y su translocación hacia abajo a las raíces. Entonces, este proceso es revertido, siendo el alimento producido en los nuevos brotes que constituyen la parte aérea de la planta, transportado de regreso hacia la corona (**HANNA, 1967**).

Por el crecimiento y manejo que tiene la planta de espárrago, es importante controlar el riego, tanto para tener un segundo brote o piso uniforme, como para la maduración de la planta para entrar en cosecha (**Lidai et. al, 1995**).

ORBEGOSO 1970; hace un diagnóstico de la situación esparraguera en el Valle de Virú. Entre sus principales conclusiones menciona: que hay varias diferencias en la conducción del cultivo respecto a otros países como la inducción al agoste por sequía, y la posibilidad comprobada de cosechar dos veces al año. Indica también que el mejor momento de chapodar la planta debe hacerse cuando el fruto está maduro, por ser éste el momento óptimo para obtener el mayor rendimiento, y la primera cosecha no debe ser mayor de 15 días.

El espárrago es una planta que tolera la sequía, sin embargo, la sequía durante la cosecha afecta la calidad disminuyendo el grosor y turgencia de los turiones (**Drost, 1997**).

Asimismo, existe una relación directa entre el potencial mátrico del suelo y potencial de la xilema del tallo (**Wilcox, 1987**), el mismo autor menciona que a pesar de su tolerancia a la sequía, el máximo desarrollo y rendimiento se obtienen cuando el suelo está en su capacidad de campo.

El régimen de humedad parece afectar también la calidad del turión cosechado. Los turiones cosechados sin agoste presentan un contenido mayor de fibra que los cosechados bajo condiciones de agoste. (**Kruger, 1968**).

La frecuencia con que se cosecha una plantación va a incidir directamente en su vida comercial. En climas templados donde sólo se cosecha una vez al año, la vida de la plantación alcanza fácilmente los 18 a 20 años. En zonas tropicales y subtropicales donde las condiciones ambientales permiten la realización de dos cosechas al año como en el Perú, la vida comercial se reduce a 10 años. Se puede cosechar en dos estados: espárragos verdes o blancos. El peso promedio de peso por turión es mayor en blanco, lo que se compensa por el mayor número de turiones en el verde (**Montes y Holle, 1978**).

Como cualquier cultivo la cosecha representa la culminación de todo proceso de preparación y manejo. El espárrago representa además una etapa continua e intermedia, porque las condiciones y duración de ella, redundarán no sólo en la cosecha presente, sino en las posteriores. Teniendo en cuenta que, a la primera cosecha, la corona todavía no está bien formada, ésta debe durar poco tiempo, lo suficiente para que se produzca un alto porcentaje de turiones de primera calidad, gruesos y bien formados, pero apenas baje

la proporción se debe terminar la cosecha, pues esto significa que la plantación agotó las reservas. Este tiempo de la primera cosecha no debe ser mayor a 15 días. Para las subsiguientes será de 30 días. Es buena práctica esperar 7 a 8 meses para las siguientes campañas, donde las coronas estarán bien desarrolladas (**Delgado de la Flor et. al., 1987**).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “La Peña”- Facultad de Agronomía – UNPRG, ubicada a 1 km de la Ciudad de Lambayeque, a 5°45’ de latitud sur y 79°50’ de longitud oeste y a una altitud de 18 m.s.n.m.

3.1.2. MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS

En el campo experimental, se realizó un muestreo al azar con la finalidad de obtener una muestra compuesta en el extracto de 0 a 30 cm.

Luego obtenida la muestra fue secada al aire para posteriormente proceder a su molienda y tamizado (N° 10).

El análisis textural – químico, se realizó en laboratorios de suelos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

El suelo experimental, presentó textura franco arenoso

CUADRO 1: Análisis De Suelo

muestra	C.E.	pH	M.O.	N.	P	K	CO ₃ Ca ₂	Clase textural
	Ms/cm		%	%	p.p.m	p.p.m	%	
suelo	1.90	7.80	1.75	0.0986	4.16	530	0.2	Franco arenoso

Fuente: laboratorio de suelos UNPRG – FAG

Por los resultados de conductividad eléctrica tenemos un suelo ligeramente salino, buen nivel de materia orgánica y bajo nivel de nitrógeno. Rico en fosforo.

Suelos más aptos para el espárrago deben ser sueltos, fértiles, sin piedras y profundas. El espárrago como cultivo tiene una rápida expansión de sus raíces que será mayor si el suelo es suelto, pues la oxigenación de éste será también mayor, es decir suelos o franco arenosos. El espárrago es una planta que resiste un alto contenido de alcalinidad y salinidad comparado con otras plantas cultivadas. Además, esta planta requiere un alto contenido de materia orgánica por tratarse de un cultivo cuya cosecha es una parte vegetativa, que debe disponer de elementos nutritivos durante un lapso largo, por ser una planta perenne.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA

Teniendo como finalidad seleccionar los diferentes factores climáticos, especialmente la temperatura, se hizo un promedio de los datos meteorológicos, correspondientes a esta zona durante el tiempo que duró el trabajo de investigación, los mismos que fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (**SENAMHI**) del

departamento de Lambayeque, Perú. La temperatura mensual osciló entre 15 °C y 31.2 °C .

Se puede deducir que los factores climáticos fueron favorables para el desarrollo del cultivo, no así la alternancia de temperaturas altas y bajas entre el día y la noche que afectaron probablemente la absorción de nutrientes y el rendimiento del espárrago.

Cuadro 2: Características Climáticas de Lambayeque

MESES	Max(°C)	Min(°C)	Precipitación(mm)
ENERO	30	19.9	2
FEBRERO	30.9	20.7	2
MARZO	31.2	20.6	11
ABRIL	29.5	19.3	3
MAYO	27.4	18.2	1
JUNIO	25.2	16.5	0
JULIO	24.3	15.5	0
AGOSTO	23.8	15	0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Las temperaturas ambientales óptimas de crecimiento de esta planta se encuentran entre los 14°C y 22°C, aunque son favorables las temperaturas entre 12°C y 28°C. La alternancia de temperaturas altas y bajas entre el día y la noche, con una diferencia de alrededor de 8°C favorece el crecimiento de la planta, siempre y cuando las temperaturas mínimas no bajen de 8°C, ya que los turiones son muy sensibles a estas bajas temperaturas.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la conducción del presente trabajo se utilizó el cultivar híbrido UC – 157 F1, la cual ya estaba establecida con 5 años de edad, variedad de polinización abierta, originada en la Universidad de California, con características especiales traducidas en ventajas para el buen desarrollo de un esparragal como su alta productividad, poca resistencia a la Roya y Fusarium, turiones grandes de color verde oscuro, con tono púrpura, oscuro en la punta, no es precoz y está muy bien adaptado a la zona en estudio, la desventaja es que no es uniforme en calidad de turiones. Una característica saltante es que presenta mayor porcentaje de plantas femeninas.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Altura de planta.

Diámetro de planta.

Número de turiones por parcela

Peso de turión

Diámetro del turión de espárrago.

Calidad de los espárragos.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

T1. Trasplante con plántulas de 3 meses de edad

T2. Trasplante con coronas de 8 meses de edad.

T3. Plantación directa de espárrago.

El campo experimental se dispondrá de la siguiente manera:

Bloques:	Nº de bloques -----	04
	Nº de parcelas por bloque -----	3
	Largo del bloque -----	24 m
	Ancho de bloque -----	5 m
	Área de bloque-----	120 m

	Ancho de calles -----	1.5 m
	Largo de calles -----	24 m
Calles:	Nº de calles -----	03
	Área de calles -----	108 m ²
Parcelas:	Largo de parcela -----	8 m
	Ancho de parcela -----	5 m
	Nº de surcos por parcela -----	04
	Área de parcela -----	40 m ²
	Unidad neta de cosecha -----	20 m ²
Surcos:	Largo de surco -----	5 m
	Separación entre surcos -----	2 m
	Hileras por surco -----	01
	Golpes por surco -----	16
	Distancia entre golpes -----	0,3 m
	Nº de plantas por golpe -----	01
Área neta del experimento:		480 m ²
Área total del experimento:		588 m ²

3.4.1. Siembra directa

La siembra directa se utilizó 3 kg de semilla/ha, depositando las semillas separadas entre sí unos 25 cm, dejando un metro y medio aproximadamente entre líneas.

3.4.2. Siembra de plántulas

Se trasplantó una plántula de a 3 meses de edad y una altura entre 12 y 16 centímetros; 30 cm entre plantas y 1.5 m entre líneas

3.4.3. Siembra de coronas

Para esta modalidad se extrajeron las coronas con mucho cuidado, se desinfecto previo al trasplante un futuro óptimo del cultivo y poder exigir una buena producción en el primer año después de la plantación, es necesario que las coronas tengan un peso mayor de 20 – 25 gramos, que estén sanas y enteras y que cuando se planten las yemas no estén movidas, deben desinfectarse antes de proceder a su plantación; esta desinfección debe ser con productos fungicidas para evitar que haya infección por enfermedades, y también se aplica un insecticida cuya acción sea de ingestión irá bien para evitar los daños que puedan causar los gusanos de suelo.

Las raíces deben quedar abiertas totalmente abiertas, en la posición natural que traen del almacigo; se pondrá el máximo cuidado de que las yemas queden colocadas hacia arriba. A continuación, se tapan con unos 10 cm de tierra.

3.5. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Por tratarse de un cultivo de ciclo vegetativo perenne, con cinco años, va a utilizarse una cosecha o campaña para evaluar los tratamientos de los tres tipos de siembra. Una vez concluido el recojo de espárragos anterior (8^{va} cosecha), se dejará que todo el campo brote, con lo que estaríamos comenzando y/o entrando a una nueva campaña o hacia una nueva de la cosecha. Por tratarse de espárrago verde, no se aporcará.

FERTILIZACIÓN

Fórmula de abonamiento:

N	P	K
210	180	100

Fueron utilizadas como fuentes fertilizantes:

Úrea, fosfato de amonio y sulfato de potasio.

La fertilización fue fraccionada en tres épocas, la primera 1/3 de N, todo el potasio y todo el fosforo.

La segunda fertilización 1/3 de N a los 2 meses del brotamiento.

La tercera fertilización la ultima 1/3 de N previo a la cosecha (al chapodo).

RIEGOS

Se aplicaron riegos por gravedad, cada 15 días siendo de tipo pesado, para luego suspenderlos al iniciar el periodo de agoste y para luego regar después de haber realizado el chapodo y durante la cosecha.

CONTROL DE MALEZAS

Este control se realizó en forma manual utilizando palana, cada vez que fue necesario al advertir la presencia de malezas, entre las más importantes se tuvo:

“Grama dulce” : *Cynodon dactylon*

“Yerba del Gallinazo” : *Chenopodium murale*

“Coquito” : *Cyperus rotundus*

“Raja mano” : *Malvastrum coromandelianum*

CONTROL FITOSANITARIO

Solo se hizo una aplicación para el problema de roya. Utilizamos TEBUCROP (tebuconazol) 30 ml por mochila manual de 20 litros.

AGOSTE

Al cumplir el cultivo 4 meses, después de la cosecha anterior, fue sometido a un periodo de “agoste” por un lapso de 60 días aproximadamente, precediéndose a aplicar un riego por gravedad previo al agoste, luego suspenderlo hasta completar la etapa de cosecha (chapoda).

CHAPODO

Luego del periodo de “agoste”, se efectuó el chapodo que consiste en eliminar a nivel de la corona toda la parte aérea de la planta, labor realizada a palana, luego se aplicó un riego ligero para activar las yemas dormidas por el agoste y ablandar el terreno.

COSECHA

La cosecha se realizó a una semana de efectuado el chapodo, tuvo una duración de 30 días consecutivos, en las primeras horas de la mañana.

Se cosecharon los turiones ubicados en los dos surcos centrales y luego el resto de los turiones.

Para esto se utilizó un cuchillo, introduciéndola hasta la base de la planta (corona), se cosecharon turiones verdes de un tamaño superior a 23 cm, los que fueron llevados al laboratorio en bolsas blancas de plástico para hacerlas el corte a 22.5 cm, luego pesarlas, calibrarlas y clasificarlas.

MANEJO POST COSECHA

Al haberse efectuado la cosecha del turión hay que protegerlo inmediatamente de los rayos solares, para que no pierdan su turgidez, lo que atenta contra la calidad porque los cambios químicos tienden a reducir la cantidad de azúcares y aumenta la cantidad de fibra: siendo este proceso muy acentuado en espárragos verdes durante las 24 horas posteriores a la cosecha.

3.6. EVALUACIONES

3.6.1. Rendimiento

Se pesó en cada recojo los turiones obtenidos en la unidad neta de cosecha por cada tratamiento y repetición, para finalmente obtener el rendimiento acumulado de parcela (después de 30 días de recojo), que se elevará a hectárea a fin de expresar los datos en Kg/ha.

3.6.2. Componentes de rendimiento

- a. **altura de planta (cm):** Especialmente al final de la campaña, se tomará la medida de la planta desde el cuello del tallo hasta la punta de la rama mayor, expresando los valores en cm. Este parámetro se hará tomando 10 plantas como muestra.
- b. **Diámetro de planta (cm):** Se hizo en forma similar a los datos biométricos, tomando las mismas plantas de muestra elegidas para altura de planta; es decir 10 plantas del surco central. Se mide el ancho en el sentido opuesto a la dirección del surco.

- c. **Número de turiones por parcela (N°):** En cada recojo se contará el número de turiones obtenidos en la unidad neta de cosecha, dato que se dividirá entre el número de plantas existentes por surco, para saber finalmente el número de espárragos por planta. Esto se hizo en cada tratamiento y repetición. Al final de la cosecha se tendrá el número total de turiones por parcela y por planta.
- d. **Peso de turión (g):** En cada parcela, se tomó del surco central un atado de 10 turiones y se pesó. El valor obtenido se dividirá entre 10 y así se tendrá el peso individual de turión. Estas muestras se tomaron en diferentes momentos de la cosecha, durante el mes, para así obtener un peso promedio de turión por tratamiento y por repetición. El peso de turión se expresa en gramos.
- e. **Diámetro del turión (mm):** Con ayuda de un vernier se midió el diámetro de la parte media del turión, se tomó una muestra de 10 turiones al azar. El valor se expresa en milímetros.

3.6.3. Calidad.

Los espárragos cosechados por parcela se clasificaron de acuerdo con los estándares de calidad del mercado de exportación, considerando básicamente turiones de primera y de segunda categoría; además se estimó el espárrago de descarte. Los estándares corresponden a los establecidos por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

PRIMERA CALIDAD.

Agrupar a las categorías de 3era (7 a 10mm), 2da (11 a 14mm) y 1era (15 a 25mm) todas estas categorías con puntas cerradas.

SEGUNDA CALIDAD.

Agrupar a la categoría de punta ligeramente floreada, poco torcida o abierta (de 7 a 25mm)

DESECHO.

Turiones torcidos, floreados, fuera de grosor, daños físicos.

Floreado: se presenta mayormente en verano debido a las altas

Temperaturas y/o al déficit hídrico y también en los últimos días de cosecha por la disminución de los carbohidratos. En los meses de enero prácticamente es inevitable el floreado aun en campos que inician recién su cosecha y que están bien abastecidos de agua. la única manera de evitar el floreado es cortando más pequeño el turión, a unos 16 cm, pero esto trae repercusiones en el rendimiento, que obviamente será menor

Flácido: básicamente es un problema de deshidratación presentándose sobre todo cuando hay deficiencias en el régimen hídrico y también cuando el producto no es recogido a tiempo por los camiones de cosecha y el producto queda expuesto por al menos dos horas, el problema se incrementa con el paso de las horas.

Acanalado: se incidencia es baja y cuando se presenta es cuando hay variaciones en los riegos, aunque también se dice que es por deficiencia de calcio. Algunas veces también se presenta cuando hay muchos tocones en el suelo y raspan el turión desde cuando éste emerge.

Gancho: por lo general se presenta cuando hay daño mecánico de cuchillo. Al mínimo toque, el turión se empieza a doblar y se tiene que desechar si es que es muy pronunciado el gancho. Si el problema se presenta en turiones pequeños, se tiene que tomar medidas con el personal porque los rendimientos se pueden ver afectados. También se presentan

gancho por comeduras de larvas de lepidópteros de 4to o 5to estadio que han quedado como remanentes en el desbroce sobre todo en suelos arenosos, si es fuerte se tienen que hacer riegos pesados. Si se presentan ganchos y no hay daño de cuchillo ni de lepidópteros, los especialistas mencionan que puede ser por deficiencia de calcio o desbalance Ca y B (Sánchez,2005)

Hueco o fofo: se presenta sobre todo la campaña de verano y se da por la deficiencia de calcio o boro (Sánchez, 2005)

Turiones fuera de forma: se dan cuando está por terminar la cosecha y sobre todo en zonas donde hay demasiada tierra sobre la corona. El turión se empieza a ensanchar desde su brotamiento y al salir del suelo se empiezan a rajar por el ensanchado es excesivo.

Turiones cortos: es básicamente una deficiencia del personal que no calcula bien y corta los turiones de menor medida. La medida de control es una mejor supervisión del personal de cosecha porque esta deficiencia reduce el rendimiento del campo.

Turiones largos: al igual que el anterior, es por falla del personal y del supervisor. Se presenta con mayor frecuencia en el verano, donde la tasa de crecimiento es mayor y por el déficit de personal experimentado en esta labor

Daño de tocón: se da solo durante los primeros días en los cuales los tocones no han empezado a descomponerse y su dureza empieza a raspar el turión emergente. Con el avance de los días y con los riegos frecuentes, los tocones empiezan a descomponerse y su daño se vuelve imperceptible

Turiones con excesiva base blanca: se da principalmente cuando el personal introduce mucho el cuchillo o cuando lo cortan demasiado "parado" para no dañar los turiones que recién están emergiendo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Prueba de los Supuestos del Análisis de Varianza

4.1.1. Contraste de Normalidad de los Datos

Previo a la realización de los análisis estadísticos respectivos, se realizaron las pruebas de normalidad de los datos, que es una de las asunciones del análisis de varianza, para la aplicación de la estadística paramétrica. Para que los resultados de los análisis tengan validez y se pueda hacer el proceso de inferencia estadística a partir de la muestra. (EISENHART 1974 **MILLER** N. J y **MILLER** J.C. 2002).

Es necesario que muchos contrastes estadísticos supongan que los datos utilizados proceden de una población normal. Para este caso se trabajó con la información del rendimiento que es la variable dependiente, se encontró que tiene distribución normal, como se nota en los resultados de los análisis y el gráfico correspondiente, se observa que todos los datos de los tratamientos caen dentro del cinturón de seguridad de la prueba (intervalos de confianza) resultados que indican que los datos no tienen una distribución normal ($P=0.005 < \alpha$). Se muestran los resultados de los intervalos de confianza (límites inferior y superior) al 95 % de confianza para la distribución.

La prueba de la normalidad se hizo con la metodología de Anderson y Darling con las metodologías de Ryan – Joiner (similar al de Shapiro-Wilk) y Kolmogorov-Smirnov), los resultados fueron semejantes.

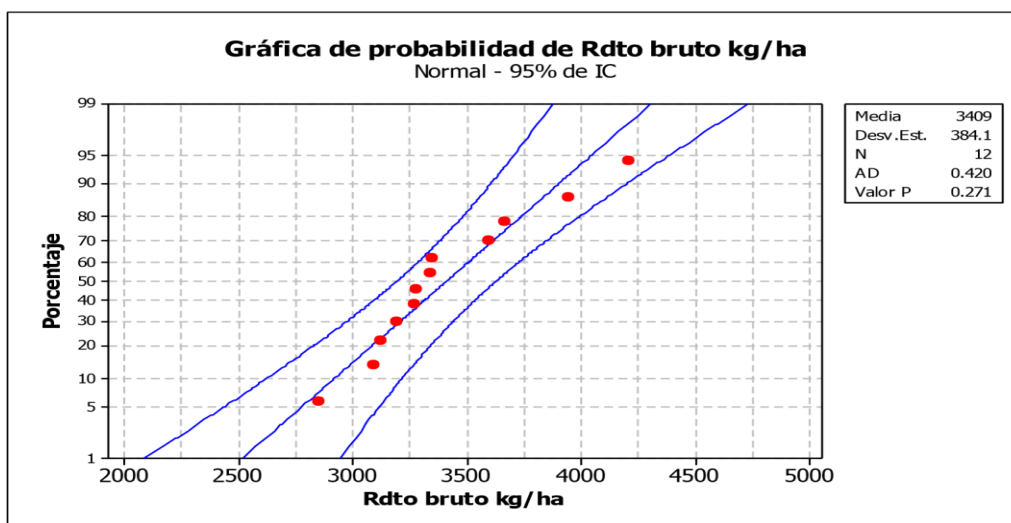
La hipótesis para la prueba de normalidad fue:

Ho: los datos siguen una distribución normal

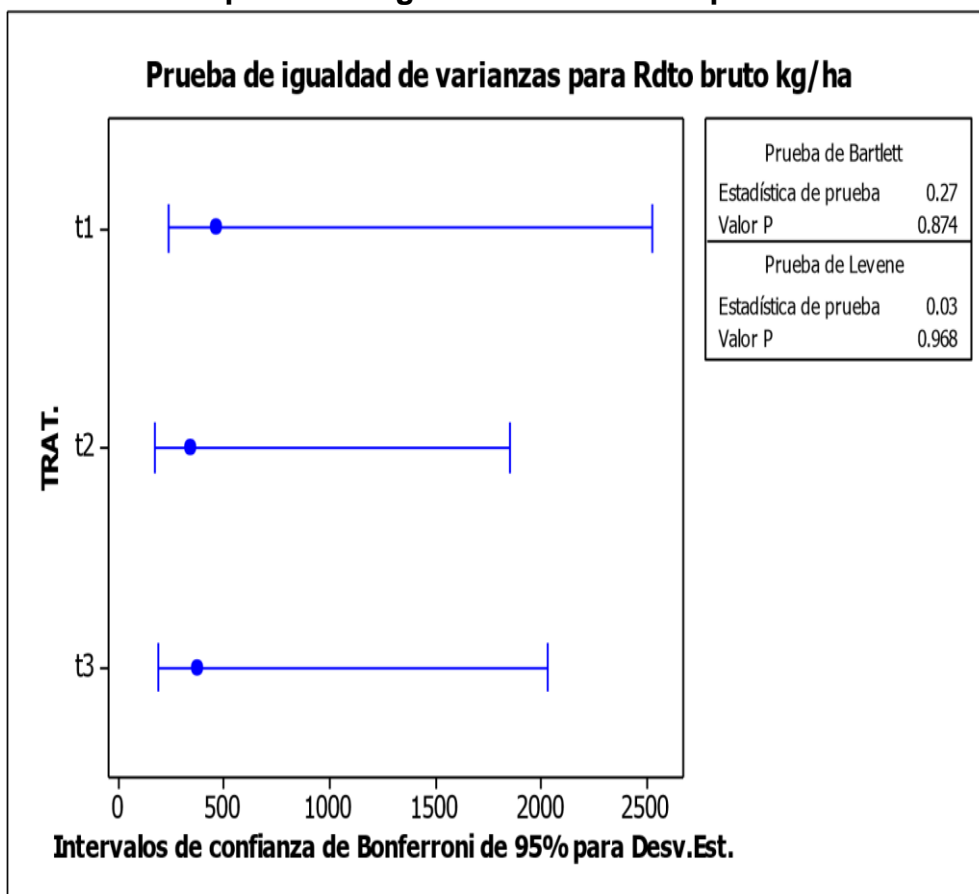
H1: los datos no siguen una distribución normal,

La prueba estadística fue la correlación, como hay puntos que están dentro del cinturón se dice que los datos tienen una distribución normal, entonces se acepta la hipótesis nula, indicando que las muestras tienen una distribución normal.

Gráfico 1: probabilidad de rendimiento bruto Kg/ ha



Grafica N°02: prueba de igualdad de varianza para rendimiento bruto Kg/ha



4.2. Rendimiento bruto:

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación no se encontró significación estadística para los tratamientos en estudio, pero si diferencia en cantidad numérica, esto resulta debido a efectos aleatorios, ya que en esta evaluación el coeficiente de variabilidad fue de 5.12 %; valor que muestra que los datos son variables, es debido a la variabilidad de los atributos evaluados.

El promedio general del experimento para esta característica fue de 3409.29 Kg.ha⁻¹.

En el primer año de producción, se tiene que ser muy prudente con la expectativa de producción. Por lo general, en el primer año se hace una estimación de 1500 Kg/ha por la capacidad de la planta en la formación de yemas durante la cosecha, es mucho menor que una esparraguera de tres años a más; según **D. Fernandez** (2015)

Pero en la presente tabla nos muestra que el tratamiento N°: 1 (siembra plántulas) fue la que mejor rendimiento tuvo a diferencia de los demás.

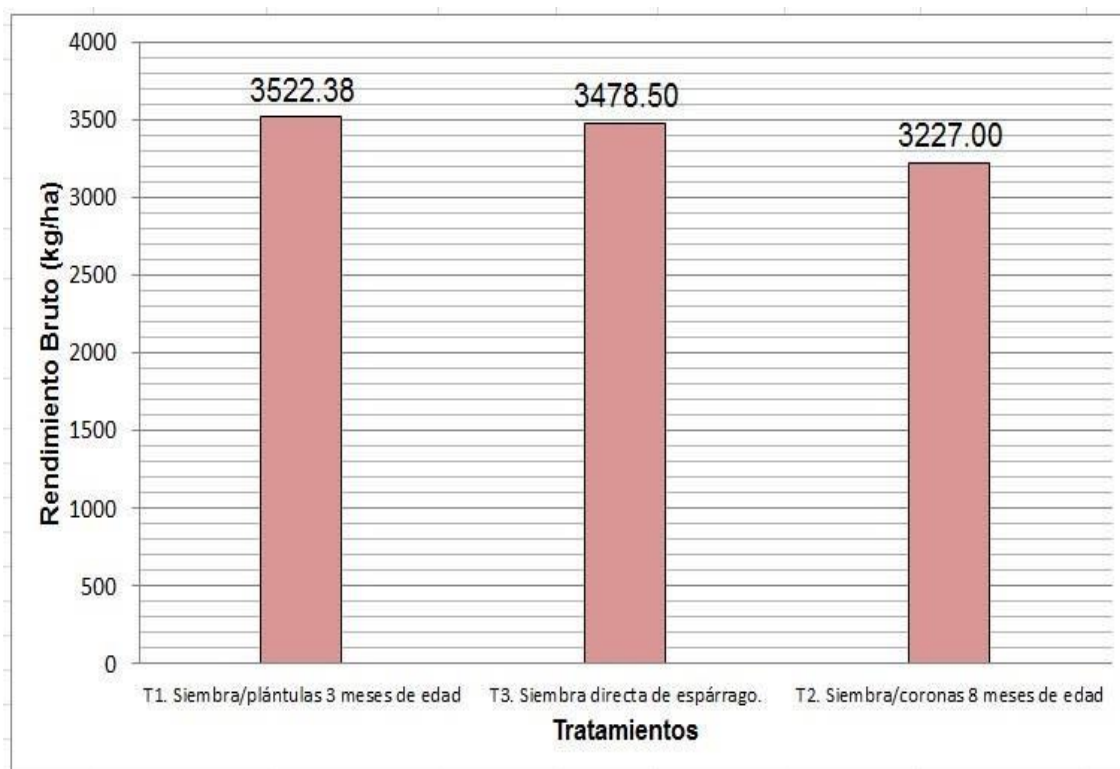
Según **Fernandez (2015)** Bajo las condiciones de Jayanca el incremento de los rendimientos es de aproximadamente 1500 kg/ha de un año a otro. Hasta el momento el rendimiento máximo que se ha logrado es de 9500 kg/ha, teniendo muy en cuenta que esta zona tiene muchos problemas de agua, es decir el déficit es considerable para algunos lotes, teniendo en cuenta que se cosechó dos veces al día el mismo lote.

Cuadro 4: Rendimiento bruto en evaluación de la calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.

O.M.		Tratamientos	Rdto bruto kg/ha	Sign
1		T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	3522.38	A
2		T3. Siembra directa de espárrago.	3478.50	A
3		T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	3227.00	A
		Promedio	3409.29	

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

Grafica N° 03: Peso de turiones (Kg.ha-1), para encontrar el rendimiento bruto de los tratamientos.



4.3. Calidad de turión según la categoría:

En el Cuadro N°05 se muestran los cuadrados medios, la significación estadística, coeficientes de variabilidad del estudio evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque. Se observa que para la fuente de variación de los tratamientos no se encontró significación estadística, mostrando que el diseño experimental fue el adecuado, por el control efectivo del error experimental, como lo sostienen Steel y Torrie (1998). Los coeficientes de variabilidad muestran que las características evaluadas tuvieron rangos de variabilidad en 3.32 %, para la segunda categoría y 17.93% para la primera categoría; encontrándose que todos los coeficientes son bajos, están dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables de la conducción experimental y toma de datos, y que los datos proporcionan una información precisa y los datos de las dos últimas evaluaciones son poco variables como lo indican Martínez (1995) y Toma (2009)

según **Fernandez (2015)** El calibre mínimo a enviar es el "small" (5-8 mm, medidos en la base del turión), lo que se denomina pitilla, cuyo calibre es menor a 5 mm, se debe dejar en campo.

Cuadro 5: Cuadrados medios, significación estadística, coeficientes de variabilidad en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque

CARACTERISTICAS	Bloque	Tratamiento	Error	Cv (%)
G:L.	3	2	6	
Primera categoría ($x+1$) ^{1/4}	0.080 ns	0.23 ns	0.08	17.93
Segunda categoría $\log_{10} x+1$	0.03*	0.01 ns	0.01	3.32
Tercera categoría	210661**	16818.94 ns	7753.94	4.53

La prueba de Duncan (0.05), no detectó significación estadística para ninguna de las categorías evaluadas, pero si diferencias numéricas; así en la primera categoría ocupa el primer lugar en el orden de mérito el tratamiento T1= Siembra/plántulas 3 meses de edad con 7.75 kg/ha, en la segunda categoría destaca, T3= Siembra directa de espárrago con 214.50 kg/ha, en la tercera categoría el tratamiento T2= Siembra/coronas 8 meses de edad, con 2017.75 Kg/ha.

En el Cuadro N°07 se dan los valores de las categorías en porcentaje notándose que el mayor porcentaje le corresponde a la categoría 3 y tratamiento T2. Siembra/coronas 8 meses de edad con un 91.58%, Mientras que en la categoría 1, los tratamientos T2. Siembra/coronas 8 meses de edad y T3. Siembra directa de espárrago, no presentaron turiones de calidad.

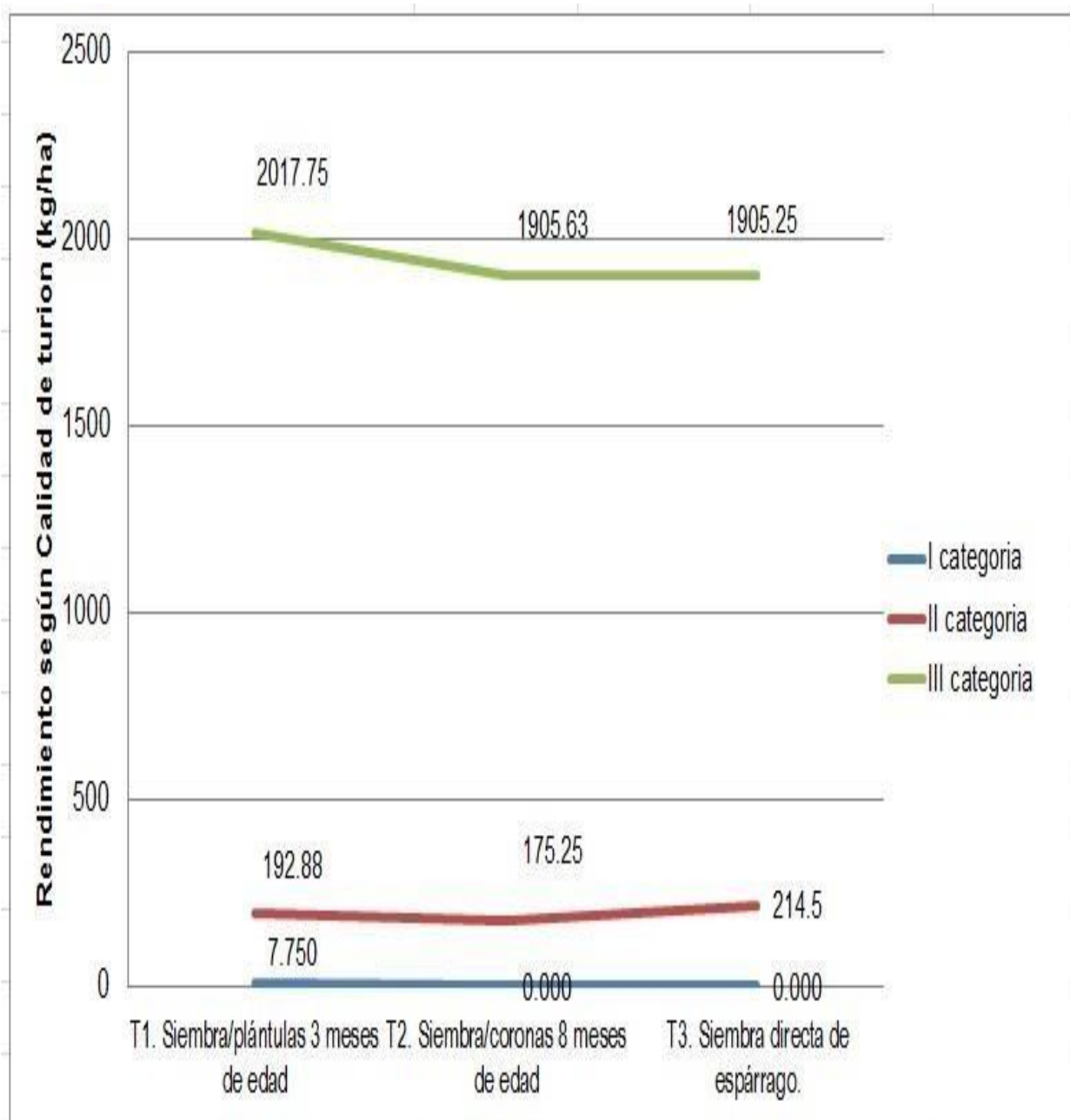
Cuadro 6: Rendimiento de turión según calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque

Tratamientos	I categoría (Kg)	II categoría (Kg)	III categoría (Kg)
T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	7.750 a	192.88 a	2017.75 a
T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	0.000 a	175.25 a	1905.63 a
T3. Siembra directa de espárrago.	0.000 a	214.50 a	1905.25 a
Promedio	2.583	194.210	1942.877

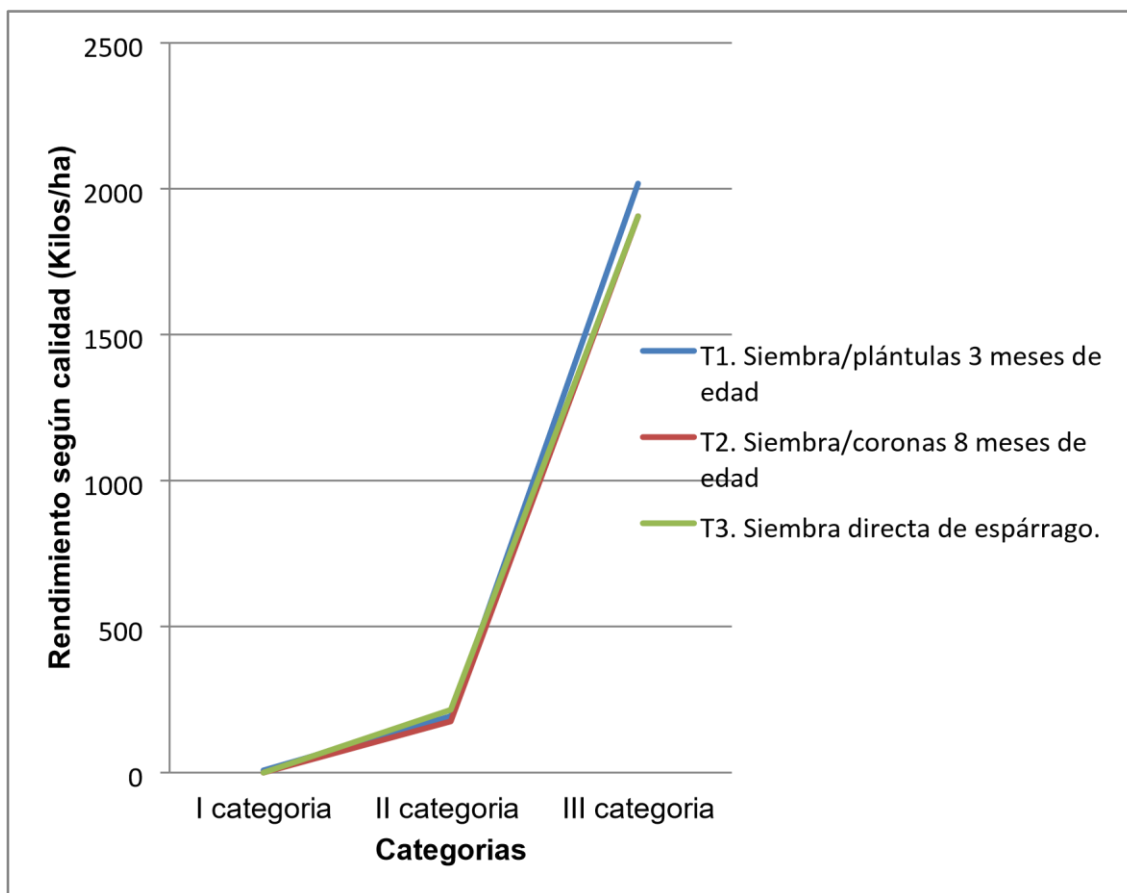
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Grafica 4: Rendimiento de turión según calidad de espárrago

(*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque



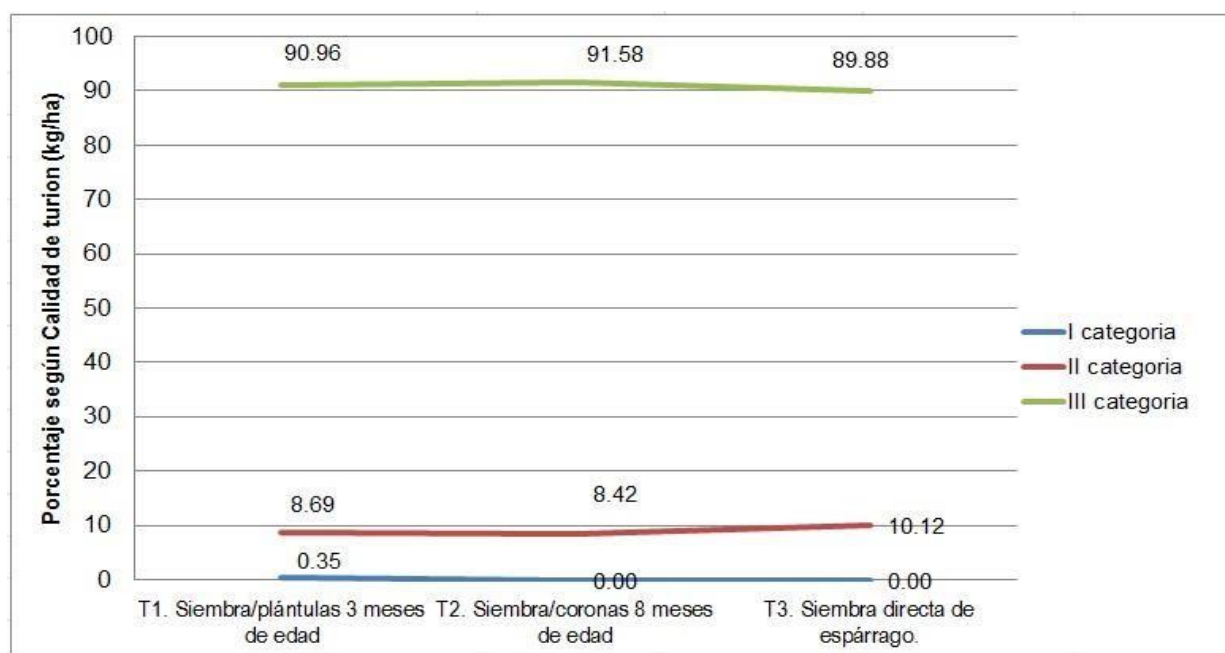
Grafica 5: Rendimiento de turión según calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque



Cuadro 7: Porcentaje en rendimiento de turión según calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque”

Tratamientos	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	T3. Siembra directa de espárrago.	Promedio
I categoría	0.35	0.00	0.00	0.12
II categoría	8.69	8.42	10.12	9.08
III categoría	90.96	91.58	89.88	90.80

Grafica 6: Porcentaje del peso de turión según calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque



4.4. Número de turiones por parcela:

El análisis de variancia para esta evaluación solo encontró significación estadística para bloques mostrando que el diseño experimental fue el adecuado, por el control efectivo del error experimental, como lo sostienen Steel y Torrie (1998).

El promedio del experimento fue de 6818.58 turiones:

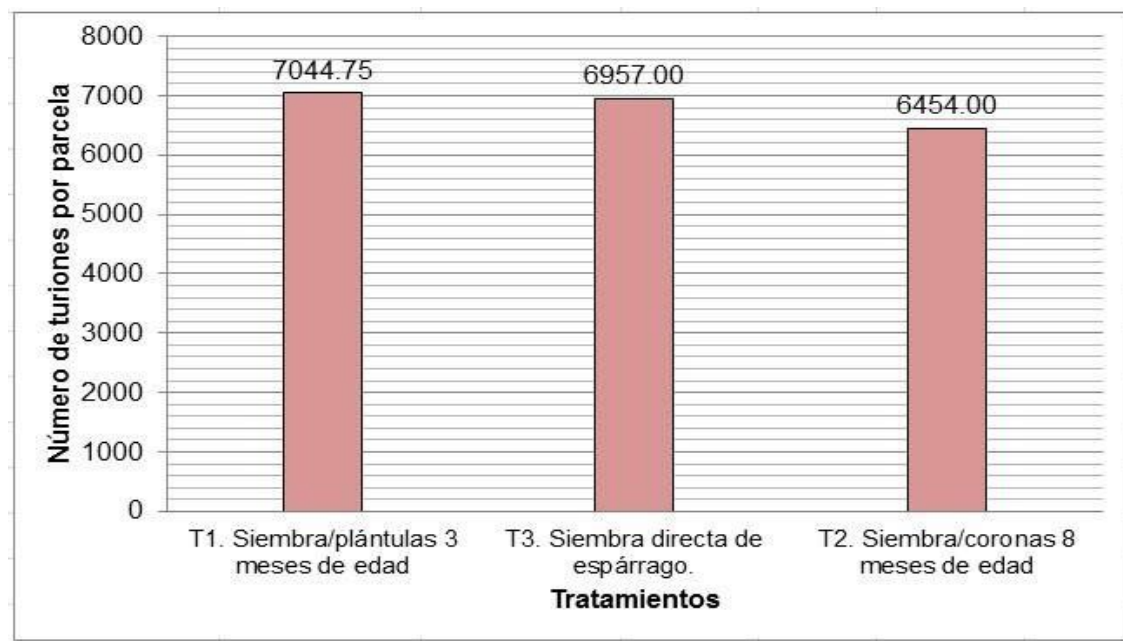
Al efectuar la prueba discriminadora de promedios ($\alpha=0.05$), no se encontró significación estadística, aunque el tratamiento T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad con 7044.75 turiones, se encuentra ubicado en el primer lugar de mérito (Cuadro N°09).

Cuadro 9: Números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque

O.M.	Tratamientos	Turiones/parcela	Sign
1	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	7044.75	a
2	T3. Siembra directa de espárrago.	6957.00	a
3	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	6454.00	a
	Promedio	6818.58	

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

Grafica 7: Números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.



4.5. Peso promedio de turión

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación no detectaron significación estadística para ninguna de las fuentes de variación del modelo, por lo que se acepta la hipótesis nula

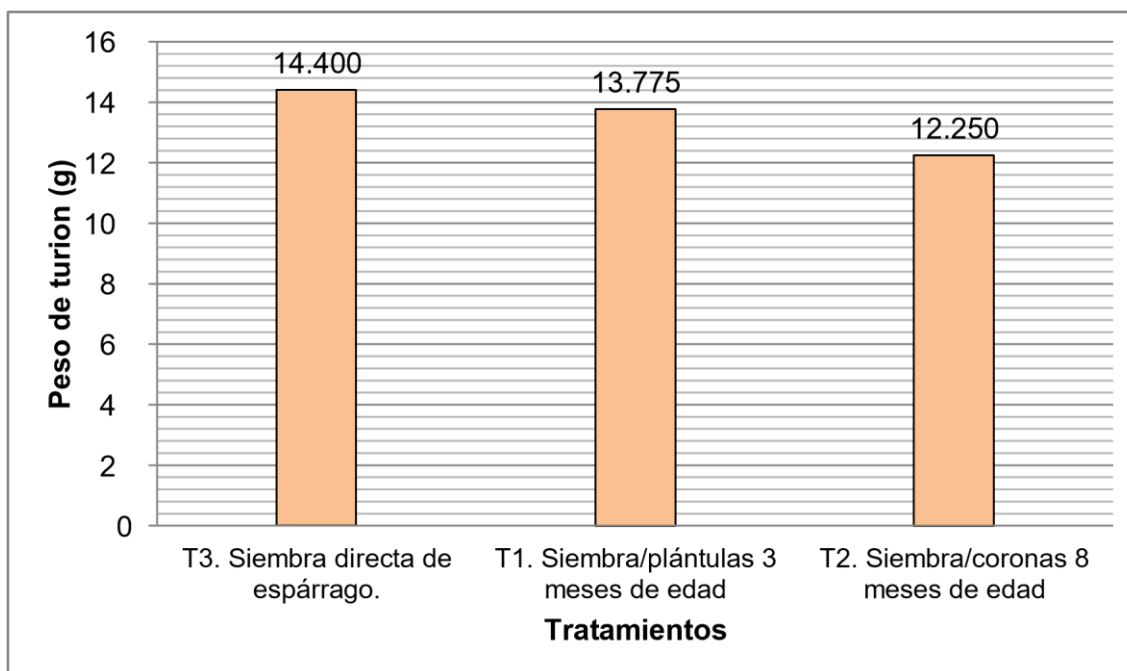
El promedio general del experimento para esta característica fue de 13.475 g.

Al efectuar la prueba discriminadora de Tukey ($\alpha=0.05$) a los promedios de tratamientos, no se encontró diferencias estadísticas, lo cual es atribuible a la exigencia de la prueba estadística, aunque el tratamiento T3. Siembra directa de espárrago, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito con 14.40 g (Cuadro N°11).

Cuadro 11: Peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque

O.M.	Tratamientos	Peso Turión g	Sign
1	T3. Siembra directa de espárrago.	14.400	a
2	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	13.775	a
3	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	12.250	a
	Promedio	13.475	

Grafica 8 Peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque



4.6 Diámetro de turión

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación no detectaron significación estadística para ninguna de las fuentes de variación del modelo, por lo que se acepta la hipótesis nula

El coeficiente de variabilidad fue de 5.37 valor bajo, que está dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables en la conducción experimental y toma de datos y que proporcionan una muy buena información y los datos son muy homogéneos como lo indican Martínez (1995) y Toma (2009)

. El promedio general del experimento para esta característica fue de 8.58 g.

Al efectuar la prueba discriminadora de Tukey ($\alpha=0.05$) a los promedios de tratamientos, no se encontró diferencias estadísticas, lo cual es atribuible a la exigencia de la prueba

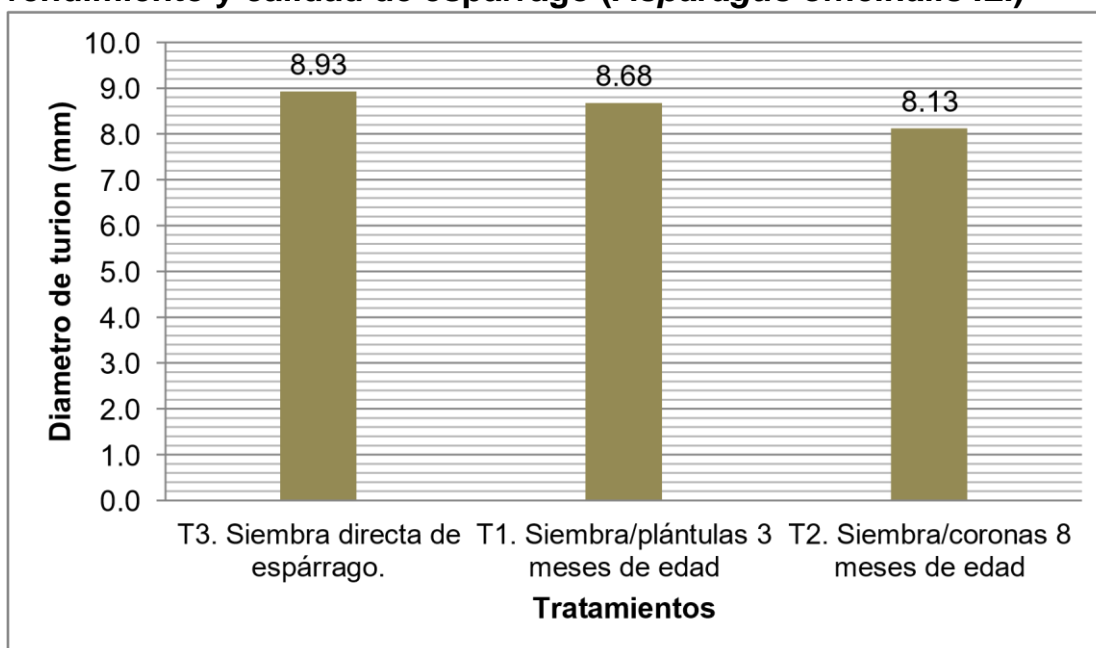
estadística, aunque el tratamiento T3. Siembra directa de espárrago, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito, con 8.93 mm (Cuadro N° 13)

Cuadro 13: Diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.)

O.M.	Tratamientos	Diámetro turión (mm)	Sign
1	T3. Siembra directa de espárrago.	8.93	a
2	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	8.68	a
3	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	8.13	a
	Promedio	8.58	

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

Grafica N°09: Diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)



4.7. Diámetro de plantas

El análisis de varianza para esta evaluación no detectó significación estadística para ninguna de las fuentes de variación del modelo, por lo que se acepta la hipótesis nula por lo que indica que diferencia estadística, y no influyo en la variación de rendimiento en los 3 tratamientos estudiados.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.66 valor bajo, que está dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables en la conducción experimental y toma de datos y que proporcionan una muy buena información y los datos son muy homogéneos como lo indican Martínez (1995) y Toma (2009)

El promedio general del experimento para esta característica fue de 46.88 cm para 10 plantas.

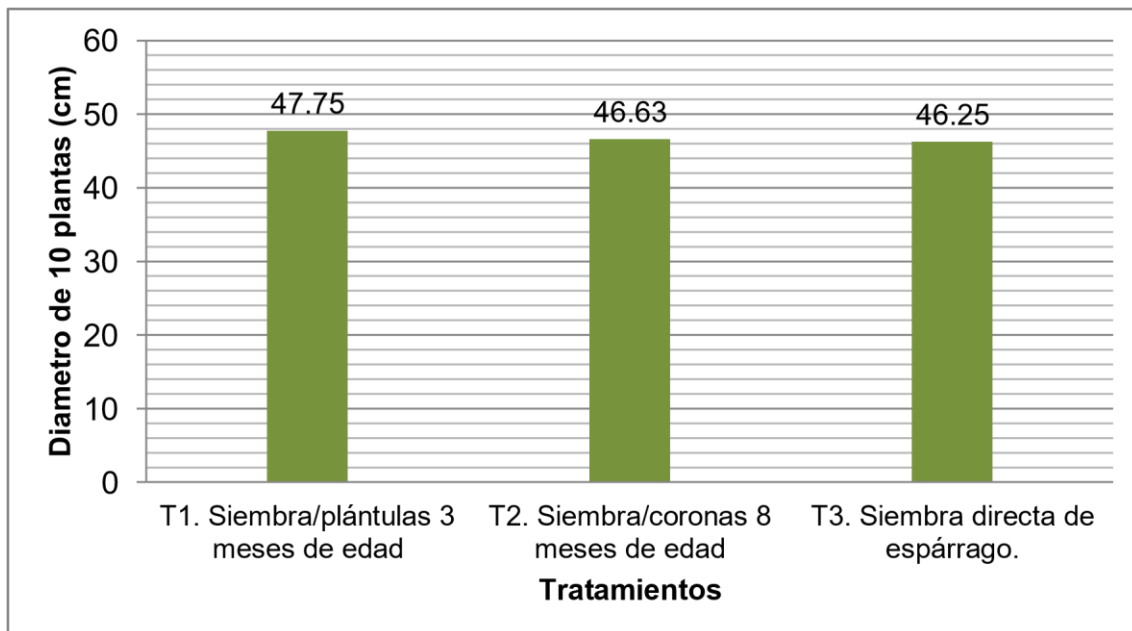
Al efectuar la prueba discriminadora de Tukey ($\alpha=0.05$) a los promedios de tratamientos, no se encontró diferencias estadísticas, lo cual es atribuible a la exigencia de la prueba estadística, aunque el tratamiento T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito, con 47.75 cm en 10 plantas (Cuadro N°15).

Cuadro N°15: Diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)

O.M.	Tratamientos	Diámetro de 10 plantas	Sign
1	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	47.75	A
2	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	46.63	A
3	T3. Siembra directa de espárrago.	46.25	A
	Promedio	46.88	

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

Grafica N°10: Diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)



4.8. Altura de planta:

El análisis de varianza para esta evaluación no detectó significación estadística para ninguna de las fuentes de variación del modelo, por lo que se acepta la hipótesis nula

El coeficiente de variabilidad fue de 7.33%, valor bajo, que está dentro de los rangos permitidos y que son indicadores confiables en la conducción experimental y toma de datos y que proporcionan una muy buena información y los datos son muy homogéneos como lo indican Martínez (1995) y Toma (2009)

El promedio general del experimento para esta característica fue de 15.03 cm.

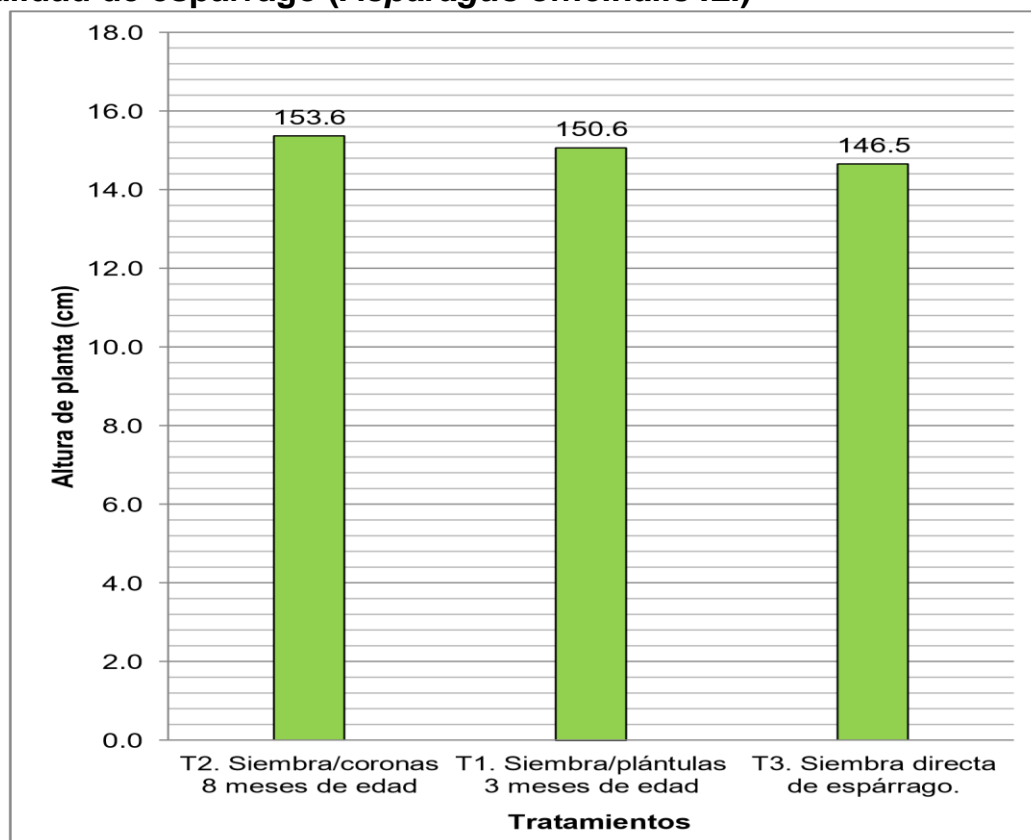
Al efectuar la prueba discriminadora de Tukey ($\alpha=0.05$) a los promedios de tratamientos, no se encontró diferencias estadísticas, lo cual es atribuible a la exigencia de la prueba estadística, aunque el tratamiento T2. Siembra/coronas 8 meses de edad, se encuentra ocupando el primer lugar en el orden de mérito, con 15.36 cm en 10 plantas (Cuadro N°17).

Cuadro N°17: Altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.)

O.M.	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Sign
1	T2. Siembra/coronas 8 meses de edad	153.6	A
2	T1. Siembra/plántulas 3 meses de edad	150.6	A
3	T3. Siembra directa de espárrago.	146.5	A
	Promedio	150.3	

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

Grafica N°11: Altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)



Cuadro N°18: Regresiones

Correlaciones: Rdto bruto k, II calidad, Diámetro tur, Peso Turion , ...

	Rdto bruto kg/ha	II calidad	Diámetro turion
II calidad	0.441		
	0.151		
Diámetro turion	0.378	0.656	
	0.225	0.021	
Peso Turion g	0.378	0.642	0.818
	0.226	0.024	0.001
Dia planta	0.405	0.272	0.051
	0.191	0.393	0.876
Altura pta	-0.188	-0.251	-0.366
	0.558	0.431	0.243
Turiones x par	1.000	0.441	0.378
	*	0.151	0.225

1era	0.462	0.210	0.124
	0.131	0.513	0.701
2da	0.811	0.564	0.534
	0.001	0.056	0.073
3era	0.846	0.431	0.116
	0.001	0.161	0.719
2da calidad	0.441	1.000	0.656
	0.151	*	0.021
Desecho	0.692	0.125	0.391
	0.013	0.698	0.209

Contenido de la celda: Correlación de Pearson

Valor P

Cuadro N°19: Regresión paso a paso: Rendimiento bruto (kg) y II calidad, Diámetro turión

Alfa a entrar: 0.15 Alfa a retirar: 0.15

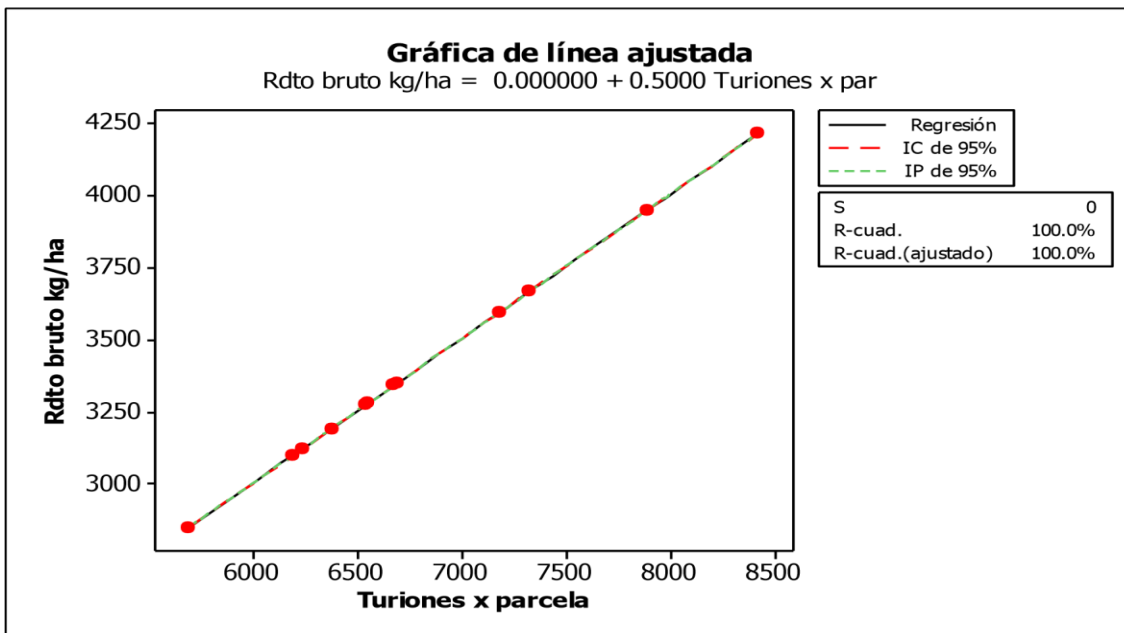
La respuesta es Rdto bruto kg/ha en 12 predictores, con N = 12

Paso	1
Constante	0.000000000
Turiones x par	0.50000
Valor T	*
Valor P	*
S	0.000000
R-cuadro.	100.00
R-cuadro. (Ajustado)	100.00

Análisis de regresión: Rdto bruto kg/ha vs. Turiones x par

Grafica N°12: La ecuación de regresión es

Rendimiento bruto kg/ha = 0.000000 + 0.500 Turiones x parcela



Análisis multivariado

Cuadro N°20: Análisis de componente principal: Rendimiento bruto kg, II calidad, Diámetro turión, Peso

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	8.5443	4.4557	0.0000	0.0000
Proporción	0.657	0.343	0.000	0.000
Acumulada	0.657	1.000	1.000	1.000
Variable	PC1		PC2	

Rdto bruto kg/ha	0.340	0.057
II calidad	0.339	0.065
Diámetro turión mm	0.324 - 0.153	
Peso Turión g	0.326 - 0.142	
Diámetro planta	0.101	0.453
Altura planta	-0.276	0.280
Turiones x par	0.340	0.057
1era	0.176	0.406
2da	0.282 - 0.268	
3era	0.176	0.407
2da calidad	0.339	0.065
Desecho	0.300 - 0.227	

PC1=Turiones por parcela

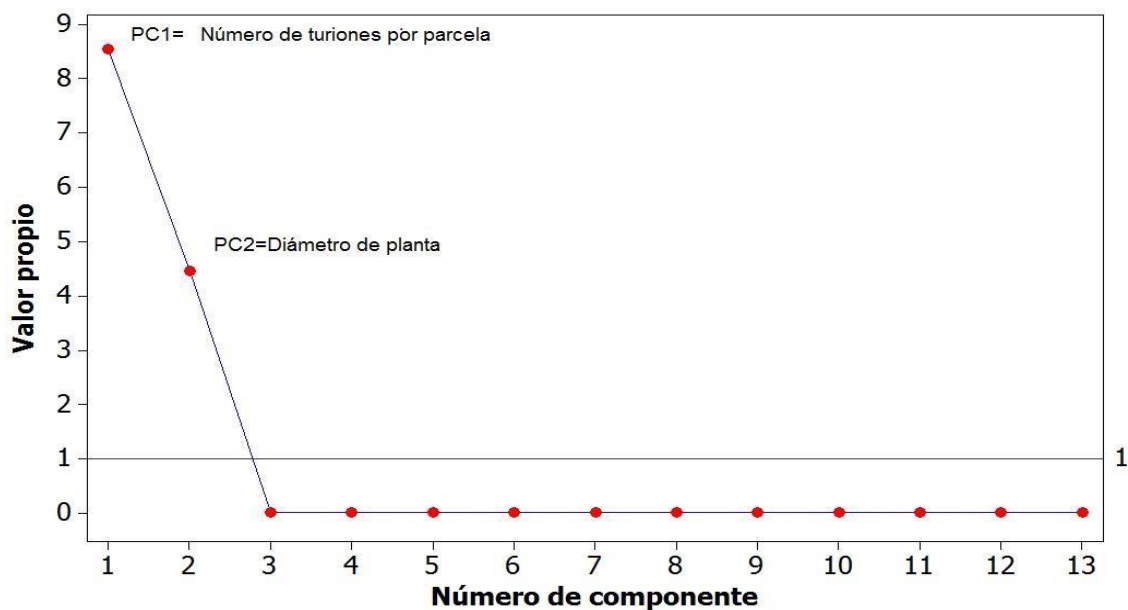
PC2=Diámetro de planta

Las dos variables explican el 100% del fenómeno

Gráfica N°13: sedimentación de Rendimiento bruto kg/ha, ..., desecho

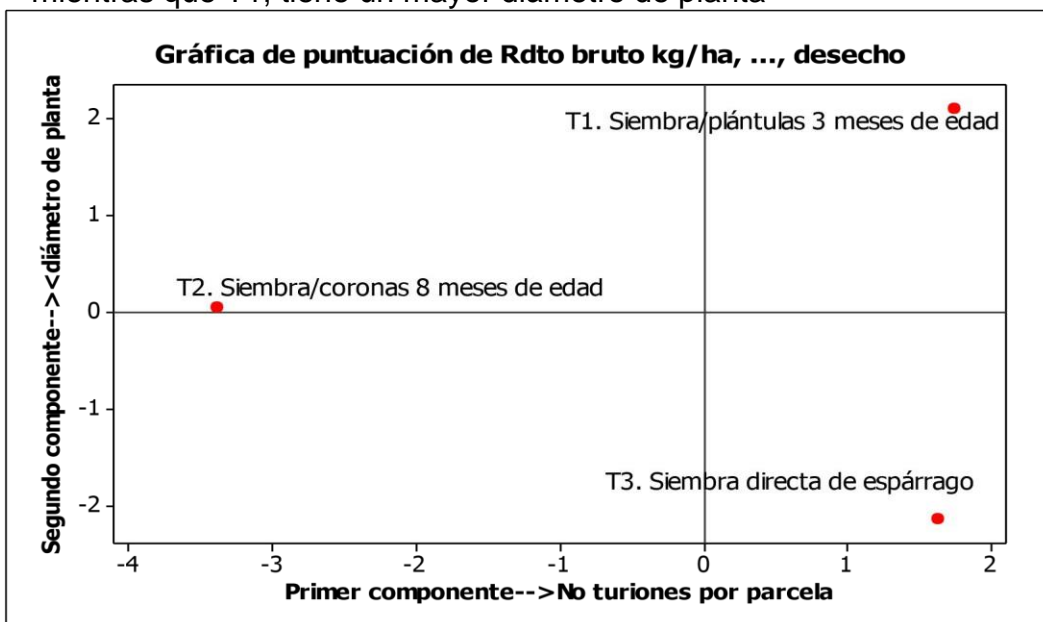
Los atributos más importantes en el presente trabajo son número de turiones por parcela y diámetro de planta, el resto de las variables son redundantes.

Gráfica de sedimentación de Rdto bruto kg/ha, ..., desecho



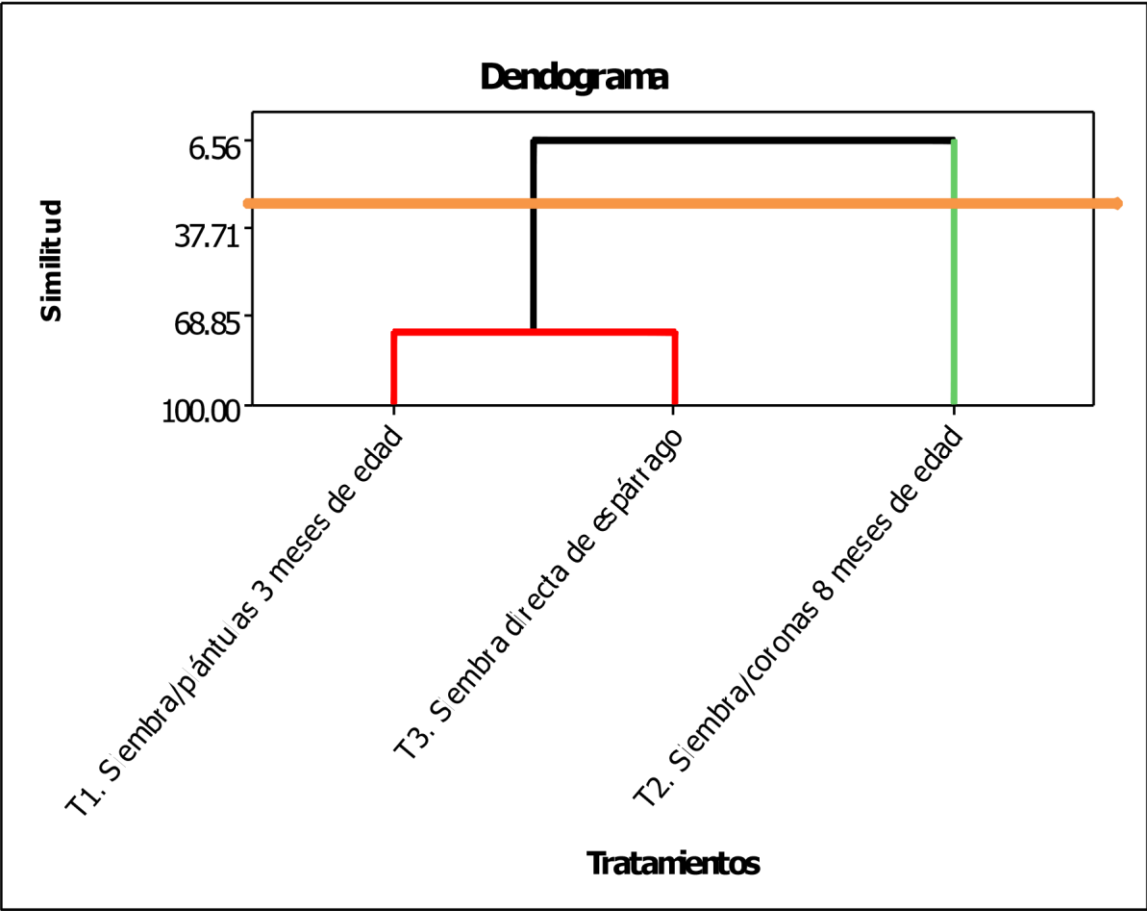
Gráfica N°14: puntuación de Rdto bruto kg/ha, ..., desecho

Tratamiento T1 y T3 tienen un mayor número de turiones x parcela, mientras que T1, tiene un mayor diámetro de planta



Grafica N°15: Dendrograma

T1 y T3 tienen un comportamiento similar y diferente a T2



Análisis económico

I.- INFORMACION REFERENCIAL IMPORTANTE Espárrago Cultivo Verde

Tipo de Cultivo	Semiperenne	
Variedad	U.C.157 F1	
	300.00	
Periodo Vegetativo Días(10mese)		
Tipo de Siembra (Directa - Indirecta)	Indirecta	
Periodo de Siembra	Enero-Feb	
Periodo de Cosecha días	30.00	
Campaña Agrícola	2014-2015	
Departamento	Lambayeque	
Provincia	Lambayeque	
Distrito Centro Poblado	Lambayeque	
Nivel de Fertilización (N-P-K)		210-180-100
Tipo de Suelo		Arcillo/Arenoso
		gravedad
Tipo de Riego		
Densidad(N° de Plantas/ha)(1.50*0.30)		22,222.0
Distanciamiento: entre plantas		0.30

Situación del terreno	Propiedad
Rendimiento(kg/ha)	2,500.00
Precio Promedio en Chacra S/./kg	3.2

RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDA D POR (ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	SUB TOTAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
A - COSTOS DIRECTOS					75.00
MANO DE OBRA					
Chapodo y limpieza de campo antes de tesis	JORNAL	3	25.00	75.00	
3.- Labores Agrícolas					325.00
Deshierbo	JORNAL	3	25.00	75.00	
1 ^{er} abonamiento(sembrado)	JORNAL	2	25.00	50.00	
2 ^{do} . Abonamiento (regado en surco)	JORNAL	1	25.00	25.00	
Control Fitosanitario	JORNAL	2	25.00	50.00	
Aplicación de herbicidas	JORNAL	1	10.00	25.00	
Riegos (10 riegos)	JORNAL	10	10.00	100.00	
4.- Cosecha					565.00
Chapodo y limpieza	JORNAL	3	25.00	75.00	

Rastrillada	JORNAL	1	15.00	15.00	
Riego precosecha	JORNAL	1	25.00	25.00	
Cosecha	JORNAL	30	15.00	450.00	
5.- INSUMOS					212.20
Fertilizantes					
Urea	BOLSAS		36.00		
Fosfato diamonico	BOLSAS		69.80		
Sulfato de potasio	BOLSAS		61.40		
Agroquimicos					
Herbicida golazo (sal de dimetilamina 2,4 D)	LITROS.	0,3	10.00		
Tebucrop (tebuconazol)	LITROS.	0.25	35.00		
TOTAL, COSTOS DIRECTOS (EN NUEVOS SOLES)					1177.20

RESUMEN:

I.-Costos Directos	1177.20
II.- Costos Indirectos	0.00
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCION:	1262.20

ANÁLISIS ECONÓMICO

1. Producción Estimada (kg) octava cosecha	KG	1,039.08
2. Precio de venta kg. En chacra	S/. POR KG	3.87
3. Valor bruto de la producción	S/.	4,021.24
4. Costo total de producción	S/.	1177.20
5. Utilidad Neta de la producción	S/.	2,844.04
6. Relación Beneficio Costo	S/.	3.42
7. Índice de Rentabilidad	%	29.28

En este trabajo de investigación se realizó análisis económico a partir de la 8va cosecha, continuamos con el cultivo ya establecido.

El índice de rentabilidad de 29,28% nos indica que, si se obtuvo ganancia, por cada sol invertido, se gana 29,28 % de sol.

V. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación y los materiales considerados se concluye con una confianza del 95% y un error $\alpha=0.05$ lo siguiente:

1. En cuanto a rendimiento, el tratamiento de siembra de plántulas supero numéricamente con respecto a los demás tratamientos 3522.38 Kg. ha⁻¹, y le siguen en orden de mérito siembra directa, siembra de coronas, respectivamente, no existió significaciones estadísticas entre ellas.
2. En cuanto a calidad, el tratamiento N°01=siembra de plántulas que obtuvo mejor diferencia numérica fue la que supero a los demás tratamientos, tanto en primera, tercera categoría. Y en cuanto a la segunda categoría el tratamiento N°03=siembra directa que obtuvo mayor cantidad con respecto a los demás tratamientos estudiados. Pero el que obtuvo mayor cantidad de desecho fue el tratamiento N°03 (siembra directa) a diferencia de los demás tratamientos.
3. No existió significación estadística entre los tratamientos en estudio en cuanto a calidad y rendimiento se refiere, pero se encontró diferencias numéricas.
4. Los datos cumplen con los supuestos del análisis de varianza por lo que los resultados encontrados merecen confianza.
5. Las variables más importantes en el presente trabajo son número de turiones por parcela y diámetro de planta

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con los ensayos experimentales en rendimiento y calidad de la variedad UC 157 comparándolas con otras variedades ya existentes como UC 115, Atlas y Rambo.
2. Realizar trabajos comparativos de rendimiento y calidad de esparrago con diferentes niveles de fertilización; comparando con diferentes variedades ya existentes en el mercado, empleando el riego por goteo.

VII. RESUMEN

El cultivo de espárrago se inició en el Perú a principios de la década del 50. Las primeras siembras se realizaron en el valle de Viru, partiendo de un pequeño proyecto familiar destinado a la exportación de espárrago blanco en conservas a Dinamarca; su crecimiento fue lento, circunscrito al departamento de la libertad y fragmentado a partir de 1972 por la reforma agraria. El espárrago, una planta representante de la familia de las liliáceas ha pasado a convertirse hoy en día en uno de los cultivos más importantes y uno de los 4 atractivos para el productor agrícola en los diferentes países y en la mayoría de los continentes.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundó La Peña – Facultad De Agronomía – UNPRG, ubicado a 1 km de la ciudad de Lambayeque, a 5° 45 de latitud sur y 79° 50 de longitud oeste y a una altitud de 18 m.s.n.m.

En el campo experimental, por su homogeneidad, se realizó un muestreo al azar con la finalidad de obtener una muestra compuesta en el extracto de 0-30 cm. Teniendo como resultado que el suelo presenta un tipo de suelo franco arenoso; indicando que es bueno para el desarrollo de las raíces y de los turiones al momento de su emergencia.

Con respecto a los factores climáticos se muestran favorables para el desarrollo del cultivo, no así la alternancia de las temperaturas altas y bajas entre el día y la noche que pueden afectar probablemente la absorción de nutrientes y el rendimiento del espárrago.

Las labores culturales que se realizaron en cultivo durante el proceso del proyecto fueron: Chapoda; que es la eliminación de la parte aérea de la planta para poder así comenzar

con el brotamiento de nuevos tallos y así dar inicio con la ejecución del proyecto. Después se retiró del campo toda clase de malezas dejando campo limpio, para luego proceder con el marcado del campo; tanto de los tratamientos como de las repeticiones.

Se aplicó el primer riego por gravedad y posterior a eso se aplicó el primer abonamiento, que consistía en aplicar 1/3 de urea, todo el fosforo y potasio; los riegos se dieron cada 10 días; el resto del fertilizante se aplicó en el transcurso del manejo del proyecto, el 1/3 de urea en la fase de crecimiento y el 1/3 restante al momento de la nueva cosecha. El control de malezas se realizó de forma manual con palana, tratando de no dañar los tallos nuevos en emergencia y que fue necesario cada vez que hubo presencia de nuevas malezas (coquito, turre macho, raja mano, etc.).

En el control fitosanitario se aplicó; TEBUCROP (tebuconazol) 30 ml por mochila de 20 litros, para prevenir la presencia de roya en el cultivo. Dada la edad de 4 meses después de la cosecha anterior se somete al cultivo al periodo de agoste, por un lapso de 60 días aproximadamente; que consiste en aplicar un riego por gravedad previo al agoste, hasta completar la etapa de cosecha.

Al completar el periodo de agoste se vuelve a realizar la labor de chapodo, que es la eliminación de la parte aérea de la planta y su retiro del campo.

Pasado esa labor se aplica el ultimo abonamiento (1/3 de urea) restante, para luego seguida de esa labor importante se aplica el riego, para que así se pueda facilitar la emergencia de los nuevos turiones.

La cosecha se realiza a una semana de haberse efectuado el chapodo, que tiene una duración de 30 días consecutivos durante las primeras horas de la mañana, para evitar que los rayos del sol caigan directamente y deshidrate los turiones.

Se tomaron en cuenta los tres tipos o formas de siembras de espárragos: que consistían en siembras con plántulas de 3 meses de edad, siembra con coronas de 8 meses de edad y siembra directa con semilla botánica.

Al evaluar todos los datos recolectados durante todo el proyecto, se obtuvo que el tipo de siembra de plántulas tuviera un mejor rendimiento con $3522.38 \text{ kg. ha}^{-1}$, superando al tipo de siembra directa que obtuvo un rendimiento de $3478.50 \text{ kg.ha}^{-1}$ y a siembra por coronas con 3227.0 kg.ha .

En cuanto a calidad, el tratamiento N°01 que obtuvo mejor diferencia numérica fue la siembra de plántulas que supero a los demás tratamientos, tanto en primera, tercera categoría. Y en cuanto a la segunda categoría el tratamiento N°03 que obtuvo mayor cantidad fue siembra directa con respecto a los demás tratamientos estudiados. Pero el que obtuvo mayor cantidad de desecho fue el tratamiento N°03 (siembra directa) a diferencia de los demás tratamientos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

AMARO, M. (1993). Variaciones del contenido de elementos minerales en espárrago. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, Argentina. 87 p

ASPRELLI, P., LÓPEZ-ANIDO F. y COUNTRY E. (2005). Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejo Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 67 p

BAZÁN, P. et al (2016). Productividad y calibres de híbridos de espárrago verde a diferentes densidades en su primer bienio productivo”. Artículo en Agronomía Colombiana. Disponible en <http://iicta.com.co/wpcontent/uploads/2017/02/673C.pdf.136> p

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

BENSON, B. (1987). Morfología y Fisiología del Espárrago. En : Tecnología de la Producción de Espárragos. Santiago, Chile. 56 p

BENSON, B. (1994). Perspectives for the Peruvian Asparagus Industry. In: Asparagus Seed and Transplant Inc. 387 p.

BENSON, B. (2002). Update of the world asparagus production areas, spear utilization and production periods. In: Acta Horticulture 589: 33 – 40 p.

CASSERES, E. (1984). Producción de hortalizas. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. 45 p

CASTAGNINO et al (2012). Productividad de una plantación de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *Altilis* L.) con diferentes tamaños de arañas y densidades en su sétimo año. Artículo científico de la Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Disponible en <http://www.rvcta.org> 78 p

CHACALTANA, J. (2015). Informe por servicios profesionales en el Cultivo de Espárrago (*Asparagus officinalis*) en el Fundo La Catalina Distrito de Tate, Provincia y Departamento de Ica. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Del Pozo A. (1999). Morfología y funcionamiento de la planta. En: Boletín N° 6 del INIA Quilamapu. Chillán, Chile. pp: 9 – 28.

Delgado de la Flor (1987). *Cultivos Hortícolas Datos Básicos*. Lima. Perú. EDIAGRARIA. 32 p

Delgado, F. (1992). Situación actual del cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. T.T.A. Ica, Perú.

Delgado, F., Montauban, R., Hurtado, F. (1987). Manual del cultivo de **espárrago**.

I.C.E. Lima, Perú. 134 p.

Drost D. (1997). *Asparagus. The physiology of vegetable crops.* CAB

International. New York, U.S.A. In: Acta horticulture. pp. 621 – 649.

Ellison, J., Scheer, D. y Wagner, J. (1960). *Asparagus yield as related to plant vigor, earliness and sex.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75, 411-415.

p

FAO (2012). *Faostat.* En: <http://faostat.fao.org/>

Fernandez Perez, D (2015). Manejo agronómico del espárrago verde UC-157 F1 en el distrito de Jayanca – Lambayeque 78 p

Fuentes Alventosa et al (2009). *Caracterización de componentes bioactivos del espárrago verde: obtención de ingredientes funcionales a partir de los subproductos generados durante su transformación industrial.* Tesis de doctorado.

Departamento de Bromatología y Tecnología de los alimentos, Universidad de Córdoba, España. 78 p

Gatti, I. et al (2000). *Evaluación de siete poblaciones de espárrago (Asparagus Officinalis L.).* Pesquisa Agropecuria Brasileira. 90 p

Giménez, C. et al (2016). *Quinta evaluación de genotipos de espárrago en invernadero y respuesta a técnicas de envasado.* Artículo presentado a Horticultura Argentina. 134 p

González (2006). *Utilización del cultivo de espárrago verde en bandas para el control de la erosión en terrenos de mediana pendiente.* Dirección General de Desarrollo Rural, Centro de Transferencia Agroalimentaria, Unión Europea. Zaragoza, España. 177 p

Guerrero, A. (2017). *Disponibilidad hídrica y predicción del rendimiento de Zea mays L. (Poaceae) “maíz” y Asparagus officinalis L. (Asparagaceae) “espárrago” en el Valle Jequetepeque, Perú.* Universidad de Trujillo. Trujillo-Perú. 56 p

Hanna, G. (1967). Some impressions about the cultivation of aspaaragus in the Perú. 46 p.

Haynes, R. (1987). *Accumulation of dry matter and changes in storage carbohydrate and amino acid content in the first 2 years of asparagus growth. Scientia Horticulturae, 32:17-32.*

Kruger, J. (1968). *Estudio de la comparación química durante un ciclo de crecimiento y efecto del momento del chapodo en espárrago, bajo dos condiciones de riego, sobre su rendimiento.* Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Perú, 82 p.

Loayza, V. (2006). *Esparragos cultivo, producción e industrialización,* 25 p

Montes, A., Holle, M. (1978). *El cultivo de espárrago en el trópico.* Programa de Investigación en Hortalizas. UNALM. Perú, 46 p.

Orbegoso, T. (1970). *Plantación de espárragos en el Valle de Virú*. Tesis UNT. Perú. 59 p.

Regalado, F. (1998). *Espárrago, conducción de viveros*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque. 30p.

Risso, A. et al (2012). *Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) en invernadero*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 98 p

Robb, A. (1984). *Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) as related to the production of the crop*. New Zealand journal of Experimental Agriculture 12:251-260.

Rodkiewicz, T. (2008). Vitamin C changes and total antioxidant activity of fresh and stored green asparagus spears. *Acta Horticulturae*. 87 p

San Agustín, M. (1989). *Fertilización del Espárrago*. II Jornada Técnica del espárrago. Agrícola Vergel. Pamplona, España. 227 – 249 p.

Sánchez, J. (1992). *Requerimiento de suelo, Nutrición Mineral y Fertilización del Cultivo de Espárrago*. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. T.T.A. Ica, Perú. 33 p.

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

Sánchez, J. (2000). *Extracción de Nutrientes y Evolución de Materia Seca en el Cultivo de Espárrago*. I Congreso Nacional Técnico del Espárrago. Instituto Peruano del Espárrago. Lima, Perú. 5 p.

Sánchez, J. (2005). *Nutrición y Fertilización del Espárrago*. Seminario:

Módulo Integrado de Espárragos y Alcachofas. Lima, Perú. 20 p.

Sánchez, J. (2005). *Requerimientos Edafoclimáticos del Espárrago*.

Seminario:

Módulo Integrado de Espárragos y Alcachofas. Lima, Perú. 10 p.

Santos, B. (2011). *Análisis económico del empleo de dos híbridos (UC-157 y Italo) de espárrago verde con destino a diferentes mercados*. Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina, Argentina.

[http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/análisis-económico-
empleodoshíbridos.pdf](http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/análisis-económico-empleodoshíbridos.pdf). 78 p

Souther, F. (1987). *El factor climático y su influencia sobre la productividad del espárrago*.

En: Tecnología de la Producción de Espárragos. Santiago, Chile

ANEXO N°01: FOTOS

FOTO 1: Finalización de la campaña anterior y marcada de campo experimental.



FOTO 2: Riego pesado al término de la cosecha anterior



FOTO 3: Marcación del campo



FOTO 4: brotamiento



FOTO 5: esparrago en desarrollo



FOTO 6:Abonamiento



FOTO 7:Esparrago próximo al agoste

FOTO 8 Y 9: CHAPODO





FOTO 10 Y 11: Emergencia de turiones

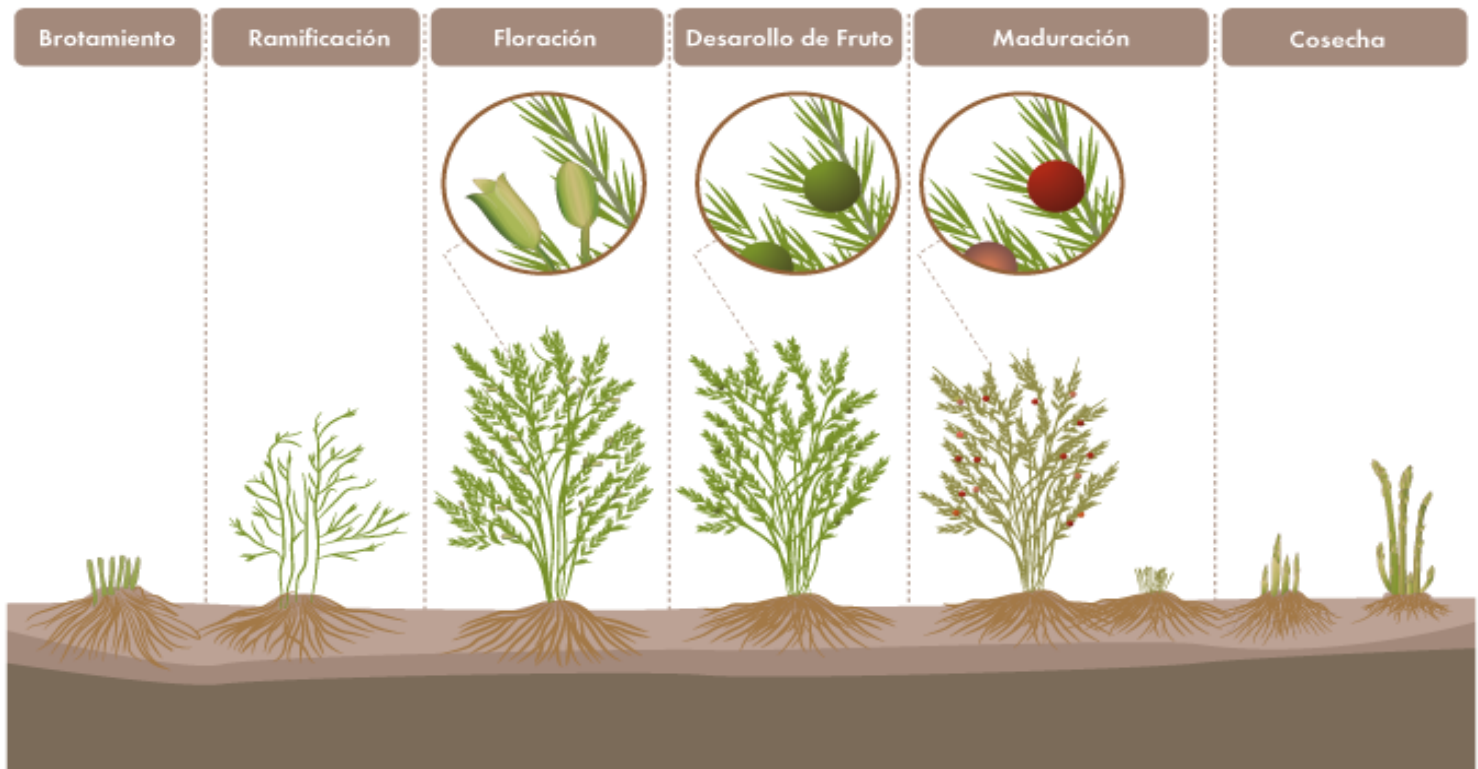




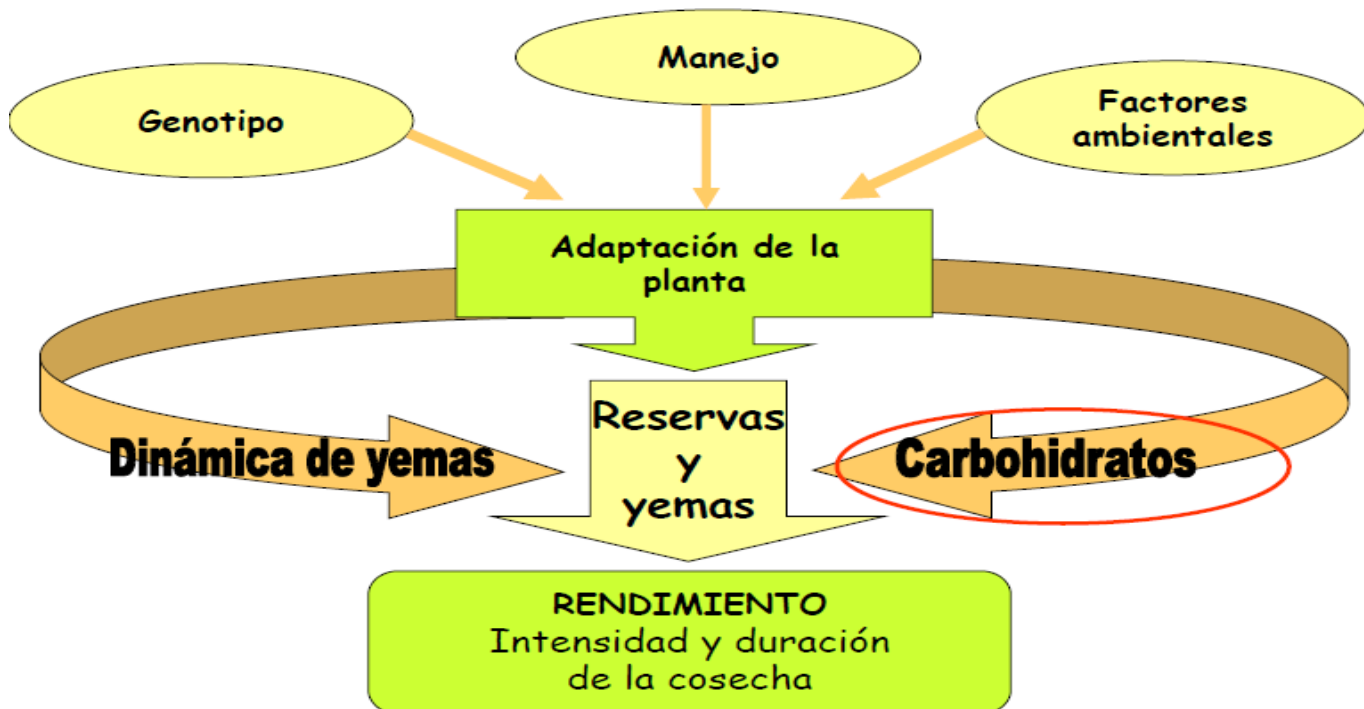
FOTO 12: cosecha



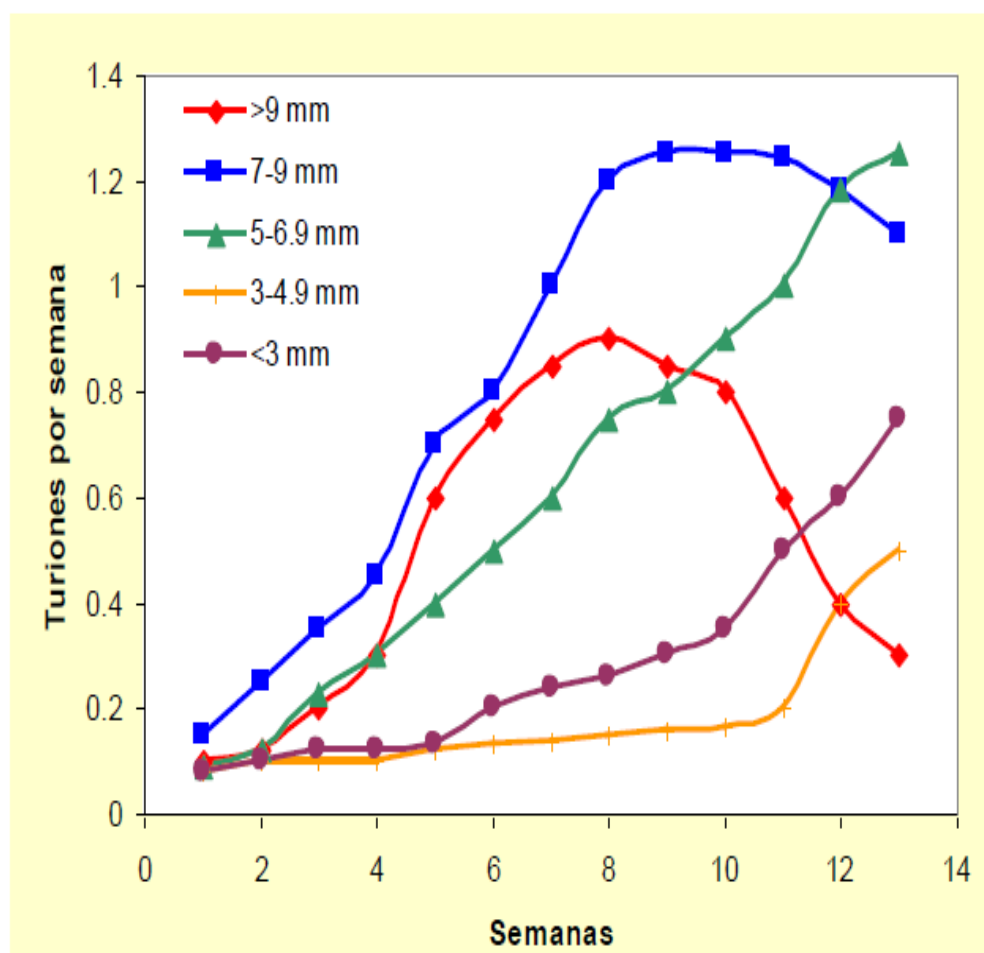
FOTO 13 Y 14: Calibrado y pesado de muestras



FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO



Distribución del diámetro de los turiones a través de la temporada de cosecha



ANEXO 2: CONSUMO Y NUTRICIÓN

El espárrago contiene 93% de agua y aporta unas 20 calorías por cada 100 gramos. Es muy saludable por sus propiedades diuréticas conferidas por la asparragina y por su alto contenido en potasio, fósforo, calcio y vitaminas A, B1, B2, C y E. sin embargo, se desaconseja su consumo a personas con problemas con ácido úrico o problemas renales.

LOAYZA (2006), Desde el punto de vista nutritivo, el espárrago es uno de los alimentos que menos calorías aporta, tan sólo 17.97 kcal/100 g. esto se debe a su casi total ausencia de grasas y su bajo contenido en hidratos de carbono.

Es rico en agua (90% aproximadamente), y apenas contiene proteínas (2.9%), pero sí mucha fibra, lo que lo convierte en el perfecto aliado de las dietas de adelgazamiento. Asimismo, es rico en vitaminas: C, A, tiamina (B1), riboflavina (B2) y en minerales como potasio y calcio.

Los espárragos son ricos en purinas, por lo que no se aconsejan a personas con niveles elevados de ácido úrico.

Tampoco se recomienda a quienes padecen de gota, o problemas renales.

El espárrago contiene una sustancia llamada asparragina, que forma parte de su aceite esencial volátil y que se elimina por la orina, y a la que se atribuye propiedades diuréticas.

El espárrago es un buen diurético, contribuyendo a eliminar los líquidos retenidos por el organismo. Sin embargo, las personas que padecen problemas renales (nefritis) deben consumirlos de forma moderada.

Los espárragos se adaptan a diferentes maneras de cocinado. Se pueden hacer sopas, cremas, tortillas, etc.; aunque generalmente se consumen cocidos, fritos, al brasa o hervidos.

También son buenos acompañantes de platos de carne, pescado y verdura.

Es una especie que se adapta muy bien a la transformación industrial. Puede ser conservado hasta el momento de ser consumido.

Generalmente se conservan los espárragos blancos, se hacen en latas o tarros de cristal.

Su importancia radica sobre todo en su riqueza en fibra y su bajo aporte calórico, que lo hace indicado en dietas hipocalóricas.

Su alto contenido en agua y la poca proporción de minerales que presenta hacen que posea propiedades diuréticas.

Consejos para comerlos

- Para que no pierda sus propiedades nutritivas, los espárragos se deben consumir muy frescos, a ser posible el mismo día de su recolección.
- El espárrago fresco se reconoce por su tallo derecho, tierno, firme y brillante.
- Las yemas deben estar completamente cerradas.
- El espárrago, por tradición, ha sido considerado un producto de lujo y para satisfacer esa exigente demanda, debido a su reducido período de cosecha y a su breve disponibilidad en fresco, es industrializado en todas las formas imaginables.

- Así podemos ver como apertizado (en latas y pomos), congelado, deshidratado (sopas), encurtido (pickles) e, incluso, como jugo.
- Esta gran variedad de productos se debe al aprecio organoléptico que el público tiene por el espárrago, más que a su valor nutritivo que, como se ve en el cuadro que mostramos, no tiene características muy especiales o sobresalientes.

Cuadro N° 21: Valor nutritivo en cifras

COMPONENTE	CONTENIDO	UNIDAD
Agua	92.00	%
Carbohidratos	5.00	g
Proteínas	3.30	g
Lípidos	Tr	g
Calcio	23.30	mg
Fósforo	61.40	mg
Hierro	0.70	mg
Potasio	310.00	mg
Sodio	3.30	mg
Vitamina A (valor)	833.00	UI
Tiamina	0.10	mg

Riboflavina	0.11	mg
Niacina	1.00	mg
Ácido ascórbico	26.60	mg
Valor energetico I	25.00	cal

Coeficiente de Variabilidad

El cociente σ/μ se denomina coeficiente de variación. Cuando se expresa en porcentaje $100\sigma/\mu$ se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que σ es el 3% de la media μ . (Box y Hunter 2008)

MARTINEZ (1995), con el fin de determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como el algodónero la cual es como sigue:

Cuadro N° 22: coeficiente de variabilidad

Coeficientes de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

Fuente: Box y Hunter 2008

Toma y Rubio (2008), indican que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

Cuadro N° 23: coeficiente de variabilidad

CV	Grado de Variabilidad
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

Fuente: Toma y Rubio (2008)

Prueba de Homogeneidad de Varianzas

Uno de los supuestos fundamentales del análisis de varianza, es la homogeneidad de varianzas, que usa la prueba de la varianza para realizar la prueba de la hipótesis para la igualdad o la homogeneidad de varianzas.

La prueba de hipótesis planteada fue:

Ho: las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa Ha: las varianzas no son homogéneas $\alpha=0.05$

Como los valores del nivel de significación son mayores de 0.05, entonces aceptamos la hipótesis nula, mostrando que las varianzas son homogéneas, para rendimiento de turión.

Existen muchas pruebas para verificar el supuesto de homogeneidad; una de ellas es por el método de Bartlett, la cual utilizaremos.

La X^2 de Bartlett se define matemáticamente con la ecuación siguiente:

$$X^2_{\text{Bartlett}} = \frac{\left[\ln \frac{\sum \sigma^2 (n-1)}{\sum (n-1)} \right] \sum (n-1) - \sum \ln \sigma^2 (n-1)}{1 + \frac{K+1}{3(K-1)(N-K)}}$$

Donde:

X^2_{Bartlett} = valor estadístico de esta prueba. \ln = logaritmo natural.

σ^2 = varianza. n = tamaño de la muestra del grupo.

K = número de grupos participantes.

N = tamaño total (sumatoria de las muestras)

Para el presente trabajo se encontró homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene, $P=0.181$), por lo que los resultados de la estadística paramétrica tienen validez.

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.27, valor p = 0.874

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.03, valor p = 0.968

ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

Uno de los puntos que se deben tener en cuenta con relación al manejo de las tareas del cultivo, cosecha y poscosecha, es la estacionalidad de la producción mundial.

En el mundo, sólo Perú y Tailandia logran producir espárrago durante todo el año. En el resto de países, la producción es muy estacional concentrándose entre Abril y Junio. Los meses de setiembre hasta febrero son pocos los países abastecedores. En el Perú, la producción de espárrago se incrementa notoriamente a partir de Agosto/ Setiembre hasta Febrero / Marzo, disminuyendo un poco en los meses restantes por la baja de temperatura.

El espárrago verde tiene dos campañas. Una inicial de Enero a Mayo / Junio y la principal de Setiembre a Diciembre realizándose las exportaciones de fresco de acuerdo con las ventanas en los mercados de destino y el saldo de la producción es envasado en conservas o congelado.

PAIS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Alemania												
Argentina												
Australia												
Canadá												
Chile												

Ecuador												
España												
Francia												
Guatemala												
Holanda												
Indonesia												
Italia												
México												
N. Zelanda												
Pakistán												
Perú												
Portugal												
Tailandia												
R. Unido												
EE. UU												
Zimbawe												

ANEXO 3

Cuadro N°03: Análisis de Varianza para el peso de turiones (Kg/ha), para encontrar el rendimiento bruto al final de la cosecha, en evaluación de la calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1439987.44	5	287997.49	9.47	0.0082
BLOQUES	1236755.90	3	412251.97	13.55	0.0044
Tratamientos	203231.54	2	101615.77	3.34	0.1059
Error	182522.29	6	30420.38		
Total	1622509.73	11			

C.V=5.12%

Cuadro N°08: Análisis de Varianza números de turiones por parcela en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.) conducido en tres modalidades de siembra en Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5759949.75	5	1151989.95	9.47	0.0082
BLOQUES	4947023.58	3	1649007.86	13.55	0.0044
Tratamientos	812926.17	2	406463.08	3.34	0.1059
Error	730089.17	6	121681.53		
Total	6490038.92	11			

Cv=5.12%

Cuadro N°10: Análisis de varianza para peso promedio de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1254.75	5	250.95	1.97	0.2162
BLOQUES	276.25	3	92.08	0.72	0.5737
Tratamientos	978.50	2	489.25	3.84	0.0842
Error	763.50	6	127.25		
Total	2018.25	11			

CV=8.37%

Cuadro N°12: Análisis de varianza para diámetro de turión en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.69	5	0.34	1.59	0.2923
BLOQUES	0.35	3	0.12	0.55	0.6674
Tratamientos	1.34	2	0.67	3.16	0.1157
Error	1.27	6	0.21		
Total	2.96	11			

Cv=5.37%

Cuadro N°14: Análisis de varianza para diámetro de plantas en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	279.77	5	55.95	1.87	0.2334
BLOQUES	274.90	3	91.63	3.07	0.1127
Tratamientos	4.87	2	2.44	0.08	0.9227
Error	179.29	6	29.88		
Total	459.06	11			

Cv=11.66%

Cuadro N°16: Análisis de varianza para altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* .L.)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1775.29	5	355.06	2.93	0.1117
BLOQUES	1672.92	3	557.64	4.60	0.0535
Tratamientos	102.38	2	51.19	0.42	0.6737
Error	727.46	6	121.24		
Total	2502.75	11			

Cv=7.33%

Altura10 plantas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Altura	10 plantas	12	0.71	0.47	7.33

Cuadro N° 24: Análisis de la Varianza para la característica de altura de planta en la evaluación de calidad y rendimiento de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1775.29	5	355.06	2.93	0.1117
BLOQUES	1672.92	3	557.64	4.60	0.0535
Tratamientos	102.38	2	51.19	0.42	0.6737
Error	727.46	6	121.24		
<u>Total</u>	<u>2502.75</u>	<u>11</u>			

Diámetro 10 plantas

Variable	N	R ²	<u>R²</u>	<u>A_i</u>	<u>CV</u>
Diámetro	10 plantas	12	<u>0.61</u>	<u>0.28</u>	<u>11.66</u>

Cuadro N° 25: Análisis de la Varianza para la característica de diámetro de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	279.77	5	55.95	1.87	
BLOQUES	274.90	3	91.63	3.07	0.2334
Tratamientos	4.87	2	2.44	0.08	0.1127
Error	179.29	6	9.88		0.9227
<u>Total</u>	<u>459.06</u>	<u>11</u>			

Peso Turión g

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Peso Turión	g	12	0.62	0.31	8.37

Cuadro N°26: Análisis de Varianza para el peso de turiones (Kg.ha-1), para encontrar el rendimiento bruto al final de la cosecha, en evaluación de la calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1254.75	5	250.95	1.97	0.2162
BLOQUES	276.25	3	92.08	0.72	0.5737
Tratamientos	978.50	2	489.25	3.84	0.0842
Error	763.50	6	127.25		

Total	2018.25	11			
-------	---------	----	--	--	--

Diámetro turión (mm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro turión	mm	12	0.57	0.21	5.37

Cuadro N° 27: Análisis de la Varianza para la característica de diámetro de turión, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>E</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1.69	5	0.34	1.59	0.2923
BLOQUES	0.35	3	0.12	0.55	0.6674
Tratamientos	1.34	2	0.67	3.16	0.1157
Error	1.27	6	0.21		
<u>Total</u>	<u>2.96</u>	<u>11</u>			

Nº turión por parcela

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
turión	Nº turiones x parcela	12	0.89	0.79	5.12

Cuadro Nº 28: Análisis de la Varianza para la característica de altura de planta en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5759949.75	5	1151989.95	9.47	0.0082
BLOQUES	4947023.58	3	1649007.86	13.55	0.0044
Tratamientos	812926.17	2	406463.08	3.34	0.1059
Error	730089.17	6	121681.53		
Total	6490038.92	11			

Desecho

Variable N	R ²	R ²	Aj	CV
Desecho	12	0.69	0.44	10.73

Cuadro N° 29: Análisis de la Varianza para la característica de turiones de desecho, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	241156.88	5	48231.38	2.70	0.1288
BLOQUES	186856.08	3	62285.36	3.49	0.0899
Tratamientos	54300.79	2	27150.40	1.52	0.2919
Error	106984.04	6	17830.67		
<u>Total</u>	<u>348140.92</u>	<u>11</u>			

2^{da} calidad

Variable	N	\bar{R}^2	\bar{R}^2	AJ	CV
LOG	2da	12	0.5	0.08	14.33

Cuadro N° 30: Análisis de la Varianza para la característica de turiones de segunda calidad, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.33	5	0.07	1.19	0.4137
BLOQUES	0.10	3	0.03	0.59	0.6429
Tratamientos	0.23	2	0.12	2.08	0.2060
Error	0.34	6	0.06		
Total	0.67	11			

1^{era} calidad- 3^{era} categoría

Variable N	R ²	R ²	Aj	CV
1era -3era categoría	12	0.93	0.88	4.53

Cuadro N^o 31: Análisis de la Varianza para la característica de turiones que están en la primera calidad y pertenecen a la 3era categoría, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo.	665621.44	5	133124.29	17.17	0.0017
BLOQUES	631983.56	3	210661.19	27.17	0.0007
Tratamientos	33637.88	2	16818.94	2.17	0.1955
Error	46523.63	6	7753.94		
Total	712145.06	11			

1^{era} calidad - 2^{da} categoría kg/ha

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
1 ^{era} -2 ^{da} categoría kg/ha		12	0.75	0.55	18.26

Cuadro N° 32: Análisis de la Varianza para la característica de turiones que están en la 1^{era} calidad y pertenecen a la 2^{da} categoría, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo.	23136.35	5	4627.27	3.68	0.0719
BLOQUES	20044.56	3	6681.52	5.32	0.0398
Tratamientos	3091.79	2	1545.90	1.23	0.3568
Error	7541.88	6	1256.98		
Total	30678.23	11			

1^{era} calidad- 1^{era} categoría kg/haX2

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
1 ^{era} calidad- 1 ^{era} categoría kg/haX2		12	0.60	0.27	17.93

Cuadro N^o 33: Análisis de la Varianza para la característica de turiones que están en la 1era calidad y pertenecen a la 1^{era} categoría, en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
Modelo.	0.70	5	0.14	1.80	0.2472
BLOQUES	0.23	3	0.08	1.00	0.4547
Tratamientos	0.47	2	0.23	3.00	0.1251
Error	0.47	6	0.08		
Total	1.16	11			

Rendimiento bruto kg/ha

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Rendimiento bruto	kg/ha	12	0.89	0.79	5.12

Cuadro N° 34: Análisis de la Varianza para la característica de rendimiento bruto (kg/ha), en la evaluación de rendimiento y calidad de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) manejado en tres modalidades de siembra en parte baja del valle chancay Lambayeque.

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo.	1439987.44	5	287997.49	9.47	0.0082
BLOQUES	1236755.90	3	412251.97	13.55	0.0044
Tratamientos	203231.54	2	101615.77	3.34	0.1059
Error	182522.29	6	30420.38		
Total	1622509.73	11			