

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**“CARACTERIZACIÓN DE 21 HÍBRIDOS SUPER MACHOS DE
ESPÁRRAGO (*Asparagus officinalis*) PARA PRODUCCIÓN EN
VERDE BAJO LAS CONDICIONES DE HUARMEY”**

Presentado por:

JORGE LLANOS MARTÍNEZ

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“CARACTERIZACIÓN DE 21 HÍBRIDOS SUPER MACHOS DE
ESPÁRRAGO (*Asparagus officinalis*) PARA PRODUCCIÓN EN VERDE
BAJO LAS CONDICIONES DE HUARMEY”**

Presentado por:
JORGE LLANOS MARTÍNEZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Walter Apaza Tapia
PRESIDENTE

Ing. M.Š. Andrés Casas Díaz
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Julián Chuva Chuquija
MIEMBRO

Dr. Raúl Blas Sevillano
MIEMBRO

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

A mi Abuela Claudia Gabriel Presentación (†), quien desde el cielo, seguirá guiándome e iluminando mi camino.

“GRACIAS POR TUS CUIDADOS”

A mi familia en especial a mis Padres Jorge y Lucy, a quienes debo todo lo que soy. Por su apoyo, sacrificio y motivación a lo largo de mi vida:

“GRACIAS FAMILIA, LOS AMO”

A mi Novia Miriam Jara Vidal, agradecerle por la fé puesta, además de apoyarme moralmente.

“TE AMO”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Andrés Casas por su colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.

A la Familia Rojas Martínez, por el apoyo constante e incondicional, por sus sabios consejos y dedicación a la familia.

A la empresa Agrícola Huarmey S.A, por brindarme sus instalaciones para el desarrollo de este proyecto.

A Rolando Riojas Fukuhara, a quien debo gran parte de mi experiencia.

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO	3
2.1.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	3
2.1.2	ORIGEN Y DOMESTICACIÓN.....	3
2.1.3	MORFOLOGÍA	4
2.1.4.	FACTORES AMBIENTALES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL ESPÁRRAGO.....	6
2.2	ASPECTOS DEL MEJORAMIENTO EN ESPÁRRAGO	10
2.3	TÉCNICAS AUXILIARES DE MEJORAMIENTO	11
2.3.1	Uso de la Inducción Floral.....	11
2.3.2	Cultivo de tejidos.....	11
2.3.3	Uso del Cultivo de células y protoplastos	12
2.3.4	Uso de Marcadores moleculares.....	13
2.3.5	Uso de Transformación genética.....	13
2.4	MÉTODOS CONVENCIONALES DE MEJORAMIENTO	14
2.4.1	POBLACIONES MEJORADAS.....	14
2.4.2	HÍBRIDOS.....	15
III.	MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1	MATERIALES	22
3.1.1	Ubicación del campo experimental	22
3.1.2	Características del suelo.....	22
3.1.3	Características de agua de riego	24
3.1.4	Características climáticas de la zona en estudio.....	24
3.1.5	Descripción de Materiales Evaluados.....	26
3.1.6	Fuentes de fertilización	28
3.1.7	Módulo de riego por goteo	29
3.2	METODOLOGIA	29
3.2.1	Factores de Estudio	29
3.2.2	Conducción del experimento	31
3.2.3	Diseño estadístico.....	32

3.2.4	Características del campo experimental del ensayo	33
3.2.5	Evaluaciones Realizadas	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1	VARIABLES MORFOLÓGICAS.....	36
4.2	RENDIMIENTO	50
4.3	CALIDAD DL TURIÓN.....	53
4.4.	DENDROGRAMAS POR CAMPAÑA.....	60
V.	CONCLUSIONES.....	66
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	68

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Análisis Físico - Químico del Suelo del Área Experimental	23
Cuadro N° 2. Análisis Químico del Agua de Riego	25
Cuadro N° 3. Variables Metereológicas de la zona - Pampa Las Zorras – Huarmey	27
Cuadro N° 4. Plan de Fertilización en esparrago	29
Cuadro N° 5. Relación de híbridos masculinos	30
Cuadro N° 6. Análisis de variancia del combinado	32
Cuadro N° 7: Análisis de variancia para diámetro de brote (mm).	36
Cuadro N° 8: Diámetro de tallo (mm) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	38
Cuadro N° 9: Análisis de variancia para número de brotes	39
Cuadro N° 10: Número de brotes de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	41
Cuadro N° 11: Análisis de variancia para tamaño de apertura (m).	42
Cuadro N° 12: Altura de apertura de brote de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	44
Cuadro N° 13: Análisis de variancia para tamaño de planta (m).	45
Cuadro N° 14: Altura de planta (m) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	47
Cuadro N° 15: Análisis de variancia para peso de la masa verde (kg).	48
Cuadro N° 16: Peso del follaje (kg) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	50
Cuadro N° 17: Análisis de variancia para rendimiento (kg).	51
Cuadro N° 18: Rendimiento (kg) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	53
Cuadro N° 19: Análisis de variancia para peso de turiones (g).	54
Cuadro N° 20: Peso promedio de turión (kg) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	56
Cuadro N° 21: Análisis de variancia para diámetro de turiones (mm).	57
Cuadro N° 22: Diámetro de turión (mm) de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	59

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Producción de híbridos clonales.	17
Figura N° 2. Producción de híbridos todo macho.	19
Figura N° 3. Distribución de los híbridos experimentales	33
Figura 4. Diámetro de Tallo de 21 genotipos de esparrago bajo las condiciones de Huarney.	37
Figura 5. Número de brotes en 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	40
Figura 6. Altura de apertura de brote de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	43
Figura 7. Altura planta de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	46
Figura 8. Peso de follaje de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	49
Figura 9. Rendimiento de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	52
Figura 10. Peso promedio de turión en 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	55
Figura 11. Diámetro de turión de 21 genotipos de esparrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	58
Figura 12: Dendrograma de la Campaña 2012-II	61
Figura 13: Dendrograma Campaña 2013-I	62
Figura 14: Dendrograma Campaña 2013-II	63
Figura 15: Dendrograma del promedio de las tres campañas (2012-II, 2013-I y 2013-II)	65

RESUMEN

Los híbridos de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) utilizados hasta el momento por los productores son introducciones realizadas por las casas semilleras y han sido seleccionados para satisfacer requerimientos del mercado de los sitios de origen. El objetivo del siguiente trabajo es evaluar 21 híbridos súper machos de espárrago (ASP.P17602, ASP.P17605, ASP.P17606, ASP.P17607, ASP.P17609, ASP.P17610, ASP.P17611, ASP.P17612, ASP.P17613, ASP.P17615, ASP.P17616, ASP.P17618, ASP.P17619, ASP.P17662, ASP.P17678, ASP.P17682, ASP.P17689, ASP.P17690, ASP.P17693, ASP.P17694, ASP.P17697), con el fin de seleccionar híbridos alternos que se puedan adaptar a nuestras condiciones locales. Las evaluaciones se hicieron sobre plantas individuales, durante tres campañas en los años 2012 y 2013, en los campos de la empresa Agrícola Huarney, ubicada en Huarney Departamento de Ancash. Las evaluaciones realizadas fueron durante toda la etapa fenológica del cultivo hasta cosecha y con los datos obtenidos se realizó un DBCA y un análisis de agrupamiento. Para elegir híbridos que tengan mayor potencial con altos rendimientos se determinó que se deberá recurrir a las ASP.P17616, ASP.P17606 y ASP.P17618, las cuales presentan también alto número de turiones. Para altos peso medio y diámetro de turión, es indicada la ASP.P17615, mientras los híbridos P17678 y ASP.P17694 presentan los bajos valores en rendimiento y caracteres productivos.

I. INTRODUCCION

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una hortaliza de tipo perenne de gran demanda en el mercado internacional; para el Perú es un cultivo muy importante dado que es el producto que más se exporta e ingresos genera. A nivel mundial los principales productores de espárrago son China, Perú y México.

A nivel nacional la exportación de espárrago ha permitido al Perú posicionarse como el primer exportador en fresco de esta hortaliza, destinando cerca de 33, 879 hectáreas a este cultivo (**MINAGRI, 2015**) siendo La Libertad e Ica los dos principales departamentos que abarcan el 80% de la producción total. Asimismo para este mismo periodo en función al tipo de espárrago producido se estimó que el 78.30% de la producción es destinada a la producción de espárrago verde, el 21.70% para espárrago Blanco (**IPEH, 2013**). Cabe mencionar que el Perú hasta el 2013 fue el primer exportador mundial de espárragos con 40% del volumen total exportado, seguido de México con una participación de 28% (**Manchego, 2014**). El menor valor de las exportaciones estaría afectado principalmente por bajos precios del espárrago fresco derivados de la mayor disponibilidad de espárrago mexicano en el mercado estadounidense. Asimismo, la producción está siendo afectada temporalmente por la antigüedad de las plantaciones de espárragos.

El espárrago ha sido uno de los motores del despegue de la agro exportación peruana, a partir del cual se desarrollaron otras industrias como las uvas, paltas y cítricos. A pesar de la crisis económica del 2008, edad de algunas esparragueras y de la escasez de semilla a nivel mundial, el esparrago peruano ha sabido sostenerse en el tiempo en productividad. Además las exportaciones peruanas de espárragos en los últimos 10 años ha venido incrementándose a una tasa promedio anual de 11,4%, pasando de US\$ 232 millones en 2004 hasta alcanzar los US\$ 614 millones en 2013 (**Silva, 2014**).

El mercado internacional del espárrago en la actualidad contempla un escenario favorable y a la vez exigente, producido por el consumo mundial en expansión y una demanda insatisfecha. Los países del Hemisferio Sur pueden, en este sentido, aprovechar las ventajas estratégicas de ingresar a dicho mercado en contra-estación. En el Perú, a pesar de que los productores de las diferentes localidades emplean las prácticas culturales necesarias para la explotación del cultivo, y que disponen de un mercado seguro para su venta, el aporte para este rubro sigue en desarrollo a pesar que el esparrago es un cultivo

maduro y establecido. Sin embargo las áreas de siembra que se destinan para tal fin están reduciendo ya sea por la edad del cultivo, cultivos alternativos de mayor ganancia, poca disponibilidad de semillas y factores climáticos.

Según este contexto internacional y la actualidad esparraguera del Perú, han cobrado importancia en los últimos años los híbridos masculinos de distintos orígenes. Estos híbridos masculinos heterocigotas, se han caracterizado como notablemente más productivos, longevos y tolerantes a enfermedades que las plantas femeninas (**Castagnino, 2004**). Por tal motivo, es muy importante realizar experimentos con híbridos en diferentes años y distintas localidades y ver su potencial, antes de recomendar su uso comercial.

Existen dudas sobre la capacidad adaptativa de estos híbridos a las condiciones de producción peruana; dudas aumentadas por los altos rendimientos que obtiene el híbrido UC-157, el tradicionalmente usado por los productores. Sin embargo en el Perú existen ensayos y muchas pruebas en la cual se sigue discutiendo la capacidad productiva de estos híbridos, este trabajo intentará también brindar una opinión al respecto.

Por lo que cabe recalcar que una adecuada selección del cultivar es un factor prioritario para el éxito de cualquier cultivo. Esto es aún más significativo en especies perennes como el espárrago, ya que su vida productiva debiera ser normalmente superior a los diez años. En la selección debe considerarse necesario contar con materiales de adaptación local de altos rendimientos, calidad de sus turiones, ya que el porcentaje de desecho puede variar significativamente entre cultivares (**González y Del Pozo, 2002**).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar 21 cultivares híbridos masculinos de espárrago y determinar cultivares alternativos a las actuales sembradas por su adaptación y producción en verde.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO

2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Aunque existen más de 150 especies en el género *Asparagus* y un número son cultivados como ornamentales por su atractivo follaje, sólo uno, *Asparagus officinalis*, es cultivado para la alimentación humana (**Langer y Hill, 1991**).

El espárrago pertenece a la clase de las plantas angiospermas, al orden de las monocotiledóneas, familia liliácea, género *Asparagus* y especie *officinalis*. (**Moreira y González, 2002**).

Asparagus officinalis var. *Altitis*. La especie cultivada es diploide con $2n = 2x = 20$, contenido de DNA 1.40 pg/1C (1308 Mbp). Una de las más pequeñas en la familia (**Quiroz, 2008**).

2.1.2 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN

La forma Silvestre *Asparagus officinalis* var. *Prostatus*, es encontrada en la costa y zonas arenosas del Mediterráneo Oriental de Europa, Asia Oriental y Sudáfrica. Esta especie ha sido usada como planta medicinal y cultivo de alimento desde los principios de la civilización de los griegos y romanos. Se introdujo a los EEUU por los inmigrantes europeos. En Europa se producen como espárragos blancos y en los EEUU se produce como espárrago verde, cosechando en emergencia de los turiones del suelo (**Quiroz, 2008**).

Es una planta originaria de clima templado y con estaciones bien definidas, en las que se tiene un periodo de estrés provocado por bajas temperaturas; durante este periodo detiene su crecimiento para poder acumular reservas alimenticias y ocurren cambios bioquímicos que originarán posteriormente los brotes suculentos o turiones, que es el producto que se cosecha y consume (**Delgado de la Flor et al., 1993**).

Los híbridos de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) utilizados hasta el momento por los productores son introducciones realizadas por las casas semilleras y han sido seleccionados para satisfacer requerimientos del mercado de los sitios de origen. Dentro de estos híbridos de espárrago, existen gran variedad genética, principalmente fenotípicas; como la fenología (días a la floración, maduración, cosecha, etc.) y morfológica (color de turión, tipo de planta, tamaño de planta y calibres).

En la última década se han desarrollado híbridos 100% machos, con un alto potencial de rendimiento. Un híbrido 100% macho tiene dos ventajas reconocidas, alto rendimiento debido a la no producción de frutos y semillas y una mayor estabilidad, debido a la falta de establecimiento de nuevas plantas. Sin embargo posee la desventaja que la ramificación del tallo se produce a menor altura que las plantas hembras (**Del Pozo, 1999**).

2.1.3 MORFOLOGÍA

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una planta herbácea, perenne, y dioica, pertenece a la familia de las Liliáceas, que posee raíces cilíndricas, delgadas, no ramificadas, resistentes y carnosas, que forman una corona. Su tallo es un rizoma que se desarrolla horizontalmente produciendo yemas que dan lugar a tallos aéreos suculentos; los brotes tiernos cosechados son los turiones, con hojas pequeñas y triangulares y escamas que protegen las yemas. Sus flores son acampanadas y de color amarillo verdoso, el fruto es una baya verdosa que se torna roja a la madurez y las semillas son negras y angulosas (**Delgado de la Flor et al., 1993**).

2.1.3.1 Aparato Subterráneo

a. Raíces principales

Drost (1997) cita a **Blasberg (1932)** quien indica que nuevas raíces carnosas son formadas en la base de las yemas jóvenes en crecimiento activo. Las raíces carnosas no son ramificadas, variando en diámetro desde 2 a 6 mm y creciendo a longitudes de 1 – 2 m durante varias temporadas. Estas raíces son órganos de reserva por lo que

la productividad del espárrago está determinada por la profundidad de raíces, la densidad radicular y la actividad radicular (consumo de agua y nutrientes).

b. Raíces secundarias

Drost, (1997) indica que las raíces fibrosas son principalmente órganos de absorción de nutrientes y agua, aunque las raíces carnosas son capaces de estas funciones también. Las raíces fibrosas se originan en el periciclo de las raíces carnosas antes que ocurra el engrosamiento de la pared y la suberización epidermal (**Blasberg, 1932; citado por Drost, 1997**)

c. Corona

La corona de la planta es un rizoma o tallo modificado subterráneo, el cual posee yemas que al desarrollarse forman los tallos aéreos. Del rizoma se diferencian dos tipos de raíces: las de almacenamiento que son gruesas y carnosas, y las de absorción de agua y nutrientes, que son delgadas y fibrosas. Este sistema subterráneo se denomina corona o garra y puede alcanzar grandes dimensiones (**Moreira y González, 2002**).

2.1.3.2 Aparato Aéreo

a. Turiones

El conjunto del sistema radicular y del tallo subterráneo presenta a su vez, una serie de yemas que evolucionaran hasta formar la parte aérea de la planta; estos primordios vegetativos desarrollados reciben el nombre de turiones (**González et al, 1993**).

b. Tallos

Las plantas son perennes con tallos anuales pudiendo llegar a crecer unos 3 metros de alto. Los tallos son fuertemente ramificados y sostiene hojas escalonadas, pero la fotosíntesis depende principalmente de cladiolos; como hilos modificados aproximadamente de 1 cm de longitud parecidos a hojas (**Langer y Hill, 1991**).

c. Hojas

Raven et al. 1992, señalan que las delgadas ramas de la esparraguera parecidas a hojas son un ejemplo de cladiolos. A su vez señala que las escamas de los espárragos son las verdaderas hojas y que si se deja crecer la planta, los cladiolos se desarrollan en las axilas de las pequeñas e inconspicuas escamas y actúan como órganos fotosintéticos.

d. Flores

El esparrago es una planta dioica perenne. La planta masculina posee flores elongadas con estambres y en general, produce mayor número de turiones o tallos pero menor diámetro que la femenina. La planta femenina posee flores redondeadas, más pequeñas y produce un menor número de turiones, pero de mayor diámetro (**Moreira y González, 2002**).

e. Frutos

El fruto es una baya de color verde en su etapa inicial, observándose un paulatino cambio hacia el rojo a medida que avanza en maduración. Al completarse la maduración el fruto adquiere forma esférica: su pared, el eje central y también las paredes que separan las cavidades internas (lóculos), son carnosas (**Montes y Holle, 1994**). Los frutos jóvenes son de color verde y en la madurez son de color rojo con, aproximadamente, seis semillas de forma triangular (**Moreira y González, 2002**).

2.1.4. FACTORES AMBIENTALES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL ESPÁRRAGO

La especie posee un amplio rango de adaptación (0 – 200 msnm), razón por la cual, su cultivo se ha difundido en climas tropicales y subtropicales en los últimos años (**Moreira y González, 2002**). Las plantaciones de espárrago en el Perú están localizadas mayormente en suelos arenosos con condiciones de clima muy estables a lo largo de la costa. Otra

característica es la escasez del agua por lo que el sistema de riego por goteo es una necesidad en el manejo de este cultivo. La muy poca lluvia registrada en las áreas de cultivo de espárrago básicamente no se considera importante, por lo tanto no se toma en cuenta para el balance de agua en el cultivo (**Casas y Sánchez, 2005**).

Según **Grubben et al. (2004)** no tiene respuesta a los días largos. La actividad fotosintética parece incrementar hasta 300 W/m² PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa) como en la mayoría de las plantas C3. La temperatura óptima para la acumulación de materia seca es 25 – 30 °C, pero la temperatura óptima para la acumulación de reservas alimenticias en las raíces puede ser ligeramente inferior. Una alta humedad relativa es una clara desventaja debido a las enfermedades del follaje.

2.1.4.1. Temperatura

Las **temperaturas** ambientales óptimas de crecimiento están entre los 14°C y 20°C, aunque son favorables las temperaturas entre 12°C y 28°C. La alternancia de temperaturas altas y bajas entre el día y la noche, con una diferencia de alrededor de 8°C favorece el crecimiento, siempre y cuando las temperaturas mínimas no bajen de 8°C, ya que los turiones son muy sensibles a esta baja de temperaturas (**Delgado de la Flor et al., 1993**). La tasa de crecimiento de los tallos o turiones aumenta en forma lineal conforme la temperatura se incrementa entre los 10 y 31 °C (**Moreira y González, 2002**).

Sin embargo **Montes y Holle (1994)**, detallan que en general, las zonas que presenten promedios mensuales entre 15° y 25°C ofrecen condiciones adecuadas para el cultivo. Temperaturas superiores a los 30°C promueven características indeseables como el rameo y deshidratación del turión. Los brotes sometidos a temperaturas de 40°C ramean con apenas 5 cms. de emergencia sobre el suelo. El mejor rendimiento parece obtenerse con temperaturas medias durante el día (20°C – 25°C), y bajas durante la noche (8 – 10°C).

El crecimiento del espárrago es afectado por las temperaturas durante la cosecha, por lo que la altura sobre el nivel del mar es un factor determinante al momento de sembrar espárragos, ya que está influye en la temperatura (**Falavigna, 2004**). En relación a las temperaturas medias que influyen las principales fases fenológicas de las plantas señala lo siguiente: la temperatura mínima a nivel de suelo para la emisión de turiones debe ser 12 °C por al menos

7 días; la temperatura del aire para el crecimiento de los turiones, mínima de 8 °C y óptima de 20 °C; mientras que el aire para la síntesis y traslocación de fotosintatos, mínima de 8 °C, óptima de 23 a 28 C y máxima de 35 °C.

2.1.4.2. Agua

Condiciones de baja humedad por períodos prolongados provocan mermas en el rendimiento debido a que se producen turiones de menor longitud, menor diámetro y más fibrosos. Incluso, si la deficiencia de humedad es severa, las yemas podrían entrar en latencia y por ende, se reduce la producción de turiones (**Moreira y González, 2002**).

La humedad ambiental debe ser baja en las épocas de crecimiento de la planta para evitar la incidencia de enfermedades foliares y alta en la época de cosecha, para evitar así la deshidratación rápida de los turiones por cosechar, y por consiguiente la abertura de los brotes. Además el estrés por falta de humedad se producirá más rápidamente cuando la humedad ambiental es baja (**Delgado de la Flor et al., 1993**).

En el Perú la humedad es un factor que se utiliza para romper la latencia, así como se utiliza la sequía (Agoste) para inducirla (**Delgado de la Flor et al., 1993**). Teóricamente el agua con una C.E. entre 2.7 y 3.5 dS/m, entrarían en equilibrio de sales (4.1 dS/m para el umbral del espárrago) en suelos francos y arenosos respectivamente. La relación de adsorción de sodio (SAR) debe ser lo más baja posible para evitar posterior sodificación de los suelos francos y arcillosos respectivamente (**Sánchez, 2005**).

Es exigente en agua, en la etapa de desarrollo vegetativo como en la época de cosecha. Tratándose de una planta que contiene 90% de humedad en sus brotes, se justifica las necesidades de agua, puesto que la deshidratación disminuirá la calidad de los turiones. En cuanto a la calidad del agua de riego, no debe ser salina, la alta concentración de sales causaría quemaduras a los brotes tiernos del espárrago (**Delgado de la Flor et al., 1993**).

2.1.4.3. Suelos

Según **Sánchez (2005)**, el espárrago puede desarrollarse desde suelos muy ligeros (arenosos) hasta suelos muy pesados (limosos y arcillosos). Los suelos ligeros son los que mejores resultados han dado en diferentes condiciones climáticas. En suelos pesados, siempre que no tengan capas duras y estén bien drenados, los resultados son también buenos.

Deben ser sueltos, profundos, bien drenados, con un buen contenido de materia orgánica. Los suelos franco arenosos son bastante adecuados. No se debe usar suelos pedregosos, ni muy arcillosos ya que pueden causar impedancia y deformaciones en los turiones. En suelos pesados y bajo condiciones de alta humedad, se aumenta el riesgo de enfermedades, especialmente las causadas por hongos del suelo y además, se reduce la longevidad de la plantación (**Moreira y González, 2002**).

En nuestro país, el cultivo de espárrago se desarrolla mayormente en las pampas eriazas constituidas por arenas, arenas francas y en los mejores casos (muy pocos) francos arenosos. En los valles irrigados por otra parte el cultivo se desarrolla mayormente sobre suelos francos (**Moreira y González, 2002**).

2.1.4.4. Drenaje

Suelos con buen drenaje son recomendables para el cultivo de espárragos; el nivel freático debe estar a una profundidad mayor de 1.0 m. Una alta tabla de agua (entre 0.7 y 1.0 m), puede ser esencial, especialmente en zonas y/o épocas de escasas de agua, siempre que el agua de drenaje no sea salina y sólo por un período de cultivo. Periodos prolongados de humedad en contacto con el sistema radicular son muy perjudiciales y redundan en una baja en la producción y en la vida misma de la planta (**Sánchez, 2005**).

2.1.4.5. Luminosidad

La **luminosidad** influye no tanto en la producción como en la calidad de los turiones, sobre todo en el espárrago blanco, en el cual la excesiva luminosidad provoca rápidos cambios de los plastidios, que pasan de leucoplastos a cloroplastos y cromoplastos en el ápice de los turiones determinando turiones con la punta de color amarillo, verde o rosado (**Delgado de la Flor et al., 1993**).

2.2 ASPECTOS DEL MEJORAMIENTO EN ESPÁRRAGO

En las últimas décadas se han comenzado desarrollado técnicas biotecnológicas que permiten la producción de diferentes tipos de cultivares, con el objetivo de aumentar no sólo el rendimiento sino también la uniformidad del cultivo. Los materiales comercializados desde hace años incluyen poblaciones mejoradas por selección masal, distintos tipos de híbridos tales como los simples, dobles y los híbridos clónales y materiales constituidos por la F2 de híbridos simples.

El espárrago, a diferencia de otras especies hortícolas, tiene un número reducido de cultivares comerciales que, a partir de una base genética e histórica muy restringida, han sido mejorados y seleccionados con distintos objetivos (**Knaflewski, 1996**), con potenciales de rendimiento y características cualitativas bastantes diferentes para distintos países o regiones productivas (**Benson, 2002**). En algunos países latinoamericanos como Argentina, Chile y Perú, el principal cultivar utilizado es el híbrido de origen americano UC157 (**González 2001**). Los resultados de algunos estudios han demostrado que UC157 es un cultivar de alto rendimiento, de gran calidad y amplia adaptación y se caracteriza morfológicamente por presentar el 50% de plantas femeninas y el 50% masculinas (**Krarpup y Krarpup2002**).

El espárrago es un cultivo cuyas plantas son dioicas, siendo más productivas las masculinas que las femeninas (**Castagnio et al., 2009**). Diversos autores concuerdan en que las plantas estaminadas (masculinas) presentan mayor número de turiones mientras que las pistiladas (femeninas) tiene mayor diámetros.

Actualmente se han difundido el empleo de híbridos enteramente masculinos más uniformes en la producción de calibres y con mayor potencial de rendimiento y sanidad, en ambientes que les permite expresar su potencial (**Castagnio et al. 2011**).

UC157 es un híbrido heterocigoto, precoz, con brácteas cerradas pero caracterizado por la producción de turiones de bajo calibre, respecto de algunos híbridos masculinos de origen europeo. Como se trata de una especie que presenta gran interacción del genotipo con el ambiente, es necesario realizar pruebas comparativas, para determinar si un nuevo híbrido de espárrago puede ser cultivado con éxito y si mantiene dicha tendencia en el tiempo (**Marina et al. 2010**)

2.3 TÉCNICAS AUXILIARES DE MEJORAMIENTO

El mejoramiento del espárrago a través de técnicas convencionales resulta un proceso arduo que requiere entre 15 y 20 años desde el inicio del programa hasta la obtención de semilla comercial (**Ornstrup, 1997**). Por tal motivo, en las últimas décadas se han comenzado a desarrollar nuevas técnicas biotecnológicas para ser utilizadas como auxiliares en los planes de mejora.

2.3.1 Uso de la Inducción Floral

Su utilidad radica en la posibilidad de establecer la proporción sexual en etapas tempranas de crecimiento. En aquellos programas de mejoramiento que producen materiales “Todo Macho”, esta técnica permite reducir los tiempos de evaluación de las progenies de diferentes cruzamientos para identificar parentales supermachos. Esta técnica puede obtenerse por tratamiento químico con herbicidas como Atrazina y Diurón (**Abe & Kameya, 1986**).

Por otra parte, con el uso de citoquininas es posible inducir un alto porcentaje de flores hermafroditas en plantas estaminadas, y con giberelinas aplicadas solas o en conjunto con citoquininas en plantas pistiladas (**Lazarte & Garrison, 1980**). Si bien las flores hermafroditas obtenidas con esta metodología no dieron semillas viables, en un futuro será posible ponerla a punto para proceder a la endocría de plantas selectas.

2.3.2 Cultivo de tejidos

Los objetivos principales de esta metodología consisten en multiplicar a través de diferentes procedimientos, progenitores de híbridos y genotipos sobre salientes en escala comercial. El cultivo de meristemos es la técnica más ampliamente difundida y utilizada por diferentes investigadores. La embriogénesis somática es otra alternativa que consiste en la producción de embriones a partir de cultivo in-vitro de tejidos somáticos tales como hipocótilos, tallos y cladodios, los cuales pueden cultivarse en medios líquidos libres de hormonas en los que presentan un alto potencial de multiplicación con escasa o nula variación somaclonal. La gran potencialidad de estas técnicas se basa en que el explanto posee la capacidad de regenerar íntegramente el genotipo original haciendo posible la obtención de un número elevado de plantas entiendo y espacio reducido, pudiendo a su vez ser automatizada.

El espárrago es una de las primeras monocotiledóneas que pudo ser regenerada por embriogénesis somática (**Reuther, 1977**). Por otra parte, las técnicas de cultivo *in-vitro* también son aplicadas al cultivo de anteras a fin de obtener plantas haploides (**Peng, & Wolyn, 1999**) que, tras duplicación permiten producir embriones androgenéticos. Sin embargo, esta metodología trae aparejada una serie de inconvenientes (**Falavigna et al., 1997**) tales como:

- Baja producción de embriones ya que se obtienen en promedio 2,4 embriones cada 100 anteras.
- Bajo porcentaje de regeneración de embriones *in-vitro* debido a que aproximadamente el 50 % de los embriones degenera o prolifera como callos indiferenciados.
- Baja proporción de embriones haploides, de un total de 2.709 embriones obtenidos solamente un 3 % cumplió la condición de haploide, el 59 % fue diploide, el 11 % triploide y el 27 % tetraploide.
- Posible regeneración de embriones heterocigotas de origen somático.
- Imposibilidad de distinguir, en función de caracteres morfológicos, genotipos diploides de poliploides.

2.3.3 Uso del Cultivo de células y protoplastos

Los protoplastos (células cuya pared celular ha sido removida por métodos mecánicos o enzimáticos) crecen y pueden dividirse llegando a regenerar una nueva planta. Cuando la célula está en estado de protoplasto se puede manipular pudiendo absorber varios tipos de materiales genéticos. Un método para generar variabilidad genética consiste en fusión arprotoplastos de dos especies diferentes para formar híbridos somáticos. Sin embargo, el proceso de fusiones enteramente físico y difícil de repetir, originándose una amplia variación de resultados en cada experimento, por lo cual los resultados a obtener son siempre impredecibles. En tal sentido, la introducción de genes aislados mediante electro permeabilización, proceso mediante el cual las células se someten a pulsos eléctricos de alto voltaje, permite sortear este obstáculo, siendo la baja velocidad de regeneración de plantas, la principal desventaja de esta técnica (**Kunitake, et al., 1996**)

2.3.4 Uso de Marcadores moleculares

Gebler et al., (2007) Reportan que se ha avanzado significativamente en los métodos de detección de plantas machos (Mm y MM) y hembras (mm). Mediante un análisis BSA (*Bulk Segregant Analysis – Analisis de segregantes*) mediante la cual se identificaron bandas ligadas con el sexo. En plantas pistiladas y en cuatro plantas estaminadas se encontró una banda de 700 pb asociada con el sexo, mostrando en las plantas estaminadas menor intensidad. Las plantas supermachos (MM) no presentarían dicha banda.

Si bien los marcadores isoenzimáticos permiten detectar cambios genéticos, están sujetos a variaciones ontogénicas, son limitados en número, y sólo permiten analizar regiones del genoma que codifican para estas enzimas. Por ello, la tendencia actual es utilizar marcadores de ADN, como RFLPs (Polimorfismo para la longitud de los fragmentos de restricción) o RAPDs (Polimorfismo para fragmentos de ADN amplificados al azar). Este tipo de marcadores presentan las ventajas de ser independientes de las prácticas de manejo y del ambiente y pueden ser extraídos de cualquier tejido vegetal, incluso al estado de plántula en que el carácter en estudio aún no se expresó; con ellos se obtienen patrones de bandas independientes de la expresión ontogénica, y se puede analizar gran parte del genoma con un número de marcadores potencialmente ilimitados (**Kanno & Kameya, 1999**). Los RFLPs y RAPDs se han empleado en espárrago para la detección temprana del sexo; para la determinación de la variación somaclonal ocurrida durante cultivo *in-vitro* y para la construcción de mapas de ligamiento (**Ozakiet al., 1999**).

2.3.5 Uso de Transformación genética

Los métodos de transformación con *Agrobacterium* se han incorporado rápidamente en plantas dicotiledóneas. Sin embargo, en especies monocotiledóneas, su difusión es menor, siendo el espárrago una de las plantas monocotiledóneas que han podido ser transformadas, a nivel experimental, a través de diversos procedimientos, incluyendo *Agrobacterium tumefaciens* (**Conner, et al., 1990**).

En el caso del espárrago, por sus características de cultivo (plurianual, de producción en una época reducida del año) los mayores requerimientos económicos se presentan en la época de cosecha debido a las necesidades de mano de obra especializada, lo que provoca un incremento de los costos marginales disminuyendo así la rentabilidad para el productor.

El desarrollo de materiales de mayor potencial de rendimiento tales como híbridos dobles, clonales y simples, o poblaciones mejoradas de buena adaptación local y calidad exportable, aseguran que los planes de mejoramiento locales jugarán un papel cada vez más importante en el futuro de la especie ya que la elevada producción, sumada a un menor costo, favorecerá su expansión.

2.4 MÉTODOS CONVENCIONALES DE MEJORAMIENTO

Para iniciar un plan de mejoramiento es condición indispensable contar con poblaciones que presenten una amplia diversidad genética para los caracteres vegetativos y productivos sujetos a selección. En *Asparagus officinalis*, la identificación de cultivares a través de características morfológicas resulta dificultosa debido a que la mayoría de los ellos sólo difieren para caracteres que son fuertemente influenciados por las condiciones ambientales. Si bien en la actualidad, existen herramientas y técnicas muy útiles y novedosas; sigue siendo la estimación de los parámetros genéticos tradicionales la forma más común de estimación de la variabilidad presente en una población (**Gatti, 2001**).

2.4.1 Poblaciones Mejoradas

El objetivo de la selección recurrente es mejorar poblaciones para uno o más caracteres. Básicamente consiste en la evaluación de individuos dentro de una población base con altos niveles de variancia genética de tipo aditivo para los caracteres de interés y la posterior selección de los individuos superiores que actuarán como progenitores del nuevo ciclo. Cuando es practicada con éxito, resulta en la obtención de una nueva población con características más homogéneas y con valores superiores al comportamiento medio de la población de origen para los caracteres objetos de la mejora (**Fehr, 1987**).

Una de las poblaciones más antiguas es Gewone Holland se desarrollada en el siglo XVIII, también llamada Purple Dutch en Inglaterra. En el sigloXIX, esta población dio origen por selección masal, en Francia a las poblaciones tipo Argenteüil tanto precoz como tardío, que posteriormente fueron introducidas en Estados Unidos, derivándose de ella distintos materiales en este país (**Geoffriau et al., 1992**).

2.4.2 Híbridos

a. HÍBRIDOS SIMPLES

Conceptualmente, un híbrido simple es aquel proveniente del cruzamiento entre dos líneas puras con el fin de lograr una máxima uniformidad y explotar el potencial efecto heterótico. Las líneas pueden obtenerse por métodos tradicionales de consanguineidad recurriendo a la autofecundación de ejemplares hermafroditas o por cruzamiento repetidos entre hermanos. Por este método fue creado el híbrido Limbrasen Nueva Zelanda que ocupó un 95% de plantaciones en dicho País con un rendimiento aproximado de 2 a 4 t/ha dependiendo del tipo de manejo (**Ellison, 1986**).

Ocasionalmente las semillas desarrollan más de un embrión (**Reuther, 1992**) de los cuales uno puede ser haploide, pudiendo constituir, tras su diploidización, una línea homocigótica. Sin embargo, este método no resulta eficaz debido a que sólo se obtienen en promedio 0.23 haploides cada 1.0 semillas, por lo cual se torna indispensable recurrir a nuevas tecnologías para la obtención de este tipo de materiales (**Thevenin, 1967**).

b. HÍBRIDOS CLONALES

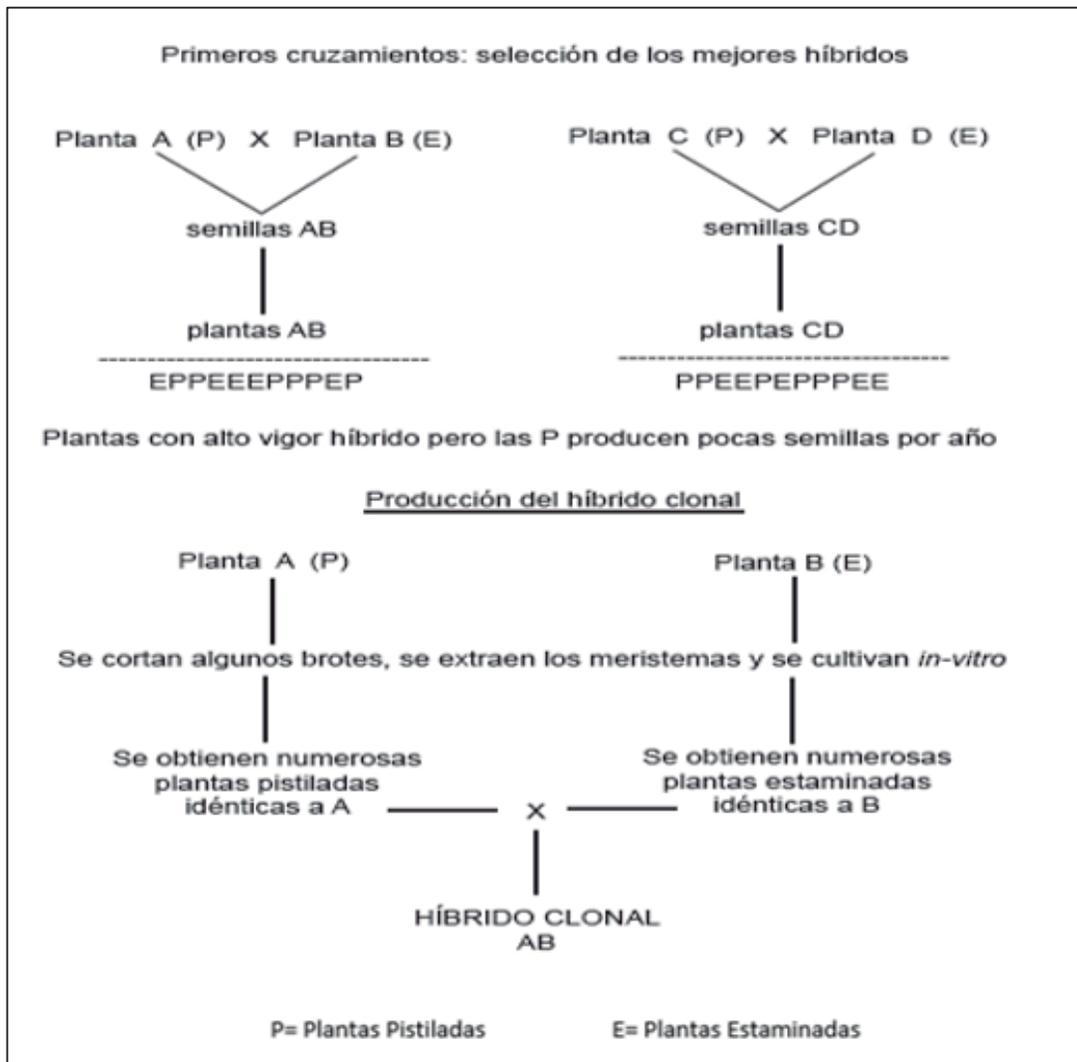
El sexo del espárrago está controlado por un solo gen (M/m). Hoy en día, la gran mayoría de variedades comerciales cultivadas de espárrago son “híbridos clonales” cuyas semillas proceden del cruzamiento de dos plantas, una hembra (mm) y otra macho (Mm), que poseen una buena aptitud combinatoria entre ellas y que son clonadas para la producción de semilla híbrida, en estas variedades comerciales la mitad de las plantas son machos y la otra mitad hembras.

Estos híbridos resultan del cruzamiento entre dos genotipos heterocigotos que han sido previamente multiplicados (clonados), normalmente *in vitro* (Figura 1) lo que facilita la obtención comercial de semilla.

El espárrago presenta una baja tasa de multiplicación con la utilización de los métodos convencionales por lo que este tipo de material comenzó a desarrollarse una vez puesta a punto las tecnologías del cultivo *in vitro* (**Ellison 1988**). La propagación clonal usando el cultivo de meristemas y ápices ha conducido a una frecuencia de multiplicación más elevada pero requiere una labor intensa (**Muñoz et al., 2006a**). Una alternativa tecnológica lo

constituye la embriogénesis somática que podría ser más eficiente para la micro propagación clonal de las plantas (**Raemaker et al., 1995**). Diferentes procedimientos han sido descritos para *Asparagus officinalis* a partir de diferentes tipos de explantos tales como hipocotilos, yemas terminales, tallos, Cladiolos y mesófilo de hojas o líneas embriogénicas habituales. Sin embargo, la aclimatación de las plántulas provenientes del cultivo de tejidos es laboriosa por lo cual se ha desarrollado semilla sintética mediante la encapsulación de embriones somáticos (**Maestri et al., 1991**).

Existe una gran cantidad de híbridos clonales obtenidos en diferentes países como, por ejemplo, Francia (Aneto y Desto), Estados Unidos con el tradicional híbrido UC 157, De paoli, Italia (Diego) y España (Plamaresp, Placosep y Plasenesp). En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR se obtuvieron, durante 2002 y 2003, cuatro híbridos inscriptos bajo la denominación de Lucero FCAINTA, Mercurio FCA-INTA, Pampero FCA-INTAy Neptuno FCA-INTA y en 2004 la cultivar Sureño INTA-FCA. Estos materiales son los únicos de origen nacional. Actualmente en el laboratorio perteneciente a la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) se lleva a cabo la multiplicación in vitro (**Milanesi, 2008**).



Adaptado de Corriols, (1979)

Figura N° 1. Producción de híbridos clonales.

c. HÍBRIDOS DOBLES

Los denominados híbridos dobles en espárrago, provienen del cruzamiento de 4 plantas heterocigótas elegidas por su amplitud combinatoria específica y presenta mayor variabilidad genotípica que los híbridos simples, aunque inferior a la de las poblaciones. Mediante esta técnica, se crearon en un programa de mejoramiento del INRA en Francia, 4 híbridos dobles (Diane, Larac, Minerve y Junon) que mostraron rendimientos promedios de 250 g/planta (2.5 a 5 t/ha), resultando un 60% superiores respecto a media de las poblaciones comerciales de la zona (Gatti, 2001).

d. HIBRIDOS TODO MACHO

Esta denominación es utilizada para definir materiales de espárrago constituidos totalmente por plantas estaminadas. Su obtención puede lograrse mediante el cruzamiento entre plantas pistiladas y plantas estaminadas súper machos, que pueden lograrse, o bien por autofecundación de una planta andromonoica, o a partir de la duplicación de plantas haploides estaminadas provenientes del cultivo de anteras (**Sneep, 1953**).

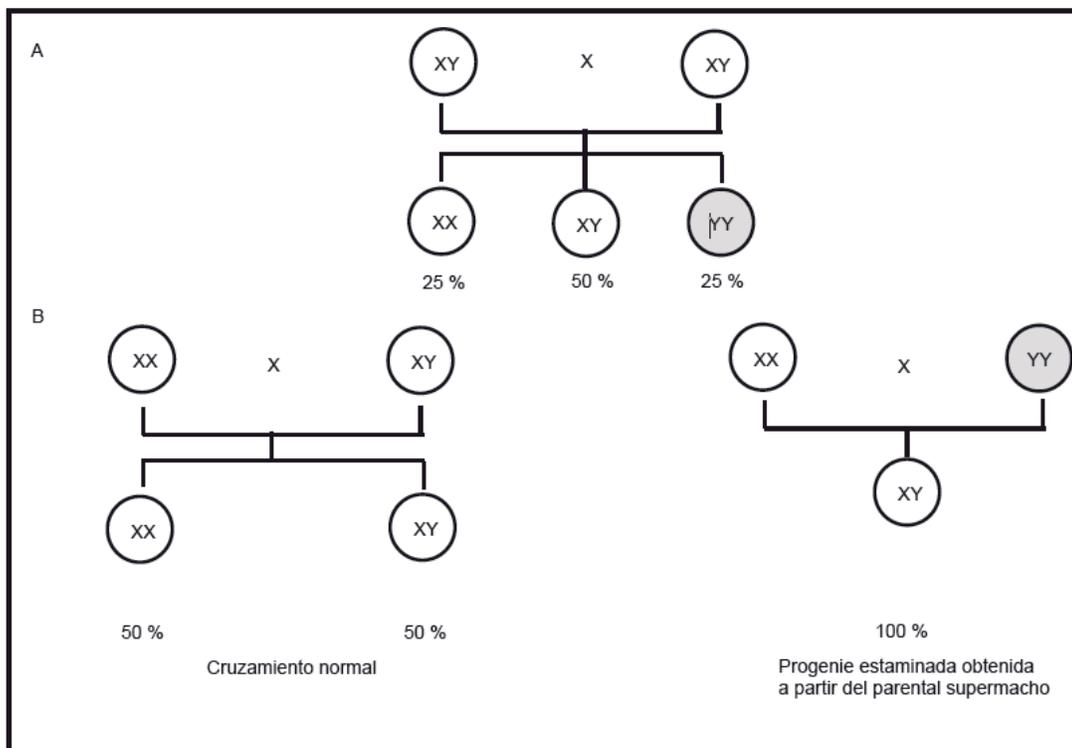
El desarrollo de este tipo de híbridos se basa en el pre-supuesto de que el rendimiento de las plantas estaminadas es superior al de las plantas pistiladas (**Fallon & Nikoloff, 1986**). En algunas poblaciones no existe esta diferencia en rendimiento por compensación entre el número de turiones y su diámetro (**Cointryet al., 1996**). La existencia o no de dichas diferencias permite conformar grupos homogéneos e identificar a aquellos materiales más aptos para actuar como progenitores masculinos o femeninos, según las características que aporten, en la construcción de materiales híbridos.

Cointryet al. (1996) y **Gatti et al. (2000)** coinciden en afirmar que el número de turiones y el peso medio de los mismos son factores esenciales en el mejoramiento del espárrago, puesto que son variables determinantes en cuanto al rendimiento productivo. Es importante emplear híbridos cuyos calibres predominantes se correspondan con los requeridos por el mercado al cual se destinarán puesto que, el tamaño de los mismos obedece al calibre de la yema y al de la corona que les da origen. En Europa, los consumidores prefieren turiones de mayor calibre mientras que en Estados Unidos, exigen turiones de menor diámetro (entre 7 y 17 mm). Debido a esto, la introducción de nuevas plantaciones (híbridos) de espárrago en el país, como así también la renovación de plantaciones al límite de su vida útil, debería contemplar la introducción de genotipos mejor adaptados a las condiciones agroclimáticas de la zona de producción.

Asparagus officinalis al ser una especie dioica presenta una proporción sexual de 1:1 (macho: Mm, hembra: mm). La progenie producida por autofecundación de flores andromonoicas (Mm) segrega una proporción 1:2:1 (1 supermacho: MM, 2 machos: Mm, 1 hembra: mm), (**Figura 2**). Los supermachos y la planta macho son imposibles de distinguir por caracteres morfológicos. Las plantas supermacho deben ser identificadas por la proporción sexual obtenida de la progenie producida por cruzamientos de plantas pistiladas. Esta identificación requiere al menos un periodo de 24 meses. La inducción floral con ciertas sustancias químicas, permite establecer la proporción sexual en etapas tempranas de

crecimiento reduciendo los tiempos de evaluación de las progenies de diferentes cruzamientos para identificar parentales supermachos (Milanesi, 2008).

Las ventajas agronómicas de plantas machos es lo que han llevado a plantearse en los programas de mejora de esta especie el desarrollo de variedades donde todos los individuos sean macho, conocidas como variedades híbridas macho (mmxMM). Esto implica la obtención de plantas parentales llamadas “Supermacho” (MM). Éstas plantas se obtienen, bien a través de la autofecundación de plantas macho andromonoicas (plantas macho muy poco frecuentes que llegan a desarrollar el pistilo) o bien del cultivo *in vitro* de anteras. Sin embargo, la superioridad de las plantas estaminadas no ha podido ser confirmada en otros materiales posiblemente porque se produce una compensación entre el mayor número de turiones de las plantas estaminadas y los mayores pesos promedios y diámetros de turiones de las plantas pistiladas (Cointry, 1996).



Adaptado de Reuther, (1992)

Figura N° 2. Producción de híbridos todo macho.

A: Cruzamiento de plantas Andromonoicas para producir la línea todo macho. B: El tipo de supermacho de plantas estaminadas sólo puede distinguirse mediante cruzamiento de prueba.

En la última década se han incorporado los híbridos Guelph Millennium y Millennium F1 provenientes del programa del Dr. David Wolyn de la Universidad de Guelph (**Wolyn, 2004**), los híbridos Thielim, Horlin, Herkolim, Grolim producidos por la empresa Limseeds (**LimNews, 2006**) y Pacific 2000, CrimsonPacific derivados del programa del Dr. Peter Falloon de Nueva Zelanda (**Falloon, 2004**).

Barreto et al., (2012) realizaron investigaciones en híbridos masculinos italianos, donde se logró una mayor productividad tanto total, como comercial mediante el empleo de estos híbridos respecto del testigo americano UC-157, posiblemente debido a su mayor adaptación a la producción bajo cubierta, es decir con mayores temperaturas promedio. Dentro de estos híbridos italianos destaca Italo, de buen comportamiento respecto de los restantes híbridos en estudio, estaría indicando su mejor adaptación a la producción de primicia. Dentro de las características más resaltantes de Italo está el mayor peso promedio por turión, que a su vez resulto más productivo, los rendimientos máximos provinieron de plantas con muchos turiones grandes.

Barreto et al., (2012) indican la conveniencia del cultivo de Italo, cuando el mercado de destino del producto final es la Unión Europea, debido a su mayor producción de turiones de calibre grande. Por el contrario cuando el objetivo es exportar a mercados de baja exigencia de calibres como EEUU convendría el cultivo de los restantes híbridos por los calibres que se mencionan.

Las características de híbridos masculinos italianos estudiados en Argentina por su lugar de origen, se destaca:

Italo: primer híbrido íntegramente masculino producido en Italia adaptado a ambientes cálidos y áridos del mediterráneo, de turiones muy homogéneos con cerrado óptimo de brácteas y que ha manifestado alto vigor en las plantas en terrenos infestados con *Fusarium*. (**Falavigna y Palumbo, 2001**).

Zeno: híbrido masculino, con sfumaduras antociánicas de calibre medio, adaptado a la producción como verde y blanco, aunque mejor adaptado a blanco.

Eros: enteramente masculino, caracterizado por su elevada productividad en su zona de origen (Norte de Italia), de precocidad media, empleado para la producción de turiones verdes como blancos. De peso promedio por turión 19.3 g. presenta un elevado calibre,

intensa coloración antociánica y elevada dimensión de las brácteas que permanecen adheridas a la punta del turión, aun cuando superan los 20 cm de altura. Parcialmente resistente a la roya y sensible a *Stemphylium*.

Ercole: caracterizado por su elevada productividad, aunque más precoz respecto de Eros, de color verde brillante.

En general se encontró una mayor productividad tanto total como comercial, mediante el empleo de los híbridos enteramente masculinos de origen Italiano respecto del testigo americano, posiblemente debido a su mayor adaptación a la producción bajo cubierta, es decir con mayores temperaturas.

El potencial productivo de esta hortaliza, como su calidad, dependen de la interacción del genotipo con el ambiente y del manejo recibido, por lo que es importante evaluar el comportamiento de los distintos híbridos en el mercado a las diversas condiciones de cultivo, a fin de efectuar una adecuada elección del mismo y contribuir a la optimización del rendimiento logrado, tanto en número de turiones, el peso promedio de los mismos y en la distribución de calibres (**Falavigna, 1995**).

Entre los híbridos más difundidos en Perú se encuentra el híbrido heterocigoto americano UC-157, el cual se utiliza en el presente trabajo como testigo, ya que se cultiva desde hace décadas en el país por sus características, rusticidad, productividad y calidad de turiones. A nivel global existen híbridos masculinos con reducida variabilidad genética, como es el caso de Ercole, que presenta la ventaja de brindar productos homogéneos, si bien el ambiente de cultivo puede modificar la expresión de algunos caracteres (**Falavigna, 2006**).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Agrícola Huarmey S.A. fundo “Santa Rosita” ubicada en la provincia de Huarmey a la altura del KM 268.5 de la carretera Panamericana Norte en el lugar conocido como Pampa las Zorras. Su ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud Sur:	10°17'02.8''
Longitud Oeste:	78°02'26''
Altitud:	22 msnm

3.1.2 Características del suelo

Estos suelos en general, se caracterizan por ser profundos, de textura media, con estructura granular, buen drenaje, permeabilidad moderada y consistencia friable a muy friable en húmedo (**Cuadro N° 1**). La textura es Franco Arenoso (56% arena, 44% limo); por lo que presenta una adecuada permeabilidad, capacidad retentiva de humedad y aireación, debido al mayor porcentaje de arena.

El pH es básico (7.2), influenciado por un contenido medio de carbonatos (1.55%) y alto porcentaje de saturación de bases (PSB). Asimismo, la conductividad eléctrica del extracto de saturación clasifica al suelo dentro de un nivel fuertemente salino (CEe = 11.07dS/m)

Cuadro N° 1 Análisis Físico - Químico del Suelo del Área Experimental

Determinación	Valor	Unidad	Método de análisis
Conductividad Eléctrica (extracto saturado)	11.07	dS/m	CEa 1:1 dS/mx2 = CE dS/m
Clase Textural	Franco Arenoso		Triángulo Textural
Arena	56	%	Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	44	%	Hidrómetro de Bouyoucos
Arcilla	0	%	Hidrómetro de Bouyoucos
pH	7.26		Método de potenciómetro (relación suelo - agua 1:1)
CaCO3	1.55	%	Método de gas volumétrico
Materia orgánica	0.4	%	Walkley y Black, %MO=%C*1.724
Fosforo disponible	32.77	ppmP	Olsen modificado, extracción con NaHCO3 0.5 M, pH: 8.5
Potasio disponible	91.6	ppm K	Extracto de CH3-COONH4 1N, pH : 7.0
Capacidad de intercambio Catiónico	12.52	meq/100g	Método de Kjeldahl
Cationes cambiables			
Ca2+	11.11	meq/100g	Espectrometría de adsorción atómica
Mg2+	1.05	meq/100g	Espectrometría de adsorción atómica
K+	0.17	meq/100g	Espectrometría de adsorción atómica
Na+	0.19	meq/100g	Espectrometría de adsorción atómica
Relaciones Cambiables			
Ca2+/Mg2+	10.5		
Ca2+/K+	65.3		
Mg2+/K+	6.1		

Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y Fertilizantes. UNALM

Siendo este un factor limitante para el cultivo. El contenido de materia orgánica del suelo es bajo (0.4%), alta concentración de fósforo (32.77 ppm) y un contenido bajo de potasio (91.6 ppm). La capacidad de intercambio catiónico es baja (12.52 meq/100g), por su relación con el bajo porcentaje de arcilla y materia orgánica. Las relaciones catiónicas $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ (10.5), $\text{Ca}^{+2}/\text{K}^{+}$ (65.3) y $\text{Mg}^{+2}/\text{K}^{+}$ (6.1) indican que el potasio está debajo de una relación de equilibrio, lo que puede afectar la normal nutrición del cultivo.

3.1.3 Características de agua de riego

El agua utilizada para el riego del ensayo proviene de pozos tubulares pertenecientes a la empresa Agrícola Huarmey S.A. con una conductividad eléctrica (C.E.) de 11.2 dS/m lo que señala un alto peligro de salinidad ya que se clasifica como altamente salino, pudiendo repercutir en algunos daños sobre las plantas y suelo (**Cuadro N° 2**). Referente al pH (7.03), este se encuentra dentro de los rangos aceptables. Con relación al SAR (relación de Absorción de Sodio) arroja un valor de 10.68 indicando un peligro medio (S_2) de Na, lo cual implica que puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura buena.

3.1.4 Características climáticas de la zona en estudio

De acuerdo con el “Mapa Ecológico del Perú”, actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (**ONERN, 1976**), el lugar donde se realizó el presente trabajo de investigación se encuentra en la zona de vida natural denominada desierto desecado Subtropical (dd-S), que se caracteriza por una temperatura que oscila de 12° a 24°C durante el año. El promedio máximo de precipitación total por año es de 44mm y el promedio mínimo es de 2.2mm.

Cuadro N° 2 Análisis Químico del Agua de Riego

Determinación	Valor	Unidad
pH	7.03	
Conductividad Eléctrica	11.2	dS/m
Calcio	70.5	meq/L
Magnesio	30.0	meq/L
Potasio	0.35	meq/L
Sodio	75.7	meq/L
Suma de cationes	176.55	
Nitratos	0.48	meq/L
Carbonatos	0	meq/L
Bicarbonatos	3.6	meq/L
Sulfatos	32.6	meq/L
Cloruros	140	meq/L
Suma de Aniones	176.68	
Sodio	42.88	%
RAS	10.68	
Boro	0.9	Ppm
Clasificación	FC	

Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y Fertilizantes. UNALM

Según el diagrama de **Holdridge**, el promedio de evapotranspiración potencial por año, varía entre 32 y más de 64 veces el valor de la precipitación y por lo tanto se ubican en la provincia de humedad: DESECADO.

Los datos de las principales variables climatológicas, correspondiente a la zona experimental durante el periodo del cultivo (Agosto 2012 – Enero 2014) se obtuvieron en la estación meteorológica de la empresa Agrícola Huarney S.A (**Cuadro N° 3**). Las temperaturas promedio en los meses de verano estuvieron dentro del rango óptimo de desarrollo para el espárrago (22.7°C), coincidiendo con la etapa de crecimiento activo del cultivo. Las menores temperaturas se dieron en los meses de invierno.

La humedad relativa fue óptimo requerido por el espárrago y finalmente la evapotranspiración de referencia fue mayor en las épocas de verano donde el cultivo está en crecimiento activo.

3.1.5 Descripción de Materiales Evaluados

Se evaluaron 21 Híbridos machos de espárragos (*Asparagus officinalis*), provenientes de la casa semillera Bejo (Holanda) cada híbrido representó un tratamiento. El testigo referencial para hacer las comparaciones de las características evaluadas fue el híbrido UC 157, que se encuentra actualmente en la mayoría de los campos de espárrago del Perú.

UC-157

Es un híbrido clonal que se ha establecido como estándar para la industria del espárrago verde fresco en todo el mundo. UC 157 F1 fue producida por la Universidad de California, originada por cultivo de tejidos, del cruce entre líneas M-120 x F-109. Fue lanzado en 1975 y se ha convertido en el cultivar de espárragos predominantes en California y en otras partes del mundo con moderada a condiciones climáticas calientes. Híbrido heterocigoto, muy precoz, con turiones de calibre medio y brácteas cerradas, aún en condiciones de cosecha con temperaturas altas (**Falavigna, 2006**).

Cuadro N° 3 Variables Meteorológicas de la zona - Pampa Las Zorras – Huarmey

Lat: 10°17'02.8''s Long: 78°02'26'' Alt: 22 msnm					
MESES	Temperatura promedio (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	HR Promedio (%)	Evaporación (mm/día)
2012					
Agosto	18.0	21.3	16.2	83	2.09
Septiembre	18.7	22.9	16.3	81	2.99
Octubre	18.5	22.8	16.3	83	2.81
Noviembre	20.1	25.3	17.4	80	3.52
Diciembre	21.9	27.2	18.8	79	3.6
2013					
Enero	24.1	29.9	20.3	75	4.56
Febrero	24.1	29.3	20.2	77	4.22
Marzo	23.2	29.1	19.5	79	4.05
Abril	20.1	26.6	16.8	83	2.31
Mayo	19.6	24.5	16.0	83	2.75
Junio	17.4	21.0	15.4	86	1.58
Julio	16.8	20.3	15.0	86	1.67
Agosto	16.3	20.1	14.2	84	1.71
Septiembre	16.9	21.0	14.7	84	2.17
Octubre	17.2	21.5	15.2	83	2.96
Noviembre	18.5	22.1	16.9	82	3.24
Diciembre	21.5	26.0	18.1	77	4.22
2014					
Enero	23.8	28.8	20.5	77	4.13

Estación Meteorológica Davis - Agrícola Huarmey S.A

UC 157 F1 produce un turión todo verde brillante y una punta de turión cerrada cónica, los turiones de diámetro medianas son suaves con una sección transversal redonda. La producción de turiones comienza muy temprano en la primavera, con muy poca coloración púrpura en los turiones. Los rendimientos son altos y en función de la separación entre planta producirá turiones de gran diámetro durante la cosecha de primavera. UC 157 F1 se utiliza tanto para la producción de turiones verde y blanco. El vigor híbrido de la UC 157 F1 proporciona un alto grado de tolerancia a Fusarium y una tolerancia moderada a la corrosión (**California Asparagus Seed, 2001**).

Híbridos Masculinos

La aparición de estos espárragos se debe al Dr. Howard Ellison. Estos híbridos 100% machos son generalmente de mayor rendimiento que los híbridos dioicos, debido al desvío de fotosintatos a la producción de semillas en plantas femeninas. Las plantas machos también viven más tiempo y no producen plántulas que se comportan como malas hierbas en el campo de producción (**Ellison y Scheer, 1959**).

Actualmente las investigaciones se centran por un lado en el cultivo de anteras como fase previa para obtener "súper machos" (YY) que son cruzados con hembras (XX) y dan lugar a híbridos totalmente masculinos, que son empleados como cultivares. En la producción de "súper machos" se emplean dos métodos: La autofecundación de flores hermafroditas que aparecen en individuos machos andromonoicos el cultivo de anteras para producción de callos y posterior regeneración de plantas.

3.1.6 Fuentes de fertilización

La fertilización anual fue de 450 unidades de nitrógeno, 220 unidades de fósforo, 400 unidades de Potasio, 70 unidades de calcio y 70 unidades de magnesio (**Cuadro N° 4**)

Cuadro N° 4. Plan de Fertilización en esparrago

Elementos	Fuentes	%N	%P2O5	%K2O	%CaO	MgO	AH
Nitrógeno	Nitrato de amonio	33					
Fósforo	Ácido Fosfórico		61				
Potasio	Sulfato de potasio			50			
Calcio	Nitrato de calcio	15.5			26.3		
Magnesio	Sulfato de magnesio					16	
Ácidos húmicos	Humic 15*						

* **Enmienda húmica con 12% de ácidos húmicos derivados de leonardita + 3% de ácidos fúlvicos.**

3.1.7 Módulo de riego por goteo

El módulo de riego estuvo constituido por:

- 80 m. de lateral porta gotero de 16 mm.
- Cintas con goteros de 1.02 LPH x 0.30cm, con una descarga de 3.4 L/mL.
- 1 válvula de riego de 2" con tendido de micro tubos de 8mm a la caseta de riego principal.
- Caseta principal equipada con succión. Bomba de impulsión, filtrado y centro de fertilización con venturi de 2".

3.2 METODOLOGIA

A nivel de campo se realizó un ensayo en el cultivo de esparrago con híbridos masculinos por 3 campañas consecutivas siendo las repeticiones: 2012 – II, 2013 – I y 2013 – II; la data obtenida fueron de 10 plantas que se identificaron al azar en cada parcela, las cuales fueron evaluadas a lo largo del ensayo.

3.2.1 Factores de Estudio

Se evaluó el comportamiento agronómico de 21 híbridos 100% masculinos de espárrago más un testigo comercial (UC-157), los cuales se desarrollaron bajo las mismas condiciones climáticas, edáficas, hídricas y de conducción agronómica (**Cuadro N° 5**).

Cuadro N° 5. Relación de híbridos masculinos

HIBRIDOS
ASP. P17662
ASP. P17678
ASP. P17682
ASP. P17689
ASP. P17690
ASP. P17693
ASP. P17694
ASP. P17697
ASP. P17602
ASP. P17605
ASP. P17606
ASP. P17607
ASP. P17609
ASP. P17610
ASP. P17611
ASP. P17612
ASP. P17613
ASP. P17615
ASP. P17616
ASP. P17618
ASP. P17619
UC-157*

*** Testigo referencial dioico.**

3.2.2 Conducción del experimento

Almacigo: Los Plantines fueron proporcionados por la empresa Organic Vegetables SAC representante de la empresa Bejo, aproximadamente fueron 58 plantas en promedio por híbrido. El sustrato estuvo compuesto de musgo con pajilla de arroz y fueron preparados en los viveros de dicha empresa.

Preparación del terreno: Agrícola Huarmey dispuso de la preparación del campo un mes antes del trasplante del espárrago. Luego se procedió a realizar diversas labores para preparar adecuadamente el campo y así proporcionar condiciones ideales para el desarrollo del cultivo. Dentro de ellos se realizaron: Araduras, gradeo, despaje, nivelado, surcado y el riego de enseño, se formaron 14 surcos de 80 metros de largo por 0.75m de ancho y 30 cm de profundidad para el trasplante.

Trasplante: Se trasplantó plantines de 50 días de edad, fueron colocados en hoyos a un distanciamiento entre planta de 22cm y entre hilera a 1.7 m.

Riego: Se empleó riego por goteo y el agua fue proporcionada por un pozo tubular. Los riegos fueron programados semanalmente durante todas las campañas y fueron calculados gracias a la evapotranspiración de referencia y kc, este último dependió del estado fenológico del cultivo.

Fertilización: Según el programa proporcionado anualmente por la empresa Agrícola Huarmey S.A. Se realizaron las respectivas fertilizaciones durante todo el estado vegetativo del cultivo, por lo que la fertilización fue programada campaña tras campaña. Las fuentes usadas fueron Nitrato De Amonio, Ácido Fosfórico, Sulfato De Potasio, Nitrato De Calcio, Sulfato De Magnesio Y Ácidos Húmicos.

Control de Malezas: Se realizaron los controles de maleza periódicamente de manera manual (repique), además de utilizar herbicidas para determinadas especies de malezas. El deshierbo se hizo con puntualidad para así no afectar el crecimiento del cultivo durante las campañas de evaluación.

Control Sanitario: Las aplicaciones se realizaron en función de los criterios del manejo de la empresa Agrícola Huarmey S.A. basándose en las evaluaciones y monitoreo oportunos en campo. Dependiendo del umbral de acción las aplicaciones fueron para Lepidópteros (Spodopteras, Heliothis y Copitarsia) y Prodiplosis, siendo esta última la más perjudicial para los brotes y levante de los demás brotes en el primer año. A partir del segundo el manejo sanitario se enfoca en sacar un segundo brote y el control de lepidópteros a partir del estado fenológico de apertura a maduración, durante las cosechas las aplicaciones están dirigidas al control de prodiplosis. No hubo problemas con Hongos y nematodos.

Cosecha: Esta se realizó independientemente para cada híbrido. Se cosecharon los turiones en el tamaño adecuado para posterior envío a la empacadora y seguir la cadena de frío; la cosecha fue de manera manual cortando con un cuchillo en la base del turión, se realizaron dos cosechas diarias y una cosecha por campaña (50% de la producción anual por campaña) esto para cada híbrido.

3.2.3 Diseño estadístico

El presente trabajo se condujo bajo el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones por bloque que comprende a cada campaña, con 10 plantas por híbrido. Posteriormente se empleó la prueba de Duncan al nivel de 0.05. En el Cuadro 6 se presenta el cuadro ANVA. Luego se procedió al análisis de agrupamiento (clúster) para determinar que variables explican la variación entre individuos e identificar el grupo de híbridos que reúnan las mejores características.

Cuadro N° 6. Análisis de variancia del combinado

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Genotipo	r-1	SC(genotipo)	$\frac{SC(\text{genotipo})}{r-1}$	$\frac{CM(\text{rept})}{CM(\text{genotipo})}$
Repetición	k-1	SC(rept)	$\frac{SC(\text{rept})}{k-1}$	
Error	(r-1)(k-1)	SC(error)	$\frac{SC(\text{error})}{(r-1)(k-1)}$	
Total	Kr-1	SC(total)		

3.2.4 Características del campo experimental del ensayo

Largo efectivo : 13 m
 Ancho efectivo : 3.4 m
 Área efectiva : 928.2 m²

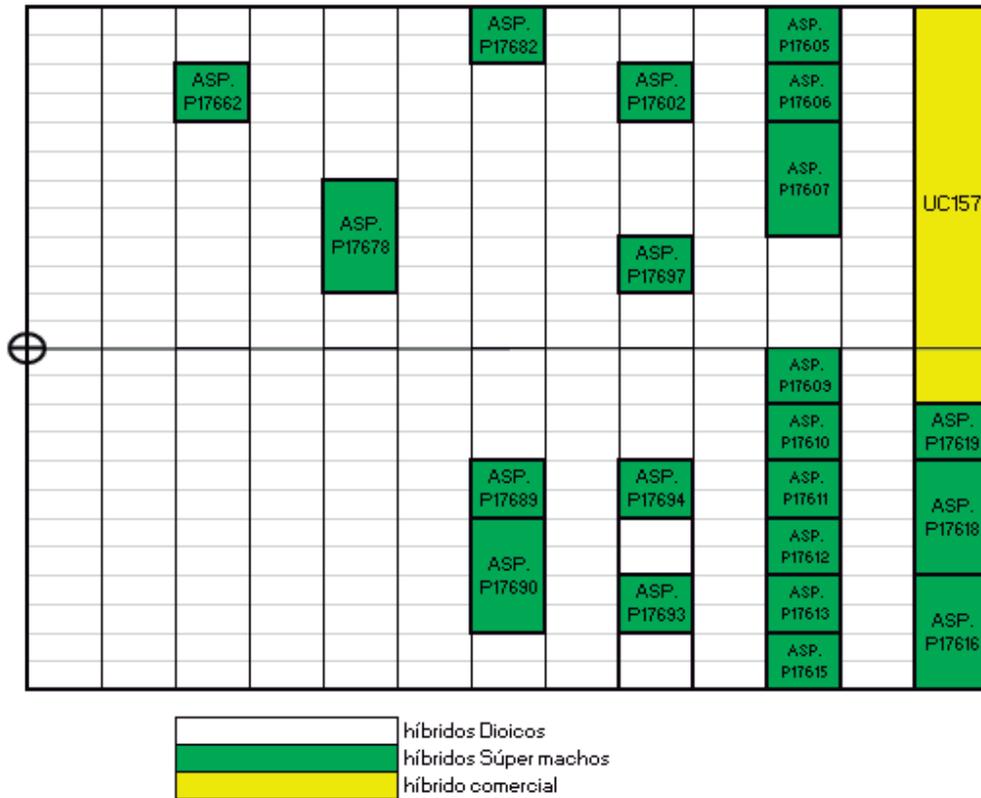


Figura N° 3. Distribución de los híbridos experimentales

3.2.5 Evaluaciones Realizadas

El periodo de evaluación comprendió desde el crecimiento vegetativo, luego de la primera cosecha, hasta el final de la tercera cosecha. Por lo que las plantas evaluadas se identificaron, desde el inicio del brotamiento de la segunda cosecha del cultivo, se seleccionaron 10 plantas al azar por cada híbrido observado y se tomando las mediciones de las distintas características.

Número de Brotes /planta

Se determinó el número de brotes por planta y en cada una de las 10 plantas seleccionadas por híbrido. Esta evaluación se hizo en la etapa fenológica de brotamiento.

Diámetro de Brote (mm)

Para determinar el diámetro de los brotes se utilizó un vernier y el promedio se obtuvo de 3 brotes por planta por las 10 plantas seleccionadas por híbrido. Esta evaluación se hizo en la etapa fenológica de brotamiento.

Altura de apertura del brote (m)

Se denomina apertura del brote cuando la planta emite las primeras ramas primarias, a este primer rameado se le denomina altura de apertura de brote, para determinar la altura se utilizó una wincha y el promedio se obtuvo de 3 brotes por planta por las 10 plantas seleccionadas por híbrido. Esta evaluación se hizo en la etapa fenológica rameado.

Altura de Planta (m)

Para determinar la altura de planta se utilizó una wincha. Se tomó 3 brotes por planta de las 10 plantas seleccionadas por cada híbrido y se hizo un promedio, esta evaluación se realizó en el estado fenológico de máxima apertura del follaje.

Peso del Follaje (Kg/planta)

Se recolectaron las 10 plantas seleccionadas por cada híbrido y se pesaron en fresco, la evaluación se hizo previa a la cosecha (chapodo).

Rendimiento (Kg/planta)

Se calculó en base al peso de los turiones obtenidos en la cosecha diaria de cada campaña en las plantas seleccionadas de cada híbrido y se obtuvo el rendimiento según el número de plantas por hectárea.

Peso promedio del turión (g)

Se obtuvo el promedio, pesando los turiones cosechados del día por cada planta seleccionada por híbrido en las tres campañas. Esta evaluación se realizó en la semana de máxima cosecha (pico).

Diámetro de turiones (mm)

Para determinar el diámetro de los turiones se utilizó un vernier y el promedio se obtuvo de los turiones cosechados, esta evaluación se realizó en la semana de la máxima cosecha de las 10 plantas seleccionadas por híbrido.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VARIABLES MORFOLÓGICAS

DIAMETRO DE TALLO

Los valores variaron entre 7.9 y 15.4 mm. En esta característica, según el análisis de variancia (**Cuadro N° 7**) hubo diferencias significativas entre genotipos. La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro N° 8**) muestra que el genotipo ASP P17615 ocupó el primer lugar con 15.40mm y es diferente estadísticamente de todos los demás genotipos. El genotipo ASP P17694 ocupó el último lugar con 7.90 mm siendo diferente estadísticamente a los demás genotipos (**Figura 4**).

Característica importante en la estructura de la planta de espárrago del nuevo ciclo de crecimiento, puesto que nos dirá cuan vigoroso será nuestra planta en su desarrollo, por lo tanto un cultivar adecuado deberá presentar un adecuado diámetro.

Langer y Hill, (1991), señalan que los tallos anuales pueden llegar a crecer unos 3 metros de alto, los tallos son fuertemente ramificados y sostiene hojas escalonadas, pero la fotosíntesis que depende principalmente de cladiolos; como hilos modificados aproximadamente de 1 cm de longitud parecidos a hojas.

Cuadro N° 7: Análisis de variancia para diámetro de brote (mm).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	2.56	1.27	1.26	
Genotipos	21	149.11	7.10	7.01	**
Error	42	42.56	1.01		
Total	65	194.23			
C.V (%)			8.79		
Promedio			11.46		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

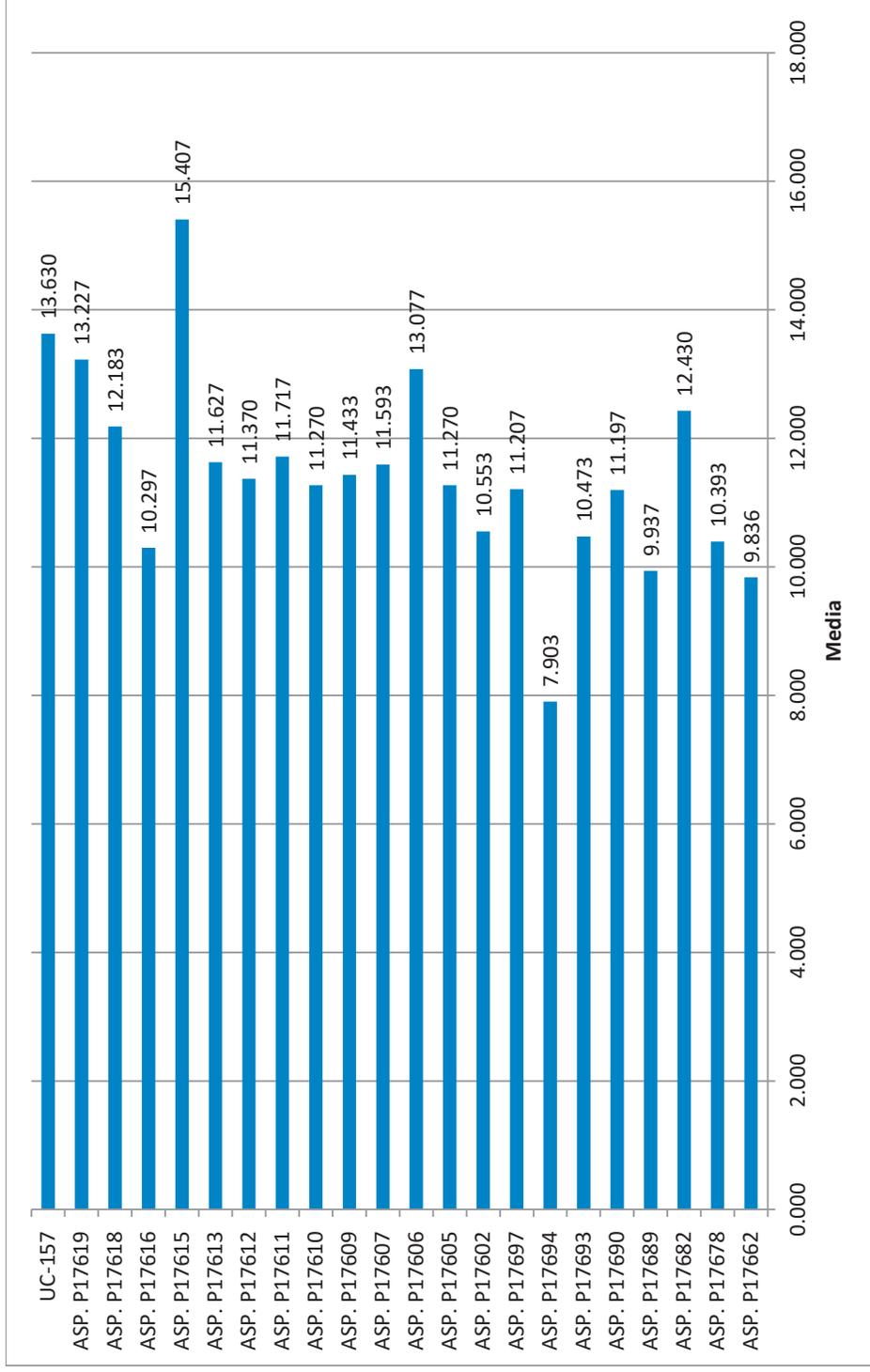


Figura 4. Diámetro de Tallo de 21 genotipos de espárrago bajo las condiciones de Huarney.

Cuadro N° 8: Diámetro de tallo (mm) de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio						
ASP.P17615	15.407	a*					
UC-157	13.63	b*					
ASP.P17619	13.227	b	c*				
ASP.P17606	13.077	b	c	d*			
ASP.P17682	12.43	b	c	d	e*		
ASP.P17618	12.183	b	c	d	e	f*	
ASP.P17611	11.717		c	d	e	f	g
ASP.P17613	11.627		c	d	e	f	g
ASP.P17607	11.593		c	d	e	f	g
ASP.P17609	11.433		c	d	e	f	g
ASP.P17612	11.37		c	d	e	f	g
ASP.P17605	11.27		c	d	e	f	g
ASP.P17610	11.27		c	d	e	f	g
ASP.P17697	11.207			d	e	f	g
ASP.P17690	11.197			d	e	f	g
ASP.P17602	10.553				e	f	g
ASP.P17693	10.473				e	f	g
ASP.P17678	10.393					f	g
ASP.P17616	10.297					f	g
ASP.P17689	9.937						g
ASP.P17662	9.836						g
ASP.P17694	7.903						h*

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%

NUMERO DE BROTES

En esta característica los valores variaron entre 5.90 y 14.20 brotes o tallos. Según el análisis de variancia (**cuadro N° 9**) existe alta significación para repeticiones y genotipos. Su coeficiente de variabilidad fue de 20.4 %. Al realizar la comparación de medias Duncan al 5 % de probabilidad (**Cuadro N° 10**), se observa que el genotipo ASP P17616 ocupó el primer lugar con 14.20 brotes y es similar estadísticamente a los genotipos UC-157, ASP P17694, ASP P17689, ASP P17693, ASP P17690 y ASP P17606 con 13.86, 12.93, 12.83, 11.96, 11.66 y 11.63 brotes respectivamente; el genotipo ASP P17618 ocupó el último lugar con 5.90 brotes y es similar estadísticamente a los genotipos ASP P17697, ASP P17619, ASP P17615, ASP P17678, ASP P17610; ASP P17613, ASP P17612; ASP P17662, ASP P17602, ASP P17611, ASP P17605 y ASP P17607 con 6.20, 6.37, 6.73, 6.87, 7.60, 7.90, 7.97, 8.03, 8.40, 8.77, 8.97 y 9.50 brotes respectivamente. (**Figura 5**)

Esta característica también es importante en la estructura de una planta de espárrago para el nuevo ciclo de crecimiento, pues nos dirá cuan vigoroso y frondoso será nuestra planta en su nuevo desarrollo y esto se reflejará en la gran masa vegetativa altamente fotosintética y más si lográramos sacar un segundo brote, por lo tanto un cultivar nuevo deberá presentar alta capacidad de rebrote al culminar la cosecha.

Cuadro 9: Análisis de variancia para número de brotes

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	535.66	267.83	72.29	**
Genotipos	21	421.48	20.07	5.42	**
Error	42	155.60	3.70		
Total	65	1112.75			
C.V. (%)			20.37		
Promedio			9.45		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

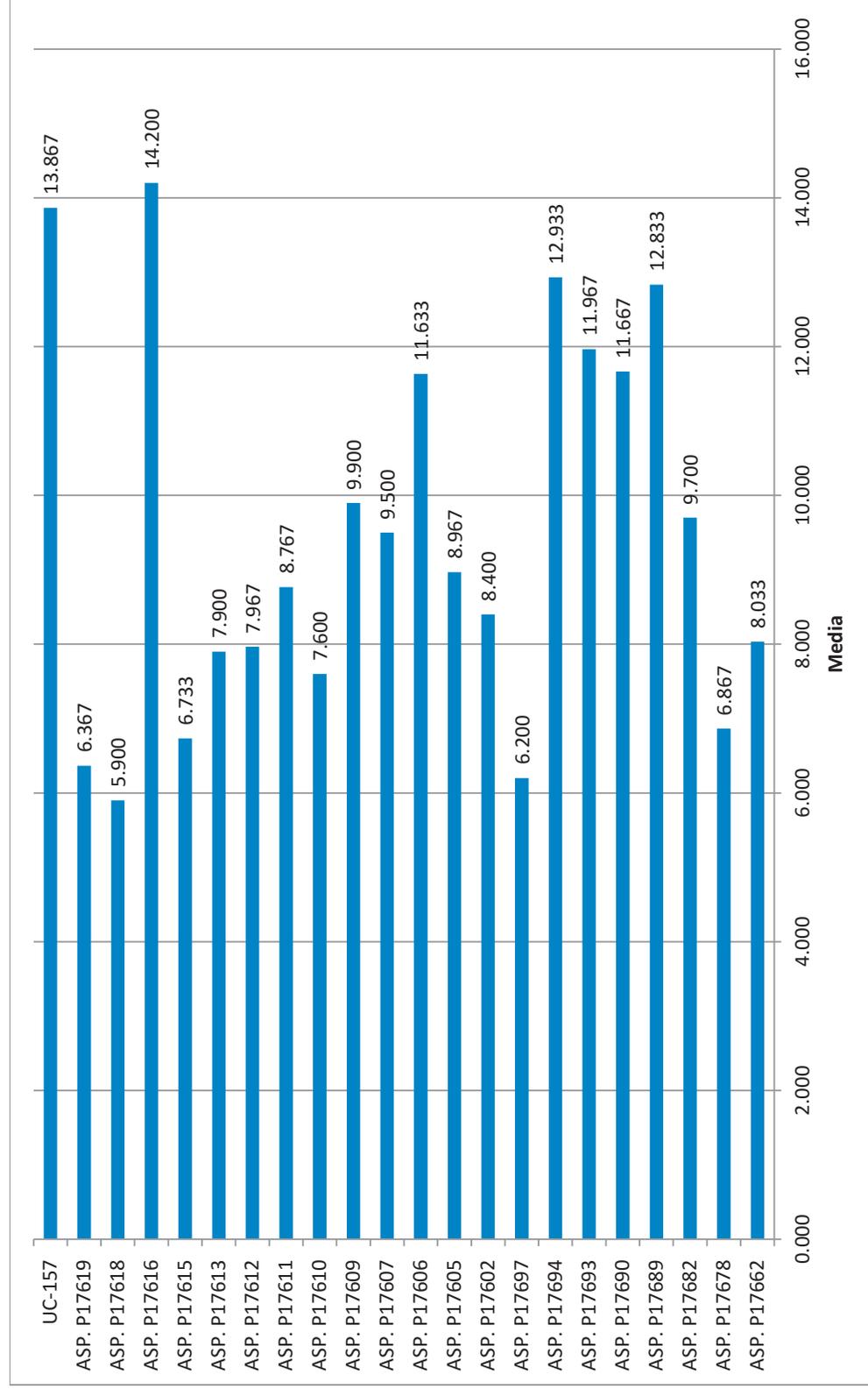


Figura 5. Número de brotes en 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 10: Número de brotes de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio					
ASP.P17616	14.2	a*				
UC-157	13.867	a				
ASP.P17694	12.933	a	b*			
ASP.P17689	12.833	a	b			
ASP.P17693	11.967	a	b	c*		
ASP.P17690	11.667	a	b	c	d*	
ASP.P17606	11.633	a	b	c	d	
ASP.P17609	9.9		b	c	d	e*
ASP.P17682	9.7		b	c	d	e
ASP.P17607	9.5		b	c	d	e f*
ASP.P17605	8.967			c	d	e f
ASP.P17611	8.767			c	d	e f
ASP.P17602	8.4			c	d	e f
ASP.P17662	8.033				d	e f
ASP.P17612	7.967				d	e f
ASP.P17613	7.9					e f
ASP.P17610	7.6					e f
ASP.P17678	6.867					e f
ASP.P17615	6.733					e f
ASP.P17619	6.367					e f
ASP.P17697	6.2					e f
ASP.P17618	5.9					f

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

ALTURA DE APERTURA DEL BROTE

La apertura del brote es el proceso en el cual las ramas primarias de la futura planta empiezan a crecer y a ramificarse del emergente tallo o turión.

En el (**Cuadro N° 11**) se muestra el análisis de variancia y se observa una alta significancia estadística para genotipos y significación estadística para repeticiones. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 13.76 %.

Al realizar la comparación de medias (**Cuadro N° 12**) mediante la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad se observa que el genotipo ASP P17616 ocupó el primer lugar con 0.49 m y es similar estadísticamente a todos los genotipos, excepto a los genotipos ASP P17682, ASP P17613, ASP P17609, UC-157, ASP P17694, ASP P17693, ASP P17689, ASP P17690, ASP P17662 y ASP P17678. El genotipo ASP P17678 con 0.27 m ocupó el último lugar y es

similar estadísticamente a los genotipos ASP P17662, ASP P17690, ASP P17689, ASP P17693, ASP P17694, UC-157, ASP P17609, ASP P17613 y ASP P17682 con 0.33, 0.33, 0.33, 0.33, 0.34, 0.35, 0.36, 0.37 y 0.38 m respectivamente. **(Figura 6)**

La importancia de esta característica es netamente agronómico, por ello en las condiciones de la investigación no se encontraron referencias que evidencien dicha característica en anteriores estudios. En los principales valles donde se cultiva el espárrago al igual que en la presente investigación, existe una plaga clave denominada mosquilla de los brotes (*Prodiplosis longifila*) que con ciertas condiciones favorables de clima es sumamente difícil su control ya que daña el segundo brote. Esta característica que pueda poseer la planta de un nuevo cultivar, puede favorecer como estrategia en superar el daño de esta plaga, y a su vez las aplicaciones de insecticidas son más eficientes ya que llega directamente a los brotes emergentes de la planta.

Cuadro N° 11: Análisis de variancia para tamaño de apertura (m).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	0.09	0.04	15.44	*
Genotipos	21	0.21	0.01	3.37	**
Error	42	0.12	0.003		
Total	65	0.42			
C.V. (%)			13.75		
Promedio			0.39		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

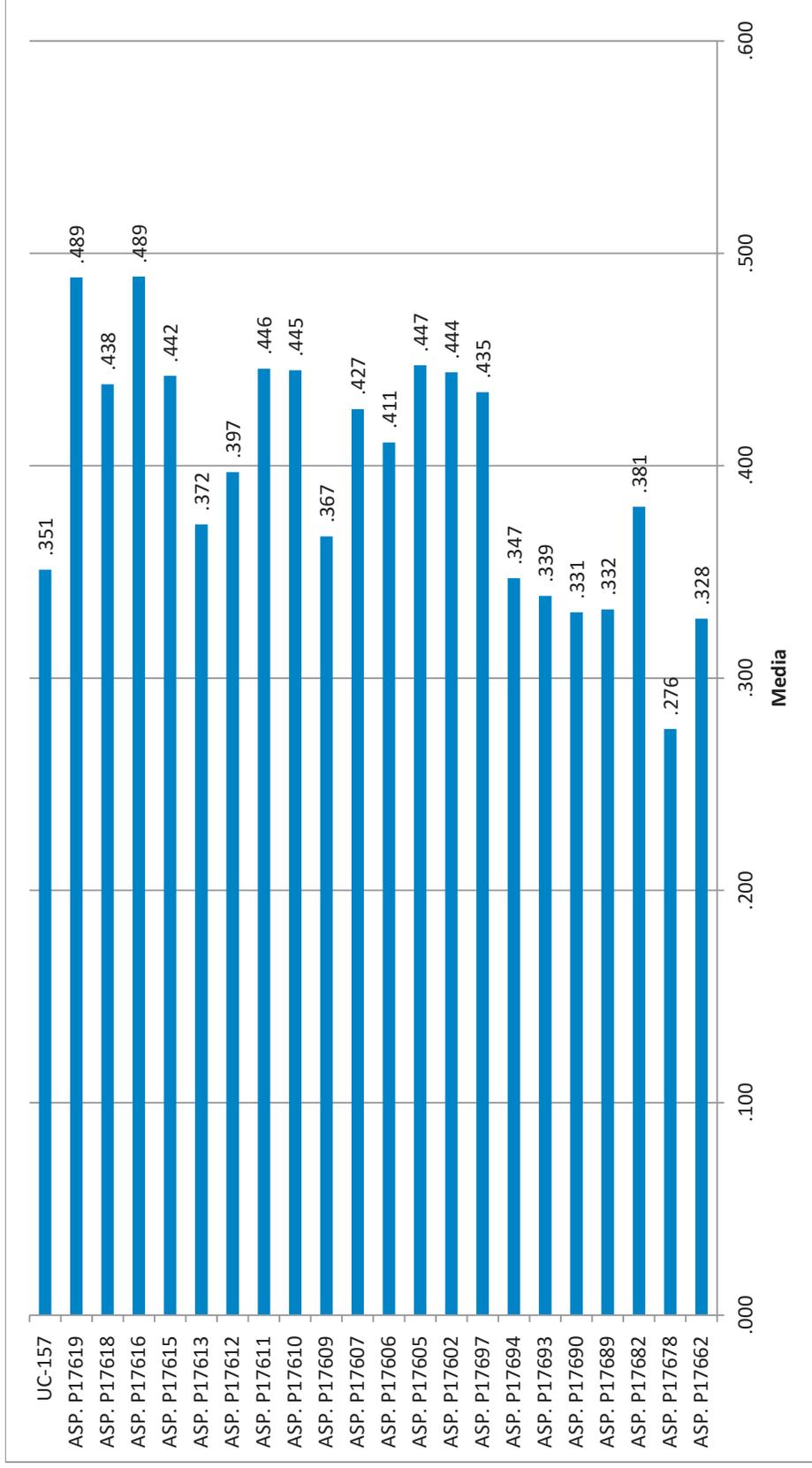


Figura 6. Altura de apertura de brote de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro 12: Altura de apertura de brote de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio					
ASP.P17616	0.489	a*				
ASP.P17619	0.489	a				
ASP.P17605	0.447	a	b*			
ASP.P17611	0.446	a	b	c*		
ASP.P17610	0.445	a	b	c		
ASP.P17602	0.444	a	b	c		
ASP.P17615	0.442	a	b	c		
ASP.P17618	0.438	a	b	c	d*	
ASP.P17697	0.435	a	b	c	d	e*
ASP.P17607	0.427	a	b	c	d	e
ASP.P17606	0.411	a	b	c	d	e
ASP.P17612	0.397	a	b	c	d	e
ASP.P17682	0.381		b	c	d	e f*
ASP.P17613	0.372		b	c	d	e f
ASP.P17609	0.367		b	c	d	e f
UC-157	0.351		b	c	d	e f
ASP.P17694	0.347		b	c	d	e f
ASP.P17693	0.339			c	d	e f
ASP.P17689	0.332				d	e f
ASP.P17690	0.331					e f
ASP.P17662	0.328					e f
ASP.P17678	0.276					f

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

ALTURA DE PLANTA

La altura de planta varió entre 1.31 m a 2.30 m. El análisis de variancia mostro alta significación tanto para repeticiones como entre genotipos (**Cuadro N° 13**). Al realizar la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro N° 14**), se observa que el genotipo ASP P17619 ocupó el primer lugar con 2.30 m y es diferente de todos los demás genotipos. El genotipo ASP P17678 ocupó el último lugar con 1.30 m y es similar estadísticamente a los genotipos ASP P17662 con 1.45 m y ASP P17693 con 1.54 m. **Figura 7.**

Leeg et al (1968) y **Benson (1982)**, señalaron en sus investigaciones que las plantas pistiladas tienen mayor altura de planta. **Gatti et al (2000)** al evaluar 7 poblaciones de espárragos dentro de ellas un híbrido todo macho, no encontró diferencias significativas entre sexos para esta variable, pero encontró diferencias entre genotipos del mismo sexo principalmente pistiladas, con un promedio de 1.65 m del genotipo P4, respecto al 1.34 m del menor genotipo P2. Esta característica es importante por la masa foliar fotosintética que desarrollara durante el ciclo vegetativo la cual será favorable para la acumulación de fotosintatos. Por lo tanto un nuevo cultivar debería mostrar esa característica. **Cointry et al. (2000)** analizando poblaciones del tipo argenteüil, establecieron que las variables vegetativas como la altura de planta no presentan coeficientes de correlación significativos con rendimiento, y por lo tanto al igual que **Falloon & Nokoloff (1986)** concluyeron que no eran criterios útiles para la selección de plantas elite.

Cuadro N° 13: Análisis de variancia para tamaño de planta (m).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	0.77	0.39	19.71	**
Genotipos	21	3.39	0.16	8.17	**
Error	42	0.83	0.02		
Total	65	5.00			
C.V. (%)			7.59		
Promedio			1.85		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

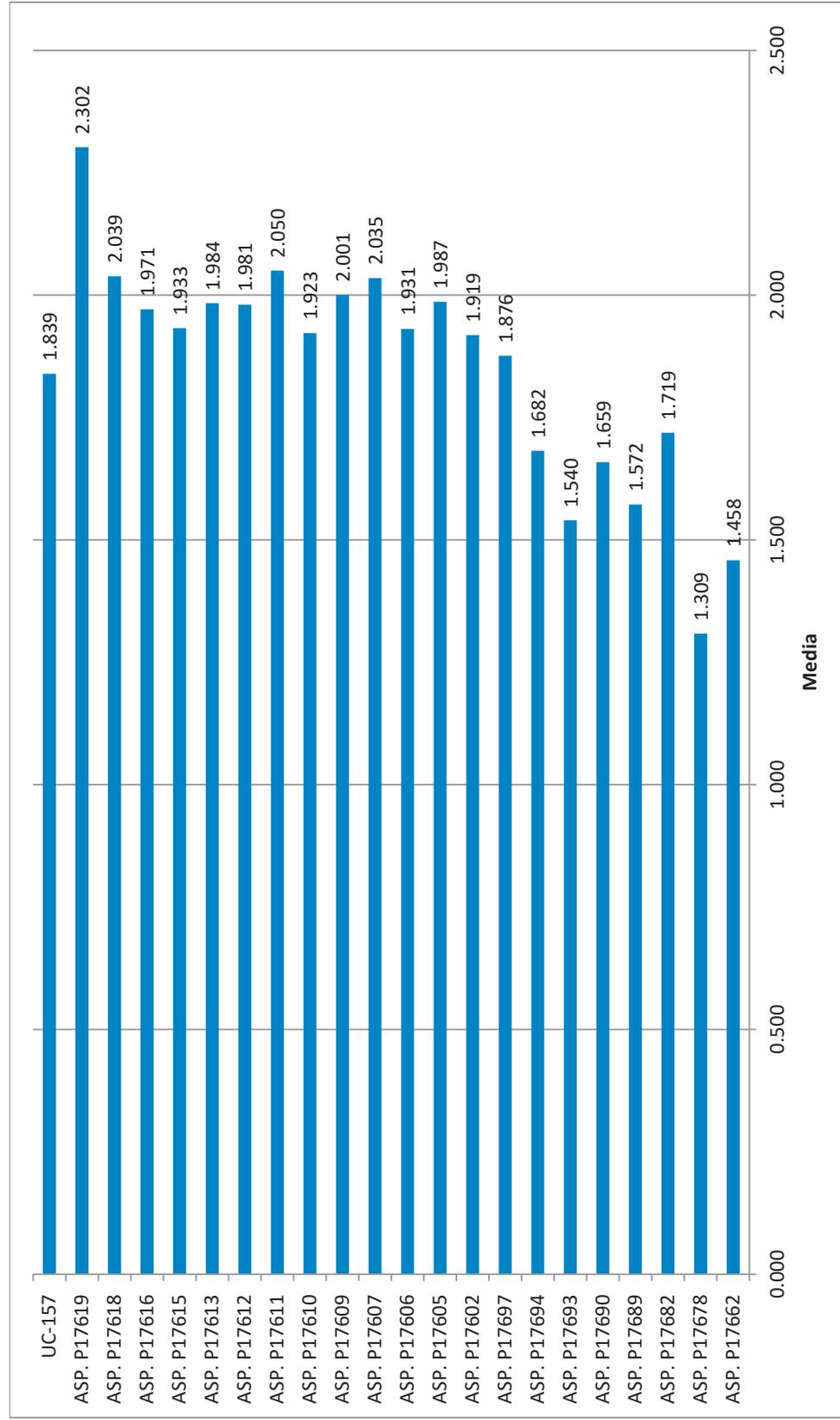


Figura 7. Altura planta de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 14: Altura de planta (m) de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio							
ASP.P17619	2.302	a*						
ASP.P17611	2.05	b*						
ASP.P17618	2.039	b						
ASP.P17607	2.035	b						
ASP.P17609	2.001	b						
ASP.P17605	1.987	b	c*					
ASP.P17613	1.984	b	c					
ASP.P17612	1.981	b	c					
ASP.P17616	1.971	b	c					
ASP.P17615	1.933	b	c	d*				
ASP.P17606	1.931	b	c	d				
ASP.P17610	1.923	b	c	d	e*			
ASP.P17602	1.919	b	c	d	e			
ASP.P17697	1.876	b	c	d	e			
UC-157	1.839	b	c	d	e			
ASP.P17682	1.719		c	d	e	f*		
ASP.P17694	1.682			d	e	f		
ASP.P17690	1.659				e	f		
ASP.P17689	1.572					f		
ASP.P17693	1.54					f	g*	
ASP.P17662	1.458						f	g
ASP.P17678	1.309							g

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

PESO DEL FOLLAJE

Antes de cada cosecha se procedió a cortar y pesar el follaje. Los valores variaron entre 0.53 y 1.99 kg por planta, según el análisis de variancia hubo alta significación estadística para genotipos y repeticiones. El coeficiente de variabilidad fue de 16.65 % (**Cuadro N° 15**).

Al realizar la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro N°16**) el genotipo UC-157 ocupó el primer lugar con 1.997 kg y es similar estadísticamente al genotipo ASP P17615 con 1.74 kg y ASP P17616 con 1.73 kg. El genotipo ASP P17678 con 0.53 kg ocupó el último lugar y es similar estadísticamente a los genotipos ASP P17689, ASP P17690, ASP P17693 y ASP P17602 con 0.57, 0.62, 0.72 y 0.81 kg respectivamente (**Figura 8**)

Esta característica es importante ya que nos representa la biomasa de la planta y está relacionada a los productos obtenidos por la fotosíntesis, por lo que a mayor área foliar tendríamos mayor capacidad de generación de fotosintatos y más producto para la traslocación y formación de reservas, característica relacionada al rendimiento del cultivo. **Gatti et al. (2000)** en su investigación corrobora los resultados obtenidos por **Leeg et al. (1968)**, donde no encontraron diferencias significativas para el peso de la masa verde entre sexos, manifestándose valores superiores en los cultivares Argenteüil (flores masculinas y femeninas) respecto al híbrido masculino AM771. Por otro lado **Pertierra et al. (2004)** confirma que el peso fresco del follaje no presentó diferencias significativas entre cultivares, sin embargo, el cultivar JWC1 (híbrido masculino) alcanzó un menor peso seco que UC157 F1. **Cointry et al. (2000)** analizando poblaciones del tipo argenteüil, establecieron que las variables vegetativas como peso del follaje no presentan coeficientes de correlación significativos con rendimiento, y por lo tanto al igual que **Falloon & Nokoloff (1986)** concluyeron que no eran criterios útiles para la selección de plantas elite. **Silveira & Agustin (1993)** al evaluar los híbridos “todos machos” el rendimiento solo se relacionó positivamente con el vigor de planta (masa vegetativa). Dichos resultados coinciden con la presente investigación.

Cuadro N° 15: Análisis de variancia para peso de la masa verde (kg).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	1.861	0.931	26.01	**
Genotipos	21	9.289	0.442	12.36	**
Error	42	1.503	0.036		
Total	65	12.654			
C.V. (%)			16.653		
Promedio			1.136		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

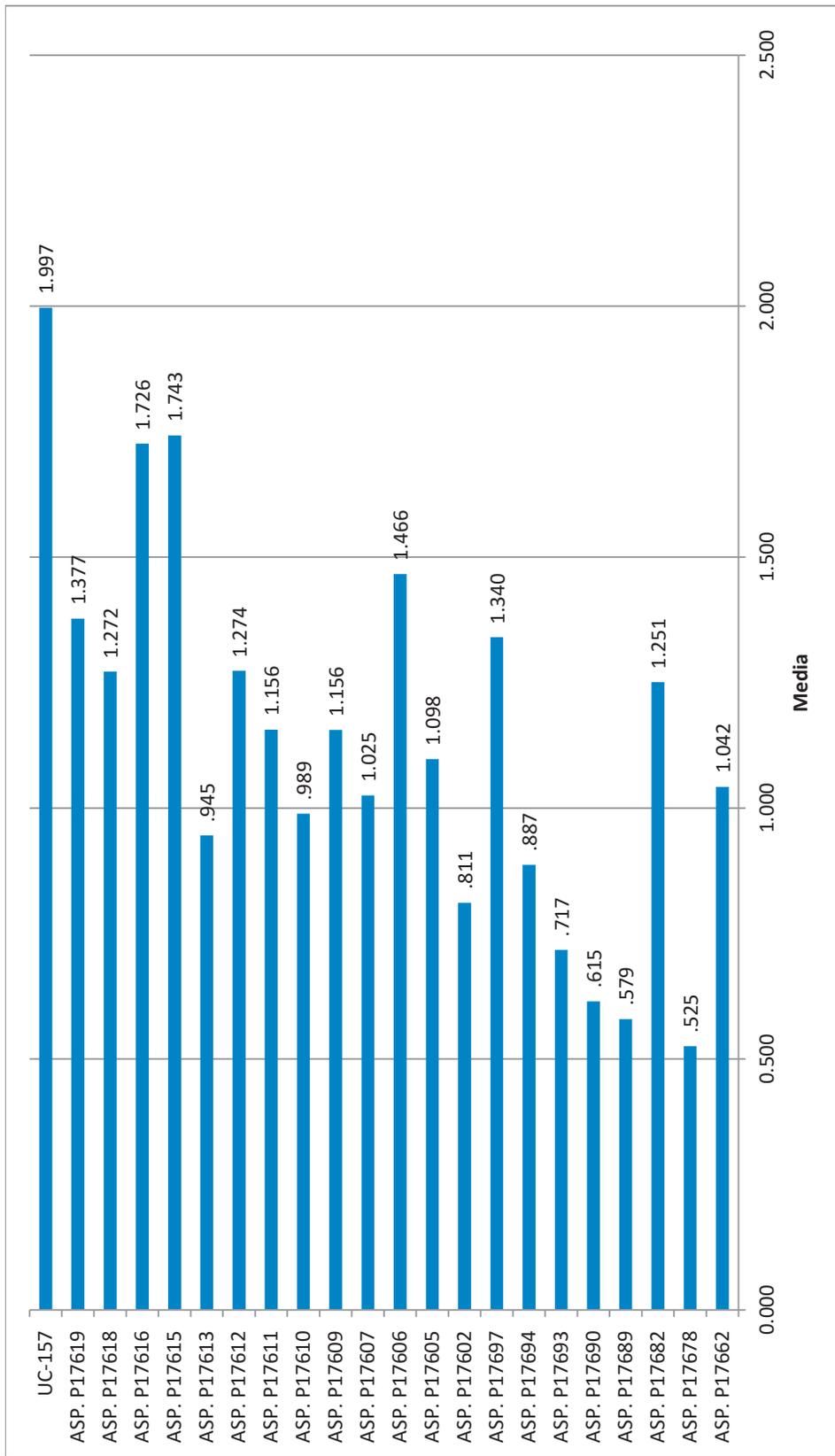


Figura 8. Peso de follaje de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 16: Peso del follaje (kg) de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio								
UC-157	1.997	a*							
ASP.P17615	1.743	a	b*						
ASP.P17616	1.726	a	b						
ASP.P17606	1.466		b	c*					
ASP.P17619	1.377			c	d*				
ASP.P17697	1.34			c	d	e*			
ASP.P17612	1.274			c	d	e	f*		
ASP.P17618	1.272			c	d	e	f		
ASP.P17682	1.251			c	d	e	f		
ASP.P17611	1.156			c	d	e	f	g*	
ASP.P17609	1.156			c	d	e	f	g	
ASP.P17605	1.098				d	e	f	g	
ASP.P17662	1.042				d	e	f	g	h*
ASP.P17607	1.025				d	e	f	g	h
ASP.P17610	0.989					e	f	g	h
ASP.P17613	0.945						f	g	h
ASP.P17694	0.887							g	h
ASP.P17602	0.811							g	h
ASP.P17693	0.717								h
ASP.P17690	0.615								i
ASP.P17689	0.579								j
ASP.P17678	0.525								k

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

4.2 RENDIMIENTO

Los rendimientos promedios variaron entre 0.21 y 0.51 kg de turiones por planta. El análisis de variancia (**Cuadro N° 17**) muestra alta significancia entre genotipos y repeticiones con un coeficiente de variabilidad de 20.1 %.

Al realizar la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro N° 18**) el genotipo UC-157 ocupó el primer lugar con 0.51 kg/planta y es similar estadísticamente a los genotipos ASP P17616, ASP P17606, ASP P17618, ASP P17682 y ASP P17615 con 0.48, 0.47, 0.40, 0.39 y 0.3889g/planta respectivamente. El genotipo ASP P17678 con 0.21 kg ocupó el último lugar y es similar estadísticamente a los genotipos ASP P17602, ASP P17689, ASP P17662, ASP P17697, ASP P17693, ASP P17610, ASP P17612, ASP P17690, ASP P17607 y ASP P17605 con 0.25, 0.26, 0.26, 0.27, 0.288, 0.28, 0.31, 0.30, 0.31, 0.33 y 0.34 kg respectivamente. (**Figura 9**)

Al ser el espárrago una planta dioica de polinización cruzada, presenta diferencias sexuales en parámetros productivos y de calidad de turión. **Fallon & Nikoloff (1986)** y **Gonzales (1990)** afirman que las plantas estaminadas presentan mayor rendimiento mientras que las pistiladas presentan mayor diámetro de turión. Al respecto **Gatti et al (2000)** obtiene rendimientos altos en un híbrido masculino AM771 con respecto a materiales del cultivar Argentetüil manejados como materiales blancos. Asimismo **Barreto et al (2012)** en su investigación logró una mayor productividad mediante el empleo de los híbridos enteramente masculinos de origen italiano (Italo 15019 kg/ha y Zeno 9258 kg/ha) respecto del testigo americano (UC-157 8780 kg/ha). Por su parte **Risso et al (2012)** obtuvo rendimientos ligeramente altos para los híbridos masculinos italianos (Giove 5096kg/ha) con respecto al testigo comercial UC-157 (5062 kg/ha).

El rendimiento es la variable más importante desde el punto de vista productivo. Por lo tanto el desarrollo de nuevos cultivares masculinos se basa en el supuesto de que el rendimiento de las plantas estaminadas es superior a las pistiladas. Sin embargo, la interacción de tres aspectos como son el genético, rusticidad y las condiciones ambientales determina el rendimiento de un cultivo, y por esta razón, el rendimiento tiene una variabilidad alta en tiempo y en especie. **Corriols (1983)** y **Fallon & Nikoloff (1986)** mencionan que la evaluación del rendimiento durante los dos primeros años de cosecha se correlaciona altamente con la productividad en periodos más prolongados y por lo tanto puede utilizarse como estimadores de genotipos rendidores.

Cuadro N° 17: Análisis de variancia para rendimiento (kg).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	0.381	0.190	39.81	**
Genotipos	21	0.388	0.018	3.86	**
Error	42	0.201	0.005		
Total	65	0.970			
C.V. (%)			20.10		
Promedio			0.344		

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

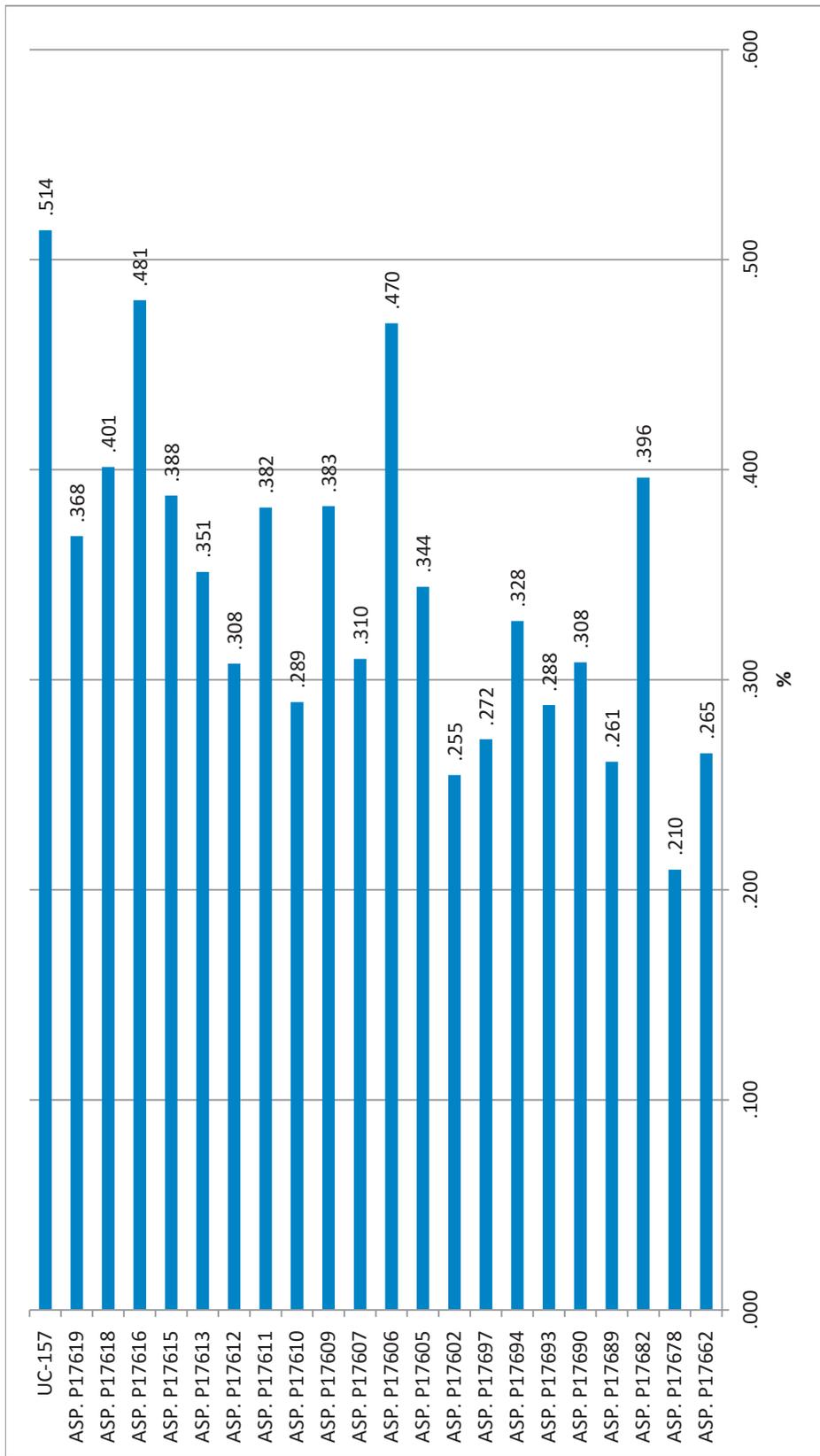


Figura 9. Rendimiento de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 18: Rendimiento (kg) de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio						
UC-157	0.514	a*					
ASP.P17616	0.481	a	b*				
ASP.P17606	0.47	a	b	c*			
ASP.P17618	0.401	a	b	c	d*		
ASP.P17682	0.396	a	b	c	d	e*	
ASP.P17615	0.388	a	b	c	d	e	f*
ASP.P17609	0.383		b	c	d	e	f
ASP.P17611	0.382		b	c	d	e	f
ASP.P17619	0.368		b	c	d	e	f
ASP.P17613	0.351		b	c	d	e	f
ASP.P17605	0.344			c	d	e	f g*
ASP.P17694	0.328				d	e	f g
ASP.P17607	0.31				d	e	f g
ASP.P17690	0.308				d	e	f g
ASP.P17612	0.308				d	e	f g
ASP.P17610	0.289				d	e	f g
ASP.P17693	0.288				d	e	f g
ASP.P17697	0.272				d	e	f g
ASP.P17662	0.265				d	e	f g
ASP.P17689	0.261					e	f g
ASP.P17602	0.255						f g
ASP.P17678	0.21						g

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

4.3 CALIDAD DL TURIÓN

PESO PROMEDIO DEL TURION

Los pesos promedios de los turiones entre los diferentes genotipos variaron entre 15.84 y 26.71 gr. Hubo diferencias significativas entre genotipos, según el análisis de variancia (**Cuadro N° 19**) indicándonos que al menos un genotipo es diferente, mas no se encontró significación estadística para repeticiones. El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 10.11 %.

El máximo valor lo mostro el híbrido ASP P17615 con 26.71g, indicando la prueba de comparación de medias de duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro N° 20**), que es diferente de todos los demás genotipos estadísticamente, el genotipo ASP P17618 ocupó el segundo lugar con 22.26 g y es similar estadísticamente a todos los demás genotipos excepto con los

genotipos ASP P17678, ASP P17662, ASP P17610, ASP P17613, ASP P17602, ASP P17605, ASP P17616 y ASP P17694.

El genotipo ASP P17694 con 15.84 g ocupó el último lugar y es similar estadísticamente a todos los genotipos excepto con los genotipos ASP P17606, UC-157, ASP P17619, ASP P17618 y ASP P17615. **(Figura 10)**

Desde el punto de vista productivo, esta variable es uno de los más importantes en el mejoramiento del espárrago (**Gatti et al 2000**). Los presentes resultados concuerda con lo indicado por **Ellison (1986)** quien trabajo por 3 años consecutivos con híbridos machos Italianos (Italo y Zeno), observando que estos tenían mayores pesos de turiones, comparado con otros híbridos con poco peso de turiones el cual no tuvieron altos rendimientos. Además **Barreto et al(2012)** reporta investigaciones con híbridos machos Italianos donde destaca Italo con 21 g/turión, seguido de Zeno con 20 g/turión logrando resultados superiores a los demás híbridos en estudio y al testigo comercial UC-157 (17 g/turión). Asimismo **Risso et al (2012)** en invernadero encontró resultados similares con un híbrido macho italiano, donde el híbrido Giove (11.6 g/turión), fue superior al testigo comercial UC-157 (8.26 g/turión) y al resto de híbridos estudiados. Por otro lado **Castagnino, et al (2012)** a campo abierto encontró similares resultados donde el híbrido Giove (16.7 g/turión) fue superior al resto de híbridos machos italianos estudiados y al testigo comercial UC-157 (12 g/turión).

El peso promedio del turión es una característica importante que todo cultivar nuevo debe presentar en su mejoramiento. La estimación de rendimiento en un campo productivo de cualquier edad se basa en el conteo de brotes y el peso promedio del turión, por lo tanto hay una relación entre el número de turiones y peso del turión.

Cuadro N° 19: Análisis de variancia para peso de turiones (g).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	
Repeticiones	2	0.09	0.04	0.01	
Genotipos	21	312.74	14.89	3.98	**
Error	42	157.07	3.74		
Total	65	469.91			
C.V. (%)	10.11				
Promedio	19.11				

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

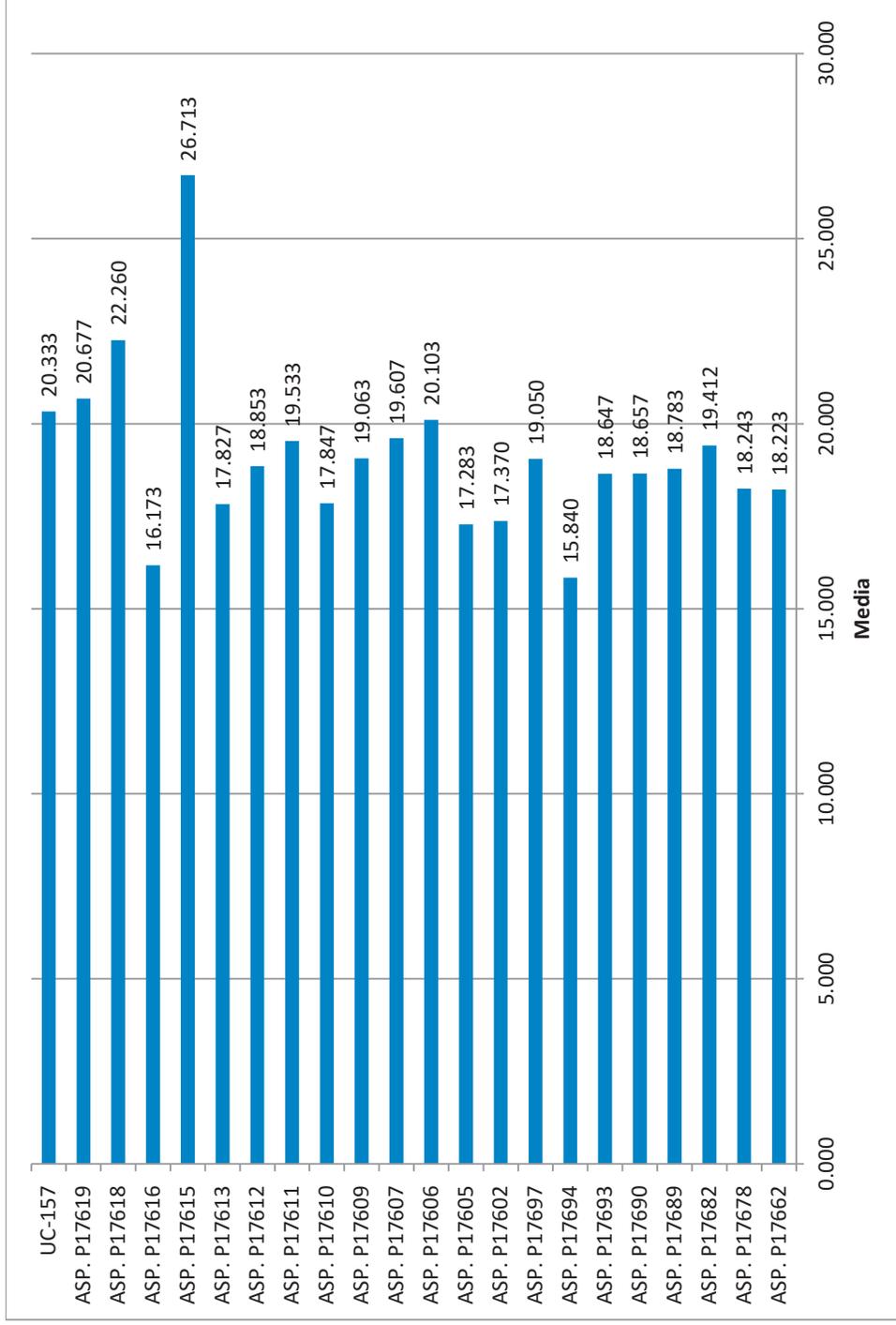


Figura 10. Peso promedio de turión en 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 20: Peso promedio de turión (kg) de 21 genotipos de esparrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio			
ASP.P17615	26.713	a*		
ASP.P17618	22.26	b*		
ASP.P17619	20.677	b	c*	
UC-157	20.333	b	c	
ASP.P17606	20.103	b	c	
ASP.P17607	19.607	b	c	d*
ASP.P17611	19.533	b	c	d
ASP.P17682	19.412	b	c	d
ASP.P17609	19.063	b	c	d
ASP.P17697	19.05	b	c	d
ASP.P17612	18.853	b	c	d
ASP.P17689	18.783	b	c	d
ASP.P17690	18.657	b	c	d
ASP.P17693	18.647	b	c	d
ASP.P17678	18.243		c	d
ASP.P17662	18.223		c	d
ASP.P17610	17.847		c	d
ASP.P17613	17.827		c	d
ASP.P17602	17.37		c	d
ASP.P17605	17.283		c	d
ASP.P17616	16.173			d
ASP.P17694	15.84			d

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

DIAMETRO DE TURION

Los valores variaron entre 11.87 y 20.09 mm. En el (**Cuadro 21**) se muestra el análisis de variancia y se observa alta significación estadística para genotipos en su fuente de variación. El coeficiente de variabilidad fue de 4.1 %.

Al realizar la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad (**Cuadro 22**) se observa que el genotipo ASP P17615 ocupó el primer lugar con 20.09 mm y es diferente estadísticamente de todos los demás genotipos, el genotipo UC-157 ocupó el segundo lugar con 17.53 mm y es similar estadísticamente a todos los demás genotipos excepto con los genotipos ASP P17619, ASP P17606, ASP P17618 con 17.455, 16.840 y 16.365 mm respectivamente. El genotipo ASP P17694 con 11.870 mm ocupó el último lugar y es diferente estadísticamente de todos los demás genotipos. (**Figura 11**)

Ellison et al. (1960), Currence& Richardson (1937) y Ellison (1986) encontraron que el diámetro de turión está altamente correlacionados con el rendimiento. Además esta característica es muy importante en la comercialización del producto, por lo general los comercializadores prefieren turiones de diámetros superiores a 10 mm.

Cuadro N° 21: Análisis de variancia para diámetro de turiones (mm).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal
Repeticiones	2	0.082	0.082	0.21
Genotipos	21	133.517	6.358	16.6 **
Error	42	8.044	0.383	
Total	65	141.643		
C.V. (%)			4.127	
Promedio			14.998	

* Significación al 0.05 de probabilidad.

** Significación al 0.01 de probabilidad.

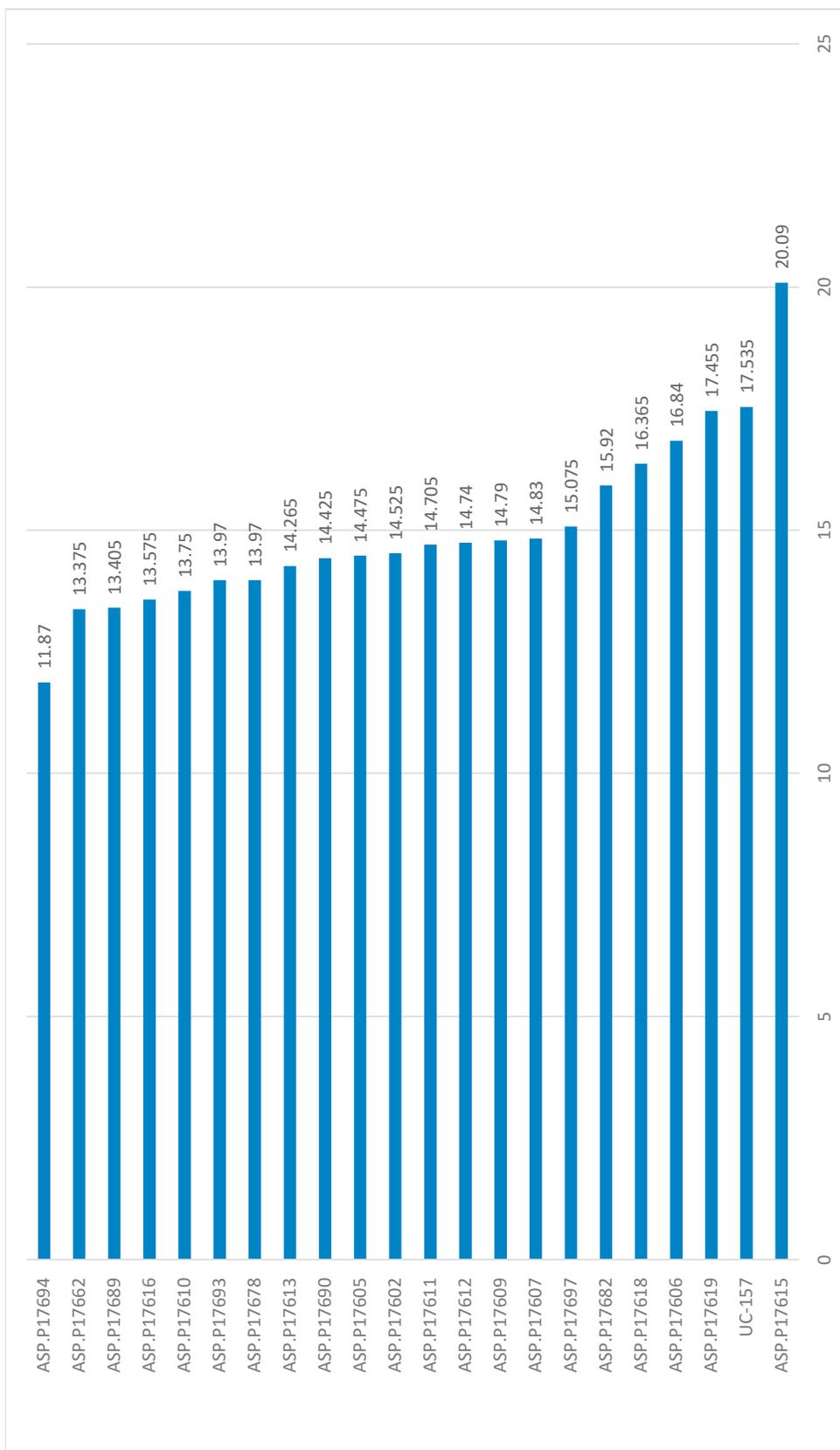


Figura 11. Diámetro de turión de 21 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Cuadro N° 22: Diámetro de turión (mm) de 22 genotipos de espárrago (*Asparagus officinalis*)

Genotipos	Promedio					
ASP.P17615	20.09	a*				
UC-157	17.535	b*				
ASP.P17619	17.455	B				
ASP.P17606	16.84	B	c*			
ASP.P17618	16.365	B	c	d*		
ASP.P17682	15.92		c	d	e*	
ASP.P17697	15.075			d	e	f*
ASP.P17607	14.83				e	f g*
ASP.P17609	14.79				e	f g
ASP.P17612	14.74				e	f g
ASP.P17611	14.705				e	f g
ASP.P17602	14.525				e	f g
ASP.P17605	14.475				e	f g
ASP.P17690	14.425					f g
ASP.P17613	14.265					f g
ASP.P17678	13.97					f g
ASP.P17693	13.97					f g
ASP.P17610	13.75					f g
ASP.P17616	13.575					f g
ASP.P17689	13.405					g
ASP.P17662	13.375					g
ASP.P17694	11.87					h*

* Medias con la misma letra no son diferentes según la prueba de Duncan al 5%.

4.4 DENDROGRAMAS POR CAMPAÑA

CAMPAÑA 2012-II

Durante la campaña 2012-II se evaluaron 21 genotipos de esparrago súper machos y un testigo comercial, para lo cual se realizó el análisis de agrupamientos de todas las variables registradas (**Figura 12**). Se puede observar que a una distancia de 0.07 solamente dos genotipos serían iguales ASP P17682 y ASP P17607 y todos los demás diferentes. A una distancia de 0.26 se puede formar 8 grupos el primer grupo estuvo constituido por (ASP P17693, UC-157, ASP P17616 Y ASP P17690) y se caracterizaron por expresar el más alto valor de rendimiento, sin embargo los híbridos UC-157 (14.07 Ton/ha) y ASP P17616 (13.7 Ton/ha) expresaron una diferencia dentro de este grupo, el segundo grupo lo constituye (ASP P17694) se caracteriza por tener uno de los rendimientos bajos (9.87 Ton/ha) y el diámetro de turión más bajo (12.44 mm), el tercer grupo ASP P17689, se caracteriza por tener el más alto número de brotes por planta, y uno de los rendimientos bajos (9.22 Ton/ha), el cuarto grupo con los híbridos ASP P17619, ASP P17618 y ASP P17615, se caracterizaron por presentar los mayores valores en los diferentes caracteres estudiados, los más resaltantes desde el punto de vista de rendimiento son el diámetro de turión (16.72 mm) y peso promedio de turión (19.9 gr), sin embargo presenta un rendimiento intermedio con respecto a todos los híbridos, los híbridos ASP P17618 (11.78 Ton/ha) y ASP P17615 (10.59 Ton/ha) presentan el mejor rendimiento de este grupo. El quinto grupo con los híbridos ASP P17697 y ASP P17678, se caracterizaron por presentar todas las variables por debajo del promedio. Sexto grupo ASP P17611, ASP P17609 y ASP P17606, este grupo también se caracterizó por presentar todas las variables por debajo del promedio, sin embargo el híbrido ASP P17606 se diferenció del resto con valores por encima de la media. Séptimo grupo ASP P17610, ASP P17605, ASP P17613. ASP P17607 y ASP P17682, se caracterizó por presentar valores bajos a nivel de todas las variables en estudio. Y el octavo grupo formado por ASP P17602, ASP P17612 y ASP P17662, se caracterizó por presentar valores bajos a nivel de todas las variables, sin embargo el material ASP P17612 presenta un peso promedio de turión por encima del promedio.

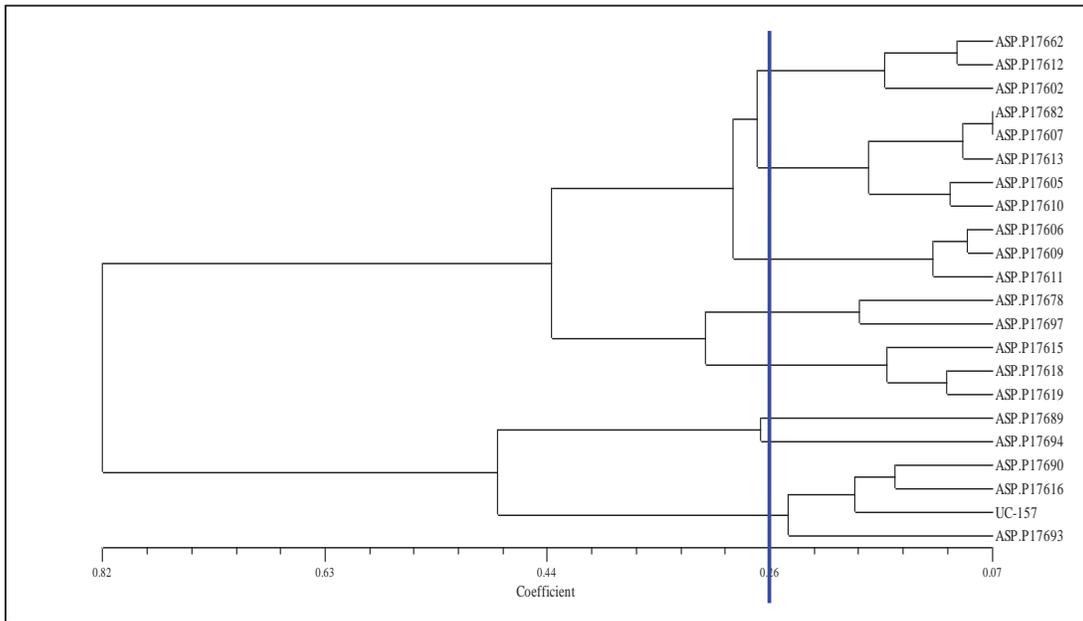


Figura 12: Dendrograma de la Campaña 2012-II

CAMPAÑA 2013-I

Durante la campaña 2013-I se evaluaron 21 genotipos de esparrago súper machos y un testigo comercial, para lo cual se realizó un análisis de agrupamientos el comportamiento en todas las variables evaluadas se muestran en el (Figura 13) y se puede apreciar que a una distancia de 0.05 se puede formar dos grupos que son iguales, el resto son diferentes, primer grupo ASP P17690 y ASP P17693, segundo grupo ASP P17612 y ASP P17610. A una distancia de 0.20 se puede formar siete grupos, el primer grupo ASP P17616, se caracteriza por presentar el valor más alto de número de brotes (9 br/pla)), altura de apertura (0.44 m) y el peso de follaje (Kg/plan) por encima de la media. Segundo grupo ASP P17694, reunió los valores más bajos de todos los híbridos. El tercer grupo ASP P17618, ASP P17611, ASP P17609 y ASP P17607, se caracterizaron por presentar valores altos en peso promedio de turiones y altura de planta, sin embargo el híbrido ASP P17618 sobre sale al resto de materiales teniendo un promedio de 22.3 grs en el peso promedio de turión. El cuarto grupo ASP P17613, ASP P17512, ASP P17610, ASP P17602. ASP P17619, ASP P17615 y ASP P17687, este grupo reúne valores bajos en todas las características evaluadas, sin embargo el híbrido ASP P17615 presenta altos valores en diámetro de turiones (20.27 mm) y peso medio de turiones (26.16 grs). El quinto grupo formado por UC-157, ASP P17606, ASP P17605, ASP P17682, se diferenció del resto de grupos por presentar el mayor

rendimiento, sin embargo el híbrido ASP P17606 expreso una diferencia dentro del grupo con 13.26 Ton/ha, seguido de UC-157 con 12.92 Ton/ha. Sexto grupo formado por ASP P17693, ASP P17690 y ASP P17689, presento valores por debajo de la media en especial en la característica de rendimiento (3.94 Ton/ha.). Y el séptimo grupo formado por ASP P17678 y ASP P17662, se caracterizó por presentar valores por debajo de la media en especial en la característica de rendimiento (5.21 Ton/ha.).

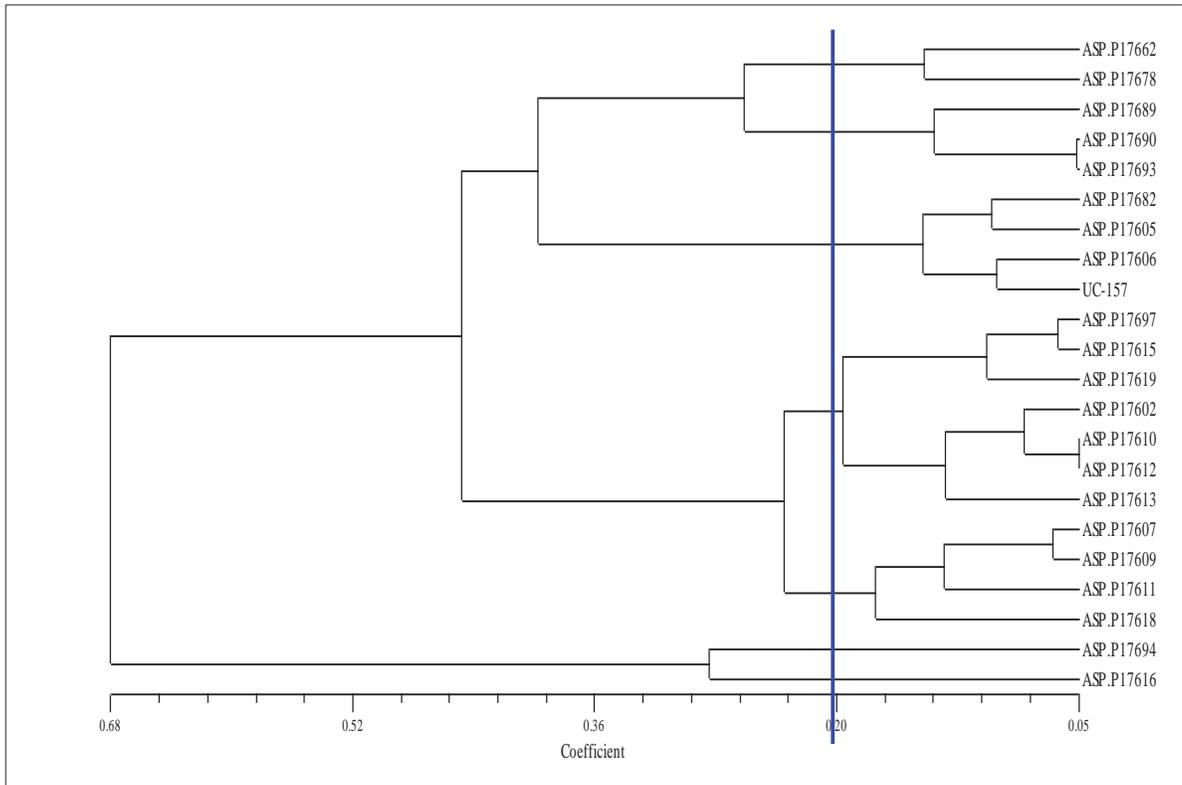


Figura 13: Dendrograma Campaña 2013-I

CAMPAÑA 2013-II

Durante la campaña 2013-II se evaluaron 21 genotipos de esparrago súper machos y un testigo comercial. En el **Figura 14** se muestran los resultados del análisis del agrupamiento de todas las variables donde se aprecian que a una distancia de 0.05 un solo grupo formado por ASP P17607 y ASP P17690. A una distancia de 0.224 se puede formar siete grupos, el primer grupo está formado por ASP P17616, que se caracterizó por presentar el valor más alto en rendimiento (15.28 Kg/ha) y número de brotes 19.6 brot/pla. El segundo grupo formado por ASP P17694, se caracterizó por presentar valores bajos en todos los caracteres

evaluados. Tercer grupo formado por ASP P17618 y ASP P17615, se caracterizó por presentar valores altos en peso promedio de turiones (28.89 grs) y diámetro de turión (17.73 mm), sin embargo presenta el valor más bajo con respecto a número de brotes (7.6 brot/pla). Cuarto grupo formado por UC-157, se caracterizó por presentar valores altos en rendimiento (13.85 kg/ha) y peso de follaje (2.27 Kg), además los valores del resto de variables están por encima de la media. Quinto grupo formado por los híbridos ASP P17605, ASP P17689, ASP P17609, ASP P17606, ASP P17693, ASP P17607, ASP P17690, ASP P17602 y ASP P17682, se caracterizaron por presentar valores similares a la media, sin embargo el híbrido ASP P17606 sobre sale por encima del resto con valores superiores a la media. Sexto grupo formado por los híbridos ASP P17697, ASP P17619 y ASP P17678, se caracterizaron por presentar valores similares a la media, sin embargo presenta el valor más bajo en rendimiento (9.52 kg/ha). El séptimo grupo formado por los híbridos ASP P17613, ASP P17612, ASP P17611, ASP P17610 y ASP P17662, se caracterizan por presentar valores similares a la media.

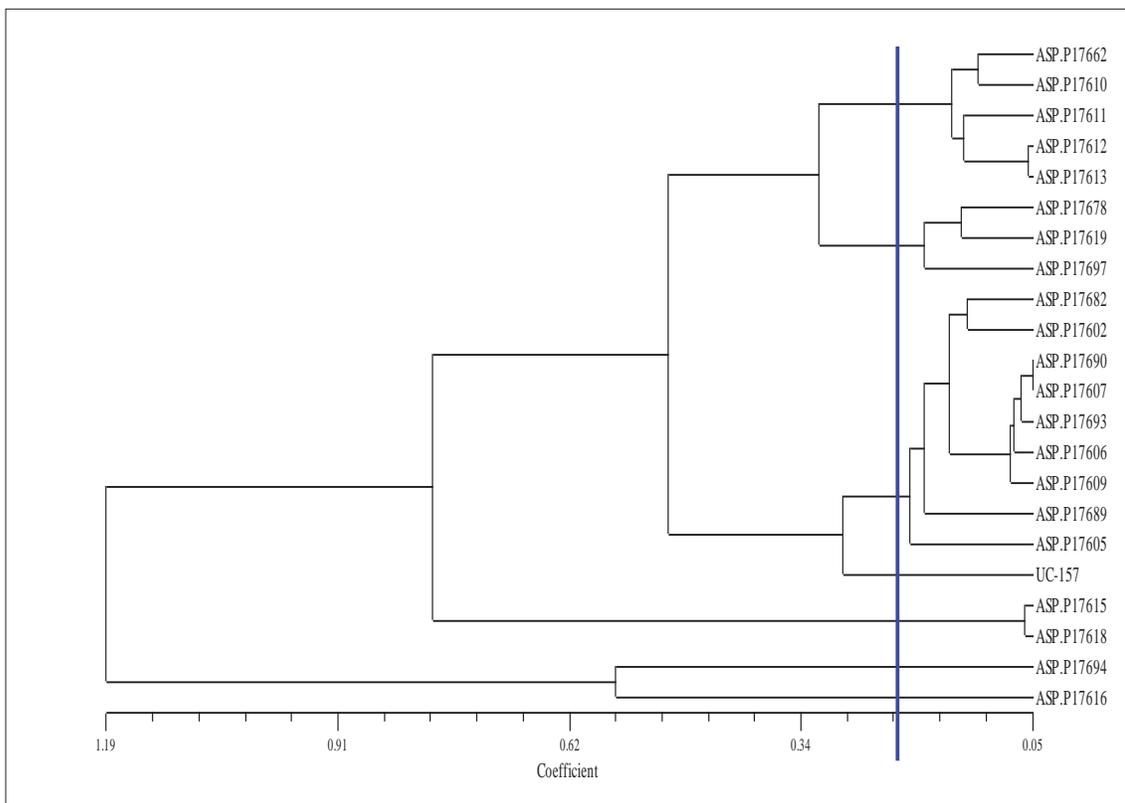


Figura 14: Dendrograma Campaña 2013-II

PROMEDIO DE LAS 3 CAMPAÑAS

Para finalizar se realizó el análisis de agrupamiento al promedio de los resultados de las tres campañas **Figura 15**, donde se observa a una distancia de 0.04 un solo grupo formado por ASP P17607 y ASP P17602 y todos los demás son diferentes. A una distancia de 0.21 se tiene 7 grupos que son; primer grupo está conformado por un solo híbrido UC-157, se diferenció del resto de grupos por el mayor diámetro promedio de turión (17.21), peso de follaje y mayor rendimiento, es importante mencionar que el peso promedio de turión (20.33 gr) se encuentra por encima de la media y muy cerca del valor más alto. El segundo grupo está formado por los híbridos ASP P17693, ASP P17690 y ASP P17689, se caracterizaron por presentar los valores más bajos en todos los caracteres evaluados. El tercer grupo formado por el híbrido ASP P17694, presentó valores bajos de poca relevancia. Cuarto grupo formado por el híbrido ASP P17616, se diferenció del resto de grupos por presentar el mayor número de brotes (14.2 bro/plant) y una altura de apertura de brote alto (0.49 m). Quinto grupo formado por los híbridos ASP P17697, ASP P17619, ASP P17618 y ASP P17615, se caracterizó por presentar el mayor peso promedio de turión (22.18 gr) y altura de planta (2.04 m), sin embargo los híbridos ASP P17615 y ASP P17618 presentaron los mayores valores de peso de turión (26.71 gr) y (22.26 gr) respectivamente, es importante mencionar que el híbrido ASP P17615 presenta un mayor diámetro de turión con respecto a todos los grupos (19.32 mm), sin embargo presenta el menor número de brotes y rendimiento por debajo de la media. Sexto grupo está formado por los híbridos ASP P17662, ASP P17689, ASP P17612, ASP P17611, ASP P17613, y ASP P17610, se caracterizaron por presentar valores bajos con respecto al resto de grupos. El séptimo grupo está formado por los híbridos ASP P17606. ASP P17682, ASP P17605, ASP P17609, ASP P17607 y ASP P17602 se caracterizan por presentar valores bajos con respecto al resto de grupos, sin embargo el híbrido ASP P17606 sobre sale con valores por encima de la media.

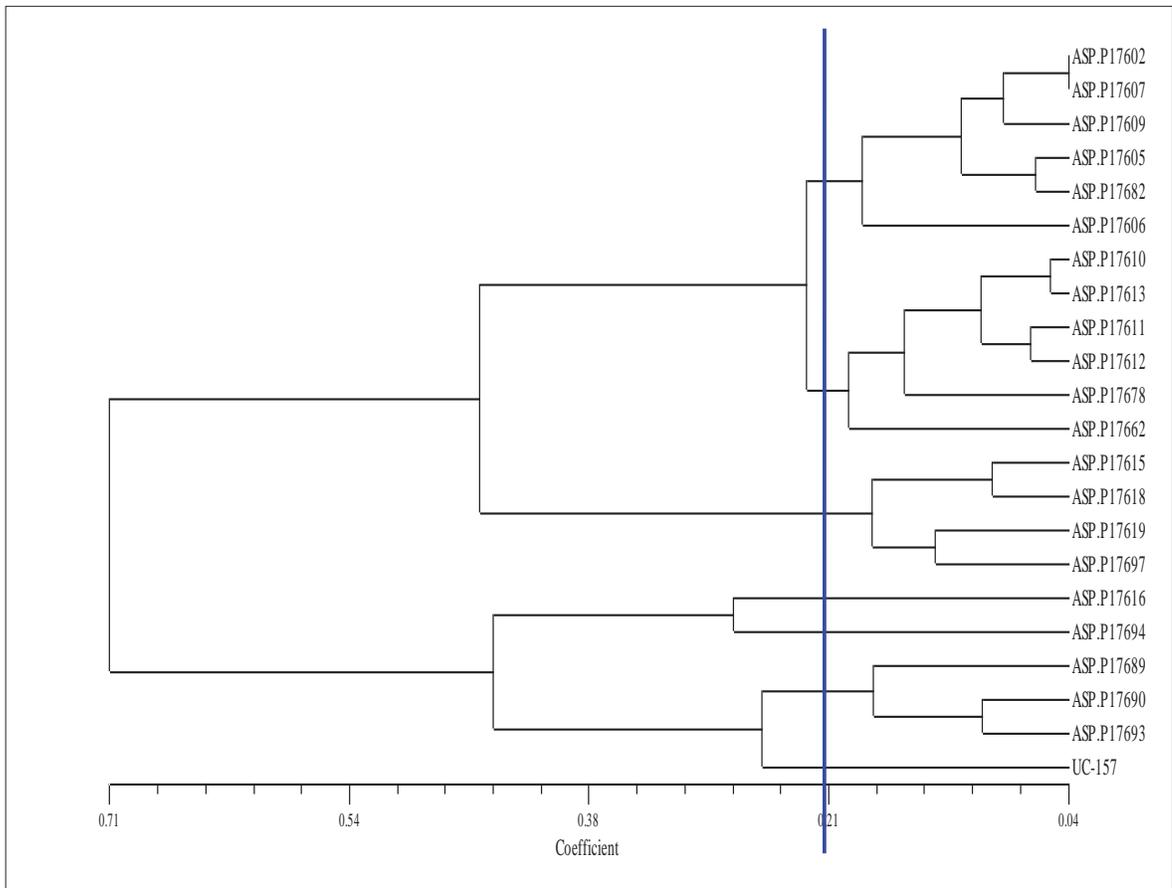


Figura 15: Dendrograma del promedio de las tres campañas (2012-II, 2013-I y 2013-II)

Evaluando los resultados de las características, como altura de planta, peso de follaje, peso promedio de turión, diámetro de turión, número de brotes y rendimiento, nos permite deducir que los híbridos de espárrago súper machos evaluados bajo las condiciones de Huarmey presentaron diferentes comportamientos, observándose las mayores diferencias entre los híbrido ASP P17616, ASP P17618, ASP P17615 y ASP P17606 con respecto al resto de híbridos súper machos. Por lo que la importancia radica en la selección de las mejores características evaluadas, ya que el presente trabajo contribuye a la caracterización agronómica de híbridos de espárragos súper machos para producción en verde, puesto que este cultivo tiene un amplio nicho ecológico para sus características, aportando de forma significativa al conocimiento de su adaptabilidad y, por tanto beneficiando a los agricultores y productores.

V. CONCLUSIONES

De la caracterización agronómica de 21 híbridos de esparrago enteramente masculinos, provenientes de la casa semillera Bejo (Holanda) y estudiadas en Huarmey, se concluye que:

1. En las características agronómicas altura de planta y altura de apertura de brote el híbrido ASP. P17619 se caracterizó por presentar el valor más alto 2.30 m y 0.49 m.
2. Para el número de brotes, el mayor número lo presentó el híbrido ASP P17616 con 14.20 brotes, seguido del híbrido ASP P17694 con 12.93 brotes y el híbrido ASP P17618 ocupó el último lugar con 5.90 brotes en promedio.
3. El mayor diámetro de brote obtenido caracteriza al híbrido ASP P17615 con 15.40 mm seguido del híbrido ASP P17619 con 13.23 mm y el híbrido ASP P17694 ocupó el último lugar con 7.90 mm.
4. El híbrido ASP P17615 presentó el mayor peso de follaje (1.74 kg/planta), el mayor diámetro de turión (19.32 mm) y el mayor peso de turión (26.71 gr)
5. Con respecto al rendimiento se observa que existe alta significancia estadística tanto para genotipo y repetición; donde el híbrido ASP P17616 fue el mejor con 12.73 to/ha, Con 12.45 to/ha. y 10.63 to/ha. los híbridos ASP P17606, ASP P17618 y el híbrido ASP P17678 con 5.55 to/ha ocupó el último lugar.

VI. RECOMENDACIONES

1. Repetir el ensayo en otras zonas de producción de esparrago verde con los mismos híbridos, con el objetivo de ver el comportamiento de estos híbridos en otras condiciones ambientales con el fin de validar los resultados obtenidos en Huarney.
2. Repetir el ensayo en otras condiciones ambientales con las características más relacionadas al rendimiento como; número de brotes, diámetro de turión, peso promedio de turión y rendimiento.
3. Realizar ensayos con los híbridos evaluados que presentaron los mejores resultados en las características estudiadas en la presente investigación como; Densidad de siembra, precocidad, calidad entre otros aspectos.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Abe, T. & Kameya, T. 1986. Promotion of flower formation by atrazine and diuron. *Planta* 169: 289-291.
2. Barreto Sofía, Castanino Ana M, Díaz Karina E, Falavigna Agostino, Marina J, Rosini M. B, 2012. Producción de primicia en invernadero de híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) y procesado IV Gama para optimización del posicionamiento en el mercado. (En Línea) *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3 (2): 152-176. Consultado el 10/09/2014. Disponible en http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol3Num2/ArchivosV3N2/Barreto_Sofia_et_al._RVC_TA-V3N2.pdf
3. BENSON, B.L, 1982. Sex influences of foliar trait morphology in asparagus. *HortScience*, Alexandria, v.17, n.4, p.625-627.
4. Blasberg, C.H. (1932) Phases of the anatomy of seedling asparagus. *Botanical Gazette*, 94, 206-214.
5. Bojnauth, G.; Puchooal, S. & Bahorun, T. 2003. In vitro regeneration of *Asparagus officinalis*: Preliminary results. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. 7-15.
6. Bytebier, B.; Debroeck, F.; Greve, H.; Montagu, M. & Hernalsteens, J.P. 1987. T-DNA organization in tumor culture and transgenic plants of the monocotyledon *Asparagus officinalis* L. *Proceeding National Academy. Science. USA*. 84: 5345-5349.
7. Cabrera-Ponce, J.L.; Lopez, L.; Assad-Garcia, N.; Medina-Arevalo, C.; Bailey, A.M. & Herrera-Estrella, L. 1997. An efficient particle bombardment system for the genetic transformation of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Plant Cell Report* 16: 255-260.
8. California Asparagus Seed (2001). (En línea). Consultado el 20 de febrero del 2015. http://www.calif-asparagus-seed.com/seed_UC157_more.html.
9. Caporali, E.; Carboni, A.; Spada, A.; Marziani, G.; Biffi, R.; Restivo, F; Tassi, F.; Nichols, M. & Swain, D. 1996. Construction of a linkage map in *Asparagus officinalis* L. through RFLP and RAPD analysis (En línea). *Acta Hort*. 415:435-440 <http://www.ishs.org/>

10. Casas, A. and Sánchez, J. (2005). Developments in Asparagus Cultivation under Desert Conditions in Perú (En línea). XI International AsparagusSymposium. 2005. ISHS Acta Horticulturae 776. Disponible en <http://www.ishs.org/>
11. Castagnino, A., Díaz, K., Falavigna, F., Laboratto, L., Marina, J., Guisolis, A. 2012. Manual de la cadena agroalimentaria del espárrago. Cátedra de Horticultura UNCPBA. (En Línea). Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3 (2): 210-223. Julio-Diciembre, 2012. Consultado el 23/09/2014. Disponible en [http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol3Num2/ArchivosV3N2/Castagnino Ana et al. 1_RVCTA-V3N2.pdf](http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol3Num2/ArchivosV3N2/Castagnino_Ana_et_al.1_RVCTA-V3N2.pdf).
12. Cointry, E.; García, S.; Firpo, I. & Benavídez, R. 1993. Utilización de metodologías no convencionales para un programa de mejoramiento de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Horticultura Argentina 8-12(18-32):13-18.
13. Cointry, E.; Lopez A.; Gatti, I.; García, S.; Firpo, I, 1996. Comparative study of morphological and productive characters in blanched asparagus populations. AsparagusResearchNewsletter, Palmerston North, v.13, n.1/2, p.30-34.
14. Conner, A. J.; Williams, M. K.; Lancaster, J. E.; Shaw, M. L.; Falloon, P. G.; Deroles, S. C. & Gardener, R. C. 1990. Genetic engineering of *Asparagus officinalis* L. using *Agrobacterium*. ActaHort 271:509.
15. CORRIOLS, L. Fast cultivar evaluation in Asparagus trials. Asparagus Research Newsletter, Palmerston North, v.1, n.2, p.10, 1983.
16. Corriols, L. &Thevenin, L. 1979. L'INRA etl'asperge. Qu'enest-il en 1979. P.H.M. RévueHorticole. Oct. 1979. de clones et de lignéesd'asperge.
17. David Wolyn, 2004. Programa de investigación de producción de híbridos machos de espárrago. GuelphUniversity. (En Línea). Consultado el 20 de febrero del 2015. www.uoguelph.ca/~dwolyn/asparagus_research-htm.
18. Delgado de la Flor F., R. Montauban y F. Hurtado. 1993. Cultivo del espárrago. Proyecto TTA-UNALM, Lima. 122 p.
19. Del Pozo, A. L. 1999. Morfología y funcionamiento de la planta. En: El cultivo de Espárrago. Boletín INIA – Chile. 6: 9-28.
20. Doré, C. 1975. La multiplicationclonale de l'asperge (*Asparagus officinalis* L.) par culture in vitro: son utilisation en sélection. Annalesd'Amélioration des Plantes. 25:201-224.

21. Drost, D. 1997: Asparagus. P 621-649. In Wien, H. C. (ed), The Physiology of Vegetable Crops. Department of Fruit and Vegetable Science. Cornell University, Ithaca. NY, USA. 662 p.
22. De Pablo, J, Miguel Ángel G. Valentín. T. y Luisa Fernanda S. 2014. El negocio internacional de espárrago en el Perú (En línea), Consultado el 02 de julio del 2014. Disponible en www.cepal.org/publicaciones/xml/5/52485/rve112depabloetal.pdf
23. Ellison, J.H. and D.F. Scheer. 1959. Yield related to brush vigor in Asparagus (En Línea). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73:339-344. Consultado el 02 de Julio del 2014. <http://www.ishs.org/>
24. Ellison, J.H. 1986. Asparagus breeding. In: Breeding Vegetable Crops. Bassett, M.J. (Ed.). Avi Publisher Co. Westport CT, AVI, 521-569.
25. Ellison, J.H. Garrison, SA and Kinelski, J. 1990. Male Asparagus Hybrids: 'Jersey Gem', 'Jersey General', 'Jersey King', 'Jersey Knight', and 'Jersey Titan' Department of Horticulture and Forestry, Rutgers-The State University of New Jersey HORTSCIENCE 25(7):816-817.
26. Falavigna, A. 1995. Ilmiglioramentogenetico in Italia: realtà e prospettive. L'Informatore Agrario. 51(17):29-33.
27. Falavigna, A.; Casali, P. & Bataglia, A. 1997. Achievement of asparagus breeding in Italy. Proc. (En línea). IX International Asparagus Symposium. ACTA Horticulturae 479:67-74. Consultado el 02 de Julio del 2014. <http://www.ishs.org/>
28. Falavigna, A. 2004. Strategie per la ottimizzazione e valorizzazione della produzione di asparago in Sicilia. Spadafora, Mesina, Italia: Editorial Grillo e Famá. pp. 39-40.
29. Falavigna, A. 2006. I Punticriticidell' asparago in campo en el post raccolta. Speciale Le strategie di coltivazione, le esigenze di valorizzazione. L' Informatore Agrario 52(1): 52-55.
30. Falavigna A. & Palumbo, A. Domenico. 2001. La coltura dell' asparago. Bologna, Milano, Roma: Calderini Edagricole. Pp 52-130.
31. Fallon P.G. & Nikoloff, AF. 1986. Asparagus: value of individual plant yield and fern characteristics as selection criteria. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 14:417-420.
32. Feng, X.R. & Wolyn, D.J. 1994. Recovery of haploid plants from asparagus microspore culture. Canadian Journal of Botany 72:296-300.

33. Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Iowa State University. McGraw-Hill, Inc. vol 1. p 536.
34. Garrinson, S.A. & Chin, C.K. 2005. Perspectives in Asparagus breeding. Department of Plant biology and Pathology. State University of New Jersey, U.S.A.
35. Gatti, I. Pamela V, Sebastián F y Cointry F. 2000. Evaluación De Siete Poblaciones De Espárrago (*Asparagus officinalis* L.). (En línea). Tesis para la obtención del Grado Académico Magíster Scientiae. UNR. Consultado el 27 de septiembre del 2013. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2000000600011&script=sci_arttext.
36. Gebler, P.; Wolko, L; Miko, K. 2007. Identification of molecular markers for selection of supermale (YY) asparagus plants. *Journal of Applied Genetic* 48(2), 2007, pp. 129-131.
37. Geoffriau, E.; Denoue, D. & Rameau, C. 1992. Assessment of genetic variation among *Asparagus (Asparagus officinalis L.)* populations and cultivars: agromorphological and isozymic data. *Euphytica*. 61:169-179.
38. Grubben G. J. H., Denton O. A. 2004. Vegetables. *Plant Resources of Tropical Africa*. 669 p.
39. Gonzales M. Evaluation of male and female *Asparagus* plants. Interest in obtainig male dioecious hybrids. *Acta Horticulture, Leuven*, V271, p. 83-89, 1990.
40. Hasagawa, P. M.; Murashige, T. and Takatori, F. H. 1973. Propagation of asparagus through shoot apex culture. II. Light and temperatura requirements, transplantability of plants, and cyto-histological characteristics (En líea) *Soc. Hortic. Sci.* 98:143-148. Consultado el 07 de marzo del 2015. <http://www.ishs.org/>
41. Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas (IPEH) - VI Censo Nacional de Productores y Exportadores de Espárragos 2013. (Diapositivas).
42. Kanno, A. & Kameya, P. 1999. Cloning and variation of ribosomal DNA from *Asparagus officinalis* L. *Acta Hort.* 479:365-372.
43. Langer, R. H. M; Hill, G. D. 1991. *Agricultural Plants*. Cambridge University Press. 387 páginas.
44. Lazarte, J. E. & Garrison, S. A. 1980. Sex modification in *Asparagus officinalis* L. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 105:691-694.
45. Legg, P.D.; Souther, R.; Takatori, F.H. Estimates of heritability in *Asparagus officinalis* L. from replicated clonal materials. (En Línea) *American Society for Horticultural Science Proceedings*, Alexandria, v.92, p.410-417, 1968. Consultado el 21/05/2014. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000082&pid=S0100-204X200000060001100012&lng=en

46. LimNews. Boletín de noticias. Noviembre 2006. LimseedsBv.
47. Limgroup. 2016. Actualización: el cultivo de espárragos en el mundo. Boletín de Noticias. (en línea). Consultado el 03/04/2017. Disponible en: https://www.limgroup.eu/download/1312/Downloads/Spaans/Nieuwsbrieven/2016/Webversie_jan2016.pdf
48. Maestri, E.; Restivo, F.M.; Marziani-Longo, G.P.; Falavigna, A. & Tassi, F. 1991. Isozyme gene markers in the dioecious species *Asparagus officinalis* L. Theoretical Applied Genetic. 81: 613-618.
49. Mancho Erika, 2013. Departamento de Estudios Económicos del Scotiabank (En línea). Consultado el 02 de julio del 2014. Disponible en <http://gestion.pe/economia/exportacion-peruana-esparragos-caera-este-ano-y-proximo-bajos-precios-2108627>.
50. Mapa Ecológico del Perú, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1976).
51. Marina, J.A, A.M. Castagnino, P. Sastre V, K. Díaz y A.P. Guisolis. 2010. Alternativas para optimizar la productividad y asegurar una mejor calidad del espárrago (*Asparagus officinalis* var. *Altitis* L.). Rev. Colomb. Cienc. Hortic. 4(1), 55-66.
52. Milanesi, L.; Espósito, M.A.; López Anido, F.S.; García, S.M. y Cointry, E.L. 2008. Espárrago (*Asparagus officinalis* L.): Aspectos biotecnológicos de su mejora. Horticultura Argentina 27(64): 19-24.
53. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego) 2015. Series históricas de Producción Agrícola – Compendio Estadístico (en línea). Consultado el 01/05/2017. Disponible en: http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
54. Moreira, A. M; González, M, W. 2002. Manejo agronómico y análisis económico del cultivo de espárrago para condiciones tropicales: una experiencia de diez años de investigación. Universidad de Costa Rica. 91 p.
55. Montes, A; Hole, M. 1994. El cultivo del espárrago en el trópico Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 90 p.
56. Muñoz, S.J.; Cravero, V.P.; López Anido, F.S.; Espósito, & Cointry, E.L. 2006a. Influence of selection criterion of elite plant on micropropagation in *Asparagus*. Asian Journal of Plant Science. 5 (5): 910-912.
57. Muñoz, S.J.; Espósito, M.A.; Cravero, V.P.; García, S.; López Anido, F.S. & Cointry, E.L. 2006b. Obtención de plantas a partir de anteras de espárrago

- (*Asparagus officinalis* L.). Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias 9:1-6.
58. Ornstrup, H. 1997. Biotechnological methods in asparagus breeding. *Asparagus Research* University of California. Davis. 14: 1-25.
 59. Ozaki, Y.; Kurahashi, T.; Tashiro, T. & Okubo, H. 1999b. Carbamate induced flowering in *Asparagus (Asparagus officinalis L.)* seedlings: optimization of treatment and cultivar variation in flowering response and pollen germination. *Euphytica* 110: 77-83.
 60. Ozaki, Y.; Tashiro, T. & Okubo, H. 1999. Molecular markers linked to the sex determination locus of asparagus. *Acta Hort.* 479:129-134.
 61. Peng, M & Wolyn, D. 1999. Development of a microspore culture method to produce haploid and double-haploid asparagus (*Asparagus officinalis L.*) plants. *Acta Horticulturae.* 479: 357-361.
 62. Pertierra, R.; Campos, J. y Carrasco, F. 2004. Caracterización del Crecimiento en el Primer Año de Cultivares de Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en Maceta. (En Línea), Nota científica proyecto FONDECYT N° 1990135 Concepción - Chile. Consultado el 14 de julio 2014. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072006000100011&script=sci_arttext.
 63. Quiroz, Carlos. Genomics and Breeding of vegetable crops. Syllabus and Lecture Index. 2008. <http://plantsciences.ucdavis.edu/vc221/asparagus.htm>.
 64. Raemakers, E.; Jacobsen, R. & Visser, G.F. 1995. Secondary somatic embryogenesis and applications in plant breeding. *Euphytica.* 81:93-107.
 65. Raven, H. P., Evert R. F., Eichhorn S. E. Biología de las plantas. Editorial Reverté. S.A. Traducción de la 4ta Edición. 1992. 773 p.
 66. Reuther, G. 1992. Handbook of Plant Cell Culture. Section IV: Vegetables. Ch. 8: Asparagus.
 67. Riso, A. A., Castagnio, A. M., Díaz, K. E., Rosini, M. B., Marina, J. A., Falavigna, A., 2012. Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (*Asparagus officinalis L. var. Altilis*) en invernadero. (En Línea). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas – Vol. 6 – N°1 – pp 55-66, 2012. Consultado 12/09/2014. Disponible en <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol6/Vol.6%20No.1/Vol.6%20No.1.%20Art.5.pdf>.

68. Silva Magali, 2014. Exportación de espárragos viene incrementándose a un promedio de 11,4% anual (En línea). Consultado el 04 de Noviembre del 2014. Disponible en. http://www.promperu.gob.pe/Repos/pdf_novedades/1892014153959_99.pdf
69. Sneep, J. 1953. The significance of andromonoecy for the breeding of *Asparagus officinalis* L. Euphytica. 2:89-95.
70. Sofía Barreto, Ana M. Castagnino, Karina E. Díaz, Agostino Falavigna, J. Marina, M. B. Rosini. 2012. Producción de primicia en invernadero de híbridos masculinos de espárrago (*Asparagus officinalis*) y procesado IV Gama para optimización del posicionamiento en el mercado
71. Sonoda, T.; Iwamura, H.; Uragami, A. and Ohwada, M. 2003. Development of a rapid method for identifying asparagus super-males using, N- (4-chloro-2-trifluoromethylphenyl)-N'-propoxyacetamide to induce flowering. Euphytica 129: 169-174.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1

FOTOS DE ENSAYO

1



Foto N°

Disposición de los híbridos en campo.



Foto N° 2 Diámetro de turión – UC 157



Foto N° 3 Diámetro de turión – Híbrido Masculino



Foto N° 4 Diámetro de turión – Híbrido Masculino

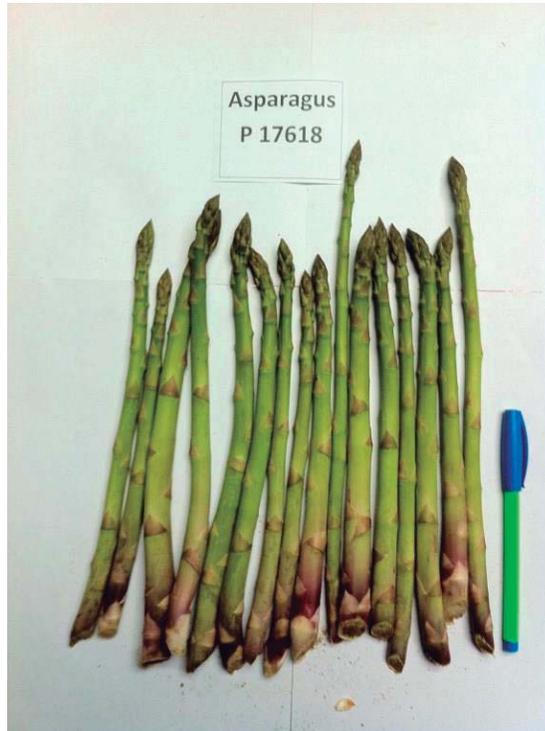


Foto N° 5 Diámetro de turión – Híbrido Masculino



Foto N° 6. Diámetro de turión – Híbrido Masculino



Foto N° 7. Altura de la apertura – Híbrido Masculino



Foto N° 8. Altura de apertura – UC157



Foto N° 9. Brotamiento del Ensayo



Foto N° 10. Altura de Planta

ANEXO N° 2

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

FECHA	ACTIVIDAD REALIZADA
	PREPARACION DE TERRENO Y TRASPLANTE
Abril – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de terreno. - Instalación de sistema de riego. - Riego para trasplante.
Mayo – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Trasplante (Plantines de 50 días) - Inicio de riego (Según Eto y $Kc=0.3$) y fertilización (200-200-200-100)
Junio – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones de pesticidas para el primer brote, control de (Prodiplosis y Lepidópteros). - Riego y fertilización (N-P-K-Ca).
Julio – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K-Ca). - Aplicaciones de pesticidas para segundo brote, control de prodiplosis.
Agosto – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización
Septiembre – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para tercer brote, control de prodiplosis y Lepidópteros.
Octubre – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para control de Lepidópteros.
Noviembre – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilización (N-P-K). - Se incrementa el riego ($Kc=0.5$) - Aplicaciones de pesticidas para cuarto brote, control de prodiplosis y Lepidópteros. - Desmalezado del campo
Diciembre – 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Aporque - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para el control de prodiplosis y Lepidópteros.
Enero – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para el quinto brote control de Lepidópteros. - Aplicación de azufre (Prodiplosis) - Se intensifican las aplicaciones de pesticidas para el control de prodiplosis (2 veces por semana)
Febrero – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para control de Lepidópteros. - Aplicaciones para Prodiplosis y levantar el quinto brote.
Marzo – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones de pesticidas para control de prodiplosis y Lepidópteros.

Abril – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de fertilización - Riego - Aplicaciones de insecticidas para lepidópteros - Aplicaciones de herbicidas
Mayo – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste
Junio – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste - Chapodo Sanitario - Ligera cosecha (5 días)
	CAMPAÑA 2012 – II
Julio – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio de fertilización (40 % de 450-220-400-70) y riego ($K_c=0.5$) - Inicio de evaluaciones del proyecto (Número de brotes, Diámetro de brotes, Altura a la apertura del brote, Altura de planta.
Agosto – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones para control de malezas. - Aumento del riego ($K_c=1$).
Septiembre – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de fertilización. - Se disminuyó el riego ($K_c=0.75$), para evitar el brotamiento.
Octubre – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio de agoste (15-10-12) para la cosecha (50%)
Noviembre -2012	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste (25%). - Chapodo - Inicio de cosecha (28-11-12). - Evaluación de Peso de turiones, Diámetro de turión y Rendimiento.
Diciembre – 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de cosecha (19-12-12), se cosecho 22 días. - Inicio de fertilización 60% (450-220-400-70-70 + ácidos húmicos) - Inicio del riego ($K_c=0.5$) - Inicio de evaluaciones (Número de brotes, Diámetro de brotes)
	CAMPAÑA 2013– I
Enero – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K). - Aplicaciones para control de malezas. - Aumento del riego ($K_c=1$). - Aplicaciones de pesticidas para control de prodiplosis y Lepidópteros. - Evaluación de Altura a la apertura del brote, Altura de planta.
Febrero – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de azufre (Prodiplosis) - Se intensifican las aplicaciones de pesticidas para el control de prodiplosis (2 veces por semana)
Marzo – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K-Ca-Mg). - Aplicaciones de pesticidas para control de prodiplosis y Lepidópteros.

	<ul style="list-style-type: none"> - No se logró levantar el segundo brote.
Abril – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K-Ca-Mg). - Aplicaciones de pesticidas para control de Lepidópteros.
Mayo – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio de agoste (75%)
Junio – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste (50%)
Julio – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste (25% - 0%) - Chapodo - Inicio de cosecha (31-07-13).
	CAMPAÑA 2013– II
Agosto – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de Peso te turiones, Diámetro de turión y Rendimiento. - Fin de cosecha (22-08-2013). Se cosecho 23 días. - Inicio de fertilización 40% (450-220-400-70-70 + ácidos húmicos) - Inicio del riego (Kc=0.5) - Inicio de evaluaciones (Número de brotes, Diámetro de brotes)
Septiembre – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Riego y fertilización (N-P-K-Ca). - Aplicaciones para control de malezas. - Aumento del riego (Kc=1). - Aplicaciones de pesticidas para control de propilosis y Lepidópteros. - Evaluación de Altura a la apertura del brote, Altura de planta.
Octubre – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de fertilización. - Se disminuyó el riego (Kc=0.75), para evitar el brotamiento.
Noviembre -2013	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste (50%)
Diciembre – 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Agoste (25% - 0%) - Chapodo - Inicio de cosecha (28-12-13). - Evaluación de Peso te turiones, Diámetro de turión y Rendimiento.
Enero – 2014	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de cosecha (18-01-14), se cosecho 20 días.