

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES HÍBRIDOS Y DOS  
VARIETADES DE ESPÁRRAGO VERDE, (*Asparagus officinalis* L.) BAJO LAS  
CONDICIONES DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, PERÚ.

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

Gabriel Kenyo Gonzales Deza

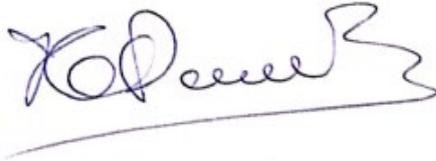
**TRUJILLO, PERÚ**  
**2021**

## Aprobación por el jurado de Tesis

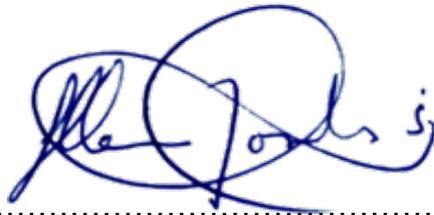
La presente Tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



.....  
Ing. Dr. Martín Augusto Delgado Junchaya  
PRESIDENTE



.....  
Ing. Dr. Alvaro Hugo Pereda Paredes  
SECRETARIO



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



.....  
Ing. Dr. Miguel Angel Barandiarán Gamarra  
ASESOR

## Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por iluminar  
mi camino cada momento de mi vida,  
brindándome fortaleza  
para conseguir todos  
mis sueños trazados.

A mis padres, RICHARD y ANGÉLICA  
por darme la vida y  
apoyarme desde siempre,  
en todos los proyectos en los  
que me he enrumbado.

A mi abuelo JUAN que  
despertó en mí el interés  
por el mundo de la agricultura,  
y me llevo a estudiar esta hermosa carrera.

A mi abuelo materno GEMINIANO,  
por cuidarme de niño  
y enseñarme que uno es  
feliz a su manera.

A mi hermana LUCERO por sus sabios  
consejos y acompañarme  
en lo que fue mi  
vida universitaria.

A LETICIA por darme  
ánimos en los  
momentos más difíciles.

## **Agradecimientos**

- Al Dr. Miguel Angel Barandiarán Gamarra, mi asesor de tesis, por soportarme en este proceso de redacción y enseñarme que la estadística se maneja en otro nivel; demostrando que los programas estadísticos no piensan y que quizá la inteligencia artificial nunca supere la pericia humana, por sus sinceros consejos y por animarme a concluir este enorme trabajo.
- Al Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa, mi mentor, por hacerme ver que el mundo es mucho más grande y que la investigación científica es tan importante como el buen actuar en este mundo.
- Al Dr. Milton Américo Huanes Mariños, por brindarme su amistad, por apoyarme en cada gestión administrativa y compartir conmigo la historia del inicio de Agronomía en la UPAO.
- A la empresa Agronegocios Génesis S.A.C. por darme la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones y brindarme todas las herramientas necesarias para su culminación.
- Al Ing. Luis Lucchetti Rodríguez, gerente técnico de la empresa Agronegocios Génesis S.A.C. por supervisar mis prácticas profesionales y profundizar mis conocimientos en el cultivo del espárrago.
- A mi primo-hermano Luis Gonzales Julcamoro por compartir conmigo grandes momentos y guiarme en este proceso tan importante de mi vida.
- A mis amigos Víctor Alvarado Lázaro, Keiler Saucedo Chuquimbalqui, Jorge Alarcón Paredes y Sergio Salvador Pereda por compartir el aula de clases conmigo y por tantas experiencias vividas.
- A la Universidad Privada Antenor Orrego que durante los cinco años de mi carrera profesional me acogió en sus aulas, brindándome una educación de calidad y haciendo de mí una mejor persona.
- A todos mis profesores de Ingeniería Agrónoma por sus conocimientos brindados y por la valiosa formación para afrontar el mundo real.

# Índice

Pág.

Aprobación por el jurado de Tesis .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Índice de anexos .....	xi
Resumen.....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	2
1.1. <i>Asparagus officinalis</i> L.....	3
2.1.1.1. Origen.....	3
2.1.1.2. Clasificación científica.....	3
2.1.1.3. Tipos de espárrago .....	3
2.1.1.4. Morfología.....	3
2.1.1.5. Fenología .....	4
2.1.1.6. Fisiología del espárrago .....	4
2.1.1.6.1. Primeras fases de desarrollo.....	5
2.1.1.6.2. Dominancia apical.....	5
2.1.1.6.3. Crecimiento del turión .....	5
2.1.1.6.4. Fotosíntesis .....	6
2.1.1.6.5. Acumulación de carbohidratos y de biomasa.....	6
2.1.1.7. Índices de cosecha.....	7
2.1.1.8. Post cosecha .....	7
2.1.1.9. Ontogenia de las yemas .....	7
2.1.1.10. Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.1.1.11. Parámetros de calidad .....	9
2.1.1.12. Cultivares .....	9
2.2. Cambio climático .....	9
2.2.1. Alteraciones climáticas .....	9

2.2.2.	Efecto en la fisiología de las plantas.....	10
2.2.3.	Estrategias del cultivo frente al cambio climático .....	10
2.2.4.	Rendimiento y el cambio climático .....	10
2.3.	Híbridos de espárrago .....	11
2.3.1.	Tipos de híbridos.....	11
2.3.1.1.	Híbridos simples .....	11
2.3.1.2.	Híbridos dobles .....	11
2.3.1.3.	Híbridos clonales .....	12
2.3.1.4.	Híbridos todos machos.....	12
2.3.2.	Comportamiento de los híbridos “todos machos” .....	12
2.3.3.	Técnicas utilizadas en la obtención de híbridos .....	12
2.3.3.1.	Marcadores moleculares .....	12
2.3.3.2.	Cultivo de anteras .....	13
2.3.3.3.	Edición genética.....	13
2.4.	Antecedentes de la investigación .....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
V.	CONCLUSIONES .....	84
VI.	RECOMENDACIONES .....	84
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	84
VIII.	ANEXOS .....	92

## Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de suelo de parcela experimental.....	18
Tabla 2: Tratamientos estudiados .....	23

## Índice de figuras

Figura 01. Etapas de las yemas en cultivo de espárrago .....	8
Figura 02. Localización del experimento. ....	16
Figura 03. Temperatura máxima, mínima y media durante el ciclo vegetativo del cultivo de espárrago en el ensayo ubicado en el Huerto Madre de la empresa Agronegocios Génesis, Huanchaco- Trujillo.....	17
Figura 4. Turión con calibre menor de 5 mm.....	26
Figura 5. Turiones clase I.....	27
Figura 6. Turión con brácteas abiertas.....	27
Figura 7. Turión torcido.....	28
Figura 8. Turión hueco.....	28
Figura 9. Turión aplanado.....	28
Figura 10. Rendimiento promedio total de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	30
Figura 11. Rendimiento promedio Clase I de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	31
Figura 12. Peso promedio de turión de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	32
Figura 13. Número promedio de turiones de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	33
Figura 14. Número promedio de turiones descarte de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	34
Figura 15. Número promedio de turiones Clase I de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	35
Figura 16. Número promedio de turiones Clase II de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	37
Figura 17. Número promedio de turiones abiertos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	38
Figura 18. Número promedio de turiones torcidos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	39
Figura 19. Número promedio de turiones fofos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	40

Figura 20. Número promedio de turiones planos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	41
Figura 21. Rendimiento promedio total de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	43
Figura 22. Rendimiento promedio Clase I de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo. ....	44
Figura 23. Peso promedio de turión de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	45
Figura 24. Número promedio de turiones de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	47
Figura 25. Número promedio de turiones descarte de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	48
Figura 26. Número promedio de turiones Clase I de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	49
Figura 27. Número promedio de turiones Clase II de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	50
Figura 28. Número promedio de turiones abiertos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	52
Figura 29. Número promedio de turiones torcidos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	53
Figura 30. Número promedio de turiones fofos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	54
Figura 31. Número promedio de turiones planos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	55
Figura 32. Rendimiento promedio total de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	57
Figura 33. Rendimiento promedio total de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	57
Figura 34. Rendimiento promedio total de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	58
Figura 35. Rendimiento promedio Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	59

Figura 36. Rendimiento promedio Clase I de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	60
Figura 37. Rendimiento promedio Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	61
Figura 38. Peso promedio de turión de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	62
Figura 39. Peso promedio de turión de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	62
Figura 40. Peso promedio de turión de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	63
Figura 41. Número promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	64
Figura 42. Número promedio de turiones de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	65
Figura 43. Número promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en dos cosechas en Huanchaco, Trujillo. ....	66
Figura 44. Número promedio de turiones descarte de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	67
Figura 45. Número promedio de turiones descarte de dos cosechas de tres híbridos dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo. ....	67
Figura 46. Número promedio de turiones descarte de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo. ....	68
Figura 47. Número promedio de turiones Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	69
Figura 48. Número promedio de turiones Clase I de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo. ....	70
Figura 49. Número promedio de turiones Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	70
Figura 50. Número promedio de turiones Clase II de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	71
Figura 51. Número promedio de turiones Clase II de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	72
Figura 52. Número promedio de turiones Clase II de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo. ....	73

Figura 53. Número promedio de turiones abiertos de cinco híbridos de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	74
Figura 54. Número promedio de turiones abiertos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	74
Figura 55. Número promedio de turiones abiertos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo. ....	76
Figura 56. Número promedio de turiones torcidos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	77
Figura 57. Número promedio de turiones torcidos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	77
Figura 58. Número promedio de turiones torcidos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo. ....	78
Figura 59. Número promedio de turiones fofos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	79
Figura 60. Número promedio de turiones fofos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo. ....	79
Figura 61. Número promedio de turiones fofos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	81
Figura 62. Número promedio de turiones planos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.....	82
Figura 63. Número promedio de turiones planos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo. ....	82
Figura 64. Número promedio de turiones planos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.....	83

## Índice de anexos

Anexo 1. ANAVAS de las variables estudiadas.....	92
Anexo 2 . Fotos del campo experimental .....	93
Anexo 3. Resumen de resultados obtenidos en la primera cosecha .....	1
Anexo 4. Resumen de resultados obtenido en la segunda cosecha.....	2

## Resumen

Las consecuencias derivadas del Cambio Climático en los agroecosistemas productivos a nivel global son muy amenazadoras. En el cultivo del espárrago se podrían producir reducciones significativas en el rendimiento y en la calidad del producto cosechado. Esta situación también afectará al cultivo en nuestro país donde aún se cultivan materiales genéticos que tienen más de 30 años de uso, lo que obliga a la introducción de híbridos con características genéticas superiores que puedan responder mejor a los cambios en las variables climáticas. En ese contexto, a mediados de octubre de 2015 en el huerto madre de la empresa Agronegocios Génesis se instaló un ensayo de campo que tuvo por objetivo evaluar el rendimiento y la calidad de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en sus dos primeras cosechas bajo las condiciones de la provincia de Trujillo. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, y se estudió el comportamiento de 3 híbridos machos desarrollados por la empresa Limgroup: Vegalim (T3) Sunlim (T4) y K-967 (T5), más dos variedades UC-157 (T1) y Atlas (T2). El más alto rendimiento acumulado total y de clase I fue para Vegalim con 4.57 t/ha y 1.94 t/ha, respectivamente, que también tuvo la mayor cantidad acumulada de turiones comerciables (clase I) con 224,849 turiones/ha. Los más bajos rendimientos fueron para Sunlim (2.86 t/ha) y K-967 (0.95 t/ha). Sunlim también obtuvo el menor número de turiones clase I con 120,892 turiones/ha. Por otro lado, UC-157 produjo el mayor número de turiones, descarte y turiones Clase II. Los resultados mostraron un mejor comportamiento de los híbridos macho, en rendimiento y calidad de turiones bajo condiciones de altas temperaturas como consecuencia de la influencia del fenómeno de El Niño.

## **Abstract**

The consequences derived globally from the climate change on the production agroecosystems are quite threatening. Asparagus as a crop may suffer of important reductions in both yield and quality of the harvested product. This situation most probably will also affect this crop in Peru, where old genetic materials are still in use for the last 30 years. The answer to this is to introduce new hybrids with superior genetic characteristics capable to better respond to changes in the climatic variables. In this context, by mid October 2015, in the farm of Agronegocios Genesis Enterprise, a trial was conducted to evaluate the first two harvests of three hybrids and two varieties of green asparagus, under the conditions of the province of Trujillo, in northern Peru. The experimental design was a Complete Randomized Block design with 4 replicates. Three of the hybrids, Vegalim (T3) Sunlim (T4) y K-967 (T5), were male hybrids, developed by Limgroup Enterprise, whereas the other two, UC-157 and Atlas are currently used in most asparagus production fields in the region. Results showed that the highest total yield and class I yield for both harvests were for Vegalim with 4.57 t/ha and 1.94 t/ha, respectively; this hybrid also had the highest number of commercial spears (class I) with 224,849 spears/ha. The lowest yield was for Sunlim (2.86 t/ha) and K967 (0.95 t/ha). Sunlim also had the lowest number of class I spears (120,892 spears/ha). On the other hand, UC157 produced the highest number of both discarded and class II spears. In general, hybrids males showed a better performance as compared with the traditional varieties planted in the region, and furthermore under the high temperatures brought up with the El Niño meteorology phenomenon.

## I. INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una planta herbácea de ciclo perenne perteneciente a la familia Asparagaceae la misma que se encuentra extensamente cultivada alrededor del mundo (Chitrakar y col., 2019). Los principales países productores son China (1'470,639 ha), Perú (31,753 ha), México (30,842 ha) y Alemania (22,980 ha) (FAOSTAT, 2020). En el año 2019 la producción mundial alcanzo 9'432,062 toneladas, en la cual China tuvo el 88 %, seguido por Perú con 3.9%, México con 2.9 % y Alemania con 1.4% (FAOSTAT, 2020). Las principales áreas esparragueras en el Perú se ubican en las regiones de Ica, (14,809 ha), La Libertad (11,302ha) y Ancash (2,842 ha) (SIEA, 2020). EL producto cosechado tiene como principales destinos de exportación a los Estados Unidos de América, Reino Unido, Países Bajos y España (Agrodataperu, 2020). En el año 2019 se exportaron 172,999 toneladas de espárragos con un valor FOB de 529'602,347 dólares (Argodataperu, 2020) ubicando a nuestro país como el máximo exportador de espárragos a nivel mundial (Ramos y col., 2020). La gran demanda de este producto se debe a sus excelentes propiedades nutricionales, y también a un efecto positivo en la salud, previniendo enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y cancerígenas (Pegiou y col., 2020).

Uno de los problemas más importantes para el cultivo es su alta vulnerabilidad a ser afectado por el fenómeno El Niño que periódicamente causa grandes estragos en el país, impactando de manera negativa en la producción de espárragos en nuestros agroecosistemas, registrándose una reducción en el rendimiento por el incremento de plagas y una disminución de la calidad debido al exceso de temperatura en estas condiciones (Millón, 2015). Asimismo, los materiales que actualmente se manejan en las áreas comerciales de espárrago son en su inmensa mayoría UC-157 y Atlas, comúnmente utilizados para espárrago verde o blanco, respectivamente. Estos materiales son variedades que en su población tienen 50% de plantas macho y 50 % de hembras, producen semillas, esparraguillo y lo que se ha observado es que, si bien en un momento se habían comportado muy bien en nuestras condiciones, en los últimos años se está observado una reducción en su calidad y en rendimiento atribuibles en esencia a los cambios climatológicos por los

que atraviesa el planeta como consecuencia de la contaminación ambiental (Lucchetti y col., 2017). De hecho, el Perú está considerado como uno de los países con mayores riesgos de sufrir las consecuencias negativas del Calentamiento Global (Vázquez y col., 2015).

Como respuesta a estos retos, se están utilizando tecnologías que permiten desarrollar de una manera mucho más rápida y eficiente materiales con un alto potencial adaptativo para diferentes condiciones ambientales. En el caso del espárrago, se ha trabajado con híbridos machos, obtenidos por cultivo de anteras, que tienden a ser mucho más productivos ya que la energía destinada a la formación de frutos se almacena en las raíces reservantes, para posteriormente ser utilizada en la formación de turiones (Castagnino y col., 2012). En consecuencia, la introducción de estos materiales genéticos que refresque de manera más efectiva al germoplasma actualmente utilizado, constituye una alternativa que debe ser explorada ya que posibilitará enfrentar los retos planteados por las alteraciones de los patrones climáticos y a las amenazas derivadas de ello.

En base a las consideraciones antes expuestas, el objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de tres híbridos y dos variedades espárrago verde, *Asparagus officinalis* L., bajo las condiciones de la provincia de Trujillo.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

## 1.1. *Asparagus officinalis* L.

### 2.1.1.1. Origen

Existe una extensa literatura que cataloga al Mediterráneo como el centro de origen del espárrago, no obstante, Asia Menor también ha sido documentada como origen (Obregón y Paz, 2014).

### 2.1.1.2. Clasificación científica

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

(USDA, 2020).

### 2.1.1.3. Tipos de espárrago

En función al color el espárrago es clasificado en 3 grupos: verde, blanco y violeta. El espárrago verde y violeta crecen sobre la superficie del suelo hasta ser cosechado, mientras que el blanco lo hace dentro del suelo. La coloración es la respuesta a la presencia y ausencia de luz solar que origina diferencias químicas y fisiológicas entre ellos (Firpo y col., 2007).

### 2.1.1.4. Morfología

La estructura de la planta puede ser dividida entre rizoma y helecho. La primera está constituida por las yemas y raíces y la segunda por la parte vegetativa: tallo, hojas, flores y frutos. Las yemas son cónicas y se ubican encima del rizoma, y a partir de ellas brotan los tallos. Las raíces son de dos tipos, reservantes y absorbentes; las raíces reservantes son fibrosas, con diámetro de 2-3 mm, no se ramifican y su crecimiento puede alcanzar hasta los 2.5 m. Las raíces absorbentes, tienen un crecimiento vertical, su diámetro es de 1 mm y emergen desde la corona y la parte lateral de las raíces reservantes; su función principal es la absorción de agua y nutrientes (Cabanillas, 2019).

#### **2.1.1.5. Fenología**

La fenología del espárrago inicia con el brotamiento, cuando las yemas que han alcanzado su madurez fisiológica se estimulan para iniciar el crecimiento de los brotes que terminan alcanzando alturas por encima de los 50 cm. Aquí se marca el estadio de ramificación, momento en que la dominancia apical ha cesado para dar lugar al crecimiento lateral. Luego, una vez desarrolladas las ramas laterales, se produce la apertura de filocladios, consiguiéndose de esta manera la estructura definitiva del cultivo con una máxima expansión foliar. Posteriormente viene la floración y fructificación con la aparición de flores y frutos, respectivamente. A la madurez, los frutos se tornan rojos, la estructura foliar muestra un color verde oscuro, hay caída de flores y la concentración de azúcares en las raíces reservantes se incrementa (Jáuregui, 2018).

#### **2.1.1.6. Fisiología del espárrago**

Los procesos fisiológicos del espárrago tanto de desarrollo (germinación, emergencia del brote aéreo, brotamiento del turión, floración, etc.) como de crecimiento (elongación del turión, hojas, tallos, etc.) están influenciados por las condiciones medioambientales, principalmente por la temperatura, que afecta a la acumulación de carbohidratos que en principio depende de la actividad fotosintética de la planta (Salinas, 2015).

#### **2.1.1.6.1. Primeras fases de desarrollo**

Desde la siembra hasta la emergencia hay un tiempo de entre 15 y 30 días, que varía según las condiciones ambientales. Luego de 3 a 4 semanas de la emergencia, termina el estado de plántula se inicia la diferenciación de los órganos debajo del suelo. A partir de allí, la planta toma su forma común con un largo de 12 a 15 cm; continua el crecimiento de las raíces, aumentando la absorción de agua y nutrientes del suelo, y empieza a brotar la primera yema (González y Del Pozo, 1999).

#### **2.1.1.6.2. Dominancia apical**

Una característica del espárrago es su fuerte dominancia apical, es por ello que el primer turión debe ser removido para que puedan desarrollarse los demás turiones. Comúnmente esta labor se realiza en la cosecha para que se produzcan más turiones en un determinado tiempo y paralelamente aparezcan raíces en el rizoma; lo que se deduce es que, a mayor tiempo transcurrido desde el brotamiento del turión hasta el corte, será mayor el grado de inhibición sobre el crecimiento del segundo turión (González y Del Pozo, 1999).

#### **2.1.1.6.3. Crecimiento del turión**

El crecimiento de los turiones está influenciado principalmente por la temperatura, llegando a tener una altura de 20 a 25 cm antes que se produzca la abertura de sus brácteas. Por otro lado, el diámetro varía de acuerdo al cultivar, el manejo agronómico y el vigor de la planta. Los turiones que se cosechan al final son más delgados, tal vez por la reducida cantidad de carbohidratos en el sistema radicular (González y Del Pozo, 1999).

#### **2.1.1.6.4. Fotosíntesis**

Los órganos del espárrago que realizan fotosíntesis son los filocladios, estructuras caulinares modificadas. Sin embargo, los turiones también poseen esta capacidad, pero en una menor proporción, pues muestran menos contenidos de clorofila y de estomas. Además, la capacidad fotosintética varía entre cultivares, por ejemplo, el UC-157 tiene una capacidad menor que el cultivar Jersey. Por otro lado, la fotosíntesis se reduce significativamente al término de la época de crecimiento, conforme la planta ingresa a senescencia. Para obtener mayores beneficios de la fotosíntesis, el follaje se tiene que cortar principalmente cuando se seca por completo; cortes tempranos pueden reducir el rendimiento de turiones. La temperatura óptima para es de 20°C, (González y Del Pozo, 1999).

#### **2.1.1.6.5. Acumulación de carbohidratos y de biomasa**

Los carbohidratos producidos en la fotosíntesis de traslocan hacia las raíces reservantes donde se acumulan para posteriormente ser utilizadas en procesos de desarrollo, crecimiento y gastos energéticos de la planta. Así, el flujo de asimilados hacia las raíces transcurre una vez formada la parte vegetativa hasta alcanzar concentraciones óptimas de

hidratos de carbono. Estas reservas son utilizadas tanto en el crecimiento de una nueva generación de brotes u al momento de la cosecha para la producción de turiones. Ahora, si se quiere conseguir una buena producción es indispensable realizar un manejo adecuado del balance de carbohidratos en el espárrago, ya que los turiones recurren a estas reservas durante cada ciclo productivo. La cantidad de carbohidratos en las raíces se acorta rápidamente en la cosecha y pasando la formación del helecho, pero después vuelve a su concentración normal (González y Del Pozo, 1999).

#### **2.1.1.7. Índices de cosecha**

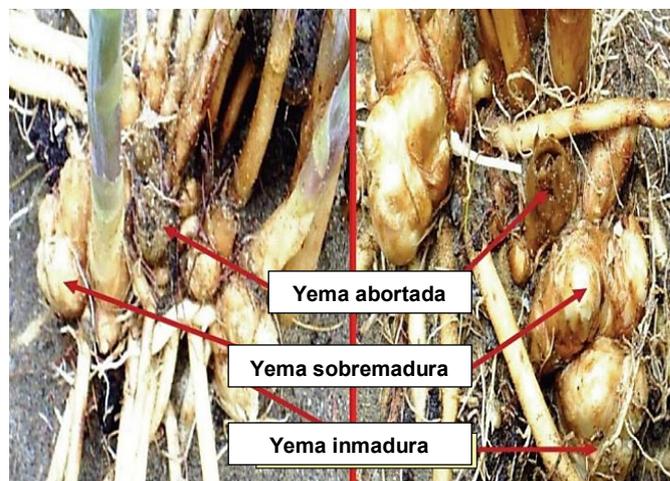
El momento ideal en que debe empezar la cosecha es cuando la concentración de carbohidratos está en niveles mayores a 19-20 °Brix y la cantidad de yemas maduras es del 70 %. Por otro lado, la cosecha normalmente culmina al llegar a las 45 yemas/metro y 13 °Brix (INIA, 2020).

#### **2.1.1.8. Post cosecha**

El cultivo de espárrago tiene características interesantes, en lo que se refiere a sus procesos fisiológicos, que pueden traer beneficios como perjuicios. El espárrago, una vez cosechado continúa su metabolismo, como si estuviera en el suelo, lo que trae daños internos a los turiones ya recogidos como degradación de azúcares, pérdida de peso por deshidratación, lignificación de tejidos o disminución del contenido de Vitamina C (Garde, 2010).

#### **2.1.1.9. Ontogenia de las yemas**

Las yemas pasan por etapas para luego mostrar que están entrando en tiempo de cosecha. Las yemas al brotar y alcanzar una longitud entre 1 a 2 cm, pasan por el estadio de yemas inmaduras, mostrándose poco desarrolladas, con un color característico entre amarillo y blanco y un tamaño mayor a 4 cm, Luego pasan al estado de yema madura, la cual está caracterizada por estar completamente desarrollada, habitualmente de color marrón, y que muestra una capa protectora. En su etapa final, la yema entra en un estado de sobre maduración, caracterizada porque ya ha comenzado a emerger, y se distingue porque su ápice rompe su cubierta, observándose una punta blanca. Es necesario acotar, que en el proceso de brotamiento algunas yemas no tienen la suficiente acumulación de reservas y son abortadas (Garcilazo, 2014).



*Figura 01. Etapas de las yemas en cultivo de espárrago (FUENTE: Garcilazo , 2014)*

## **2.1.1.10. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.1.1.10.1. Clima**

El cultivo requiere de un clima templado o cálido con temperaturas entre 20 – 22 °C, con altitudes de hasta 450 msnm, y una humedad entre el 60-70 %. Es importante una buena luminosidad para el espárrago verde y menor para el blanco (Obregón y Paz, 2014).

#### **2.1.1.10.2. Suelo**

Los suelos ideales para el espárrago son suelos de textura franco arenoso, sueltos, profundos, fértiles y libre de piedras. El pH debe estar en un rango entre 6.2a 7.8 con una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m (Tallendo, 2016).

#### **2.1.1.11. Parámetros de calidad**

Los turiones deber ser erectos, cilíndricos, punta cerrada, y buen calibre. Además, no deben ser huecos, partidos o con deformaciones, y estar exentos de daños por plagas, (Ruiz, 2018).

#### **2.1.1.12. Cultivares**

Los genotipos más cultivados en el Perú son UC-157, UC-115, Atlas, Jersey, Ida Lea y Mary Washington (Vargas, 2015).

### **2.2. Cambio climático**

Es un fenómeno caracterizado por un cambio en los patrones climáticos del planeta a gran escala y de larga duración. Así, la tierra en sus 4.5 billones de años ha pasado por etapas con climas tropicales y fríos (Stevenson y col., 2017).

#### **2.2.1. Alteraciones climáticas**

En las últimas décadas las estadísticas globales han demostrado un incremento significativo en la magnitud de fenómenos climáticos, esto a causa del incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, entre los que destacan: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); compuestos que son los culpables de que se origine el calentamiento global, ya que su presencia en grandes cantidades en la atmosfera, mucho mayores a las normales, retienen la

energía solar produciendo un efecto invernadero en el planeta. Como consecuencia, se están evidenciado cambios significativos en los patrones de lluvias y sequías, que a su vez están alterando los ciclos biológicos de plagas y enfermedades en los cultivos (Fernández, 2011).

### **2.2.2. Efecto en la fisiología de las plantas**

Uno de los sectores más afectados con el cambio climático es la agricultura. Un incremento de la temperatura media cambia las fases fenológicas de los cultivos, afectando la germinación de semillas, floración, fructificación, el rendimiento y calidad de los cultivos. También afecta procesos bioquímicos como la respiración, la regulación hormonal, la fotosíntesis, el ciclo de carbono y causa daños a nivel celular. Así pues, las plantas expuestas a estas condiciones producen sustancias reactivas de oxígeno (ROS), proteínas de choque térmico y otras proteínas relacionadas con el estrés que también afectan su crecimiento y desarrollo (Jarma y col., 2012).

### **2.2.3. Estrategias del cultivo frente al cambio climático**

Ante los distintos efectos que provoca el cambio climático en las plantas, estas responden de distintas maneras. En el caso del aumento de las temperaturas, las plantas pueden desarrollar tolerancia al calor mediante procedimientos de aclimatación, esto va acompañado de nuevas características en el metabolismo, células y proteínas producidas como respuesta de la termo tolerancia del organismo. Temperaturas por encima de las máximas, activan señales de estrés por calor, lo que reduce la síntesis de proteínas normales y propicia la transcripción de proteínas de choque térmico. Aun así, casi todas las especies se pueden adaptar a estas temperaturas, cambiando su aparato fotosintético, de modo que optimice el desempeño en el nuevo ambiente de crecimiento (Yepes, 2011).

### **2.2.4. Rendimiento y el cambio climático**

La productividad de los cultivos se ve afectada negativamente por la influencia del cambio climático en factores ambientales que restringen la disponibilidad del recurso hídrico e incrementan la incidencia de plagas (BID, 2020).

### **2.3. Híbridos de espárrago**

En la obtención de híbridos de espárrago, se tiene que saber que las flores de esta hortaliza empiezan siendo hermafroditas, luego ya se va definiendo si son machos o hembras, no obstante, en un mínimo porcentaje, hay machos que pueden formar flores hermafroditas, a esto se les llama andromonónicas, que se caracterizan por tener menos frutos y que tienen anteras secas pegadas a su alrededor, además estas solo logran alcanzar el 2 % del total de plantas masculinas de espárragos (Vasquez y col, 2015).

#### **2.3.1. Tipos de híbridos**

##### **2.3.1.1. Híbridos simples**

Este tipo de híbrido es originado por la cruce de dos líneas puras, que son conseguidas por autofecundación de plantas que presenten los 2 sexos (hermafroditas) o por cruzamientos continuos entre hermanos, con el propósito de conseguir una progenie con una máxima uniformidad (Gatti y col., 2007).

##### **2.3.1.2. Híbridos dobles**

Este tipo de híbrido se obtiene por el cruzamiento de 4 padres escogidos por sus características y su buena habilidad combinatoria específica. Poseen ventajas productivas y de adaptación en relación

a los híbridos simples debido a su mayor variabilidad genotípica (Gatti y col., 2007).

#### **2.3.1.3. Híbridos clonales**

Este tipo de híbrido es resultado del cruce entre dos genotipos heterocigotos que anteriormente fueron clonados. Para incrementar rápidamente la producción comercial de su semilla, se utiliza técnicas de multiplicación *in vitro* (Gatti y col., 2007)

#### **2.3.1.4. Híbridos todos machos**

Este tipo de híbrido resulta del cruzamiento entre plantas pistiladas y estaminadas supermacho. Para la obtención de supermachos se recurre a la autofecundación de plantas adromonoicas o al cultivo de anteras. Estos híbridos se caracterizan por ser más productivos, precoces y longevos que lo convencionales (Llanos, 2017).

### **2.3.2. Comportamiento de los híbridos “todos machos”**

Los híbridos “todos machos” se caracterizan por la producción de turiones con calibres uniformes, por tener un alto rendimiento y una buena resistencia a problemas sanitarios (Risso y col., 2012). Además, tienen la ventaja de no producir frutos, por lo tanto, semillas que no darán origen a plántulas de espárrago no deseado. La energía que se destinaría al desarrollo de los órganos reproductivos se almacena en las raíces reservantes en forma de carbohidratos para posteriormente utilizarse en la formación de turiones. Por otro lado, se ha observado que el brotamiento ocurren menor tiempo al de otros híbridos (Casas, 2014).

### **2.3.3. Técnicas utilizadas en la obtención de híbridos**

#### **2.3.3.1. Marcadores moleculares**

En este momento, los marcadores moleculares son una de las técnicas más usada en programas de mejoramiento vegetal, los cuales son definidos como fragmentos de ADN, que se encuentra en un determinado lugar dentro del genoma. Los RFLPs y RAPDs se han utilizado en el cultivo de espárrago para la identificación rápida de las plantas con género masculino sin tener que llegar a la floración, la determinación de la diversificación somaclonal sucedida en el método del cultivo *in-vitro* y para la reconstrucción de mapas de ligamiento. Estas técnicas han tenido hallazgos importantes como la ubicación en el cromosoma 5 del gen del sexo masculino (Langarica y Pérez, 2008).

#### **2.3.3.2. Cultivo de anteras**

Esta técnica se realiza mediante el cultivo de anteras de plantas macho elite que contienen los granos de polen; que son haploides. Las anteras se colocan en medios de cultivo adecuado para estimular la formación de plántulas haploides, las cuales son sometidas a tratamientos con colchicina para duplicar los cromosomas y generar células diploides 100% machos(MM) (Quirós, 2018).

#### **2.3.3.3. Edición genética**

El uso del método CRISPR/CAS 9 es reciente en la biotecnología y su principal distinción con otros métodos es su mayor precisión, funcionando como unas “tijeras moleculares”, cortando al cromosoma en una secuencia específica para permitir la inserción de nuevos grupos de nucleótidos, y así modificar su secuencia (Martínez, 2019).

### **2.4. Antecedentes de la investigación**

En un trabajo de investigación, Vargas (2015) con el objetivo evaluar el rendimiento y la calidad de tres híbridos de espárrago verde en el distrito de Tate, Ica, instaló un experimento con un Diseño de Bloques al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, así pues, dentro de sus tratamientos tuvo a UC-157(T1), Atlas(T2), Vegalim (T3), Sunlim (T4) y K-967 (T5). Evaluando el rendimiento total, rendimiento de turiones comerciables, peso de turión, número de turiones, clase I y clase II y defectos como abiertos y torcidos por 3 campañas consecutivas. En los resultados encontró que los híbridos UC-157 y Atlas obtuvieron los mayores rendimientos con 25 t/ha y 19.9 t/ha, respectivamente, no obstante, estos no presentaron diferencias estadísticas significativas. Asimismo, el híbrido con el mayor porcentaje de rendimiento clase uno lo tuvo Vegalim (77%) y en cuanto a abiertos y torcidos, fue de 7 % y 9%, respectivamente. Concluyendo de esta manera que, aunque los híbridos machos no lograron obtener un mayor rendimiento, muestran un comportamiento superior respecto a la calidad de turiones cosechados.

Bazán y col. (2015) evaluaron la productividad y la distribución de calibres de tres híbridos de espárrago verde en la localidad de San Luis, Argentina. Así, en su experimento incluyeron dos híbridos machos de origen italiano (Italo y H-668) y un híbrido de origen americano que fue UC-157. Evaluaron la productividad total, productividad neta, número de turiones, la distribución de calibres en número y peso (J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small and A: Asparagina) y el peso promedio de turión. Dentro de sus resultados obtuvieron que claramente tanto los dos genotipos machos (Italo y H-668) fueron superiores a UC-157 en cuanto a producción, asimismo, Italo consiguió una mayor producción de turiones comerciales respecto a H-668. No obstante, la proporción de producción comercial en relación al total solo fue de 12% para Italo en comparación a H-668 con 26%. En el caso del número de turiones no se registraron diferencias significativa entre los tratamientos, por otro lado, en caso de distribución de calibres solo se presentó diferencias entre XL (número y peso) y M, la mayor cantidad de calibres se obtuvo 25 % (J, XL y L) y el 75% más bajo (M, S Y Asp), la proporción de turiones con mayor calibres (J, XL y L) fue rankeado, H:668: 40 % , Italo: 37% UC-157: 31%, indicando el beneficio de cultivar híbridos estos híbridos italianos cuando el objetivo obtener mayores

calibres. En conclusión, los híbridos machos fueron más productivos que el control UC-157 y suponen ser una oferta de producción alternativa para la zona bajo estudio.

Romero y col.( 2018) en un trabajo de investigación que tuvo por objetivo determinar la productividad de un set de genotipos todos machos con origen italiano, se instaló un ensayo en condiciones de campo utilizando plántulas pequeñas y grandes de seis genotipos los cuales fueron Italo, UC-157, H-668, Zeno, Ercole y Eros, así pues, las variables evaluadas fueron producción total, producción comercial, número de turiones y distribución de calibres ( J: Jumbo; XL: Extra-Large; L: Large; M: Medium; S: Small and A: Asparagina), defectos como brácteas abiertas, daño por plagas. Se obtuvo una productividad total media de 14.5 t/ha, productividad comercial de 5.4 t/ha, 553 241 turiones totales/ha y 252 420 turiones comerciales/ha y un peso de turión de 21 g. Los híbridos machos en general fueron superiores al control UC-157 donde Eros sobresale en la productividad total y Ercole, Eros, Italo y H-668 en la productividad comercial. En cuanto al número de turiones totales Zeno, Eros, Ercole y H-668 destacaron mientras el número turiones comerciables fue Ercole. En relación a la distribución de calibres Italo, UC-157, H-668, Zeno y Eros destacaron para J; Eros, Italo, Zeno y H-668 para XL; Eros, Italo, Ercole y H-668, UC-157 y Zenofor L; Ercole, Eros, H-668, y UC-157 para M; UC-157 y Ercole para S; y UC-157 y Ercole para A. En conclusión, el comportamiento de los híbridos todos machos representan una valiosa alternativa de producción.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de experimentación**

El experimento se ejecutó desde octubre de 2015 hasta marzo de 2017 con una duración de 18 meses en las instalaciones del Huerto Madre de la empresa Agronegocios Génesis S.A.C., localizado en Valdivia, Trujillo. Así pues, las coordenadas geográficas corresponden a 08°04'41.9" latitud sur y 79°06'08.38" latitud oeste.



*Figura 02. Localización del experimento (Google Earth, 2020).*

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Biológicos**

Semilla de espárrago Sunlim, Vegalim, Atlas, K-967 y UC-157.

### **3.2.2. Instrumentos y equipos**

Balanza digital, cinta métrica, mochila de aspersión, refractómetro, vernier, pala, estacas, canastillas, etiquetas.

### **3.2.3. Insumos**

Nitrato de amonio, nitrato de potasio, ácido fosfórico, ácido bórico, Fertilón combi, Movento 150 OD, Amistar 50 WG, Zuxion 20 SC , Match 20 SC , Sencor 480 SC , Nigras 480 SL.

### **3.2.4. Servicios**

Programas básicos de Microsoft, copias, impresiones.

### 3.2.5. Materiales de oficina

Tablero, papel bond, cartulinas, lapiceros, marcadores, laptop, cámara fotográfica, cuaderno de apuntes.

### 3.3. Datos meteorológicos

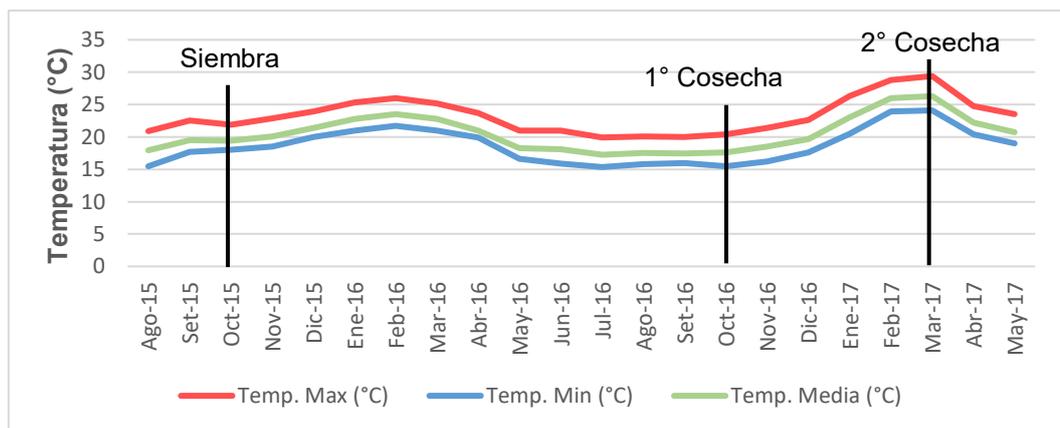


Figura 03. Temperatura máxima, mínima y media durante el ciclo vegetativo del cultivo de espárrago en el ensayo ubicado en el Huerto Madre de la empresa Agronegocios Génesis, Huanchaco- Trujillo.

Fuente. Estación meteorológica de la empresa Viveros Génesis S.A.C.

Al momento de la siembra en octubre de 2015 la temperatura máxima promedio fue de 21.9 °C y la mínima de 18°C, asimismo, en el caso de la primera cosecha, estas temperaturas estuvieron en 20.42 °C y 15.48 °C, respectivamente. La segunda cosecha estuvo influenciada por los efectos del fenómeno El Niño dado que se registró un incremento de las temperaturas medias desde enero de 2017, así, en marzo se tuvo una temperatura máxima de 29.4 °C y una mínima de 24.1 °C.

### 3.4. Análisis de suelo

El suelo en el que se manejó el experimento, de acuerdo al análisis de suelo mostrado en la Tabla 01, la textura fue franca con un pH de 7.4, ligeramente alcalino, con bajo contenido de sales (CE=0.3 dS/m), bajo contenido de materia orgánica (0.6%) y nutrientes, excepto potasio y calcio con valores de 126 ppm y 6.98 cmol/kg, respectivamente.

*Tabla 01: Análisis de suelo de parcela experimental.*

Análisis mecánico	Resultado	Clase textural
Arena (%)	79	Franca
Limo (%)	6	
Arcilla (%)	15	
Análisis físico químico	Resultado	Clasificación
pH	7.4	Ligeramente alcalino
CE (dS/m)	0.3	Normal
MO (%)	0.6	Deficiente
CaCO <sub>3</sub> (%)	0	No calcáreo
P (ppm)	10	Escaso
K (ppm)	126	Escaso
CIC (cmol/kg)	9.05	Escaso
Ca <sup>2+</sup> (cmol/kg)	6.98	Adecuado
Mg <sup>2+</sup> (cmol/kg)	1.26	Escaso
Na <sup>+</sup> (cmol/kg)	0.37	Normal
Al <sup>3+</sup> (cmol/kg)	0	Normal
H <sup>+</sup> (cmol/kg)	0	Normal

### 3.5. Metodología

#### 3.5.1. Primera cosecha

##### 3.5.1.1. Preparación del terreno

En la preparación del terreno se pasó rastra, subsolado y surcado. Quedando una distancia entre surcos de 1.7 m.

#### **3.5.1.2. Riego de enseño**

Una vez preparado el terreno se instalaron las mangueras de riego a fin de humedecer el terreno hasta capacidad de campo, formando un radio hidráulico que se destinó para ubicar a las plántulas de espárrago. Asimismo, este riego permitió estimular el crecimiento de malezas que pudieran representar una amenaza competitiva al cultivo principal.

#### **3.5.1.3. Eliminación de malezas**

Se realizó una aplicación de Gramoxone al 0.5% para controlar las malezas resultantes del primer riego.

#### **3.5.1.4. Desinfección de plántulas**

Las plántulas de los híbridos respectivos fueron proporcionadas por la empresa Agronegocios Génesis S.A.C., la misma que se encargó de su desarrollo en vivero. Así, una vez listo para su trasplante a campo definitivo, se procedió a una desinfección con un caldo fungicida de Homai al 0.2%. El proceso consistió en sumergir a las bandejas en un depósito con la solución desinfectante por un corto periodo de tiempo, dejando orear antes de ser trasplantadas.

#### **3.5.1.5. Siembra**

En la siembra se utilizó una rueda con puntas distanciadas a 17 cm como marcador de orificios. Entonces, una vez el terreno en capacidad de campo y libre de malezas se apertura orificios e

inmediatamente se colocó una planta por hoyo, introduciéndose cuidadosamente y ejerciendo una presión en las paredes del hueco evitando así la formación de bolsas de aire. Concluida la siembra de toda la parcela se realizó un riego ligero.

#### **3.5.1.6. Riegos**

Los riegos se realizaron considerando las condiciones ambientales y el desarrollo del cultivo. Es así que se utilizó datos del Kc y la Eto en una frecuencia interdiaria.

#### **3.5.1.7. Fertilización**

La fertilización se proporcionó a través del riego, más preciso, se realizó un fertirriego considerando las necesidades nutricionales del cultivo. Aplicando N-P-K por vía edáfica y micronutrientes a través de aplicaciones foliares.

#### **3.5.1.8. Manejo de plagas y enfermedades**

Se presentó problemas con mosquilla de los brotes, thrips, lepidópteros. Así pues, se utilizó un programa de manejo integrado de plagas para contrarrestar el ataque de estos insectos. En el caso de la mosquilla de los brotes se aplicó Imidacloprid 0.1%, dinotefuran 0.1%, Spirotetramat 0.075%, y para los lepidópteros se realizó aplicaciones de Coragen 0.025% y Absolute 0.05 %. Asimismo, en los meses de mayo a agosto tras presentarse condiciones ambientales favorables para el desarrollo de *Stemphylium vesicarium* se realizó aplicaciones preventivas de azoxystrobin 0.05% y aplicaciones curativas de Folicur 0.075%.

#### **3.5.1.9. Manejo de malezas**

Se realizó aplicaciones de Sencor al 0.075 % y desmalezado manual.

#### **3.5.1.10. Agosto**

Se redujo la dotación de agua de manera gradual cerca de 25 días para estimular la translocación de asimilados hacia las raíces.

#### **3.5.1.11. Chapodo**

Una vez culminado el agoste se procedió con el chapodo que consistió en realizar un corte a la altura del cuello. La broza de amontonó y se la ubicó en los bordes de la parcela.

#### **3.5.1.12. Acondicionamiento**

El acondicionamiento de las parcelas experimentales consistió en pasar rastrillo, retirar algunas malezas presentes, ubicar las estacas con sus respectivas etiquetas a fin de identificar las parcelas, instalar las cintas de riego e aplicar un riego pesado.

#### **3.5.1.13. Cosecha**

La cosecha se realizó tanto en la mañana como en la tarde por 14 días. Se utilizó un cuchillo de serrucho como cosechador retirando todos los turiones que alcanzaron una altura de 20 cm. El corte se hizo en la base teniendo cuidado con los brotes pequeños en su alrededor.

### **3.5.2. Segunda cosecha**

#### **3.5.2.1. Manejo de malezas**

El último día de la primera cosecha además de retirar los turiones se ejecutó la remoción de todos los brotes que estaban por encima

del suelo. Inmediatamente, se aplicó Gramoxone al 0.5% por todo el terreno a fin de eliminar todas las malezas presentes. En el transcurso del cultivo no se aplicó ningún herbicida, solo se desmalezo de manera manual.

#### **3.5.2.2. Riego y fertilización**

La fertirrigación fue de manera interdiaria considerando las necesidades nutricionales del cultivo.

#### **3.5.2.3. Manejo de plagas**

Se realizó la aplicación de insecticidas del grupo de los neonicotenoides y diamidas antranilicas para el control de mosquilla de los brotes y lepidópteros, respectivamente.

#### **3.5.2.4. Agoste**

Se redujo la dotación de agua de manera gradual cerca de 25 días para estimular la translocación de asimilados hacia las raíces.

#### **3.5.2.5. Chapodo**

Una vez culminado el agoste se procedió con el chapodo que consistió en realizar un corte a la altura del cuello. La broza de amontonó y se la ubicó en los bordes de la parcela.

#### **3.5.2.6. Acondicionamiento**

El acondicionamiento de las parcelas experimentales consistió en pasar rastrillo, retirar algunas malezas presentes, ubicar las estacas con sus respectivas etiquetas a fin de identificar las parcelas, instalar las cintas de riego e aplicar un riego pesado.

### 3.5.2.7. Cosecha

La cosecha se realizó tanto en la mañana como en la tarde por 17 días. Así, se utilizó un cuchillo de serrucho como cosechador retirando todos los turiones alcanzado una altura de 20 cm. El corte se hizo en la base teniendo cuidado con los brotes pequeños en su alrededor.

## 3.6. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis combinado de cosechas se utilizó un principio del diseño de parcelas divididas cuando una parcela es sometida a sucesivas observaciones en un periodo de tiempo, considerando tales parcelas como subparcelas (Little y Hills, 1978). Asimismo, para determinar las diferencias estadísticas existentes entre los tratamientos se optó por la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

### 3.6.1. Tratamientos

Los tratamientos estudiados consistieron en tres híbridos y dos variedades de espárrago verde, de los cuales 2 actuaron como testigos, UC-157 y Atlas, dado que son los que mayormente se cultivan en las zonas esparragueras de nuestro país.

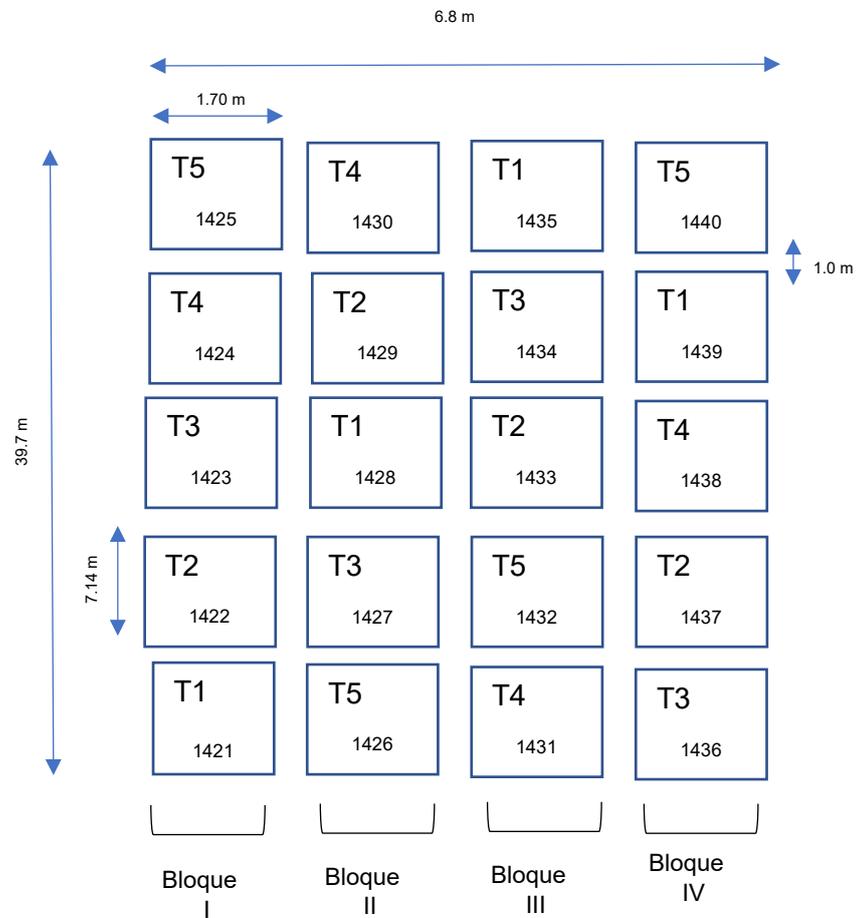
*Tabla 2: Tratamientos estudiados*

Tratamiento	Condición
T1	UC-157
T2	Atlas
T3	Vegalim
T4	Sunlim

T5

K-967

### 3.6.2. Croquis del experimento



### 3.6.3. Características del área experimental

#### Unidades experimentales:

Surcos por parcela: 1

Número de surcos por bloque: 1

Distancia entre plantas: 0.17 m.

Distancia entre surcos: 1.70 m.

Ancho de la parcela: 1.70 m

Largo de la parcela: 7 m

Área por parcela: 11.9 m<sup>2</sup>

Número de plantas por parcela: 42

### **Bloque**

Parcelas por bloque: 5

Largo del bloque: 39.7 m

Ancho del bloque: 1.7 m

Área del bloque: 67.5 m<sup>2</sup>

Área experimental: 554.4 m

### **Bordes**

Largo del borde: 1 m

Ancho del borde: 1.7 m

Área del borde: 1.7 m<sup>2</sup>

Área total de bordes: 27.2 m<sup>2</sup>

### **Experimento**

Bloques por experimento: 4

Largo del experimento: 39.7 m

Ancho del experimento: 6.8 m

Área total del experimento: 269.96 m<sup>2</sup>

## **3.7. Parámetros evaluados**

Todas las evaluaciones se realizaron en cada una de las unidades experimentales de experimento.

### **3.7.1. Rendimiento total**

El rendimiento total se evaluó pesando todos los turiones cosechados, utilizando una balanza digital para este fin.

### 3.7.2. Rendimiento Clase I

En el rendimiento Clase I se clasificaron y pesaron todos los turiones que reunieron características ideales para ser comercializados al mejor precio; estas incluyeron turiones con una punta cerrada, calibre mayor de 5 mm, 20 cm de largo, erecto y compacto.

### 3.7.3. Peso promedio de turiones

El peso promedio de turiones se obtuvo relacionando el rendimiento total y el número de turiones cosechados.

### 3.7.4. Número de turiones

Esta característica se evaluó contando todos los turiones cosechados.

### 3.7.5. Número de turiones descarte

Este parámetro se evaluó contando todos los turiones cosechados, con un diámetro menor a 5 mm.



*Figura 4. Turión con calibre menor de 5 mm. (Autor).*

### 3.7.6. Número de turiones Clase I

Se contaron los turiones Clase I, que son los que poseen un diámetro superior a 5 mm y no presentan ningún defecto como turiones abiertos, torcidos, fofos o planos.



*Figura 5. Turiones clase I. (Autor)*

### **3.7.7. Número de turiones Clase II**

Se contaron los turiones Clase II, que son los que poseen un diámetro mayor a 5 mm, y que presentan algún defecto ya sea que están abiertos, torcidos, fofos o planos.

### **3.7.8. Turiones abiertos**

Esta característica se evaluó contando todos los turiones que presentaron las brácteas abiertas.



*Figura 6. Turión con brácteas abiertas. (Autor)*

### **3.7.9. Turiones torcidos**

Se contó los turiones que presentaron deformidades.



*Figura 7. Turión torcido. (Autor)*

#### **3.7.10. Turiones fofos**

Esta característica se evaluó contando todos los turiones que al momento de aplicarles una presión no presentaron resistencia y el tejido terminaba hundido.



*Figura 8. Turión hueco. (Autor)*

#### **3.7.11. Turiones planos**

Esta variable se evaluó contando todos los turiones con una estructura.



*Figura 9. Turión aplanado. (Autor)*

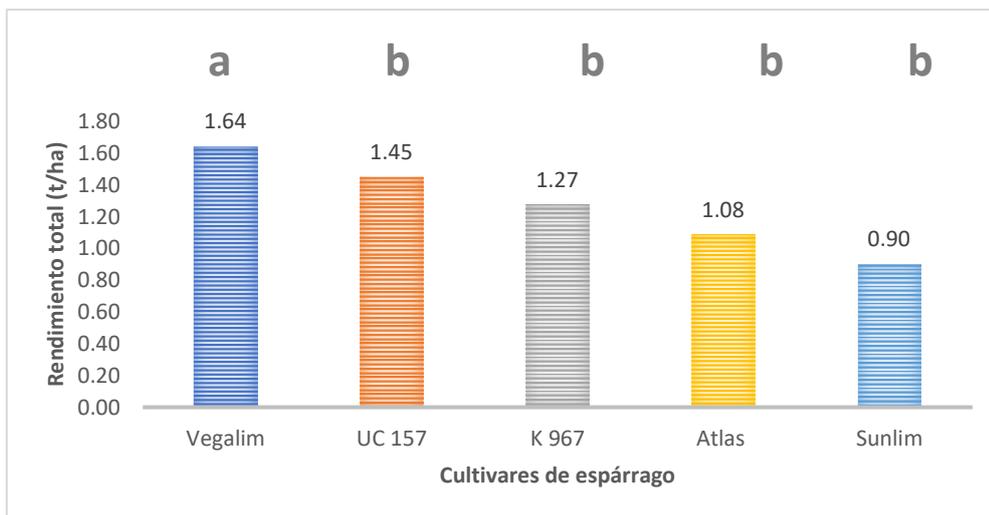
## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Primera cosecha**

#### 4.1.1. Rendimiento total

El Análisis de Varianza (ANVA) realizado para el rendimiento promedio total de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en la primera cosecha (Anexo) muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio ( $p < 0.1$ ). Así, en la Figura 10 se puede apreciar que el híbrido que obtuvo el mayor rendimiento promedio fue Vegalim con 1.64 t/ha, y superior estadísticamente al resto de materiales. Los genotipos UC-157, K-967, Atlas y Sunlim tuvieron rendimientos promedios de 1.45 t/ha, 1.27 t/ha, 1.08 t/ha, y 0.90 t/ha, respectivamente, y no presentaron diferencias estadísticas significativas entre ellos. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 27.34 %.

Estos resultados ubican a Vegalim como el mejor híbrido en referencia a rendimiento total. No obstante, en otras investigaciones, Vargas (2015) ubica a UC-157 como el mejor material con un rendimiento de 6.8 t/ha, esta diferencia probablemente se deba a variaciones en la fertilización del cultivo, generalmente las empresas agroexportadoras utilizan una nutrición altamente intensiva. Asimismo, existen variaciones en cuanto al lugar de experimentación y al año por lo que es muy posible que estas condiciones estimulen a estos materiales a expresar su potencial productivo. En otro estudio comparativo de rendimiento de siete híbridos de espárrago verde Jara (2019) no encontró diferencias estadísticas significativas entre los genotipos en estudio incluidos aquí (Vegalim, Sunlim, K-967, Atlas y UC-157). Por otro lado, el común de estas investigaciones es que reportan a Sunlim como el híbrido menos productivo en la primera cosecha.



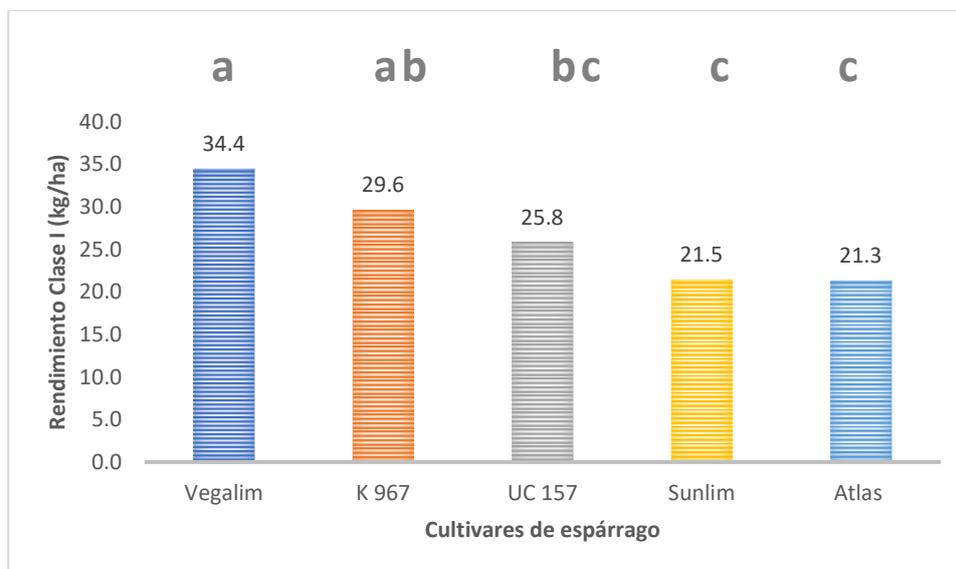
*Figura 10. Rendimiento promedio total de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### **4.1.2. Rendimiento clase I**

En el Análisis de Varianza del rendimiento promedio clase I (Anexo), se encontró que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio ( $p < 0.01$ ), por lo que se procedió a realizar la prueba de Duncan, así, de acuerdo a los resultados, en la Figura 11 se aprecia que el híbrido con el mayor rendimiento promedio Clase I fue Vegalim (34.4 kg/ha), seguido por K-967 (29.6 kg/ha) sin diferencias estadísticas significativas entre ambos híbridos. Por otro lado, el material con el menor rendimiento promedio clase I fue Atlas (21.3 kg/ha), sin embargo, no se encontró diferencias significativas entre este último, UC-157 (25.8 kg/ha) y Sunlim (21.5 kg/ha). Además, entre los genotipos K-967 (29.6 t/ha) y UC-157 (25.8 t/ha) tampoco se presentó diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 15.45 %.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Vargas (2015) quien encontró que UC-157 produjo 5.7 t/ha de turiones comerciables siendo la variedad con el más alto promedio. No obstante, Jara (2019) en su estudio de comparativo de rendimiento de siete híbridos de espárrago ubica a Vegalim como el híbrido con mayor rendimiento clase I con 120

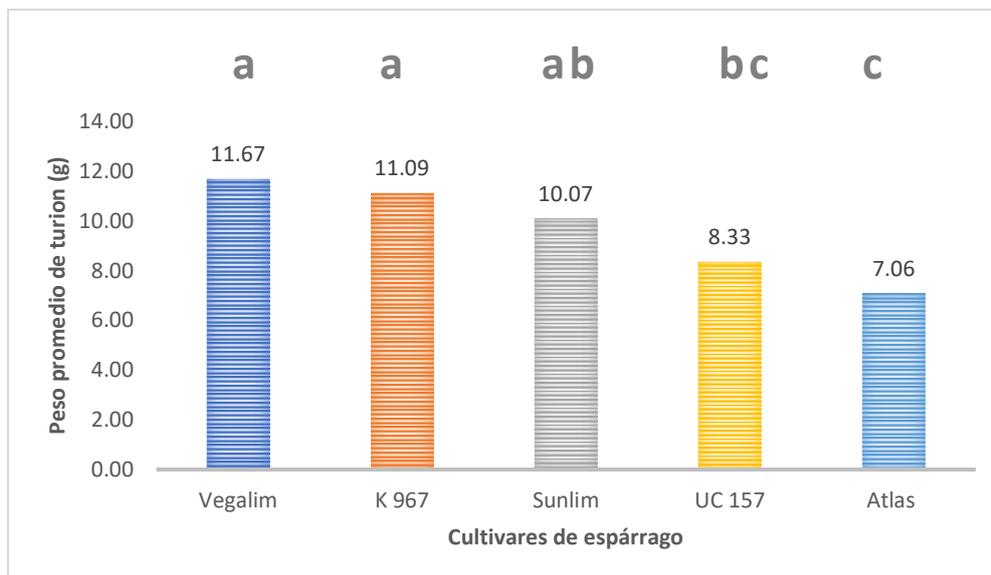
kg/ha, pero sin encontrar diferencias estadísticas con los otros híbridos, lo que se acerca más a lo encontrado en este estudio donde Vegalim y K-967 cuentan con un mismo valor estadístico.



*Figura 11. Rendimiento promedio Clase I de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.1.3. Peso promedio de turión

El Análisis de Varianza (ANVA) del peso promedio de turión en la primera cosecha (Anexo) indicó que existió diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. Así, de acuerdo a los resultados mostrados en la Figura 12, el híbrido con el mayor peso promedio de turión fue Vegalim (11.67 g/turión), seguido por K-967 (11.09 g/turión) y Sunlim (10.07 g/turión) sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por otro lado, el material con menor rendimiento promedio de turión fue Atlas (7.06 g/turión), sin embargo, este no presentó diferencias estadísticas significativas con UC-157 (8.33 g/turión). Asimismo, tampoco se evidenció diferencias estadísticas significativas entre Sunlim (10.07 g/turión) y UC-157 (8.33 g/turión). El coeficiente de variabilidad para este parámetro fue de 18.07%.



*Figura 12. Peso promedio de turión de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

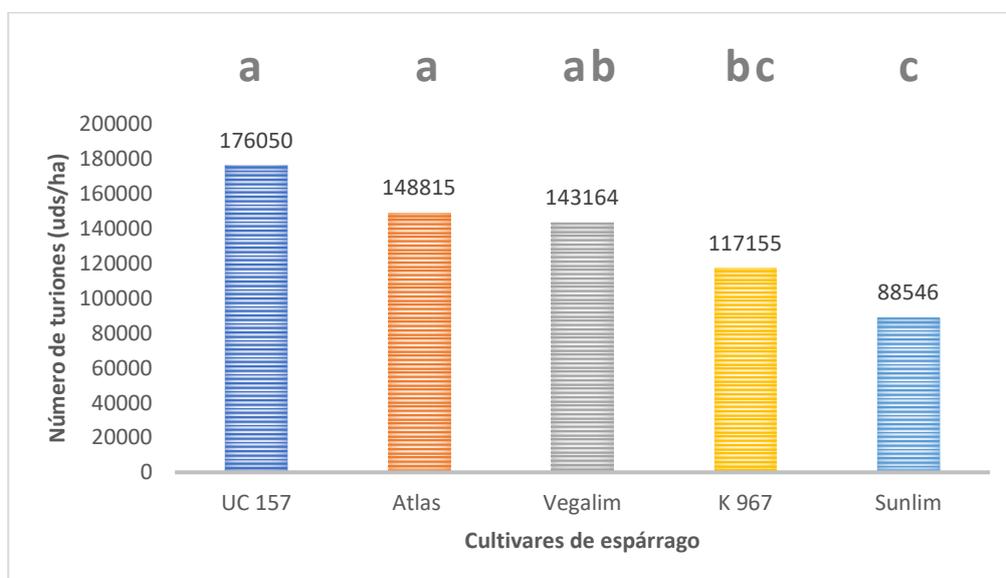
Los pesos promedios de turiones obtenidos en este estudio son similares a los publicados por Jara (2019) quién encontró que los híbridos machos Sunlim, K-967 y Vegalim en su primera cosecha poseían los pesos promedios más altos con 14 g/turión, 12.5 g/turión y 10 g/turión, respetivamente, sin existir diferencias estadísticas entre ellos. Además, las medias más bajas con 9.25 g/turión y 8.50 g/turión fueron para Atlas y UC-157. Por otro lado, Vargas (2015) determinó que no existió diferencias estadísticas significativas entre UC-157, Atlas, Vegalim, Sunlim y K-967, pero de igual modo UC-157 y Atlas produjeron el menor peso promedio de turión, con 25 g/turión y 25.1 g/turión, cada uno.

#### **4.1.4. Número de turiones**

El Análisis de Varianza (Anexo) para esta característica detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos del estudio. Así, en la Figura 13, se observa que el genotipo con el mayor número promedio de turiones fue UC-157 (176,050 turiones/ha), seguido por Atlas (148,815 turiones/ha) y Vegalim (143,164 turiones/ha), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre

ellos. Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones fue Sunlim (88,546 turiones/ha), que no presentó diferencias estadísticas significativas con K-967 (117 155 turiones/ha); a su vez, este último tampoco presentó diferencias estadísticas significativas con Vegalim (143 164 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 21.25 %.

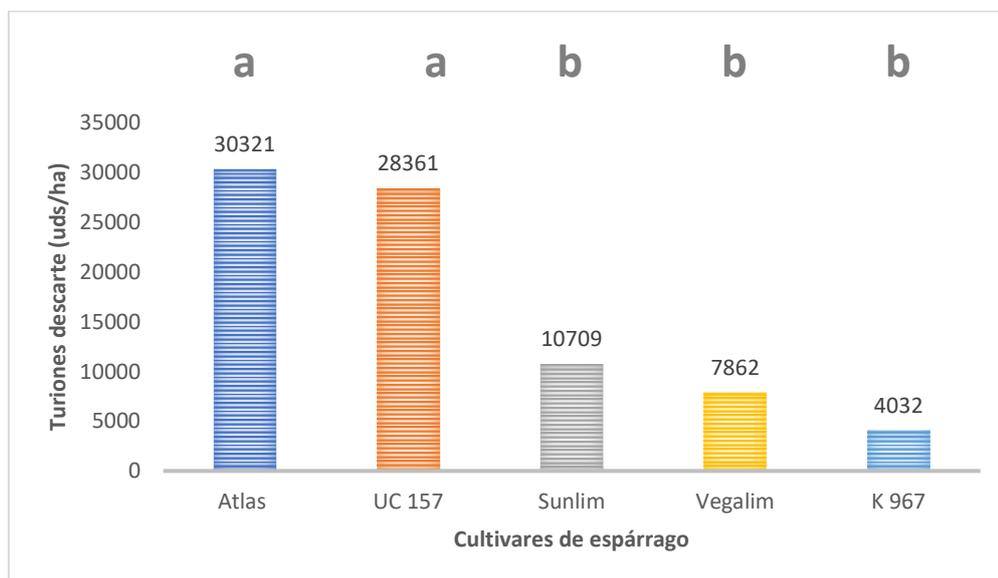
En su trabajo de investigación Vargas (2015) reporta que UC-157 produjo 271,493 turiones/ha lo que lo convierte en la variedad con la mayor cantidad de turiones respecto a los otros híbridos en prueba y que no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre ellos, en este caso Sunlim ocupó el último lugar con 16,3198 turiones/ha. Adicionalmente Jara (2019) en su trabajo de comparativo de rendimiento de nueve híbridos de espárrago verde publica que igualmente UC-157 produjo la mayor cantidad de turiones con 28,409 turiones/ha, sin embargo, este no presentó diferencias estadísticas con Atlas (25,406turiones/ha) y Vegalim (24,365turiones/ha), asimismo, los híbridos con la menor cantidad fueron K-967 (14,367 turiones/ha) y Sunlim (13,312 turiones/ha). Estos últimos resultados se asemejan a lo encontrado en nuestro estudio.



*Figura 13. Número promedio de turiones de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.1.5. Turiones descarte

El Análisis de Varianza (Anexo) se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos en estudio. Así, en la Figura 14, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad del 5 % se aprecia que la variedad con el mayor número promedio de turiones descarte fue Atlas (30,321 turiones/ha), no obstante, este no presentó diferencias estadísticas significativas con UC-157 (28,361 turiones/ha). Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones descarte fue K-967 (4,032 turiones/ha), sin embargo, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre este último con Sunlim (10,709 turiones/ha) y Vegalim (7,862 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 34.94 %.



*Figura 14. Número promedio de turiones descarte de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Los cultivares Atlas y UC-157 produjeron turiones más delgados en comparación a los híbridos machos como Sunlim, Vegalim y K-967 (Figura 08). Estos resultados son similares a los obtenidos por Vargas (2015) y Jara (2019), sin embargo, en el caso del segundo autor, el

híbrido que presentó el menor número de turiones de descarte fue Sunlim, pero sin registrar diferencias estadísticas entre Vegalim y K-967.

#### 4.1.6. Número de turiones clase I

El Análisis de varianza (Anexo 06) se evidenció la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los cultivares estudiados. Realizada la prueba de rangos múltiples de Duncan, (Figura 15) el híbrido con el número promedio de turiones clase I más alto fue Vegalim (69,425 turiones/ha), seguido por K-967 (62,270 turiones/ha) y UC-157 (55,462 turiones/ha), no encontrándose diferencia estadística significativa entre todos ellos. Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones clase I fue Sunlim (24,425 turiones/ha), no obstante, este no presentó diferencias estadísticas significativas con Atlas (35,938 turiones/ha). Asimismo, no se registró diferencias estadísticas significativas entre UC-157 (55,462 turiones/ha) y Atlas (35,938 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para este parámetro fue del 30.36 %.

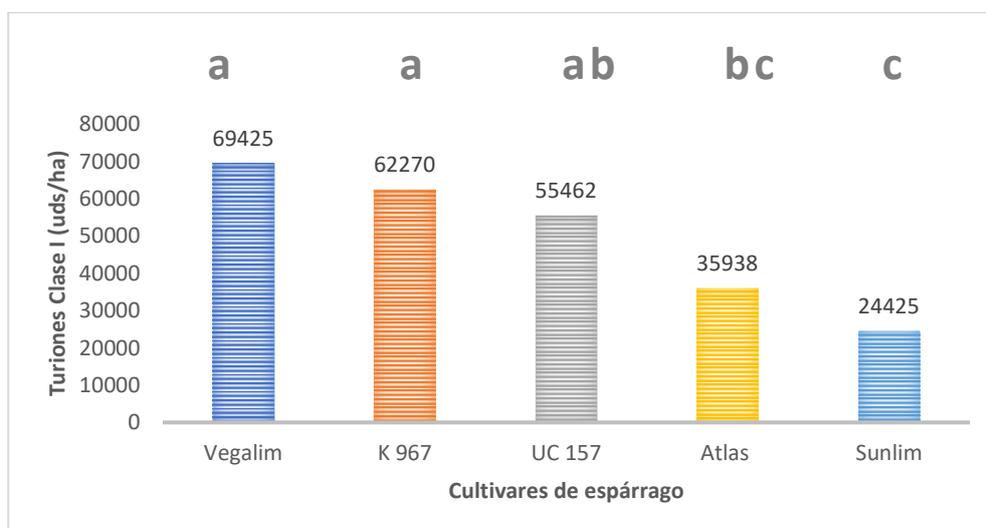


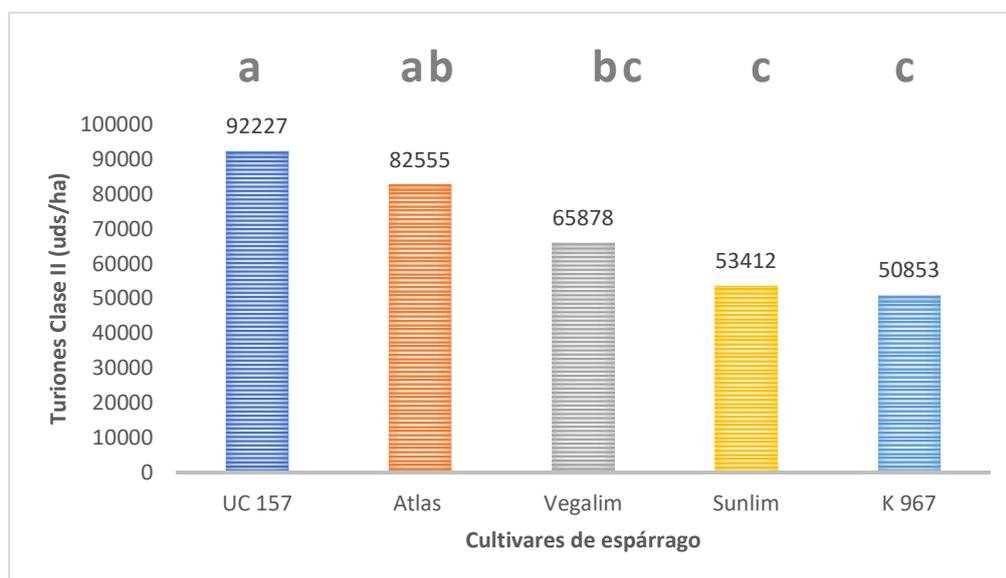
Figura 15. Número promedio de turiones Clase I de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Jara (2019) dado que este investigador reporta que Vegalim produjo la mayor cantidad de turiones clase I, con 45,130 turiones/ha, que Sunlim produjo 16,396 turiones/ha lo que lo convierte en el híbrido con la menor cantidad de turiones de esta categoría.

#### **4.1.7. Número de turiones clase II**

El Análisis de Varianza para esta variable, mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los cultivares en estudio (Anexo). La prueba de Duncan, indicó que el tratamiento con el mayor número promedio de turiones clase II fue UC-157 (92,227 turiones/ha), seguido de Atlas (82,555 turiones/ha), no registrándose diferencias estadísticas significativas entre ambas variedades. Asimismo, Atlas, de igual modo no presentó diferencias estadísticas significativas con Vegalim (65,878 turiones/ha). Por otro parte, el híbrido con el menor número promedio de turiones clase II fue K-967 (50,853 turiones/ha), superado por Sunlim (53,412 turiones/ha) y (65,878 turiones/ha). No obstante, tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas entre ellos (Figura 16). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 23.32%.

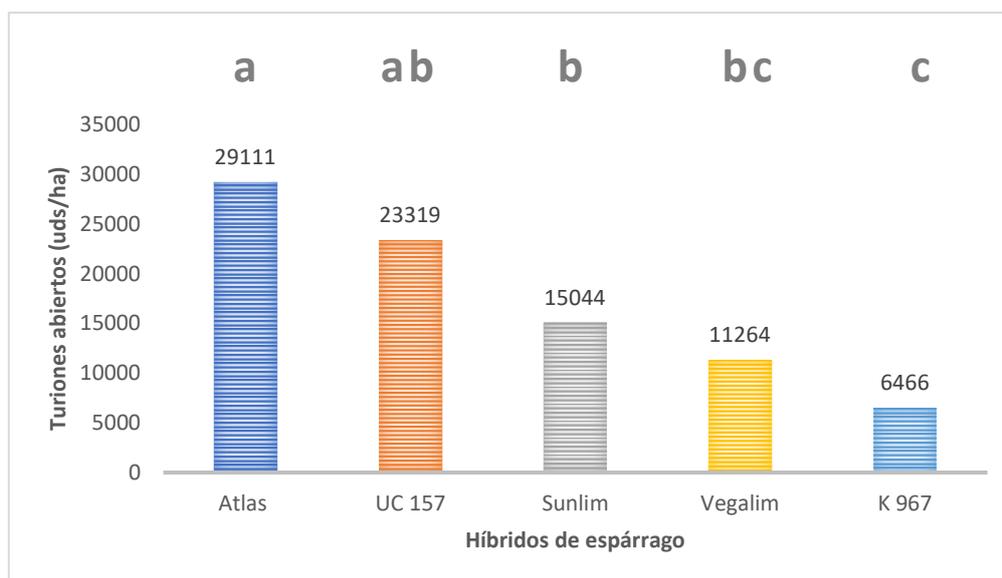
Los turiones clase II reúnen a todos los turiones con algún desperfecto que los impide ser considerados como turiones comerciables. Jara (2019) reportó que los genotipos con el mayor número de turiones con esta característica fueron UC-157, Atlas y Vegalim con medias de 57,955 turiones/ha, 55,843 turiones/ha y 41,397 turiones/ha, respectivamente. Asimismo, el híbrido con la menor cantidad de turiones clase II fue K-967 con 26,298 turiones/ha. Estos resultados coinciden con los encontrados en este estudio (Figura 10), posiblemente debido a que los híbridos machos se comportan mejor en los climas cálidos y en época de verano (Romero y col., 2018).



*Figura 16. Número promedio de turiones Clase II de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.1.8. Turiones abiertos

El análisis de varianza para esta característica (Anexo) encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio ( $p < 0.01$ ). En la Figura 17 se muestra resultados de la prueba de Duncan que indican que el tratamiento con mayor número de turiones con esta característica fue Atlas (29,111 turiones/ha), seguido de UC-157 (23,319 turiones/ha), no registrándose diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos. Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones abiertos fue K-967 (6 466 turiones/ha), no obstante, este no presentó diferencias estadísticas significativas con Vegalim (11,264 turiones/ha). Además, no se encontró diferencias estadísticas significativa entre UC-157 (23,319 turiones/ha), Sunlim (15,044 turiones/ha) y Vegalim (11,264 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para este parámetro es de 44.14 %.



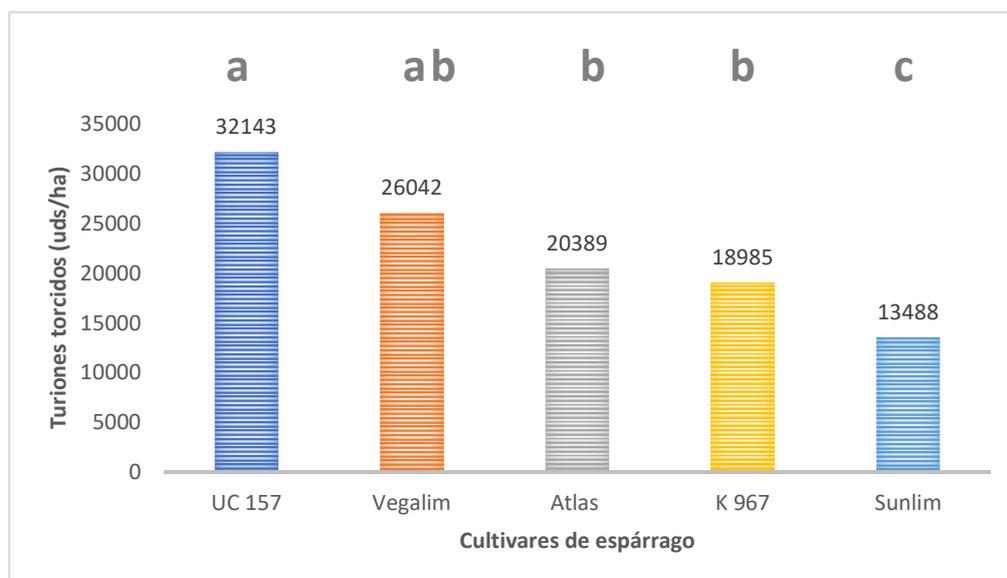
*Figura 17. Número promedio de turiones abiertos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Resultados similares a los encontrados en este estudio, fueron reportados por Quispe (2018), en cuyo estudio K-967 fue el híbrido con el mejor comportamiento respecto a la apertura de brácteas. Este mismo patrón también fue observado por Vargas (2015) quién en la primera cosecha encontró que los híbridos que más presentaron este defecto fueron UC-157 y Atlas, registrando a Vegalim como el híbrido con menor porcentaje de turiones abiertos.

#### **4.1.9. Turiones torcidos**

En el Análisis de Varianza (Anexo) se evidenció la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio ( $p < 0.05$ ) por lo que se procedió a realizar la prueba de Duncan. En la Figura 18 se muestra que la variedad con el mayor número promedio de turiones torcidos fue UC-157 (32,143 turiones/ha), seguido por Vegalim (26,042 turiones/ha), sin presentar diferencia estadística significativa entre ambos materiales. Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones torcidos fue Sunlim (13,488 turiones/ha); además entre los híbridos Vegalim (26,042 turiones/ha),

Atlas (20,389 turiones/ha) y K-967 (18,985 turiones/ha) no se encontró diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad para esta característica fue del 28.30%



*Figura 18. Número promedio de turiones torcidos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

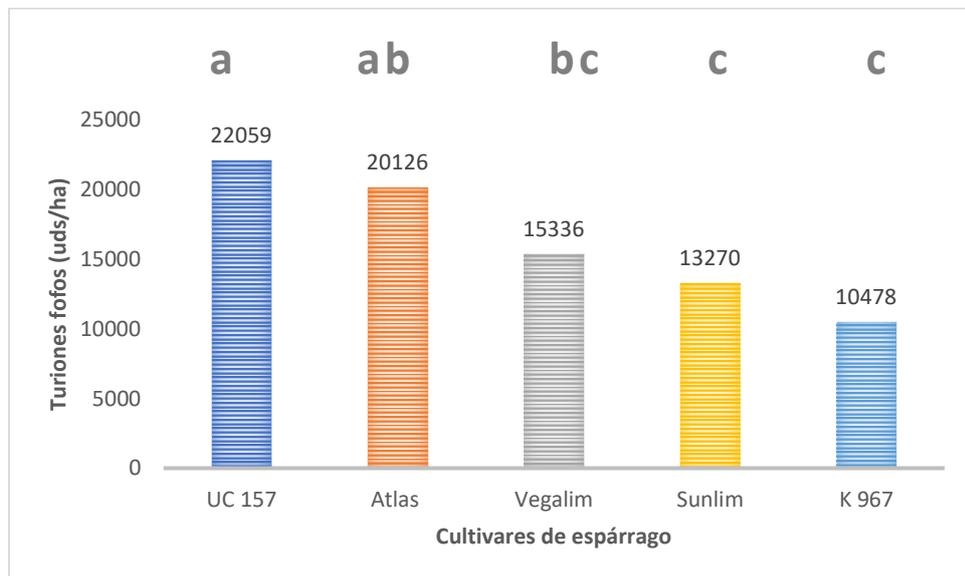
Los resultados presentados en la Figura 18 varían a los encontrados por Salinas (2015), quien reportó a K-967 como el híbrido con la mayor cantidad de turiones torcidos, sin embargo, coincide con Sunlim como el híbrido con la menor cantidad de este tipo de turiones. Por otro, los resultados de Jara (2019) son similares a los aquí reportados con la excepción de ubicar a K-967 como el híbrido con la menor cantidad de turiones torcidos.

#### **4.1.10. Turiones fofos**

El Análisis de Varianza (Anexo) encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos en estudio para esta característica. Los resultados de la prueba de Duncan (Figura 19) mostraron que la variedad con el mayor número de turiones fofos fue

UC-157 (22,059 turiones/ha), seguido por Atlas (20,126 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones fofos fue K-967 (10,478 turiones/ha), superado por Sunlim (13,270 turiones/ha) y Vegalim (15,336 turiones/ha), sin presentarse, de igual modo, diferencias estadísticas significativas entre estos híbridos. Además, entre Atlas (20,126 turiones/ha) y Vegalim (15,336 turiones/ha) tampoco existieron diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad fue del 24.68%.

Los resultados presentados en la Figura 19 coinciden con lo encontrado por Jara (2019) quién ubicó a UC-157 y Atlas como los materiales con la mayor cantidad de turiones fofos. Asimismo, en su estudio registró a K-967 como el híbrido con la menor cantidad de turiones fofos.

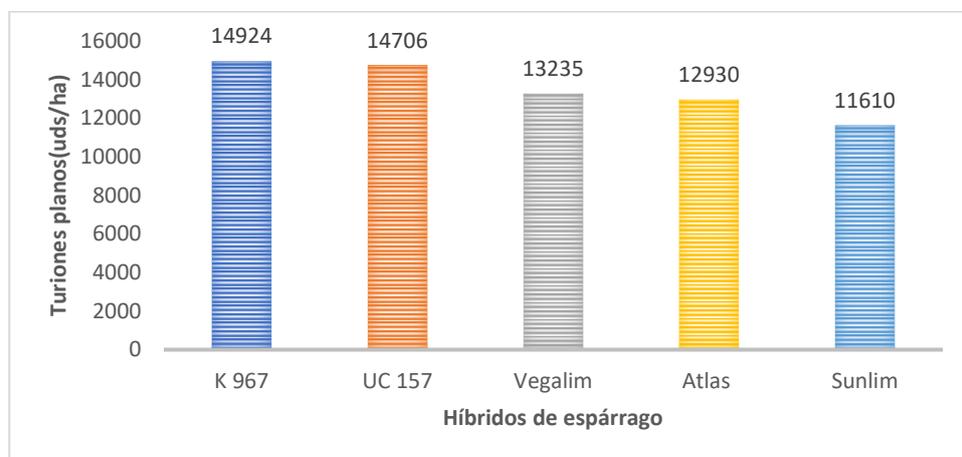


*Figura 19. Número promedio de turiones fofos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.1.11. Turiones planos

El Análisis de Varianza (Anexo) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 20 podemos apreciar que el híbrido con mayor número promedio de turiones planos fue K-967 (14,924 turiones/ha) mientras que el menor fue para Sunlim (11,610 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 41.00 %. Una de las posibles explicaciones para este valor relativamente alto, sería la variabilidad innata del suelo; en tal sentido, posiblemente, las plantas respondieron de manera desigual porqué en las áreas en las que crecieron no poseían las mismas características químicas o físicas, limitando la provisión de calcio al cultivo, que es el elemento clave junto al boro en la configuración estructural de la pared celular evitando ocurran cualquier tipo de deformación.

Salinas (2015) en su trabajo comparativo de rendimiento y calidad de 7 híbridos de espárrago que constaron de UC-157, Atlas, Vegalim, Sunlim, K-967, Ida Lea y K-2115 no encontró diferencias estadísticas significativas entre los híbridos para turiones planos. Estos resultados coinciden con los presentados en la Figura 20. Sin embargo, Salinas ubica a UC-157 como el genotipo con la mayor cantidad de turiones planos, respectivamente.



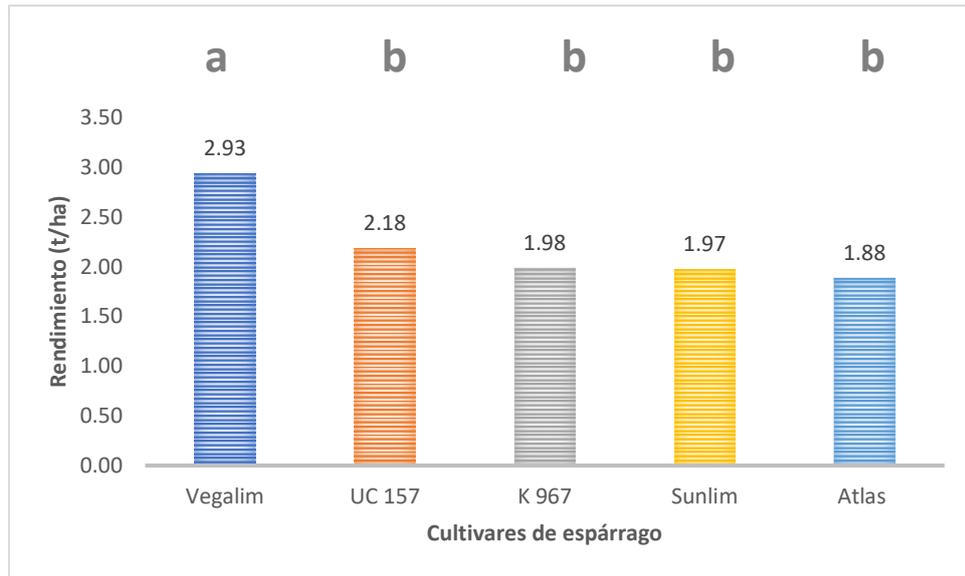
*Figura 20. Número promedio de turiones planos de la primera cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2. Segunda cosecha

#### 4.2.1. Rendimiento total

El Análisis de Varianza para rendimiento promedio total mostró la existencia de diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 21 se aprecia que el híbrido con el mayor rendimiento fue Vegalim (2.93 t/ha) y que superó estadísticamente al resto de cultivares. El material con el menor rendimiento fue Atlas (1.88 t/ha), sin embargo, no presentó diferencias estadísticas significativas con UC-157 (2.18 t/ha), K-967 (1.98 t/ha) y Sunlim (1.97 t/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 19.16 %.

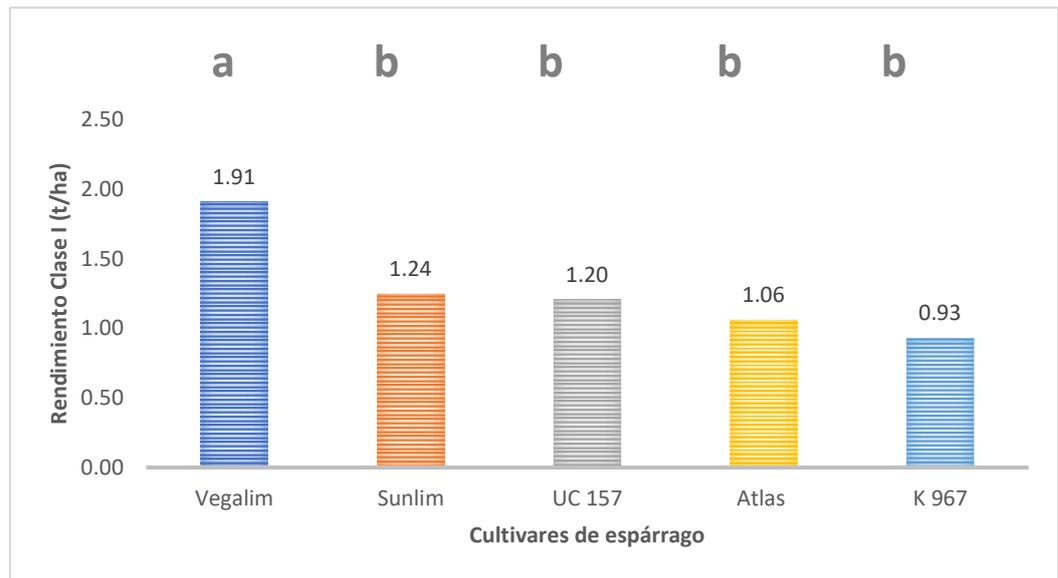
La superioridad de Vegalim (2.93 t/ha) de acuerdo a nuestros resultados difiere de lo encontrado por Vargas (2015) en un estudio de evaluación de rendimiento de tres híbridos de espárrago verde en su segunda cosecha, este investigador registró que entre UC-157, Atlas y Sunlim no existió diferencia estadística significativa con una productividad de 7.1 t/ha, 5.3 t/ha y 4.0 t/ha, respectivamente. Curiosamente, en su estudio Vegalim llega a ocupar el último lugar con un rendimiento de 2.0 t/ha. Es muy probable que las diferencias se deban a que el manejo del cultivo fue distinto; las empresas comerciales generalmente manejan una nutrición intensiva, adicional a ello las condiciones ambientales en las que se llevaron a cabo ambos experimentos distan en espacio y tiempo, más aún en nuestro trabajo la segunda cosecha tuvo una influencia directa por el fenómeno El Niño que sin duda algún altero drásticamente la respuesta de los materiales en estudio.



*Figura 21. Rendimiento promedio total de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.2. Rendimiento clase I

El Análisis de Varianza (Anexo) detectó la existencia de diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. El híbrido con el mayor rendimiento fue Vegalim (1.91 t/ha) y fue superior significativamente a los otros tratamientos (Figura 22). El material con el menor rendimiento fue Atlas (0.93 t/ha), que no presentó diferencias estadísticas significativas con UC-157 (1.20 t/ha), K-967 (1.06 t/ha) y Sunlim (1.24 t/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 27.54 %.



*Figura 22. Rendimiento promedio Clase I de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

En un experimento de campo Bazán y col. (2015) evaluaron la productividad de dos híbridos machos italianos, utilizando como control a UC-157 en su sexta cosecha, que tuvo el menor rendimiento promedio con 5,780 kg/ha frente a los híbridos masculinos. Por otro lado, García (2014) evaluó la productividad de nueve híbridos en su cuarta cosecha, ubicando a UC-157 (6754 kg/ha) como uno de los genotipos menos productivos frente a los híbridos machos en prueba. Ahora bien, nuestros resultados ciertamente indican que UC-157 no es el híbrido más productor en cuanto a turiones comerciables o clase I, no obstante, tiene el mismo valor estadístico que Sunlim, Atlas y K-967, lo cual coincide con el estudio de Quispe (2018) quién reportó a Vegalim como el híbrido con el mayor rendimiento promedio con 4.52 t/ha en su tercera cosecha.

#### **4.2.3. Peso promedio de turión**

En el Análisis de Varianza del peso promedio de turiones (Anexo) se encontró que existieron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. Los resultados que se observan en

la Figura 23 indican que el híbrido con mayor peso promedio de turión fue Vegalim (11.15 g/turión), seguido por K-967 (10.77 g/turión) y Sunlim (10.53 g/turión), no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por otro lado, el material con el menor peso promedio fue UC-157 (7.86 g/turión), superado por Atlas (8.16 g/turión), entre los cuales tampoco se presentó diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 15.47 %.

Quispe (2018) reportó que los híbridos con el mayor peso promedio de turión fueron K-967, Vegalim y Sunlim con 17.14 g/turión, 15.48 g/turión y 15.03 g/turión respectivamente; sin registro de diferencias estadísticas. Esto indica que estos híbridos se comportan mejor produciendo turiones con mayor peso, lo cual coincide con lo encontrado en nuestro trabajo, no obstante, Vargas (2015) en su estudio reporta no encontrar diferencias estadísticas significativas en el peso promedio de turiones con valores que oscilan entre 18.3 g/ turión y 22.9g/turión.

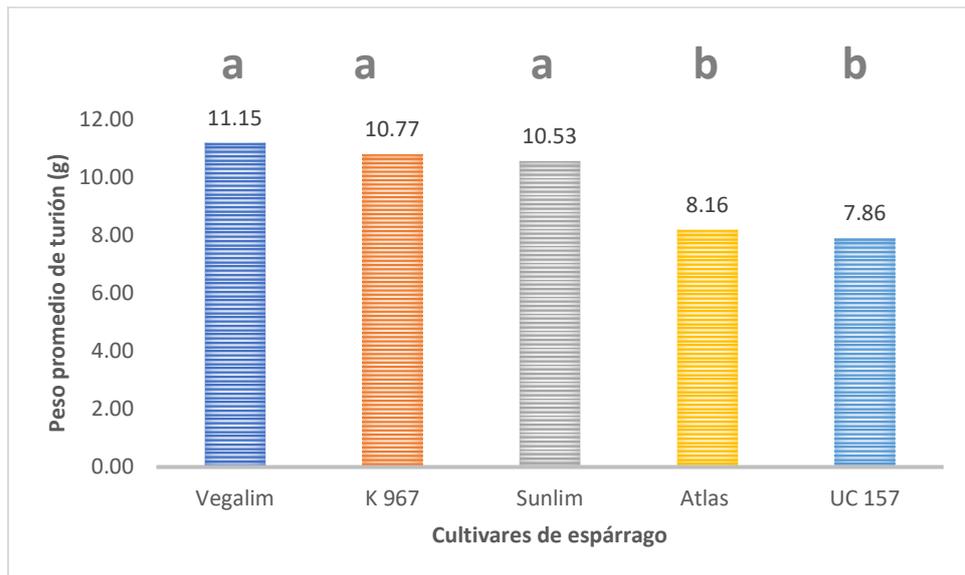
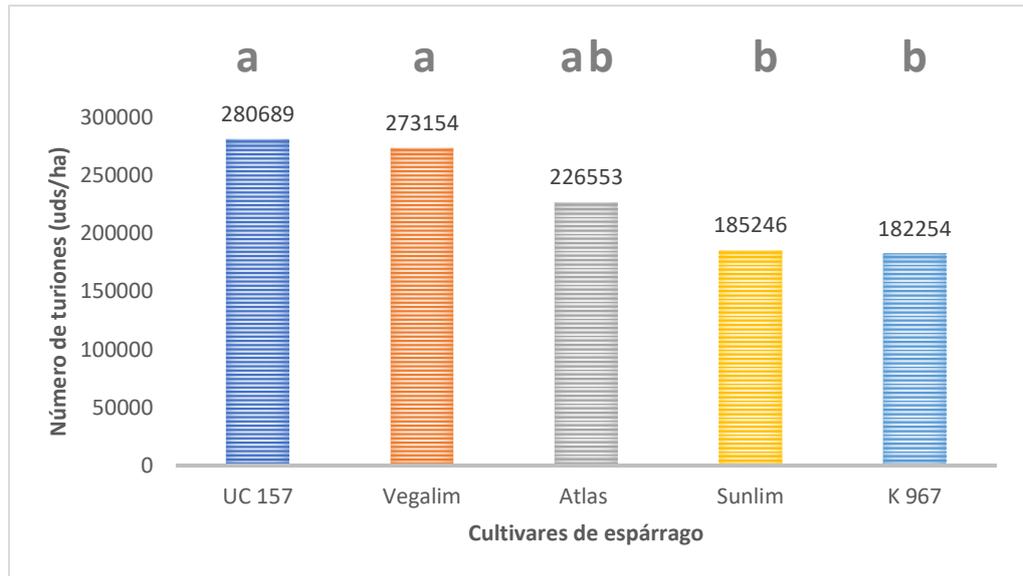


Figura 23. Peso promedio de turión de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.2.4. Número de turiones

El Análisis de Varianza del número promedio de turiones (Anexo) mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. El cultivar con la mayor cantidad de turiones fue UC-157 (280,689 turiones/ha), seguido por Vegalim (237,154 turiones/ha) y Atlas (226,553 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por otro lado, el híbrido con la menor cantidad de turiones fue K-967 (182,254 turiones/ha), superado por Sunlim (185,246 turiones/ha) y Atlas (226,553 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre los tres híbridos. El coeficiente de variabilidad fue de 21.11%.

En diferentes trabajos se registra que UC-157 se caracteriza por producir una gran cantidad de turiones. Los resultados coinciden con los reportado por Risso y col. (2012) que, en una investigación de productividad de híbridos de espárrago bajo condiciones de invernadero, UC-157 superó a 3 híbridos de origen italiano de manera significativa con un promedio de 408,900 turiones/ha. Vargas (2015) en su trabajo publicó que en la segunda cosecha UC-157 y Atlas produjeron el mayor número de turiones totales con una media de 333,635 turiones/ha y 230,166 turiones/ha, cada uno; además, ubica a K-967 como el híbrido con la menor cantidad de turiones totales, con 101,659 turiones/ha., este último valor es inferior al reportado en nuestra investigación.

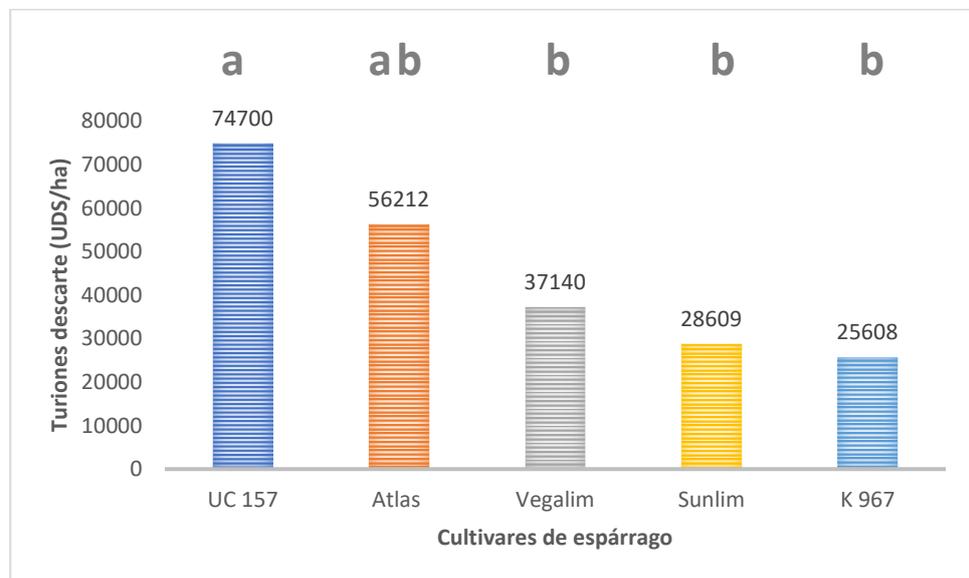


*Figura 24. Número promedio de turiones de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.5. Turiones descarte

En el Análisis de Varianza del número promedio de turiones descarte (Anexo) mostró la existencia de diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. El mayor número promedio de turiones descarte fue UC 157 (74,700 turiones/ha), seguido por Atlas (56,212 turiones/ha), así, no se encontró diferencias estadísticas significativa entre ambas variedades (Figura 25). Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones descarte fue K-967 (25,608 turiones/ha), no obstante, no presentó diferencias estadísticas significativas con Sunlim (28,609 turiones/ha), Vegalim (37,140 turiones/ha) y Atlas (56,212 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad fue del 44.06 %. Esta alta variabilidad podría asociarse a la naturaleza de la variable ya que en la primera cosecha también se registró una alta variabilidad. Asimismo, el incremento de las temperaturas durante la cosecha podría haber ejercido un fuerte efecto en la respiración del espárrago, incentivando la producción de una mayor cantidad de turiones con bajo calibre y con cierto diferencial de respuesta entre las repeticiones.

Vargas (2015) reportó una producción de 29,026 turiones/ha y 20,715 turiones/ha para UC-157 y Atlas respectivamente. Mientras que Sunlim, Vegalim y K-967 produjeron una cantidad de 15,069 turiones/ha, 15,641 turiones/ha y 14,130 turiones/ha. Estos resultados coinciden con los encontrados en este estudio, que indican que los híbridos con una menor proporción de turiones descarte son los híbridos machos. Por otro lado, Salinas (2015) en un estudio que tuvo por objetivo evaluar el rendimiento y la calidad de 9 híbridos de espárrago blanco, reportó que UC-157, en su cuarta cosecha, produjo la mayor cantidad de turiones con diámetro menor a 12 mm, alcanzando 175,440 turiones/ha. Esto sugiere que al menos UC-157 produce una mayor proporción de turiones no comerciables en espárragos verde y blanco.



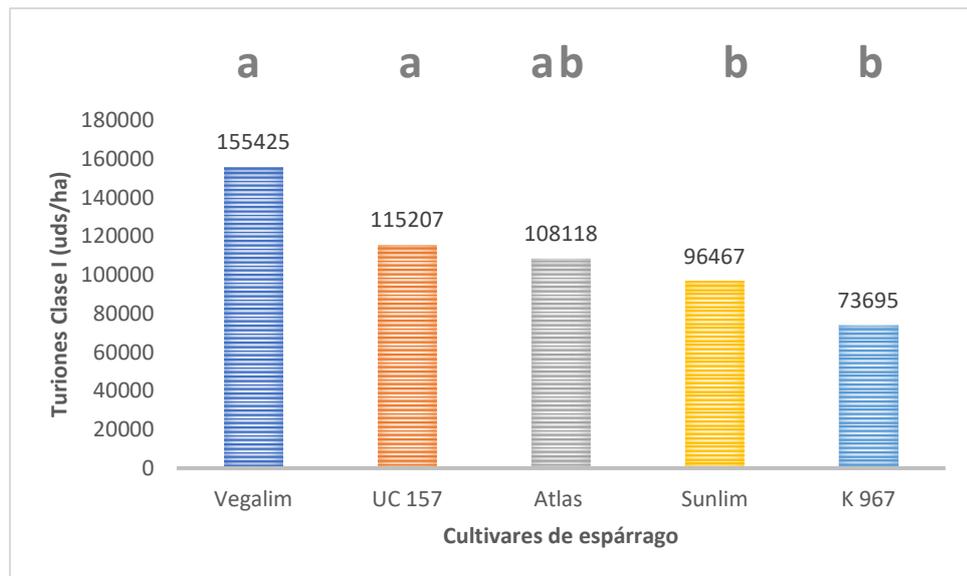
*Figura 25. Número promedio de turiones descarte de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.6. Número de turiones clase I

El Análisis de Varianza para esta característica (Anexo) mostró la existencia de diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.1$ ) entre los tratamientos en estudio. El híbrido con el mayor número promedio de

turiones Clase I fue Vegalim (155,425 turiones/ha), seguido por UC-157(115,207 turiones/ha) y Atlas (108,118 turiones/ha), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos (Figura 26). Por otro lado, el híbrido con la menor cantidad de turiones clase I fue K-967 (73,695 turiones/ha), superado por Sunlim (96,467 turiones/ha) y Atlas (108,118 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. El coeficiente de variabilidad fue de 31.17%.

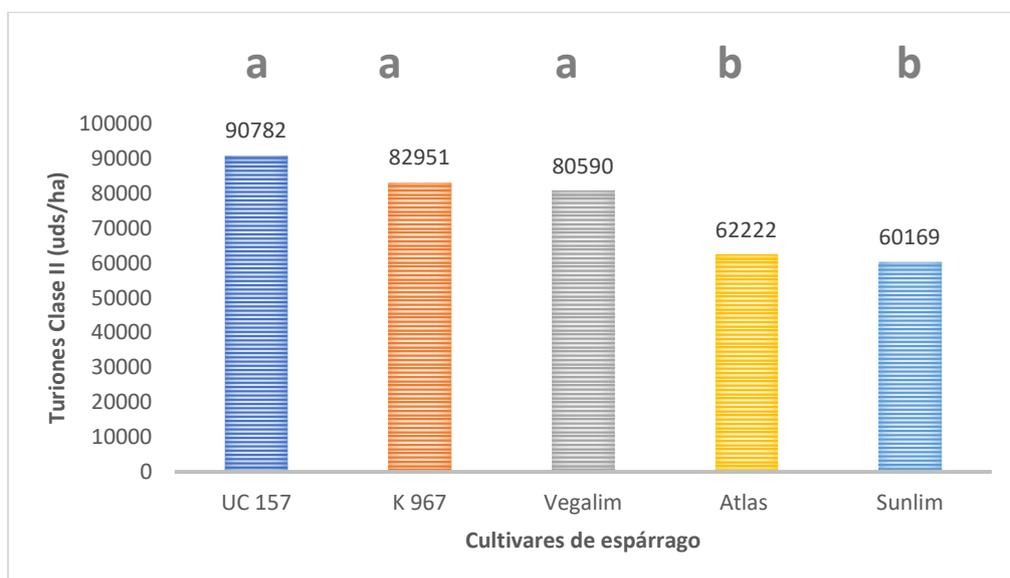
Vargas (2015) encontró que UC-157, en su segunda cosecha, produjo la mayor cantidad de turiones clase I, 236,881 turiones/ha diferenciándose significativamente de Sunlim (159,433 turiones/ha), Atlas (145,005 turiones/ha), Vegalim (80,832turiones/ha) y K-967 (73,194 turiones/ha). Así pues, estos resultados son contrarios a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, Quispe (2018) reportó que entre Vegalim, UC-157 y Atlas no se presentaron diferencias estadísticas con una producción de 272,353 turiones/ha, 242,941 turiones/ha y 220,588 turiones/ha en su tercera cosecha. Estos resultados coinciden con los nuestros en términos estadísticos.



*Figura 26. Número promedio de turiones Clase I de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.6. Número de turiones clase II

El Análisis de Varianza del número promedio de turiones Clase II (Anexo) mostró que existieron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los genotipos estudiados. Los resultados señalan que el material con el mayor número promedio de turiones clase II fue UC-157 (90,782 turiones/ha), seguido por K-967 (82,951 turiones/ha) y Vegalim (80,590 turiones/ha), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos (Figura 27). Por otro lado, Sunlim (60,169 turiones/ha) fue el híbrido que tuvo la menor cantidad de turiones clase II, sin embargo, no presentó diferencias estadísticas significativas con Atlas (62,222 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 15.64 %.



*Figura 27. Número promedio de turiones Clase II de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

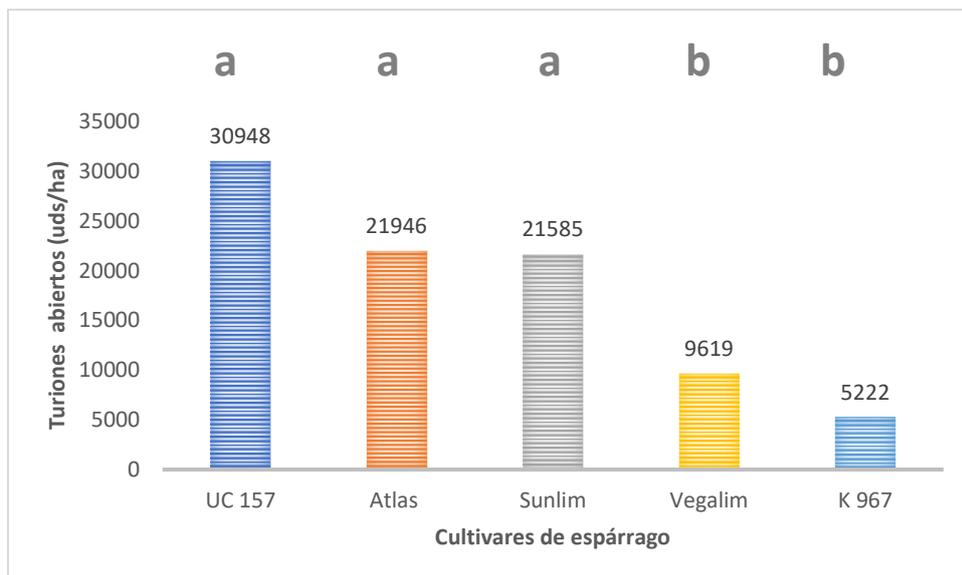
Quispe (2018) reportó que UC-157 y Atlas fueron los materiales que más turiones clase II tuvieron con una producción de 31,175 turiones/ha y 21,470 turiones/ha respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Vargas (2015) donde UC-157 y Atlas también produjeron la mayor cantidad de turiones clase II con promedios de

67,728 turiones/ha y 64,446 turiones/ha, respectivamente. Ambos resultados coinciden con nuestros resultados lo que hace suponer que estas variedades tienden a producir turiones de baja calidad en condiciones ambientales extremas.

#### **4.2.7. Turiones abiertos**

El Análisis de Varianza para esta variable, (Anexo), mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 28 se observan los resultados que indican que el genotipo con la mayor cantidad de turiones abiertos fue UC-157 (30,948 turiones/ha), seguido por Atlas (21,946 turiones/ha) y Sunlim (21,585 turiones/ha), no encontrándose diferencias estadísticas entre ellos. Por otro lado, el híbrido con la menor cantidad de turiones abiertos fue K-967 (5,222 turiones/ha). No obstante, no presentó diferencias estadísticas con Vegalim (9,619 turiones/ha). El coeficiente de Variabilidad para esta característica fue 39.89%.

El incremento de las temperaturas en los meses de cosecha por efecto del fenómeno El Niño posiblemente tuvo influencia directa en la apertura de las brácteas de turiones, dado que existe una relación positiva entre crecimiento de turión y la temperatura, asimismo, los turiones empiezan su ramificación al alcanzar una altura de 21 cm a 37 cm que está en función del material genético (Krarup y Contreras, 2002). En ese sentido estos resultados sugieren que es muy probable que la altura a la que los turiones de los híbridos Vegalim y K-967 inician su apertura, sea mayor a la de los otros; lo que explicaría por qué su producción de turiones abiertos fue significativamente menor.



*Figura 28. Número promedio de turiones abiertos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.8. Turiones torcidos

El Análisis de Varianza del número promedio de turiones torcidos de (Anexo) detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 29 los resultados señalan que el genotipo con el mayor número promedio de turiones torcidos fue UC-157 (52,640 turiones/ha), seguido por K-967 (51,317 turiones/ha), Vegalim (48,117 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre todos ellos. Por otro lado, el híbrido con la menor cantidad de turiones torcidos fue Sunlim (22,061 turiones/ha), superado por Atlas (26,576 turiones/ha) y sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre ambos. El coeficiente de variabilidad fue de 19.96%. La mayor cantidad de turiones torcidos en la segunda cosecha probablemente se deba a que por efecto del fenómeno El Niño la parcela se irrigó con agua con gran cantidad de agregados, lo que ocasionó la formación de una capa barro en la superficie de los surcos que rápidamente se llegó a retirar, no obstante, esto coincidió con el pico de producción de turiones. En ese sentido, el posible efecto se explicaría por la mayor presión ejercida por el turión para poder vencer

la resistencia impuesta por la capa de limo. Los híbridos que mejor se comportaron en estas circunstancias fueron Atlas y Sunlim, siendo menos susceptibles de formar turiones torcidos.

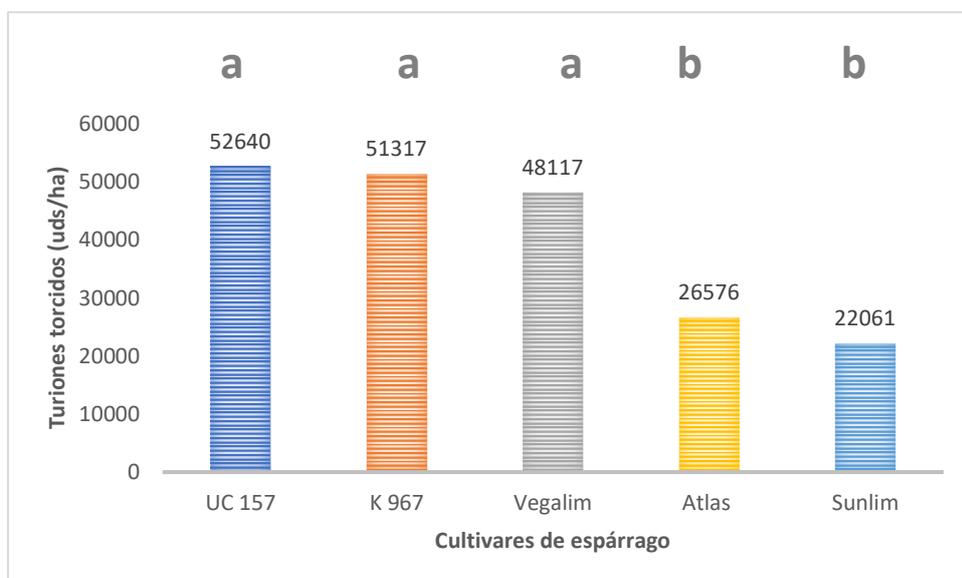
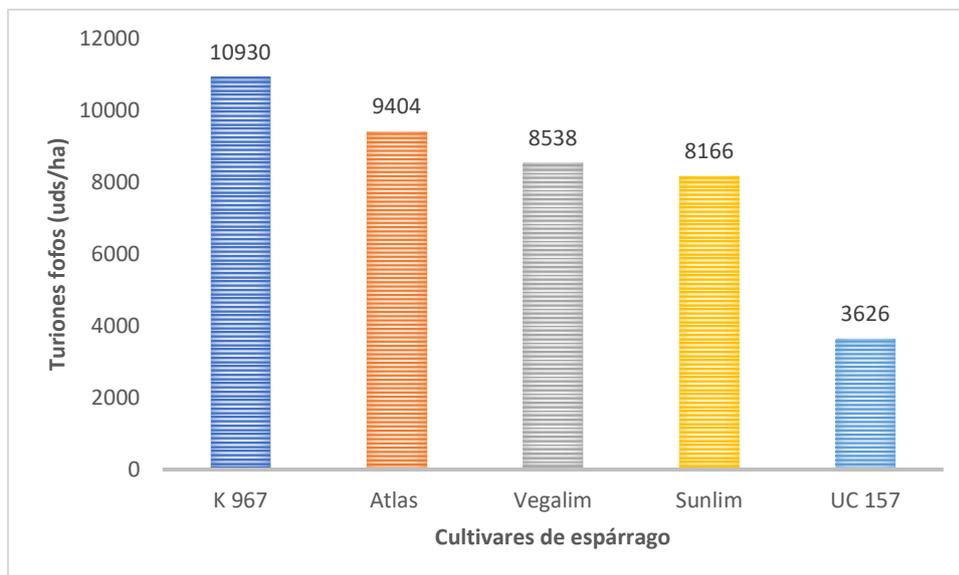


Figura 29. Número promedio de turiones torcidos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.2.9. Turiones fofos

El Análisis de Varianza para esta variable, (Anexo) mostró que no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos estudiados. No obstante, en la Figura 30, el híbrido con mayor número de turiones fofos fue K-967 (10,930 turiones/ha) y el menor fue UC-157 (3,626 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue del 60.80%. Es preciso tomar en cuenta que la variabilidad aquí registrada es muy alta y muy probablemente esté vinculada a la variabilidad innata del suelo, a pesar de realizar un bloqueo, la características físico-químicas no son las mismas entre los bloques y esto podría haber impactado en los resultados aquí obtenidos. Principalmente, a nivel ambiental lo elementos que intervienen en la estructura de la pared celular son el calcio y el boro por lo que, su aprovechamiento pudo haber variado.



*Figura 30. Número promedio de turiones fofos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.2.10. Turiones planos

El Análisis de Varianza del número promedio de turiones planos en la segunda cosecha (Anexo) evidenció diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El híbrido con el mayor número promedio de turiones planos fue K-967 (15,482 turiones/ha), seguido por Vegalim (14,316 turiones/ha) y Sunlim (8,358 turiones/ha), sin diferencias estadísticas significativas entre ellos (Figura 25). El material con el menor número promedio de turiones planos fue UC-157 (3,569 turiones/ha). Este último no tuvo diferencias estadísticas significativas con Atlas (6,648 turiones/ha) y Sunlim (8,358 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad para esta variable fue 49.56%. Es de notar que este valor es muy alto y dado que las deformaciones en los turiones están relacionadas muy íntimamente con los turiones fofos, esta variabilidad podría explicarse de la misma manera referentes a las variaciones en las características físico-químicas del suelo en las que se hizo crecer las plantas correspondientes al experimento.

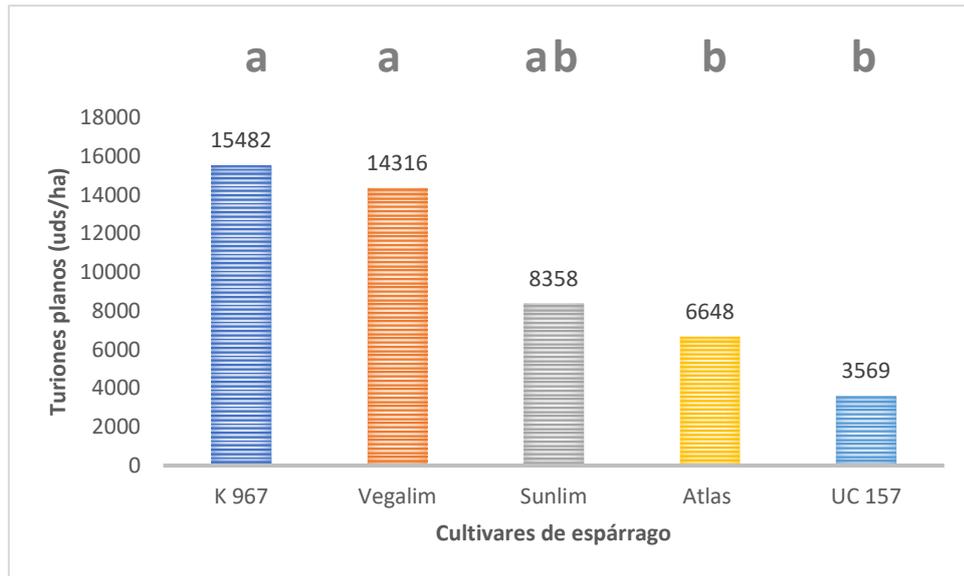


Figura 31. Número promedio de turiones planos de la segunda cosecha de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

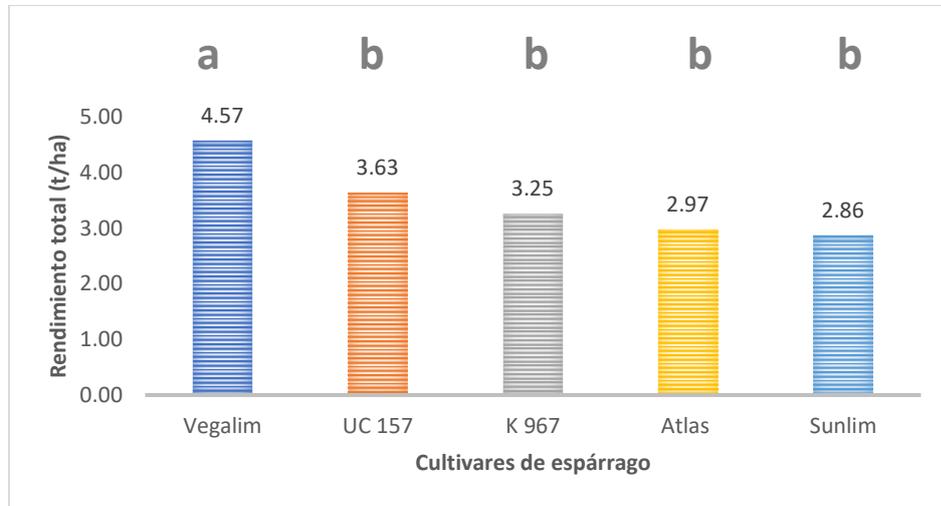
### 4.3. Análisis combinado de ambas cosechas

#### 4.3.1. Rendimiento

El Análisis Combinado de Varianza para el rendimiento promedio total de ambas cosechas (Anexo) encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. Así, en la Figura 32 se observa que el tratamiento con el mayor rendimiento total fue Vegalim (4.57 t/ha) que superó estadísticamente al resto de tratamientos, entre los cuales no hubo diferencias significativas, alcanzaron promedios de 3.63 t/ha (UC157), 3.25 t/ha (K967), 2.97 t/ha (Atlas) y 2.86 t/ha (Sunlim). El coeficiente de variabilidad fue de 11.23%. La mayor producción del híbrido Vegalim, comparada con la alcanzada por el resto de híbridos, sugiere que posiblemente este híbrido, en principio, respondería mejor a climas cálidos como el de la costa peruana, principalmente al de Trujillo, además de responder mejor a condiciones muy altas de calor como la que ocurrió durante el periodo del experimento, en que se llegó a temperaturas promedio de 29 °C.

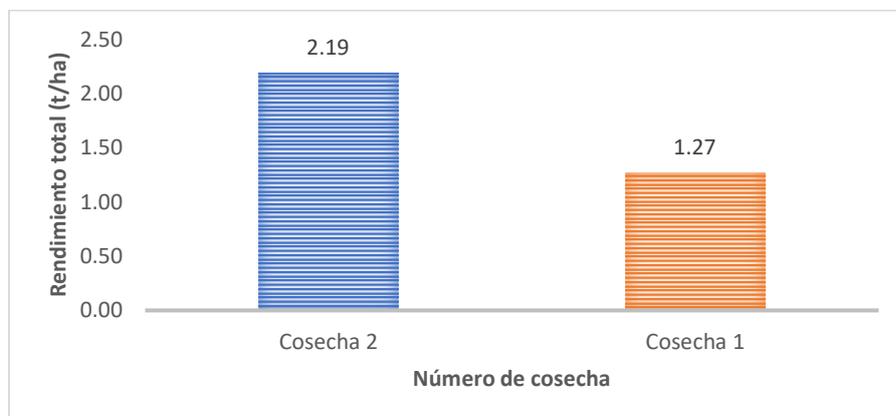
En general los rendimientos obtenidos en estas cosechas fueron relativamente bajas respecto a otros estudios como el de Vargas (2015), que obtuvo, en la segunda cosecha, un promedio de 4 t/ha a 7.1 t/ha. Las plantas C3, como el espárrago, son sensibles a los cambios en la temperatura. La temperatura óptima para el espárrago oscila entre 15 °C a 25 °C; por encima de este valor, la productividad de las plantas tiende a disminuir como consecuencia de la reducción de la tasa fotosintética y el incremento de la fotorespiración y la respiración, principalmente. Así pues, Sudjatmiko (1993) en su trabajo estudió el efecto de las altas temperaturas en la fotosíntesis, fotorespiración y respiración del espárrago, en el caso de la fotosíntesis utilizó temperaturas promedio de 25°C, 30°C y 35°C y en el de la respiración y fotorespiración de 20°C/20°C, 25°C/25°C, 30°C/20°C y 25°C/15°C, en el primer caso, observó una reducción en la fotosíntesis a partir de 30°C y la cual se hacía más pronunciada a 35°C, en el caso de la respiración y fotorespiración se incrementaron a partir de 25°C/25°C y se volvió más intensa conforme se incrementó la temperatura. Esta característica del espárrago abre la posibilidad de explicar los bajos rendimientos obtenidos bajo las condiciones en las que se condujo el experimento. Otra posible explicación, aunque no fue documentada en este estudio, fue el posible efecto alelopático del eucalipto, sembrados como cortina de viento en las proximidades del campo experimental. Becerra y col. (2017) investigaron el efecto alelopático de *Eucalyptus globulus* en las comunidades vegetales, encontraron que la riqueza disminuye en un 51 % respecto a zonas abiertas, sin la presencia de esta especie, asimismo, está muy reportado que tanto las sustancias alelopáticas provenientes de las hojas frescas, hoja rasca, corteza y exudados causan un efecto negativo en la producción de los cultivos, así pues, Zhang (2010) reporta que las sustancias alelopáticas del eucalipto reducen la germinación y el crecimiento de plántulas de *Raphanussativus*, *Phaseolusaureus*, y *Lolium perenne*, además Kohli y Singh (1991) en *Phaseolusaureus*, *Lens esculentum*, *Hordeumvulgare* y *Arena sativa*, encontró que los compuestos volátiles del eucalipto ejercían una disminución en el contenido de agua y clorofila además de

afectar la germinación y crecimiento de plántulas, así pues, la cercanía de una cortina de plantas de eucaliptos al experimento posiblemente esté relacionado a los rendimientos que se obtuvieron en este experimento.



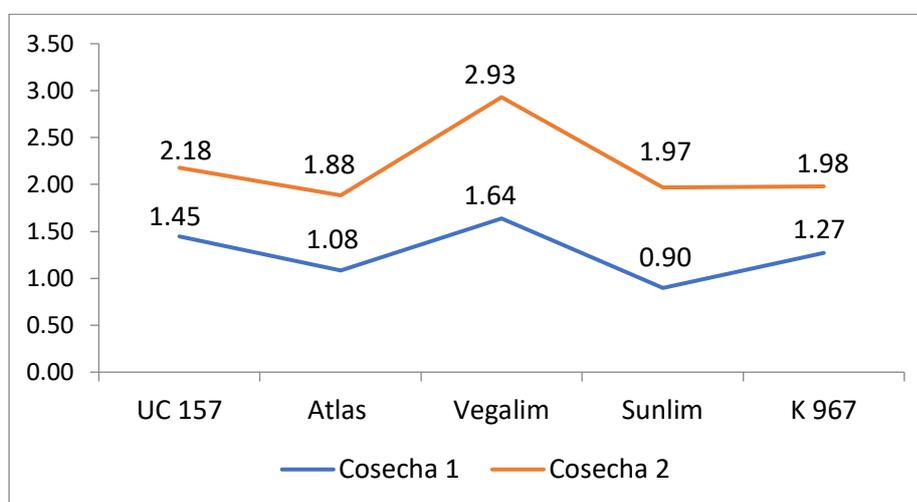
*Figura 32. Rendimiento promedio total de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Entre cosechas se encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). El mayor rendimiento se logró en la cosecha 2 con 2.19 t/ha, es decir, un incremento de 72% con respecto a la cosecha 1 que se alcanzó 1.27 t/ha, (Figura 33)



*Figura 33. Rendimiento promedio total de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

En la Figura 34 se puede observar que en la segunda cosecha todos los materiales llegaron a producir más que en la primera cosecha, este es un comportamiento normal en esta especie dado que conforme se desarrolla la corona esta alberga una mayor cantidad de yemas que darán origen a una diversidad de turiones, así mismo, las raíces reservantes se encuentran mejor desarrolladas por lo que pueden almacenar una mayor cantidad de reservas. El híbrido que logró el incremento más alto fue Sunlim (118%) luego Vegalin (78.65%), Atlas (74.1%), K967 (55.9%), y UC-157 (50.3%). Estas respuestas diferenciales de los híbridos entre ambas cosechas, se evidencia con la significación estadística al 95% de la interacción Híbridos x Cosechas (H x C), que se muestra en la Figura 34.



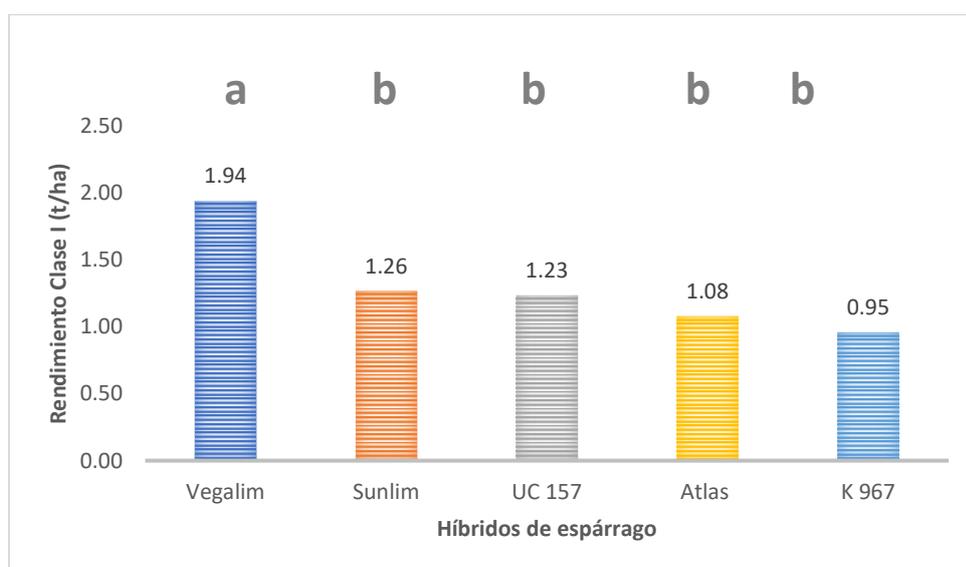
*Figura 34. Rendimiento promedio total de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.3.2. Rendimiento clase I

En el Análisis de Varianza del rendimiento promedio clase I (Anexo) se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. Los resultados en la Figura 35 muestran que el

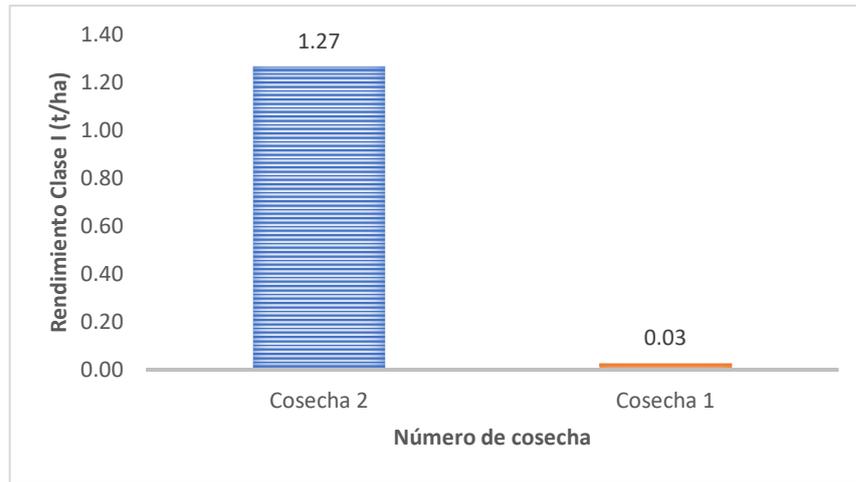
híbrido con el mayor rendimiento clase I fue Vegalim (1.94 t/ha) y que fue diferente y superior significativamente al resto de híbridos. El híbrido con el menor rendimiento Clase I fue K-967 (0.95 t/ha), sin diferencias estadísticas significativas con los híbridos Sunlim (1.26 t/ha), UC-157 (1.23 t/ha), Atlas (1.08 t/ha). El coeficiente de variabilidad fue de 36.50%.

Estos rendimientos en general son relativamente bajos en comparación a rendimientos obtenidos en otras latitudes, lo que probablemente se deba a factores relacionados con el clima y al manejo del cultivo, tal como se mencionó para ambas cosechas individuales.



*Figura 35. Rendimiento promedio Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Entre cosechas se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ). En la Figura 36 se aprecian los resultados, donde el rendimiento promedio clase I fue 1.27 t/ha en la segunda cosecha, mientras que en la primera cosecha el promedio fue 0.03 t/ha, esto es un incremento de 139.6%. Esta diferencia es de esperar ya que el potencial genético de los cultivares de espárrago en estas condiciones recién se comienza a expresar en el segundo año desde la siembra.



*Figura 36. Rendimiento promedio Clase I de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

La interacción Híbridos x Cosecha fue altamente significativa, tal como se observa en la Figura 37, que muestra los resultados correspondientes al rendimiento promedio Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en ambas cosechas. Esto indica que la respuesta de los cultivares en ambas cosechas fue diferente para cada uno de ellos. Así, en la primera cosecha se puede observar que Vegalim es superior a los otros híbridos, no obstante, la media general del rendimiento es relativamente baja, posiblemente debido a las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo el experimento, sin embargo, en la primera cosecha de espárrago no se esperan altos rendimientos debido a que es un chapodo que estimula a la planta se desarrolle mucho mejor, así mismo, estos resultados coinciden con los reportados por Jara (2019) quién en promedio obtuvo 100 kg/ha. Ahora bien, en el caso de la segunda cosecha, los rendimientos promedios aumentan drásticamente ubicando a Vegalim nuevamente como el híbrido más productor de turiones clase I y en el caso de K-967 como el híbrido con el menor rendimiento. Estos resultados sugieren que Vegalim expresa mucho mejor su potencial genético en las condiciones en las que se condujo el experimento; produciendo una mayor cantidad de turiones comerciables.

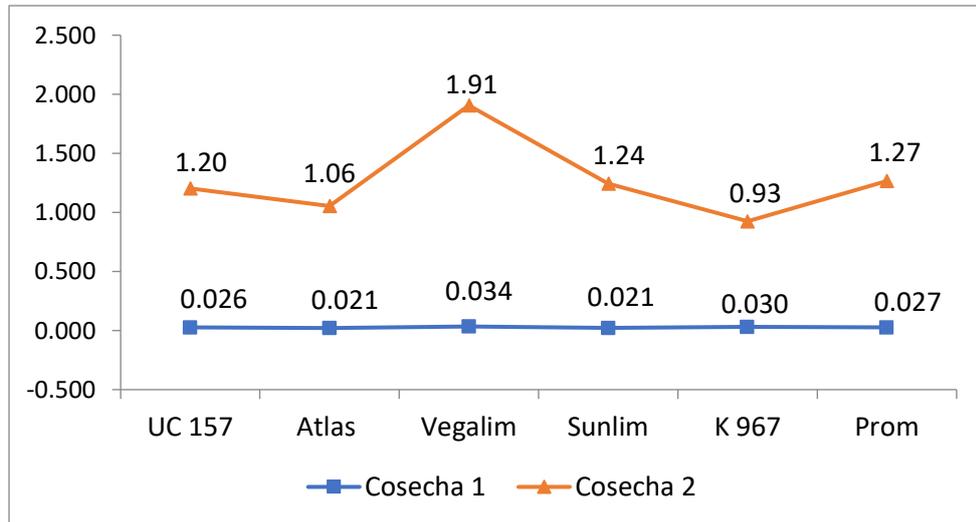
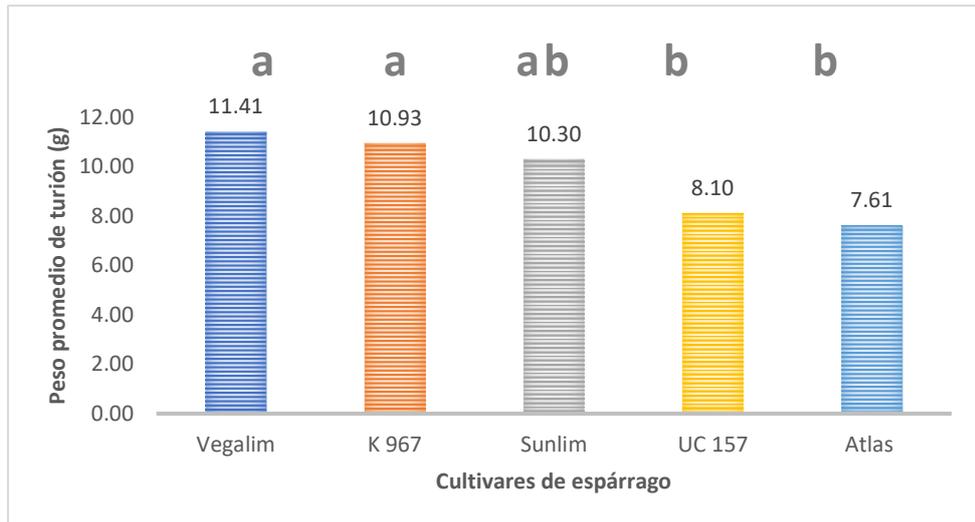


Figura 37. Rendimiento promedio Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.3.3. Peso promedio de turión

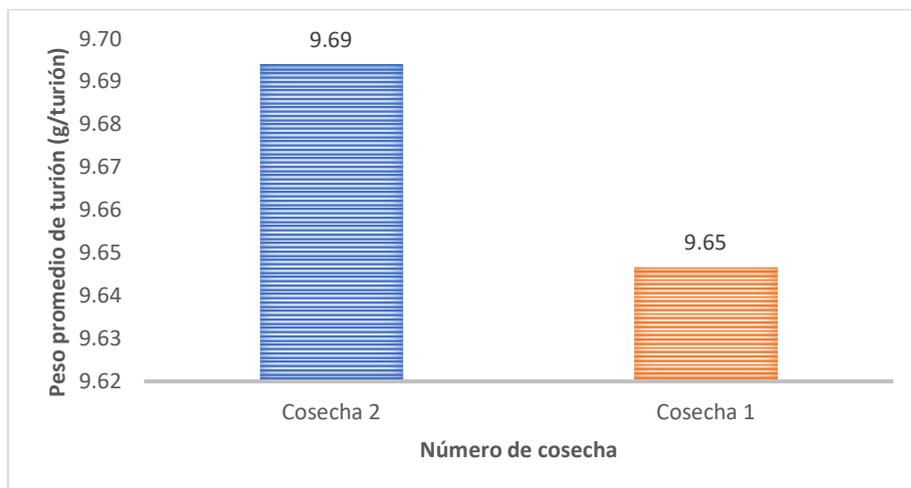
En el Análisis de Varianza del peso promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde (Anexo) se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 38 los resultados indican que el híbrido con el mayor promedio de turión Vegalim (11.41 g/turión), seguido por K-967 (10.93 g/turión) y Sunlim (10.30 g/turión), sin encontrarse diferencias estadísticas entre los tres híbridos. Por otro lado, la variedad con el menor promedio de turión fue Atlas (7.61 g/turión), superado por UC-157 (8.10 g/turión) y Sunlim (10.30 g/turión) sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre ellos. El coeficiente de variabilidad fue de 19.96 %.

Los promedios aquí reportados sugieren que en general los híbridos machos llegan a formar un turión con mayor peso, esto respecto a UC-157 y Atlas, quienes producen turiones más delgados que de por sí representa la justificación más probable de la producción de turiones con menores pesos. No obstante, hay cierta variación con referencia a resultados publicados para estos híbridos en otras localidades, que necesariamente se deban a la condición ambiental y al manejo agronómico del cultivo.



*Figura 38. Peso promedio de turión de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Entre cosechas. (Anexo) no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) En la Figura 39 se puede apreciar los resultados, donde el mayor peso promedio por turión se consiguió en la segunda cosecha (9.69 g/turión) y el menor peso en la primera cosecha (9.65 g/turión).



*Figura 39. Peso promedio de turión de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

La interacción Híbridos x Cosecha fue altamente significativa tal como se observa en la Figura 40.

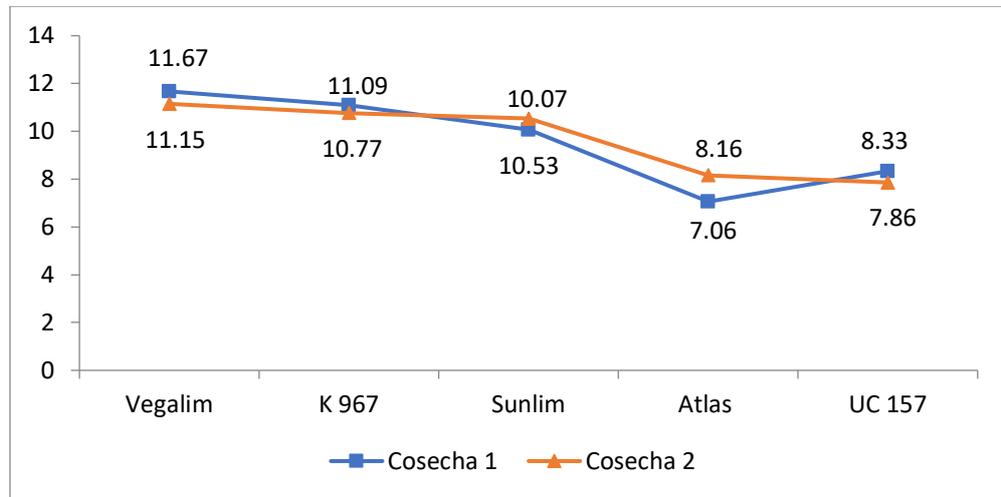


Figura 40. Peso promedio de turión de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.

El peso promedio de turiones para los híbridos Vegalim, K-967, y UC-157 se redujo en la segunda cosecha, con respecto a la primera, mientras que los híbridos Sunlim y Atlas, incrementaron su peso de 10.07g a 10.53 y de 7.06g a 8.16g, respectivamente.

#### 4.3.4. Número de turiones

En el Análisis Combinado de Varianza del número promedio de turiones (Anexo) se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. En la Figura 41 se muestran los resultados que indican que la variedad con la mayor cantidad de turiones por hectárea fue UC 157 (456,739 turiones/ha), seguido por Vegalim (416,318 turiones/ha) y Atlas (375,368 turiones/ha), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre estos materiales, al igual que con Atlas.

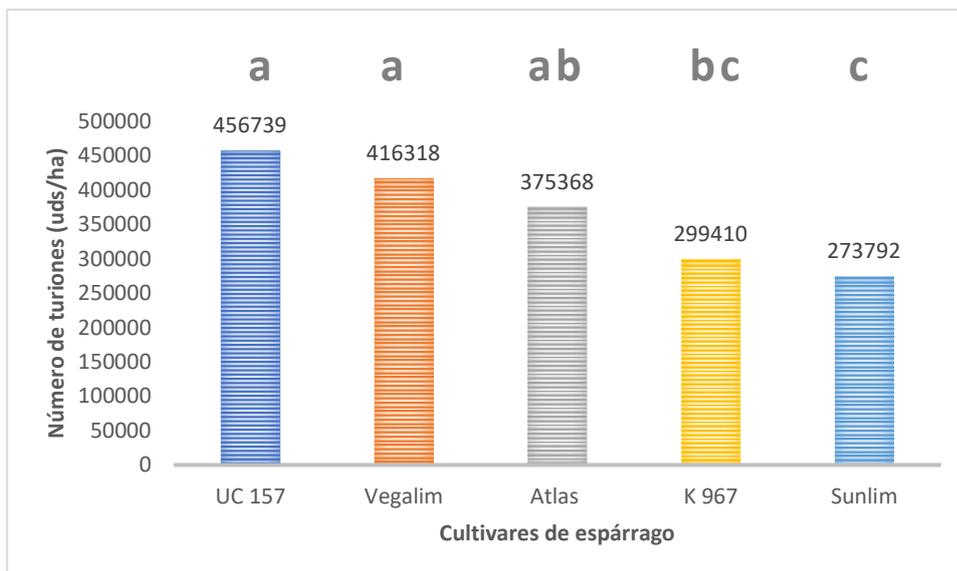


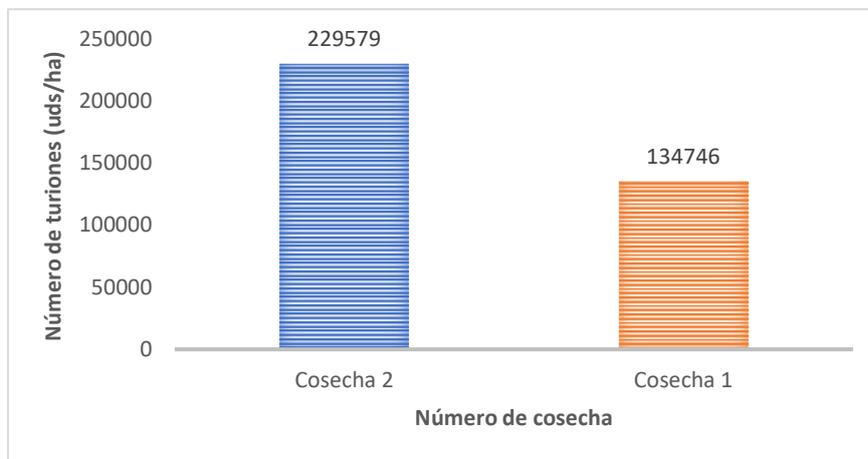
Figura 41. Número promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Por otro lado, el híbrido con la menor cantidad de turiones fue Sunlim (273,792 turiones/ha), superado por K-967 (299,410 turiones/ha) sin diferencias estadísticas entre ambos híbridos, además, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre Atlas (375,368 turiones/ha) y K-967 (299,410 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad fue de 12.82 %.

Las variedades con la mayor cantidad de turiones acumulado en las dos cosechas fueron UC-157 y Vegalim. Esto ha sido reportado por varios investigadores, especialmente para UC-157. Risso y col. (2012) estudiaron la productividad de UC-157 frente a tres materiales italianos, Giove, H668, y Marte, encontrando que el material con la mayor producción de turiones fue UC-157 (408,900 turiones/ha). Vargas (2015) reportó, en su estudio de evaluación de rendimiento y calidad de tres híbridos de espárrago, que, en las tres primeras cosechas, UC-157 produjo la mayor cantidad de turiones con 971,342 turiones/ha. Así pues, Vegalim demostró ser muy competitivo en las condiciones en las que se condujo el experimento; por otro lado, Sunlim no prosperó muy bien en condiciones de mayor temperatura.

Entre cosechas se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) (Anexo). En la Figura 42 se aprecian los

resultados, donde el mayor número de turiones se consiguió en la segunda cosecha (229,579 turiones/ha) y el menor rendimiento ocurrió en la primera cosecha (134,746 turiones/ha), esto es un incremento en el peso de 70.4%.



*Figura 42. Número promedio de turiones de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

La interacción Híbridos x Cosechas no fue significativa, lo que sugiere que los materiales respondieron de manera similar, en promedio, a esta característica. En la Figura 43 se presenta el número promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago en sus dos primeras cosechas. Así, se observa que la producción de turiones es superior en la segunda cosecha respecto a la primera. El genotipo con la mayor cantidad de turiones tanto en la primera como en la segunda cosecha es UC-157 estos resultados son similares a diferentes investigaciones previamente publicadas, por lo que es una característica propia de este material. No obstante, Vegalim compete muy bien respecto a la producción de turiones con UC-157, se aprecia un buen comportamiento en ambas cosechas con un incremento del 90 % en la segunda cosecha, sin embargo, Sunlim expresa un incremento del 109% en la segunda cosecha. Además, se observa que tanto Sunlim como K-967 producen la menor cantidad de turiones en ambas cosechas.

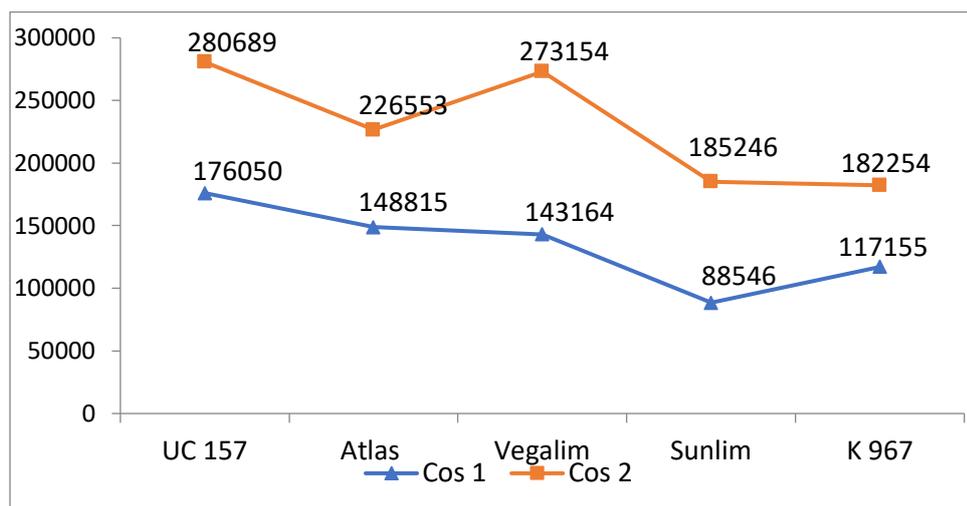


Figura 43. Número promedio de turiones de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.3.5. Turiones descarte

En el Análisis de Varianza (Anexo) se encontró la existencia de diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en estudio. El mayor número promedio de turiones descarte fue para UC-157 (103,061 turiones/ha), seguido por Atlas (86,534 turiones/ha) sin presentarse diferencias estadísticas entre ambos tratamientos (Figura 44). Por otro lado, el híbrido con el menor número promedio de turiones descarte fue para K-967 (29,641 turiones/ha), sin diferencias estadísticas con Sunlim (39,318 turiones/ha) y Vegalim (45,002 turiones/ha), El coeficiente de variabilidad fue de 36.36 %.

Los genotipos que mejor respondieron a las altas temperatura preponderante por efecto del fenómeno El Niño fueron los híbridos machos, ya que presentaron una menor cantidad de turiones con un diámetro menor a 5 mm.

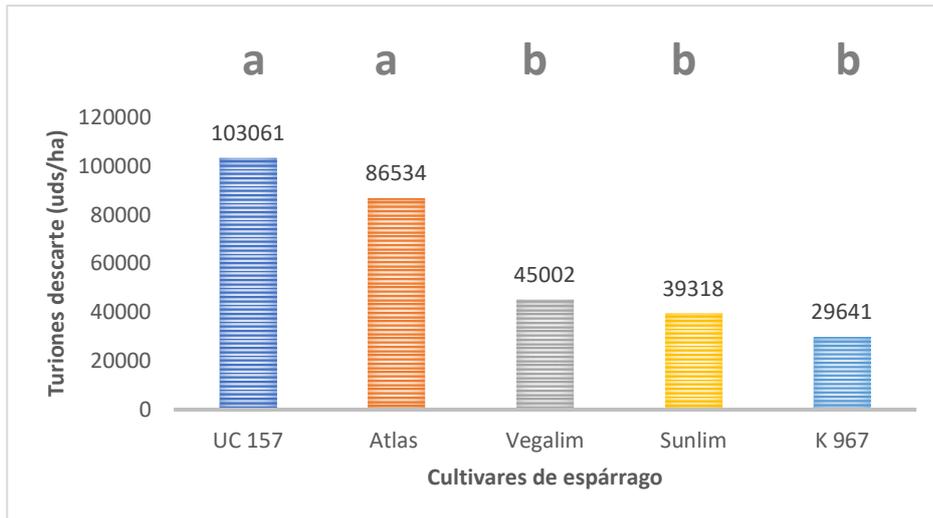


Figura 44. Número promedio de turiones descarte de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Entre cosechas se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ), (Anexo). En la Figura 45 se aprecian los resultados, donde el mayor número de turiones descarte se produjo en la segunda cosecha, con 44,454 turiones/ha, mientras que la primera cosecha produjo 16,257 turiones/ha. Estas diferencias podrían deberse a los incrementos de las temperaturas ocurridas en la segunda cosecha, haciendo que las plantas aumenten sus tasas de respiración, por lo que, en el caso del espárrago, este tiende a oxidar las reservas acumuladas en sus raíces, lo que limita el mejor desarrollo de turiones (Chen y col., 2017).

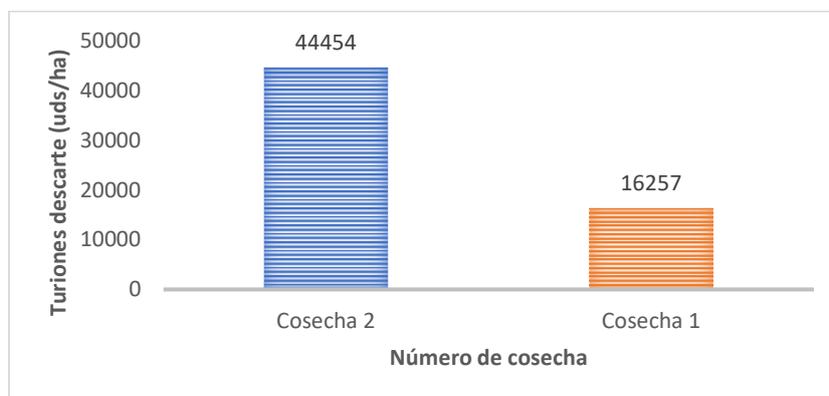


Figura 45. Número promedio de turiones descarte de dos cosechas de tres híbridos dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

La interacción Híbridos x Cosechas no fue significativa para esta característica. En la Figura 46 se presenta el número promedio de turiones descarte, observándose que en la segunda cosecha se produce un incremento súbito de turiones con esta característica; asimismo, se observa que tanto UC-157 como Atlas produjeron la mayor cantidad de turiones descarte tanto en la primera como en la segunda cosecha. Los híbridos machos, Vegalim, Sunlimy K-967 por el contrario tuvieron los promedios más bajos, sin embargo, para la segunda cosecha igualmente han incrementado su media en gran medida; es el caso de K-967 que en la primera cosecha obtuvo el promedio más bajo (4 032 turiones/ha) y aumentó en un 535% para la segunda cosecha.

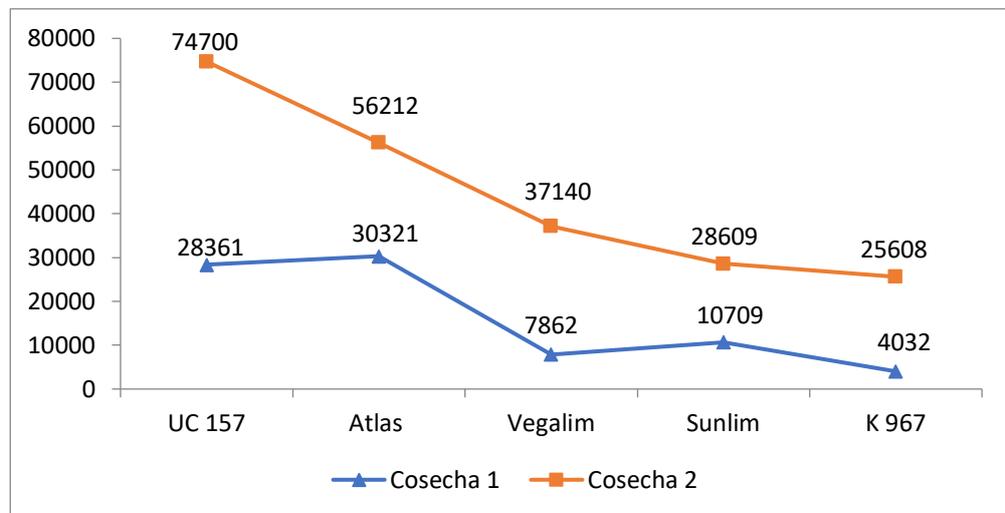
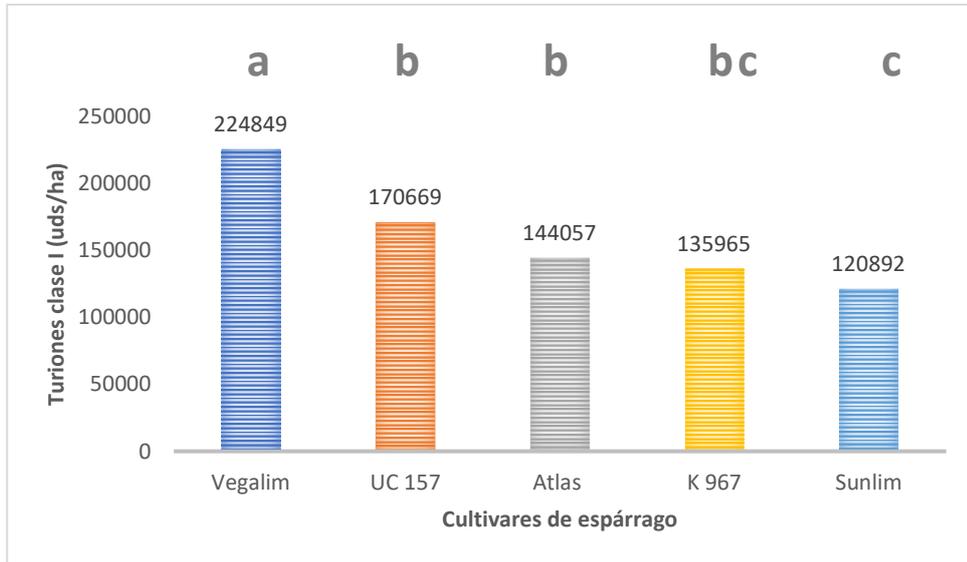


Figura 46. Número promedio de turiones descarte de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.3.6. Número de turiones clase I

En el Análisis de Varianza se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), (Anexo), entre los tratamientos en estudio. En la Figura 47 los resultados indican que el híbrido con la mayor cantidad de turiones Clase I fue Vegalim, con 224,849 turiones/ha, que superó significativamente al resto de genotipos. Los híbridos que tuvieron la

menor cantidad de turiones clase I fueron K-967 y Sunlim, que alcanzaron 135,965 turiones/ha y 120,892 turiones/ha, cada uno, sin que haya diferencias estadísticas significativas entre ellos. Los valores intermedios fueron para UC-157, y Atlas con 170,669 turiones/ha y 144,057 turiones/ha, que ocuparon el segundo y tercer lugar en esta característica, sin diferencia estadística entre ellos. El coeficiente de variabilidad fue de 19.96 %.



*Figura 47. Número promedio de turiones Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

Para cosechas, las diferencias fueron altamente significativas. ( $p > 0.001$ ). El mayor número de turiones se consiguió en la segunda cosecha (109,782 turiones/ha) y la menor cantidad en la primera cosecha (49,504 turiones/ha), (Figura 48)

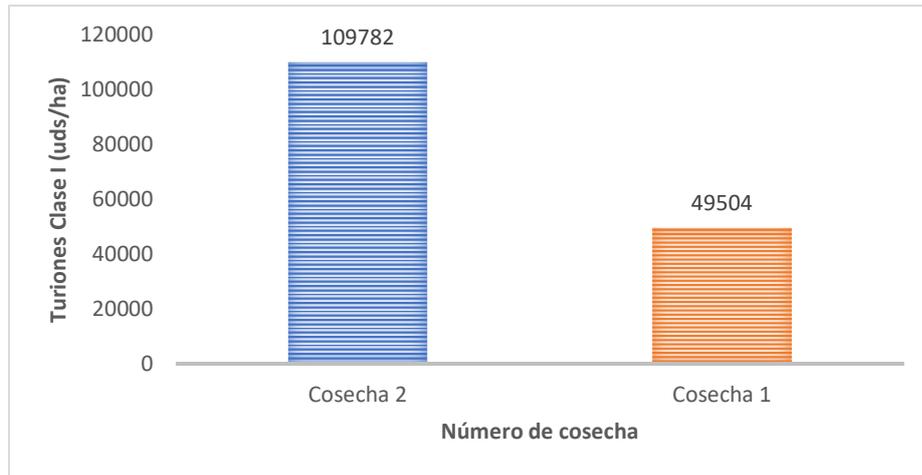


Figura 48. Número promedio de turiones Clase I de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

La interacción Híbridos x Cosechas fue significativa al 95% de probabilidades. En la Figura 49 se aprecia que el híbrido K-967 tuvo una respuesta diferencial muy baja en las dos cosechas; con un incremento de solo 18.3%, mientras que para el resto de híbridos este aumento fue de 107.7%, 200.8%, 123.9%, 294.9%, para los materiales UC-157, Atlas, Vegalim y Sunlim, respectivamente.

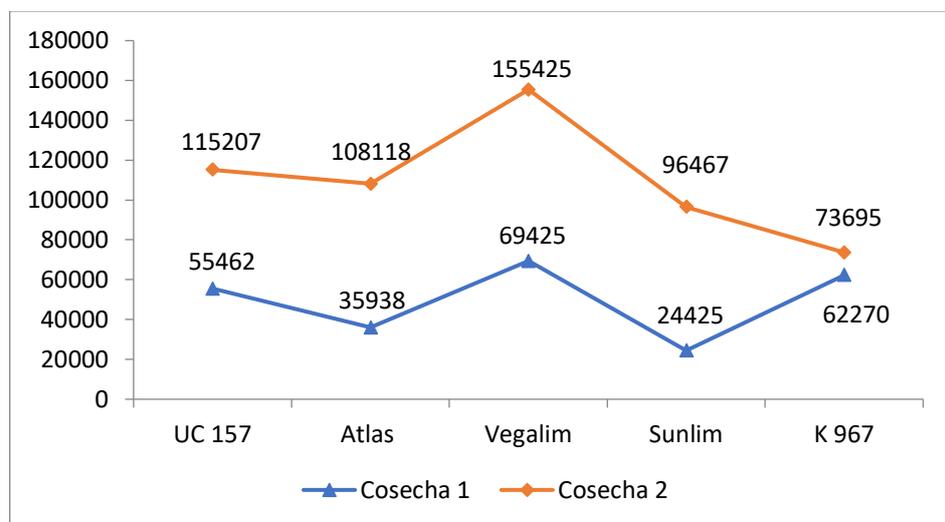


Figura 49. Número promedio de turiones Clase I de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.

#### 4.3.7. Número de turiones Clase II

En el Análisis de Varianza (Anexo) se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos para esta característica. El cultivar con la mayor cantidad de turiones en esta categoría fue UC-157 con 183,009 turiones/ha, superando significativamente a la producción alcanzada por el resto de materiales. Entre Vegalim (146,467 turiones/ha), Atlas (144,778 turiones/ha) y K-967 (133,804 turiones/ha), tampoco existieron diferencias significativas. La menor producción de turiones de Clase II fue para Sunlim que tuvo 113,581 turiones/ha en ambas cosechas sin diferencias significativas con K-967. El coeficiente de variabilidad fue de 19.96 %.

En el acumulado de turiones clase II la peor calidad la ocupa UC-157 infiriendo que esta variedad tiene un comportamiento muy pobre tras el incremento de las temperaturas atribuibles a la presencia de la corriente de El Niño. Por otro lado, Sunlim fue el híbrido con la menor cantidad de turiones clase II, no obstante, no se diferencia estadísticamente con K-967; por lo general estos híbridos producen una menor cantidad de turiones no comerciables en condiciones de climas con temperaturas extremas.

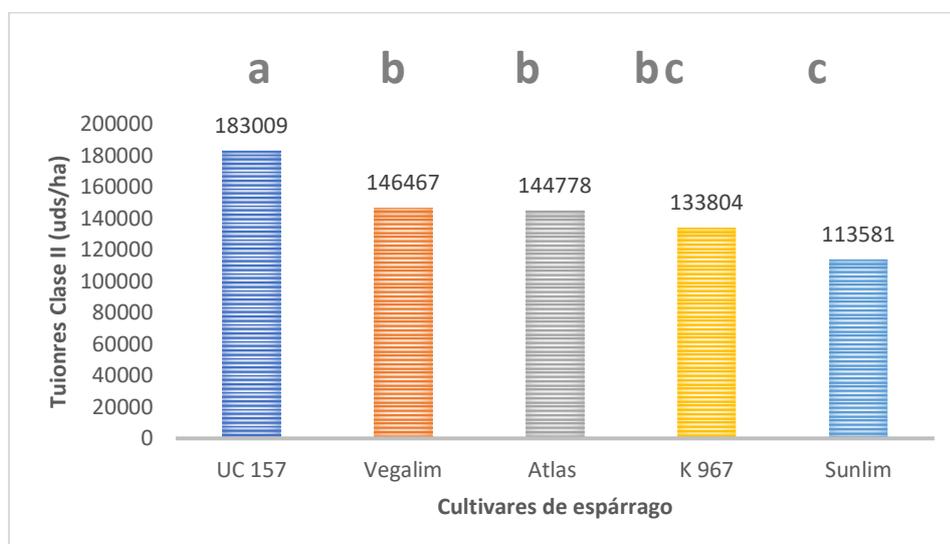
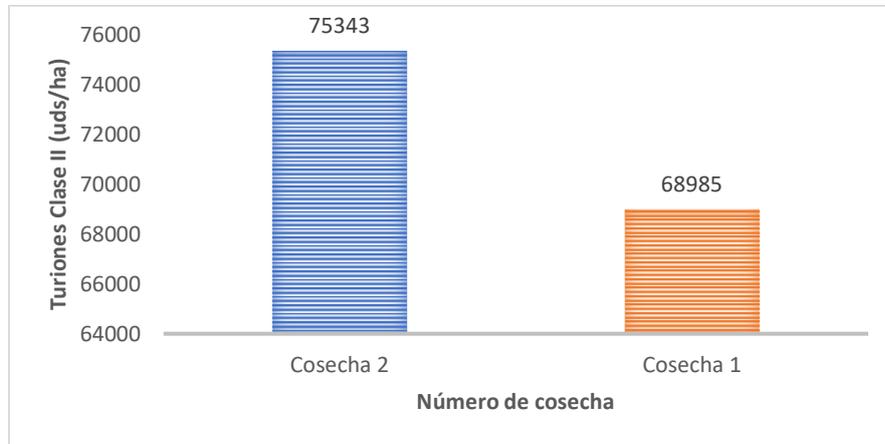


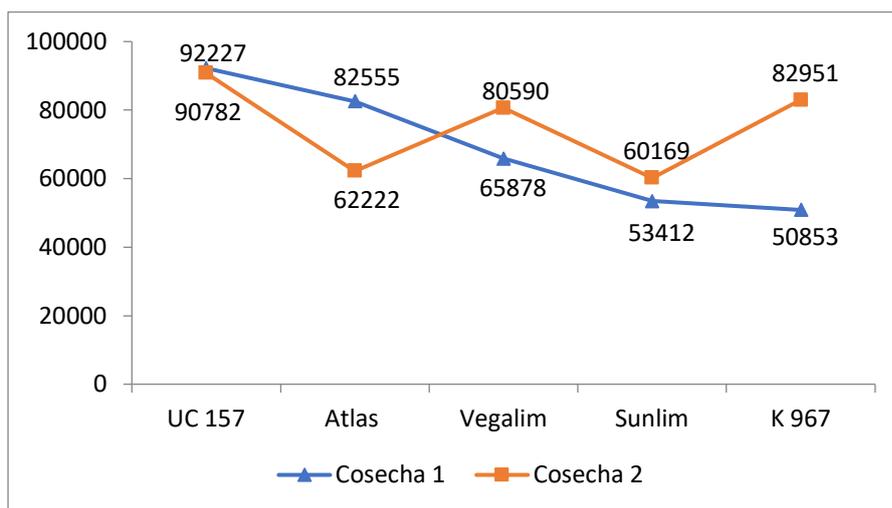
Figura 50. Número promedio de turiones Clase II de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Para cosechas, el Análisis de Varianza no detectó diferencias significativas entre ellas. El número promedio de turiones Clase II en la segunda cosecha fue 75,343 turiones/ha) mientras que para la segunda cosecha fue de 68,985 turiones/ha (Figura 51).



*Figura 51. Número promedio de turiones Clase II de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

La interacción Híbridos x Cosechas fue altamente significativa, lo que indica la respuesta diferente de los tratamientos en la producción de turiones Clase II en las dos cosechas. (Figura 52). Como se puede observar, UC-157 fue el que produjo el mayor número de turiones clase II, mantuvo una cantidad similar de turiones en ambas cosechas (92,227 y 90,782 turiones/ha) mientras que lo opuesto fue para K-967 que aumentó significativamente el número de turiones Clase II, en 63.1% con respecto a la primera cosecha. El híbrido Vegalim, al igual que Sunlim, también tuvieron una respuesta similar con 22.3% y 12.6% de incremento promedio respectivamente, en ambas cosechas. Por otro lado, Atlas muestra una reducción de este tipo de turiones en la segunda cosecha de alrededor de 24%. La peor calidad de turiones considerando este tipo de turiones es de UC-157, debido posiblemente a que no expresa su potencial en las condiciones ambientales en las que se condujo el experimento.



*Figura 52. Número promedio de turiones Clase II de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

#### **4.3.8. Turiones abiertos**

El Análisis de Varianza detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos (Figura 53). El cultivar con la mayor cantidad de turiones abiertos fue UC-157 con 54,267 turiones/ha, seguido por Atlas (51,057 turiones/ha), sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre ambos. El tercer lugar fue para el híbrido Sunlim con 36,629 turiones abiertos/ha y que fue también estadísticamente diferente a los híbridos Vegalim y K-967 que obtuvieron el menor número de turiones abiertos con 20,883 y 11,688 turiones/ha, sin diferencia estadística entre ambos promedios (Figura 53). El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 36.06 %. Es muy probable que las variedades UC-157 y Atlas tienda a abrir sus brácteas a una altura menor respecto a los híbridos machos, más aún, en referencia a Vegalim y K-967 quienes poseen valores estadísticos iguales y cuentan con la menor cantidad de turiones abiertos acumulados en las dos cosechas.

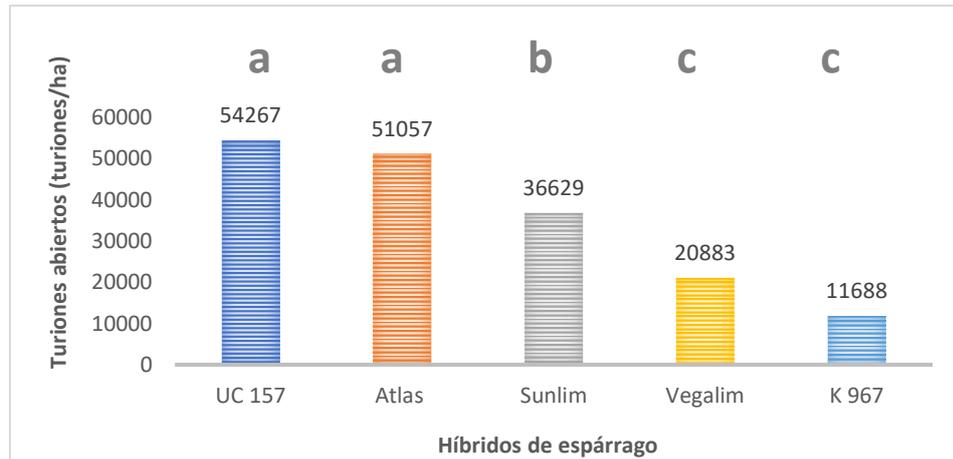


Figura 53. Número promedio de turiones abiertos de cinco híbridos de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Entre cosechas no hubo diferencias significativas. El número de turiones abiertos fue 17,041 para la cosecha 1 y 17,864 para la cosecha 2 (Figura 54).

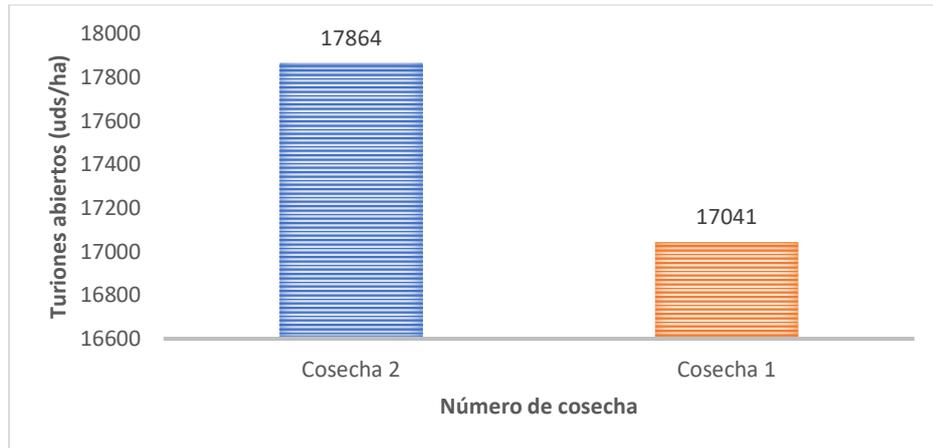
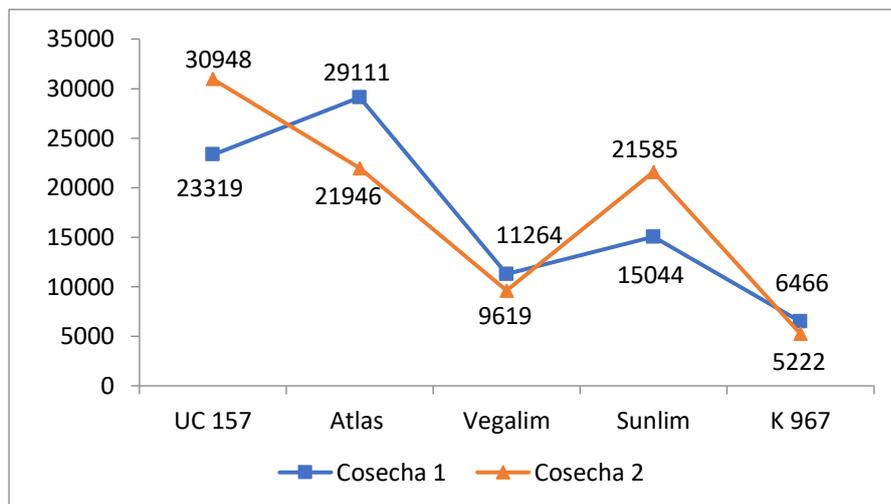


Figura 54. Número promedio de turiones abiertos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

La interacción Híbridos x Cosechas no fue detectada por el análisis de variancia, a pesar de que observando la Figura 55, es evidente una respuesta diferencial de los cultivares en cada cosecha. Los genotipos que incrementaron el número promedio de turiones abiertos entre la cosecha 1 y la cosecha 2 fueron UC-157 (32.7%) y Sunlim (43.5%). Por otro lado, los materiales que redujeron el número de turiones abiertos entre ambas cosechas fueron Atlas (24.6%), Vegalim (17.1%) y K-967 (19.2%). Nuevamente, los híbridos machos, Vegalim y K967, mostraron un mejor comportamiento al producir una menor cantidad de este tipo de turiones.

La temperatura está directamente relacionada con el crecimiento de los turiones, de hecho, en un estudio Krarup y col. (1997) determinaron la tasa de elongación de los turiones y la altura a la que estos se abren en 28 genotipos de espárrago, encontrando que a una temperatura de 15.5 °C no se presentó diferencias estadísticas en el crecimiento del turión, no obstante a partir de esta temperatura, la elongación tendía a incrementarse, en el caso de la altura de apertura también encontró que conforme se incrementaba la temperatura la altura a la que se abrían los turiones era menor. En el caso de nuestra investigación, en la Figura 55, no se observa un patrón discreto en relación a la segunda cosecha. Únicamente UC-157 y Sunlim incrementaron la cantidad de turiones abiertos en esta cosecha, así mismo, Atlas fue el único genotipo que redujo este parámetro, en Vegalim y K-967 básicamente fue indistinto a la cosecha. Así pues, probablemente la altura de apertura en el caso de UC-157 y Sunlim fue mucho menor que al de los otros materiales y esto sumado a una mayor tasa de elongación del turión por efecto del incremento de la temperatura en los días de cosecha. En el caso de Vegalim y K-967 los datos sugieren que probablemente su altura de apertura fue mucho mayor e inclusive las altas temperaturas tendientes a reducir esta variable e incrementar el crecimiento diario del turión no llegaron a superar el umbral de inicio de apertura al momento de la cosecha. En el caso de algunos materiales se ha observado que si bien al incrementar la temperatura se reduce la altura de apertura del turión, tras esta reducción un nuevo incremento ocasiona que la altura a la que

se abren los turiones se incremente, es decir, la relación entre apertura de turión y temperatura es lineal hasta cierto punto para algunos genotipo, aparentemente, este es el caso de Atlas que tras presentarse temperatura extremas como las registradas al momento de la cosecha, tendió muy probablemente a incrementar la altura de apertura de turión encontrándose una menor cantidad de turiones abiertos Krarup y col. (1997).



*Figura 55. Número promedio de turiones abiertos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.3.9. Turiones torcidos

El Análisis de Varianza para esta variable (Anexo) mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. El genotipo con el mayor número de turiones torcidos fue UC-157, con 84,783 turiones/ha, y cuyo promedio fue superior estadísticamente al resto de materiales. El segundo y tercer lugar fue para Vegalim y K-967 que tuvieron 74,159 y 70,302 turiones torcidos/ha, sin diferencia estadística entre ellos. Los últimos lugares fueron para Atlas y Sunlim, que alcanzaron 46,964 y 35,549 turiones torcidos/ha, y con diferencia estadística entre ellos (Figura 56). El coeficiente de variabilidad fue de 26.79 %.

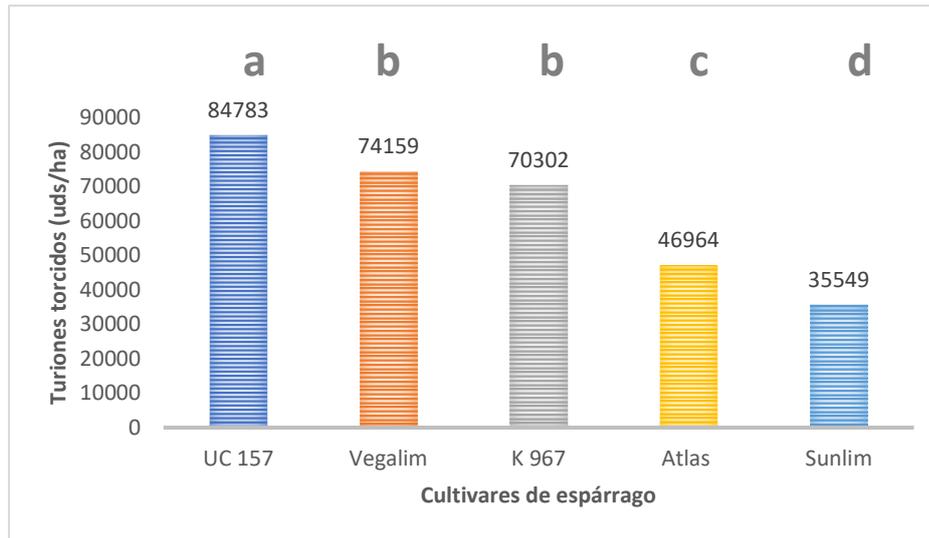


Figura 56. Número promedio de turiones torcidos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Entre cosechas, la diferencia estadística entre los promedios de ambas cosechas fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ). El número de turiones torcidos en la cosecha 1 fue 22,209 por hectárea, mientras que para la cosecha 2 fue 40,142 turiones torcidos por hectárea (Figura 57).

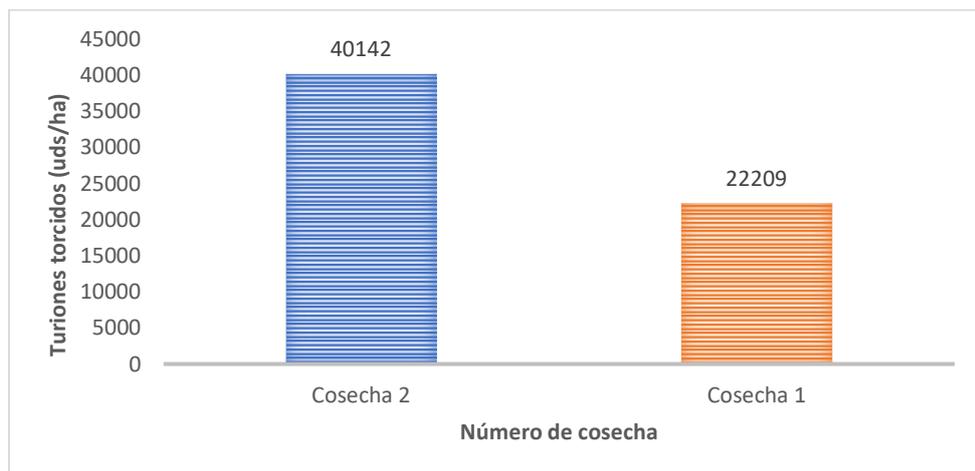
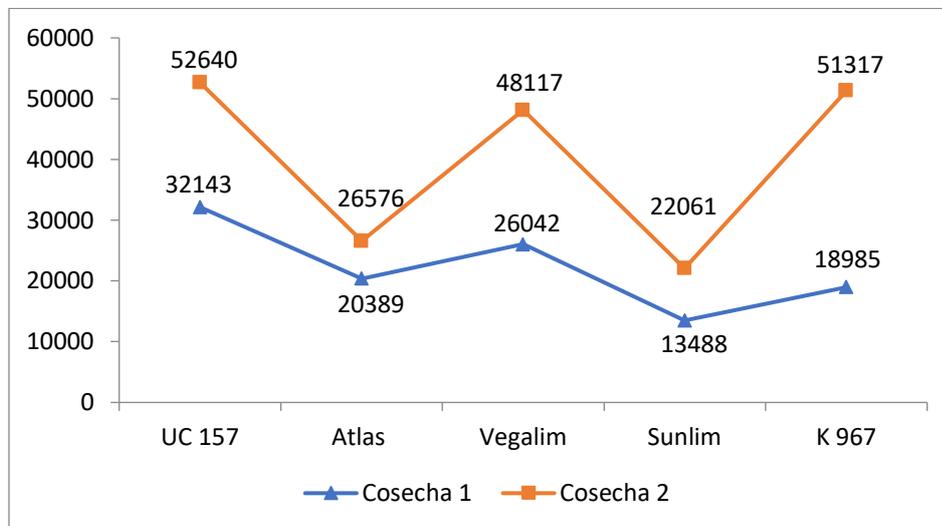


Figura 57. Número promedio de turiones torcidos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

La interacción Híbridos x Cosechas, también fue significativa con 95% de probabilidades. Como se observa en la Figura 58, los cultivares aumentaron el número de turiones torcidos en la cosecha 2, sin

embargo, este incremento no fue igual para todos. El mayor porcentaje de incremento fue para K-967 con 170.3%, seguido por Vegalim con 84.8%. Los materiales UC-157, y Sunlim tuvieron 63.8% y 63.6%, mientras que el menor incremento fue para Atlas con 30.3%.



*Figura 58. Número promedio de turiones torcidos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

#### 4.3.10. Turiones fofos

El Análisis de Varianza (Anexo) no detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. El cultivar con la mayor cantidad de turiones fofos fue Atlas (29,529 turiones/ha), seguido por UC-157 (25,685 turiones/ha) y Vegalim (23,875 turiones/ha). La menor cantidad de turiones fofos fue para Sunlim (21 436 turiones/ha) y K-967 (21,407 turiones/ha). El coeficiente de variabilidad fue de 35.54 %.

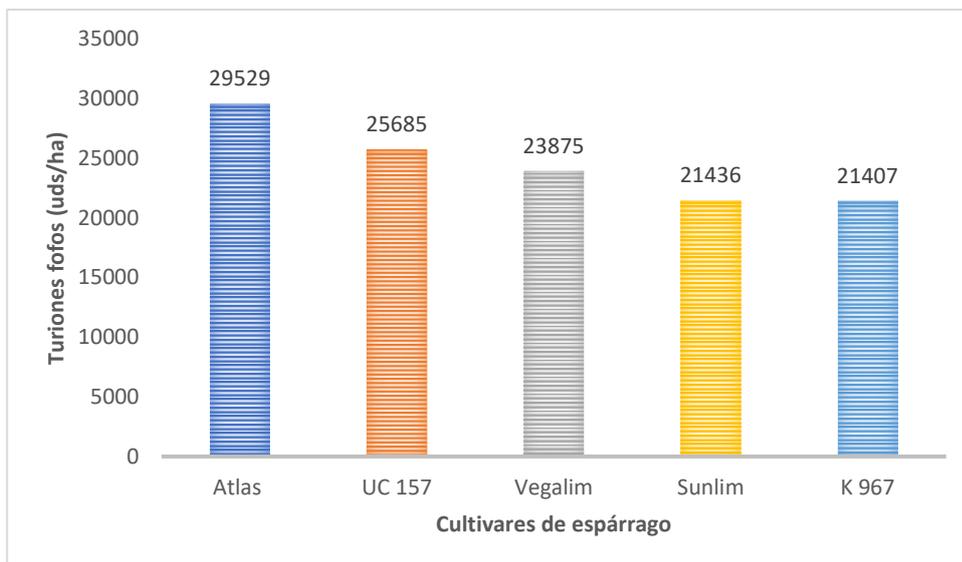


Figura 59. Número promedio de turiones fofos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

Entre cosechas si existió diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ). El número de turiones fofos se redujo en 50% entre la cosecha 1, que tuvo 16,254 turiones/ha, y la cosecha 2 que alcanzó en promedio 8,133 turiones/ha (Figura 60).

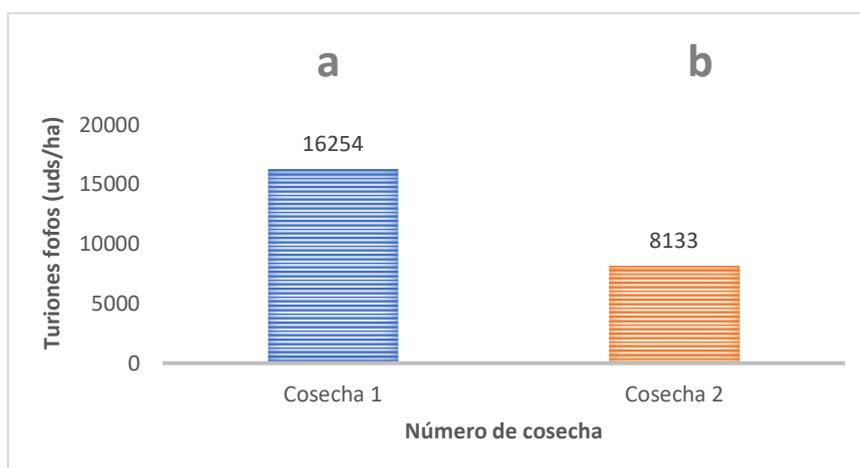
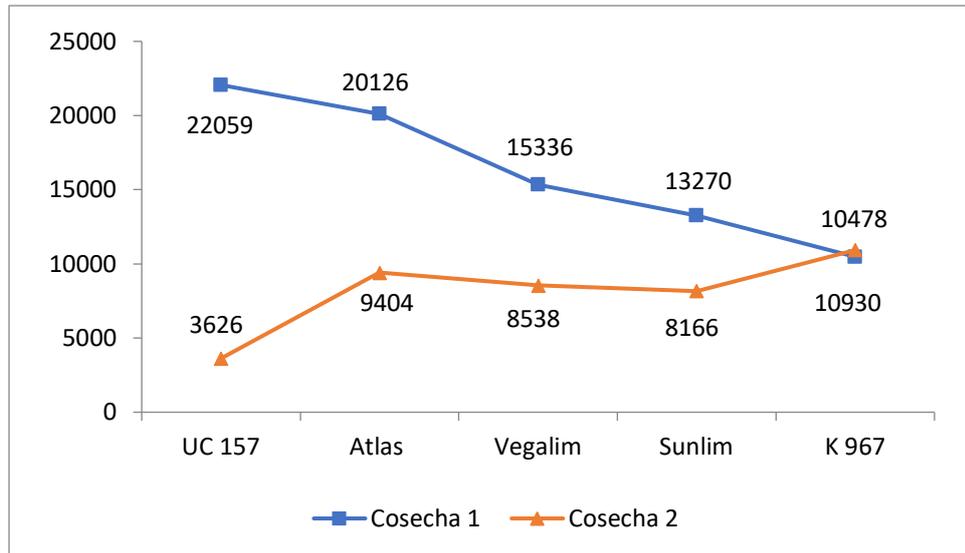


Figura 60. Número promedio de turiones fofos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.

La diferencia aquí mostrada es muy probable se deba a que en la segunda cosecha se procedió a incrementar el suministro de boro con el objeto de mejorar la respuesta a esta característica.

La interacción Híbridos x Cosechas fue significativa con 95% de probabilidades, lo que se evidencia en la Figura 61, en la que se observa que el híbrido K-967 fue el único que incrementó el número de turiones fofos entre la cosecha 1 y la cosecha 2, aunque tal incremento fue muy pequeño. Por otro lado, UC-157 los redujo en 508%, de 22,059 en la cosecha 1 a 3,626 turiones/ha en la cosecha 2, que fue la menor cantidad de turiones fofos. El resto de genotipos, Atlas, Vegalim y Sunlim lo hicieron en 114.0%, 79.6% y 62.5%, respectivamente.

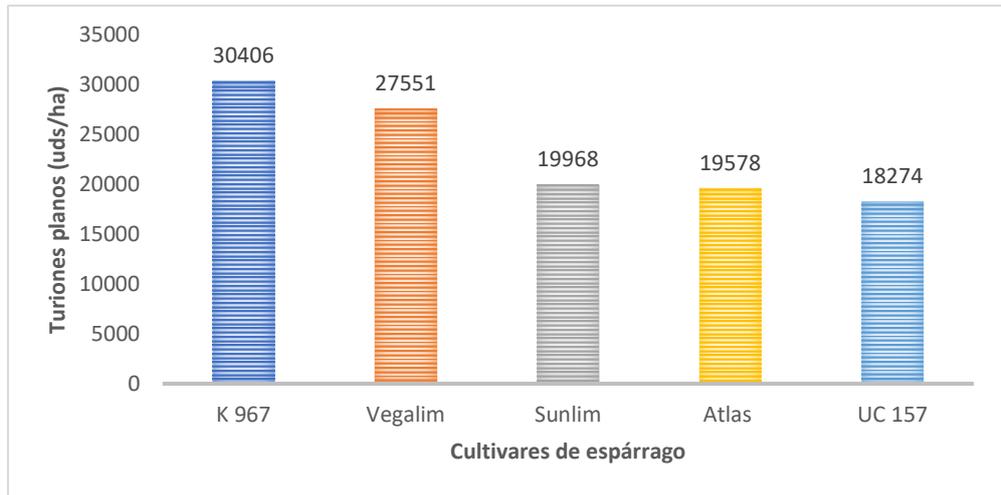
Las deficiencias de boro inducen a que aparezcan ciertos desordenes referentes a la calidad de los órganos cosechados, aunque los estudios relacionados al boro y la calidad de turiones de espárrago son escasos, si se ha estudiado a profundidad en cultivos como tomates, manzanos y fresas. De hecho, Wójciky Lewandowski (2011) determinaron que la aplicación de boro más calcio en precosecha en el cultivo de fresa generó un incremento sustancial en la firmeza de la fruta. Asimismo, Wójcik y col. (2008) evaluaron el efecto de aplicaciones de boro en el cultivo de manzano en un suelo con fuerte deficiencia de este elemento, encontrando que, sin importar el modo de aplicación, en los tratamientos que recibieron boro se obtuvo mejor desarrollo radicular, vigor, mayor contenido de clorofila, mayor tasa de fotosíntesis neta, conductancia estomática, así, la fruta tuvo mejor color, mayor calibre y mayor contenido de sólidos solubles. Así pues, la aplicación de boro a través del sistema de riego en la segunda cosecha puede explicar se haya cosechado una menor cantidad de turiones fofos, dado que este elemento pudo haber incrementado la resistencia de los tejidos a la presión por medio de la una mejor conformación de las paredes celulares.



*Figura 61. Número promedio de turiones fofos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

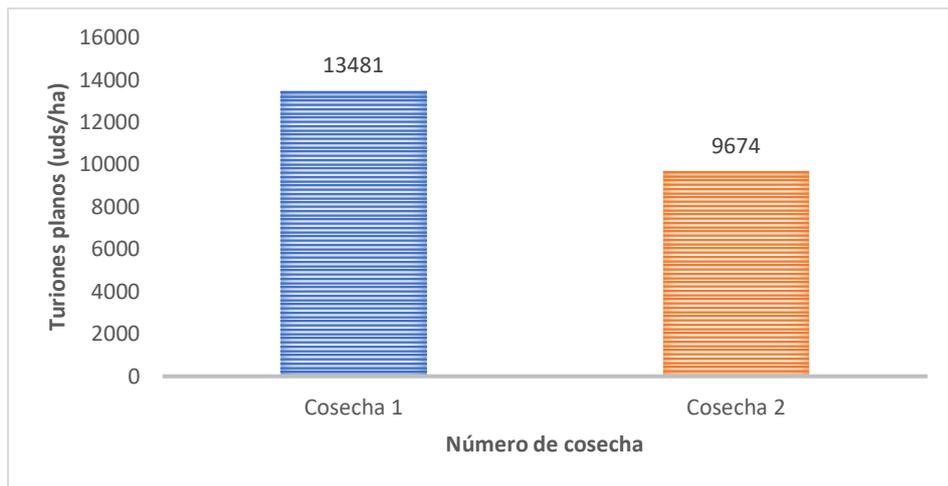
#### 4.3.11. Turiones planos

El Análisis de Varianza no encontró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. El mayor número promedio de turiones planos fue para K-967 con 30,406 turiones/ha, seguido por Vegalim, con 27,551 turiones/ha, y Sunlim, con 19,968 turiones/ha. Los materiales con el menor número promedio de turiones planos fueron Atlas y UC-157 con 19,578 turiones/ha y 18,274 turiones/ha cada uno. El coeficiente de variabilidad fue de 29.88 %.



*Figura 62. Número promedio de turiones planos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

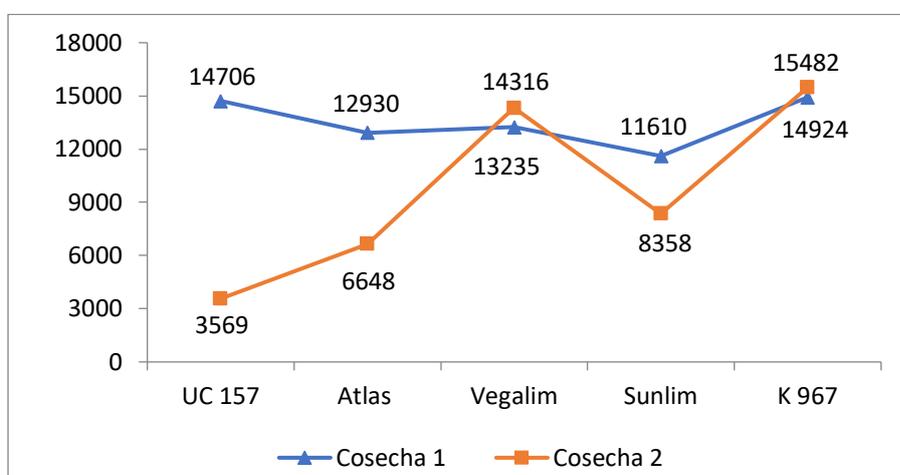
Entre cosechas, sus promedios fueron significativamente diferentes. En la cosecha 1 se tuvo 13,481 turiones planos/ha, mientras que en la cosecha 2 fueron 9,674 turiones/ha, esto es una reducción promedio de 312%, (Figura 63).



*Figura 63. Número promedio de turiones planos de dos cosechas de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde en Huanchaco, Trujillo.*

La interacción Híbridos x Cosechas presentó una significación estadística de 95%. El híbrido K-967 tuvo un comportamiento similar al obtenido en el número de turiones fofos, es decir, en la cosecha 2 registró 15,482 turiones planos/ha y en la cosecha 1 tuvo 14,924 turiones/ha. Lo mismo sucedió el híbrido Vegalim que tuvo 14,316 turiones/ha en la cosecha 1, 13,235 en la cosecha 2. Por otro lado, UC-157, Atlas y Sunlim, redujeron el número de turiones planos en 312%, 94.5%, y 38.9%, respectivamente (Figura 64).

El boro, tal como ya se discutió, también juega un rol muy importante en la preservación de la estructura de la pared celular, así, este puede formar puentes diésteres con grupos cis-diol para producir moléculas estables como B-ramnogalacturano II, esenciales en la arquitectura de la pared celular Malavé y Carrero (2007). En ese sentido, Singh y col. (2007) estudiaron el efecto de las aplicaciones de boro en el rendimiento y calidad de la fresa, dentro de sus resultados, encontraron que, aunque el boro no impactaba positivamente en el albinismo y la incidencia de hongos, este redujo la cantidad de fruta deforme. Así pues, la aplicación de boro en la segunda cosecha probablemente influenció se presentará una menor cantidad de turiones planos dado que sus paredes celulares estuvieron mucho mejor conformadas evitando así se deformen de manera laminar.



*Figura 64. Número promedio de turiones planos de tres híbridos y dos variedades de espárrago verde con dos cosechas en Huanchaco, Trujillo.*

## **V. CONCLUSIONES**

1. El híbrido con el mayor rendimiento promedio total en la primera y segunda cosecha, bajo las condiciones en que se desarrolló el cultivo, fue Vegalim con 1.64 t/ha y 2.93 t/ha respectivamente, resultando en un total acumulado de 4.57 t/ha.
2. El híbrido Vegalim también obtuvo la mayor producción de turiones clase I, en ambas cosechas, con un total de 1.94 t/ha., y superó en rendimiento total a los cultivares comúnmente usados en las esparragueras comerciales de nuestro país, UC-157 y Atlas, en 25.9% y 53.9%, respectivamente. Lo mismo en la producción de turiones clase I, con 57.7% y 79.6% de superioridad.
3. El peso promedio por turión del híbrido Vegalim, fue el más alto de los materiales estudiados, y mayor en 37.5% y 49.9% al logrado por UC-157 y Atlas, que obtuvieron los pesos más bajos.
4. Las variedades UC-157 y Atlas produjeron la mayor cantidad de turiones descarte, turiones abiertos y turiones fofos en comparación a los híbridos machos Vegalim, K-967, y Sunlim.
5. Los híbridos machos produjeron una mayor cantidad de turiones planos en comparación a las variedades UC-157 y Atlas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar actividades intensivas de experimentación para evaluar nuevos híbridos de espárrago, incluyendo a los considerados en este estudio, en diferentes zonas productoras de la región.
2. Considerar estudios de respuesta de estos y nuevos materiales, a la aplicación intensiva de macro y micro elementos nutritivos.
3. Contemplar la realización de estudios referentes a la distribución de calibres y parámetros de pos cosecha.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

1. Agrofataperu (10 de noviembre 2020). *Exportaciones del espárrago*. <https://www.agrodataperu.com/category/exportaciones/esparragos-frescos-exportacion>.
2. Bazán, P., Castagnino, A. M., Martínez, M., Funes, M. B, Díaz, K.E, Martínez, N., Guisolis, A. and Rogers, W.J. (2015). *Productivity and calibre distribution of three Green asparagus hybrids in the Province of San Luis, Argentina, in their sixth production year (2015)*. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/9625/1/productivity-calibre-distribution-green.pdf>
3. Becerra, P.L., Catford, J.A., Inderjit, McLeod, M.L., Andonian, K., Aschehoug, E.T., Montesinos, D. and Callaway, R.M. (2017). Inhibitory effects of *Eucalyptus globulus* on understorey plant growth and species richness are greater in non-native regions. *Global Ecol Biogeogr.* 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1111/geb.12676>
4. BID (01 de diciembre de 2020). *La economía del cambio climático en Perú: Impactos en el sector agricultura*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-econom%C3%ADa-del-cambio-clim%C3%A1tico-en-el-Per%C3%BA-Impactos-en-el-sector-agricultura.pdf>.
5. Cabanillas Valera. A. R. (2019). *Evaluación de tres niveles de lámina de riego por goteo en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) UC-115 y su efecto en la producción y calidad, en el fundo Agualima SAC – Irrigación Chavimochic*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12267>
6. Casas, A. (2014). Nuevas opciones de genetistas internacionales para productores peruanos de espárragos. *Red Agrícola*. 16, 17-20.
7. Chen, W., Krzesinski, W., Zaworska, A. and Knaflewski, M. (2018). Effect of temperature on growth of roots of juvenile asparagus (*Asparagus officinalis* L.) plants. *ActaHortic.* 1223,145-150. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.20>
8. Chitrakara, B., Zhanga, M. and Adhikarid, B. (2019). Asparagus (*Asparagus officinalis*): Processing effect on nutritional and phytochemical composition of spear and hard-stem byproducts. *Trends in Food Science & Technology*. 93,1-11.

- <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.020>
9. FAOSTAT (15 de diciembre de 2020). *Producción y área cosecha del espárrago (Asparagus officinalis L.) en el mundo*.  
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
  10. Fernández Martínez. M. (2020). *Cambio climático: efecto sobre los vegetales, estrategias de adaptación de las especies y recomendaciones para la gestión y la reforestación*. [Diapositiva de PowerPoint]. Rabida.  
[http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/5375/Cambio\\_clim%C3%A1tico\\_efecto\\_sobre\\_los\\_vegetales.pdf?sequence=2](http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/5375/Cambio_clim%C3%A1tico_efecto_sobre_los_vegetales.pdf?sequence=2), revisado el 03-12-2020.
  11. Firpo, I., Rotondo, R., Dricovich, F., Chavez, A., López, A. F., Cointry, E. y García, S. M. (2007). Caracterización de aspectos de calidad a cosecha de cinco híbridos de espárrago, bajo dos sistemas de manejo. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 11, 61-70.
  12. García Veiga, M. (2014). *Producción de primicia en invernadero de híbridos de espárrago verde (Asparagus officinalis var. Altilis) en su cuarto año productivo*. Trabajo de Pregrado. Universidad Católica Argentina.  
<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/425>
  13. Garcilazo Cornejo, J. (2020). *Manejo del cultivo de espárrago en Perú Primer Producto de Agroexportación*. [Diapositiva de PowerPoint]  
<https://es.slideshare.net/Arturinho27/cultivo-del-esparrago>.
  14. Garde Adrián, A. (2010). *Estudio de los hábitos de consumo de espárragos de los consumidores de la zona productora y de pamplona*. Tesis de Pregrado. Universidad Pública de Navarra.  
<https://hdl.handle.net/2454/2285>
  15. Gatti, I., Cravero, V., Asprelli, P., Lopez Anido, F.S., García, S., Firpo, I., & Cointry, E. (2007). Espárrago (*Asparagus officinalis* L.): algunos aspectos de su mejora. *Avances en Horticultura*.5, 1-12.
  16. Gonzalez A, M.i. y Pozo L, A. (1999) *El cultivo del esparrago* [en línea]. Chillan: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7451>.
  17. Vargas Schuldes, S. (2014). *Gira a Perú / GTT Hortofrutícola del Biobío* [Diapositiva de PowerPoint] <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Gira-peru-GTT-Esparragos.pdf>.

18. Jara, Pereda, A. J. (2019). *Adaptabilidad y comparativo de rendimiento y calidad de siete híbridos de espárrago verde Asparagus officinalis L. (Asparagaceae) 100% machos en condiciones de clima cálido*. Tesis de Pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego.  
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5782>
19. Jarma Orozco, A., Cardona Ayala, C., y Araméndiz, Tatis, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 15(1), 63-76.  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.803>
20. Jáuregui Damián, L. (2018). *Aplicación de fuentes de silicio activo para la mitigación del estrés salino en espárrago (Asparagus officinalis L.)*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3350>
21. Kohli, R.K. and Singh, D. (1991). Allelopathic Impact of Volatile Components from *Eucalyptus* on Crop Plants. *Biologia Plantarum*. 33(6),475-483.
22. Krarup, C. y Contreras, S. (2002). Elongación y ramificación de turiones de espárrago durante una cosecha primaveral. *Agricultura Técnica en México*. 62(2),191-200.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000200002>
23. Krarup, H. A., Mann, P.D., Stevens, R. y Flies, L. C. (1997). Elongación diaria y altura de apertura de la cabeza de los turiones de veintiocho genotipos de espárrago. *Agro Sur*. 25(1), 16-23.  
<https://doi.org/10.4206/agrosur.1997.v25n1-02>
24. Langarica, H. y Pérez, N. M. (2008). Los Marcadores Moleculares en el Mejoramiento Genético de la Resistencia a Enfermedades del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Aplicaciones y Perspectivas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 26(2),164-176.
25. Llanos Martínez, J. (2017). *Caracterización de 21 híbridos súper machos de espárrago (Asparagus officinalis) para producción en verde bajo las condiciones de Huarmey*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria. La Molina.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3060>

26. Martínez, G. A. 2019. Sistematización de experiencias de intercambio científico y tecnológico en el marco del sistema nacional de innovación agraria. Minagri.
27. Millón, G. J. (2015). *Evaluación del desarrollo vegetativo, durante el primer ciclo del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis*) híbridos UC 157 (F2) y UC 157 (F3), con fertilización orgánica y química, Campus Agropecuario. UNAN-León octubre 2012 a mayo 2013*. Trabajo de Pregrado. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua – León.  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4021>
28. Orbegón Medrano, Y. J. y Paz Chevarría, Z. S. (2014). *Evaluación de un híbrido de espárragos (*Asparagus officinalis* L.) con fertilización orgánica y química en el Campus Agropecuario UNAN-León, septiembre-diciembre 2013*. Trabajo de Pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León).  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3490/1/227156.pdf>
29. Pegiou, E., Mumm, R., Acharya, P., Vos, R. and Hall, R. (2020). Green and White Asparagus (*Asparagus officinalis*): A Source of Developmental, Chemical and Urinary Intrigue. *Metabolites*. 10(1), 17.  
<http://dx.doi.org/10.3390/metabo10010017>
30. Quirós, C. (15 de noviembre de 2020). Investigación busca híbridos de espárragos para las condiciones peruanas. Red Agrícola.  
<https://www.redagricola.com/pe/investigacion-busca-hibridos-de-esparragos-para-las-condiciones-peruanas/>.
31. Quispe, L. J. E. (2018). *Comparativo de rendimiento y calidad de híbridos machos y dioicos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) en Huanchaco, Trujillo*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14944>
32. Ramos, E., Provost, K., Calle, S. and Zavala, K. (2020). The Impact of Asparagus Supply Chain Quality Management: An Empirical Research from Peru. *International Journal of Supply Chain Management*. 9(1), 298-311.
33. Risso, A. A., Castagnino, A. M., Díaz, K. E., Rosini, M. B., Mariana, J. A. y Falavigna, A. (2012). Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L. var. Altilis) en invernadero. *Revista*

- Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(1), 55-66.  
<https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i1.1285>
34. Romero, F.; Cartagenino, A. M.; Díaz, K. E.; Guisolis, A. ; Rosini, M. B. ; Rogers, W. J. (2018). Productivity of male green asparagus genotypes (*Asparagus officinalis* var. *altilis* L.) in their seventh year. *Horticultura Argentina*.37(94), 24-44.
35. Ruiz Ruiz, G. (2018). *Evaluación de calidad y rendimiento de Espárrago (Asparagus officinalis L.) manejado en tres modalidades de siembra en la parte baja del Valle Chancay Lambayeque*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4181>
36. Salinas Vera, V. M. (2015). *Comparativo de rendimiento y calidad comercial de siete híbridos de espárrago (Asparagus officinalis L.) Ida Lea, Atlas, UC-157-F1, Vegalim, K-967, K-809, K- 2115*. Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Santa María.  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3041>
37. SIEA (10 de noviembre de 2020). *Área sembrada de espárrago*.  
<http://siea.minagri.gob.pe/calendario/#>.
38. Singh, R., Sharma, R.R. and Tyagi, S.K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*. 112(1), 215-220.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.019>
39. Sudjatmiko, S. (1993). Growth in the field and CO<sub>2</sub> exchange characteristics in relation to temperature of young asparagus (*Asparagus officinalis*L.). Tesis de doctorado. Massey University.  
<http://hdl.handle.net/10179/3018>
40. Steel, R.G. y Torrie, J.H. (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill. Colombia. McGraw-Hill.
41. Stevenson, R. B., Nicholls, J. and Whitehouse, H. (2017). What Is Climate Change Education? *Curric Perspect*. 37, 67-71.  
<https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
42. Tallendo de Cruz, A. (2016). *Comportamiento de 10 cultivares de espárrago a Fusarium oxysporum Schlecht f. sp. asparagi Cohen y*

- Meloidogyne incognita* (kofoid&white, 1919) Chitwood 1949. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2004>
43. USDA (11 de noviembre de 2020). *Taxonomía de Asparagus officinalis L.*  
<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ASOF>.
44. Vargas García, R.U. (2015). *Evaluación de rendimiento y calidad de tres híbridos de espárrago verde Asparagus officinalis L. en el distrito de Tate – Ica.* Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3128>
45. Vasquez, H., Bentivenha, R. B., Masaguer, A. y Diezma, I., B. (05 -06 de mayo de 2015). *Desafíos en el desarrollo de sustratos para plántulas de espárrago (Asparagus officinalis L.)*. En: "VII Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica". Madrid, España.
46. Vázquez R. I., Kahhat, R., Quispe, I. and Bentín, M. (2016). Environmental profile of green asparagus production in a hyper-arid zone in coastal Peru. *Journal of Cleaner Production*. 112(4), 2505-2517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.076>
47. Wójcik, P., Wójcik M. and Klamkowski, K. (2008). Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. *Scientia Horticulturae*. 116(1), 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.10.032>
48. Wójcik, P. and Lewandowski, M. (2011). Effect of Calcium and Boron Sprays on Yield and Quality of "El Santa" Strawberry. *Journal of Plant Nutrition*. 26(3), 671-682. <https://doi.org/10.1081/PLN-120017674>
49. Yepes, A., & Silveira Buckeridge, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). *Colombia Forestal*. 14(2), 213-232.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.2.a06>
50. Zhang, D.J., Zhang, J., Yang, W. Q. and Wu, F.Z. (2010). Potential allelopathic effect of *Eucalyptus grandis* across a range of plantation ages. *Ecological Research*. 25(1), 13-23.  
<https://doi.org/10.1007/s11284-009-0627-0>

FV	gl	COSECHA 1											
		Rendimiento		Peso promedi o/turión	Número de turiones								
		Total	Clase I		Total	Clase I	Clase II	Descarte	Abiertos	Torcidos	Fofos	Planos	
Híbridos	4	0.34>90%	125.5***	14.7*	4418*	1408**	1305*	595***	334**	203*	91**	7.4	
Bloques	3	0.115	51.8	3.9	3267*	918*	524	146*	109	42	41	9.7	
Error	12	0.120	16.8	3.0	820	226	259	32	57	40	16	30.6	

Total	19											
Promedio		1.27	26.5	9.65	134746	49504	68984	16257	17040	22209	16253	13481
CV(%)		27.3	15.4	18.1	21.2	30.4	23.3	34.9	44.1	28.3	24.7	41.0
<b>COSECHA 2</b>												
FV	gl	Rendimiento		Peso promedi o/turión	Número de turiones							
		Total	Clase I		Total	Clase I	Clase II	Descarte	Abiertos	Torcidos	Fofos	Planos
Híbridos	4	0.735*	0.57*	9.68*	8725*	3595*	726*	1712*	429**	855**	29.9	103*
Bloques	3	0.408	0.08	2.97	3844	763	1176**	429	85	204	39.0	65.1
Error	12	0.176	0.12	2.25	2348	1171	139	384	48	64	24.5	23.0
Total	19											
Promedio		2.19	1.27	9.69	229579	109782	75342	44453	17863	40142	8132	9674
CV(%)		19.2	27.5	15.5	21.1	31.2	15.6	44.1	39.9	19.9	60.8	49.6
<b>ANÁLISIS COMBINADO DE COSECHAS</b>												
FV	gl	Rendimiento		Peso promedi o/turión	Número de turiones							
		Total	Clase I		Total	Clase I	Clase II	Descarte	Abiertos	Torcidos	Fofos	Planos
Total	39											
Parcela Principal	19	0.439	0.108	8.30	5196	1446.9	625	692	210	224	23.2	48.7
Bloques	3	0.430	0.043	6.15	6439	1501.9	1311*	536	161	139	41.2	60.4
Híbridos	4	0.946*	0.292*	23.46**	11887*	3339*	1278**	2065**	687**	830.**	23.0	59.3
Error (a)	12	0.272	0.062	3.78	2654	802.5	236	273	63	43	18.8	42.2
Cosechas	1	8.463***	15.3***	0.02	89933***	36334***	404*	7950***	7	3215***	659.5***	144.9**
H x C	4	0.128*	0.281**	1.00	1256	1664*	753	243	77	228*	98.7*	51.5*
Error (b)	15	0.038	0.056	1.35	545	511.5	207	122	40	70	25.1	12.0
Promedio		1.73	0.647	9.67	182162	79643	72163	30355	17452	31175	12193	11578
CV(%)		11.2	36.5	12.0	12.8	28.4	19.9	36.36	36.0	26.8	35.5	29.9
DMS5% (a)		0.804	0.384		79.3	43.6	23.6	25.5	12.3	10.1	6.7	10
DMS5% (b)		0.292	0.355		35.1	34.1	21.7	16.6	9.48	12.6	7.5	5.2

## VIII. ANEXOS

### *Anexo 1. ANAVAS de las variables estudiadas*

*Anexo 2 . Fotos del campo experimental*



Foto 01. Parcela experimental ubicada en Huerto Madre empresa Agronegocios Génesis, Huanchaco-Trujillo.



Foto 02. Desmalezado de parcelas experimentales.



Foto 03. Desmalezado de parcelas experimentales



Foto 04. Chapodo de espárrago en el ensayo ubicado en el Huerto Madre empores Agronegocios Génesis, Huanchaco-Trujillo.



Foto 05. Acondicionamiento del ensayo ubicado en el Huerto Madre empores Agronegocios Génesis, Huanchaco-Trujillo.



Foto 06. Empresa Agronegocios Génesis, Huanchaco-Trujillo.



Foto 07. Evaluación de variables en estudio.



Foto 08. Turiones de espárrago de la variedad UC-157.



Foto 09. Turiones de espárrago de la variedad Atlas.



Foto 10. Turiones de espárrago del híbrido Vegalim.



Foto 11. Turiones de espárrago del híbrido Sunlim.



Foto 12. Turiones de espárrago del híbrido K-967.

Anexo 3. Resumen de resultados obtenidos en la primera cosecha

Tratamiento	Número de parcela	Peso total (t/ha)	Peso Clase I (t/ha)	Número de turiones (und)	Diámetro menor de 5 mm	Abierto	Torcido	Plano	Fofo	Turiones clase II	Turiones clase I (uds)	Turiones Clase I (%)	Turiones Clase II (%)	Turiones descarte (%)	Peso de turión (g)	Factor ha
1	1421	1.43	0.024	149580	17647	17647	32773	12605	18487	81513	50420	33.7	54.5	11.8	9.528	840.34
1	1428	1.88	0.034	228571	36975	33613	41176	21008	25210	121008	70588	30.9	52.9	16.2	8.224	840.34
1	1435	1.25	0.025	139496	19328	15966	24370	12605	25210	78151	42017	30.1	56.0	13.9	8.982	840.34
1	1439	1.23	0.021	186555	39496	26050	30252	12605	19328	88235	58824	31.5	47.3	21.2	6.599	840.34
2	1422	0.49	0.013	83851	25649	10851	13811	11838	10851	47351	10851	12.9	56.5	30.6	5.871	840.34
2	1429	1.47	0.026	188235	37815	27731	30252	10084	22689	90756	59664	31.7	48.2	20.1	7.817	840.34
2	1433	0.88	0.021	126535	18326	37524	13963	10472	20071	82030	26180	20.7	64.8	14.5	6.986	840.34
2	1437	1.49	0.025	196639	39496	40336	23529	19328	26891	110084	47059	23.9	56.0	20.1	7.573	840.34
3	1423	1.32	0.030	96865	2618	7854	17453	10472	9599	45378	48869	50.5	46.8	2.7	13.676	840.34
3	1427	1.76	0.038	157983	7563	7563	27731	14286	21008	70588	79832	50.5	44.7	4.8	11.138	840.34
3	1434	1.57	0.035	140498	6981	6109	27052	12217	13090	58468	75048	53.4	41.6	5.0	11.205	840.34

3	1436	1.89	0.035	177311	14286	23529	31933	1596 6	1764 7	89076	73950	41.7	50.2	8.1	10.67 3	840.3 4
4	1424	0.96	0.021	89884	11345	13963	13963	1134 5	1221 7	51487	27052	30.1	57.3	12.6	10.67 0	840.3 4
4	1430	0.68	0.022	75048	6109	12217	11345	5236	1658 0	45378	23562	31.4	60.5	8.1	9.058	840.3 4
4	1431	1.06	0.021	99483	9599	19198	14835	1309 0	1047 2	57595	32288	32.5	57.9	9.6	10.69 3	840.3 4
4	1438	0.89	0.022	89770	15784	14797	13811	1677 0	1381 1	59189	14797	16.5	65.9	17.6	9.868	840.3 4
5	1425	1.01	0.024	94538	2836	8508	15126	1323 5	1229 0	49160	42542	45.0	52.0	3.0	10.73 0	840.3 4
5	1426	1.09	0.029	153151	2836	3782	17962	1323 5	7563	42542	107773	70.4	27.8	1.9	7.099	840.3 4
5	1432	1.91	0.038	125244	4538	2723	29042	2631	7261	65345	55361	44.2	52.2	3.6	15.28 3	840.3 4
5	1440	1.08	0.028	95689	5919	10851	11			46365	43405	45.4	48.5	6.2	11.25 8	840.3 4

*Anexo 4. Resumen de resultados obtenido en la segunda cosecha.*

Tratamiento	Número de parcela	Peso Total (t/ha)	Peso Clase I (t/ha)	Número de turiones (und)	Diámetro menor 5 mm	Abierto	Torcido	Fofo	Plano	Turiones clase II (uds)	Turiones clase I (uds)	Turiones Clase I (%)	Turiones clase II (%)	Turiones descarte (%)	Peso de turión (g)	Factor ha
1	1421	2.01	1.32	252101	58824	26050	31092	2521	1681	61345	131933	52.3	24.3	23.3	7.960	840.3
1	1428	2.60	1.62	358824	104202	22689	51261	7563	1681	83193	171429	47.8	23.2	29.0	7.25	840.3
1	1435	1.93	0.97	218457	38295	23499	63535	3481	4352	94868	85294	39.0	43.4	17.5	8.86	840.3
1	1439	2.17	0.91	293374	97479	51551	64674	937	6561	123723	72172	24.6	42.2	33.2	7.39	840.3

2	1422	1.07	0.58	165366	45258	18277	21759	0	870	40906	79202	47.9	24.7	27.4	6.46	840.3
2	1429	1.80	1.05	216717	59184	14796	33073	6092	3481	57443	100090	46.2	26.5	27.3	8.31	840.3
2	1433	2.18	0.95	236735	55702	26981	30462	7833	11315	76591	104442	44.1	32.4	23.5	9.20	840.3
2	1437	2.49	1.64	287395	64706	27731	21008	14286	10924	73950	148739	51.8	25.7	22.5	8.66	840.3
3	1423	2.44	1.43	182773	16537	6963	49610	6092	9574	72239	93998	51.4	39.5	9.0	13.38	840.3
3	1427	3.09	2.21	297479	33613	7563	37815	10084	15966	71429	192437	64.7	24.0	11.3	10.38	840.3
3	1434	3.12	1.93	253782	22689	11765	56303	8403	13445	89916	141176	55.6	35.4	8.9	12.29	840.3
3	1436	3.07	2.05	358583	75720	12185	48739	9574	18277	88776	194088	54.1	24.8	21.1	8.56	840.3
4	1424	2.10	1.34	195933	29244	26319	19496	5849	5849	57513	109176	55.7	29.4	14.9	10.70	840.3
4	1430	1.27	0.87	141141	21324	15231	17262	3046	6092	41632	78186	55.4	29.5	15.1	9.02	840.3
4	1431	2.32	1.38	220198	34814	26981	25240	20018	13055	85294	100090	45.5	38.7	15.8	10.54	840.3
4	1438	2.18	1.38	183710	29056	17809	26244	3749	8436	56238	98416	53.6	30.6	15.8	11.86	840.3
5	1425	1.50	0.71	175275	43116	5624	44990	4686	6561	61862	70297	40.1	35.3	24.6	8.56	840.3
5	1426	1.78	0.79	158403	18277	6092	40906	7833	21759	76591	63535	40.1	48.4	11.5	11.25	840.3
5	1432	2.80	1.37	209754	26981	2611	56573	20888	26110	106182	76591	36.5	50.6	12.9	13.34	840.3
5	1440	1.84	0.83	185585	14059	6561	62799	10310	7498	87169	84357	45.5	47.0	7.6	9.92	840.3