

SELECCIÓN DE PROGENITORES Y CÁLCULO DE
PARÁMETROS GENÉTICOS EN ESPÁRRAGO (*Asparagus
officinalis* L.)

TESIS DE LA INGENIERA AGRÓNOMA
ILEANA GATTI

Este trabajo ha sido presentado como requisito para la obtención del Grado Académico de

MAGÍSTER SCIENTIAE EN GENÉTICA VEGETAL

ÁREA MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL
Convenio Universidad Nacional de Rosario – INTA

**SELECCIÓN DE PROGENITORES Y CÁLCULO DE
PARÁMETROS GENÉTICOS EN ESPÁRRAGO (*Asparagus
officinalis* L.)**

TESIS DE LA INGENIERA AGRÓNOMA

ILEANA GATTI

Aprobada por el Jurado de Tesis

Ing. Agr. (MSc)
Fernando López Anido
Consejero

Dra.
Liliana Picardi
Consejera

Ing. Agr. (MSc)
Enrique Cointry
Director de tesis

Dra Liliana Picardi
Coordinadora Académica

Zavalla, 27 de Diciembre de 2000

AGRADECIMIENTOS

- A mis familiares por todo el apoyo que me brindaron para seguir adelante en mi carrera, en especial a Gabriel, que supo ser un compañero fiel y estuvo a mi lado aún en momentos difíciles.
- A la Dra. Liliana Picardi y al Ing. Agr. Enrique Cointry por brindarme la posibilidad de formar parte del Grupo de Mejoramiento Vegetal de la Cátedra de Genética, al cual debo mi crecimiento personal y profesional.
- Al Ing, Agr. Fernando López Anido por ser un excelente consejero.
- A los integrantes de las Cátedras de Genética y Horticultura, en especial a la Lic. Vanina Cravero y a las Ing. Agr. Stella M. García e Inés Teresa Firpo, por su apoyo y colaboración en el arduo trabajo de campo para el desarrollo de esta tesis.

A Mateo

INDICE

RESÚMEN.....	iv
ABSTRAC.....	v
INTRODUCCIÓN	
Descripción botánica.....	1
Cultivo e importancia económica.....	2
Tipos de materiales obtenidos por mejoramiento genético.....	3
Parámetros genéticos relevantes para el mejoramiento de la especie.....	6
Utilización de técnicas estadísticas multivariadas para la selección.....	9
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS	
Caracterización del material.....	20
Análisis de la variancia.....	23
Heredabilidad.....	24
Coeficientes de correlación.....	25
Análisis de agrupamientos.....	26
Tablas y gráficos.....	28
DISCUSIÓN	
Estimación de parámetros.....	53
Análisis de agrupamientos.....	65
CONCLUSIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	69

RESÚMEN

Con el propósito de obtener una población mejorada de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) se sembró un ensayo constituido por 32 familias de medios hermanos en el Campo Experimental “J. F. Villarino” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.R ubicado a 33° 1' LS y 60° 53' LO. Durante 1997 y 1998 se evaluaron las variables: Número (TU), Peso Medio (PM) y Diámetro medio (DI) del turión, Rendimiento (RE), Rendimiento de mercado (RM), Días a cosecha (DAC), Número de tallos (NUTA), Altura (ALT) y Peso de la masa verde (MASAV).

Con los datos obtenidos se calculó la heredabilidad en sentido estricto mediante el método de componentes de variancia y mediante la regresión progenie – progenitor, y se realizó el cálculo de los coeficientes de correlación fenotípica, genética y ambiental. Las variables RE y RM no presentaron valores de heredabilidad significativamente diferentes de cero en ambos métodos. Las variables PM, DI, TU, DAC y NUTA presentaron valores de heredabilidad altamente significativos ($0,52 \pm 0,14$; $0,49 \pm 0,14$; $0,31 \pm 0,10$; $0,59 \pm 0,14$ y $0,36 \pm 0,10$ respectivamente) y ALT y MASAV valores significativos ($0,10 \pm 0,07$ y $0,23 \pm 0,09$ respectivamente) en el primer método. En el segundo, los valores de heredabilidad fueron significativos para PM, DI, ALT y NUTA ($0,40 \pm 0,08$; $0,40 \pm 0,08$; $0,50 \pm 0,08$ y $0,38 \pm 0,18$ respectivamente). Si bien TU presentó altas correlaciones fenotípicas y genéticas con RE (0,87 y 0,68), PM y DI presentaron correlaciones genéticas altas y negativas con TU (-0,78 y -0,79 respectivamente); por lo tanto la selección para aumentar el RE debe realizarse basándose en sus componentes, realizando un análisis conjunto de las mismas para no fijar características indeseables de calidad.

Se realizó, además, un Análisis de Agrupamiento que permitió identificar 5 grupos distintos en ambos sexos. Los grupos 5 de plantas estaminadas y 5 de pistiladas presentaron las mejores características de RE y calidad para actuar como progenitores de un nuevo ciclo de selección, con los que se espera lograr incrementos en un ciclo selectivo de 13,43 % en RE y 19,44 % en RM.

Parent Selection and Estimation of Genetic Parameters in Asparagus (*Asparagus officinalis* L.)

Abstract

In order to obtain an improved population of asparagus, 32 family of half sibs were planted at the Experimental Field “J.F. Villarino” of U.N.R. (33° 1' S, 60° 53' W). Number (TU), Average weigh (PM) and diameter (DI) of spears, Yield (RE), Marketable yield (RM), Days to first cut, Number of stalks, Height and Average weigh of the plant were evaluated during 1997 and 1998.

Heritability in narrow sense were calculated by the Variance Components and the parent – offspring regression methods, phenotypic, genetic and environmental correlations were also estimated. The heritability values for RE and RM were not significant in any method, while the values for PM, DI, TU were highly significant in the first one ($0,52 \pm 0,14$; $0,49 \pm 0,14$; $0,31 \pm 0,10$ respectively) and for PM, DI in the second one ($0,40 \pm 0,08$; $0,40 \pm 0,08$ respectively). TU had high phenotypic and genetic correlation with RE (0,87 and 0,68), but PM and DI had high and negatives genetic correlations with TU (-0,78 and -0,79); this means that selection could be based on yield's components but with the caution of not fixing undesirables characteristics.

Through a Cluster analysis, 5 groups were differentiated in both sexes. The best plants of Cluster number 5 of staminate and 5 of pistilate plants were selected to generate a new population with an expectable increase of 13,43% in RE and 19,44% in RM.

INTRODUCCIÓN

Descripción botánica

El espárrago es una planta dioica y perenne, del género *Asparagus*, perteneciente a la familia de las Liliáceas. Dicho género comprende unas 100 especies originarias del sur de Europa, Asia y África, algunas de ellas con valor ornamental y sólo una con valor hortícola (*Asparagus officinalis* L.).

La parte subterránea de la planta está constituida por un rizoma fibroso recubierto de yemas en distintas etapas de desarrollo y de un sistema radicular, con dos tipos de raíces: suculentas para el almacenamiento de sustancias de reserva y un vida de cuatro a cinco años, y fibrosas de absorción, que permanecen activas en la época de crecimiento y son reemplazadas en la temporada siguiente. Esta parte subterránea se conoce comúnmente como “araña”.

La parte aérea de la planta está constituida por tallos anuales de hasta tres metros de altura, erguidos, ramificados y glabros, con uno o más cladodios filiformes reunidos en fascículos en las axilas foliares. Las hojas verdaderas están reducidas a escamas. Los brotes tiernos de estos tallos se conocen como turiones y son el órgano comercializable de la especie.

Las flores son pequeñas, de color amarillo - verdoso, normalmente solitarias y unisexuales por aborto de uno de los verticilos. Según Galli *et al.* (1993) el sexo en esta especie está determinado por dos genes estrechamente ligados en fase de acoplamiento: uno dominante para la esterilidad femenina y el otro recesivo para la esterilidad masculina. Las plantas estaminadas son AB/ab y las pistiladas ab/ab, de tal manera que la cruce de una planta estaminada y una pistilada dará siempre una proporción 1:1 de cada sexo. Ocurre, en baja proporción, la aparición de plantas andromonoicas de compleja herencia (Franken, 1970).

El fruto es una baya esférica de color verde que vira al rojo a la madurez, con tres a seis semillas triangulares de color negro. Las semillas presentan un alto contenido de lignina y celulosa, con un elevado poder germinativo (85%) y sin dormancia.

Cultivo e importancia económica

El cultivo comercial se inicia normalmente con la siembra de las semillas en almácigo, para obtener arañas de un año de edad que son transplantadas al lugar definitivo durante el reposo invernal. Existen dos sistemas de cultivo: con surcos alomados para la producción de espárrago blanco y con surcos sin alomar para espárrago verde. Las distancias de plantación varían entre 1,8 a 2,5 metros entre líneas y 0,3 a 0,5 metros entre plantas para espárrago blanco y 1,2 metros entre líneas y 0,3 metros entre plantas para verde.

Luego del transplante, las plantas se dejan vegetar durante un año sin cosecha, para obtener un buen desarrollo del cultivo. En los años sucesivos, la cosecha se realiza en la primavera, mediante cortes diarios y durante un período de aproximadamente dos meses, al cabo del cual se dejan desarrollar los turiones en tallos vegetativos responsables del almacenamiento de reservas de la planta. En el otoño, con las primeras heladas, se produce la senescencia de la masa aérea o helecho.

Actualmente la duración comercial de una esparraguera es de alrededor de 10 o 12 años de producción, dependiendo de factores culturales, biológicos y climáticos.

La comercialización se realiza, en el mercado interno, en jaulas con 18 atados de un kilogramo de peso o bien en cajones “torito” de 18 atados de 500 gramos.

Según Benson (1999) hay por lo menos 61 países productores de espárrago, con una superficie total de 218.335 hectáreas. El 55% de la producción es de espárrago blanco. En nuestro

país la distribución geográfica del cultivo es muy amplia, realizándose la producción desde la Provincia de Río Negro hasta La Rioja y Catamarca, ocupando tierras de la Región Pampeana, como sustituto de actividades agrícolas tradicionales (Torchelli, 1993).

Tipos de materiales obtenidos por mejoramiento genético

A lo largo del mejoramiento de esta especie se han desarrollado diferentes tipos de materiales 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 clonales y materiales constituidos por las F_2 de híbridos simples.

Una de las poblaciones más antiguas mencionadas por Geoffriau *et al.* (1992) es “Gewone Hollandse” desarrollada en el siglo XVIII, también llamada “Purple Dutch” en Inglaterra. Esta población dio origen en Francia, en el siglo XIX, a las poblaciones tipo Argenteüil tanto precoz como tardío, que posteriormente fueron introducidas en Estados Unidos, derivándose de ella distintos materiales en este país. Estos mismos autores indican que en España e Italia se cultivan poblaciones tradicionales que son multiplicadas en áreas locales.

Originariamente los híbridos simples provenían del cruzamiento de dos plantas heterocigóticas produciendo descendencia con gran variabilidad entre plantas no sólo en la F_2 sino también en la F_1 , como lo menciona Norton en 1919 (citado por Ellison, 1986) refiriéndose a los materiales de su creación: Martha y Mary Washington. Sin embargo, para lograr una mayor homogeneidad se debe recurrir a los híbridos simples procedentes del cruzamiento de dos líneas homocigotas, las cuales pueden obtenerse por autofecundación de ejemplares andromonoicos, por

producción de plantas haploides mediante androgénesis *in vitro* (Reuther, 1992; Gry, 1990) o por cruzamientos repetidos entre hermanos. Por este último método fue creado el híbrido Limbras en Holanda (Ellison, 1986).

Los híbridos dobles provienen del cruzamiento de 4 plantas heterocigotas elegidas por su aptitud combinatoria específica y presentan una gran variabilidad genotípica aunque inferior al 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 aproximadamente un 30% superior respecto a las plantaciones comerciales de la zona; según Corriols y Thévenin (1979).

Los híbridos clonales o de clones resultan del cruzamiento entre dos genotipos heterocigotas que han sido previamente multiplicados (clonados) *in-vitro*, lo cual facilita la obtención comercial de semilla. Al provenir de sólo dos progenitores manifiestan una variabilidad genética inferior a los híbridos dobles. En el mismo programa de mejoramiento llevado a cabo en Francia se obtuvieron los híbridos clonales Lesto, Bruneto, Stelling y Aneto; que manifestaron un aumento en el rendimiento de hasta un 75% sobre los cultivos comerciales (Corriols y Thévenin, 1979). Otros híbridos clonales obtenidos son UC157 (Benson y Takatori, 1980); Jersey Giant (Ellison, 1984) en los Estados Unidos y Diego (Falavigna et al., 1982) en Italia.

Al ser el espárrago una planta dioica, numerosos investigadores se han dedicado a establecer si existen diferencias entre sexos para las distintas variables estudiadas. En algunos casos, un mayor rendimiento fue encontrado en las plantas estaminadas por Robbins y Jones (1926), Young (1937), Ellison *et al.* (1960), Currence y Richardson (1937), Franken (1970) y Falloon y Nikoloff (1986). Esta superioridad de las plantas estaminadas animó a los mejoradores a pensar que materiales constituidos íntegramente por estas plantas mostrarían rendimientos superiores a los de las poblaciones dioicas.

Ya en 1953, Sneeep propuso la posibilidad de crear materiales constituidos totalmente por plantas estaminadas a partir de la utilización de plantas supermacho (de constitución génica AABB). Ellison (1986) propuso como objetivos en el mejoramiento del espárrago el aumento de la productividad y de la adaptación local, una mejora en la calidad del turión y la obtención de híbridos TM (todo macho) por su productividad y longevidad, además de no producir semilla.

Sin embargo, esta superioridad de las plantas estaminadas no ha podido ser confirmada en otros materiales (Bannerot *et al.*, 1969; Thévenin, 1967; Ley *et al.*, 1976 y Cointy *et al.*, 1996b) posiblemente porque se produce una compensación entre el mayor número de turiones de las plantas estaminadas y los mayores pesos promedios y diámetros de turión de las plantas pistiladas.

Otros autores llegaron a similares resultados, entre ellos Nikoloff *et al.* (1986), González Castañón (1990) y Corriols (1985) quien indicó además que si no se elige cuidadosamente a estos híbridos, puede reducirse rápidamente el diámetro de los turiones.

Por lo tanto es necesario conocer la medida de expresión diferencial de las variables entre los sexos en el material que se está trabajando para decidir el tipo de material que se desea obtener.

Independientemente al producto a obtener, los programas de mejoramiento incluyen una primera etapa que se refiere a la selección de plantas elite que reúnan las características deseadas. Aunque Hanna (1952) postuló que es necesario un período de alrededor de 8 a 10 años de evaluación de plantas individuales para determinar el éxito de un cruzamiento determinado; por la gran variabilidad entre individuos en número de turiones, diámetro y peso promedio del turión; Bannerot *et al.* (1969) establecieron que el rendimiento de mercado de las dos primeras cosechas está altamente correlacionado con el rendimiento de mercado a más largo plazo; por lo tanto dos años de cosecha se consideran una evaluación confiable de rendimiento para los nuevos cultivares. Resultados similares fueron encontrados por Bussell *et al.* (1987). Por lo tanto la etapa de evaluación de planta individual puede concluirse luego de dos años de cosecha.

Parámetros genéticos relevantes para el mejoramiento de la especie

En el proceso de toma de decisiones en el mejoramiento genético de una especie es de importancia relevante el conocimiento de diferentes parámetros relativos a las variables que son objeto de dicho mejoramiento, de modo que se pueda tener una clara idea del progreso que es posible lograr mediante la selección. Entre ellos los más importantes son: media, variancia genética aditiva y su magnitud relativa, coeficiente de heredabilidad y coeficiente de correlación entre caracteres que están siendo seleccionados.

Falconer (1991) propone que la correlación entre dos caracteres es el cociente de la covariancia apropiada sobre el producto de las dos desviaciones estándar. Hay dos causas de correlación entre caracteres: la genética, determinada por la pleiotropía y el ligamiento y la ambiental. Sin embargo, la correlación que puede ser observada directamente mediante mediciones de los caracteres sobre los individuos de la población, es la correlación fenotípica. La covariancia fenotípica es la suma de las covariancias genéticas y ambiental, de manera que las causas genéticas y ambientales se combinan para producir la correlación fenotípica.

Diversos autores han estudiado las correlaciones fenotípicas existentes entre diversas variables y el rendimiento con el objetivo de identificar aquellas de fácil medición para ser utilizadas como criterios de selección. Ellison y Scheer (1959), Ellison *et al.* (1960) y Chen (1987) destacan que el rendimiento de plantas individuales de espárrago está correlacionado positivamente con el número de tallos, precocidad y vigor del helecho (masa vegetativa), por lo que estos caracteres pueden ser utilizados como criterios de selección. Así mismo, Silveira y Augustin (1993) evaluando cultivares e híbridos dioicos llegaron a las mismas conclusiones; mientras que al evaluar híbridos TM el rendimiento sólo se correlaciona positivamente con vigor de la planta.

Ellison *et al.* (1960) encontraron que el diámetro medio de los turiones se correlaciona negativamente con el número de tallos por planta, y que el diámetro y el número de turiones están altamente correlacionados con el rendimiento, esto último también confirmado por Currence y Richardson (1937) y Ellison (1986). Número de turiones se correlaciona negativamente con diámetro según Ellison y Scheer (1959), y positivamente con número de tallos según Tiejdens (1924). A su vez, Cointry *et al.* (2000) destacan que el número de turiones y el peso promedio de los mismos son las componentes de mayor influencia en la determinación del rendimiento.

López Anido *et al.* (1997) calcularon correlaciones genéticas entre variables, encontrando que dentro de los componentes del rendimiento, el número de turiones era el más asociado con número de tallos y peso de la masa verde.

Según Falconer (1991) “Las correlaciones fenotípicas son producto de la combinación de causas genéticas y ambiental. Si ambos caracteres tienen heredabilidades bajas la correlación fenotípica estará determinada principalmente por la correlación ambiental, pero si tienen heredabilidades altas entonces la correlación genética es la más importante.” El estudio de las correlaciones fenotípicas y genéticas está ampliamente ligado al estudio de la heredabilidad en sentido estricto de esas variables.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético vegetal, es fundamental conocer el grado y naturaleza de la variabilidad genética disponible en la población en relación con los caracteres de interés, así como determinar la heredabilidad para los distintos caracteres que serán utilizados como criterios selectivos.

Existen dos parámetros distintos que se denominan heredabilidad (h^2):

- La heredabilidad en sentido amplio (también llamada grado de determinación genético) obtenida como el cociente entre las variancias genética y fenotípica que provee información sobre las magnitudes relativas de dichas variancias en el *pool* de

germoplasma. No es indicado como estimador del progreso o ganancia genética que se puede lograr por selección dentro de una población particular.

- La heredabilidad en sentido estricto (h^2) es el cociente entre las variancias aditiva y fenotípica. La magnitud de la heredabilidad en sentido estricto indica qué tan fácil o difícil puede resultar cambiar la media de la población mediante selección, ya que los caracteres con altos valores de h^2 en sentido estricto pueden ser mejorados más rápidamente que aquellos con baja h^2 .

Por lo tanto, la heredabilidad en sentido estricto de un carácter métrico, es en una población, el parámetro genético de mayor importancia ya que determina la estrategia a ser usada en el mejoramiento para el carácter en cuestión.

Valores de heredabilidad en sentido amplio en espárrago fueron presentados por Legg *et al.* (1968) y López Anido *et al.* (1997), mientras que valores de heredabilidad en sentido estricto fueron presentados por López Anido *et al.* (1999), quienes trabajando con familias de hermanos enteros llegaron a la conclusión de que los altos valores hallados para las variables rendimiento de mercado, número de turiones y diámetro de turiones (0,72; 0,67 y 0,60 respectivamente) permiten la implementación de programas de mejoramiento que utilicen selección.

La forma más común de estimación de heredabilidad es a través del parecido entre parientes, ya sea en sentido lineal o colateral (Nyquist, 1991). Entre los métodos que implican el parentesco lineal, se encuentra la regresión progenie-progenitor; y entre los que involucran parientes colaterales, el análisis de familias de medios hermanos.

Nyquist, en el mismo trabajo citado anteriormente, establece que la progenie y los progenitores deben ser evaluados en ambientes independientes de manera que la covariancia ambiental entre ellos sea nula. Si los dos ambientes son dos diferentes años en la misma localidad, no son independientes si existe interacción genotipo-localidad, y la heredabilidad se verá

sobrestimada en una magnitud igual a la de esta interacción. Del mismo modo, esta misma interacción afecta la evaluación de la variancia entre familias de medios hermanos, obteniéndose también valores mayores de heredabilidad. Por lo tanto, sólo si el componente de la interacción genotipo-localidad es de magnitud despreciable, la evaluación en un solo ambiente es suficiente para el cálculo de la heredabilidad.

López Anido *et al.* (1997), trabajando con plantas tomadas al azar de la misma población base utilizada en el presente trabajo, clonadas y evaluadas en diferentes localidades, encontraron que no existe interacción genotipo-localidad para todas las variables excepto altura de planta. Por lo tanto los valores de heredabilidad presentados aquí pueden considerarse insesgados para todas las variables excepto para altura de planta. En este último caso, los valores presentados deberán interpretarse como un techo máximo a los valores de heredabilidad poblacionales, los cuales son teóricamente menores.

Utilización de técnicas estadísticas multivariadas para la selección

Luego del análisis de una extensa población de individuos, las plantas que finalmente resulten electas como progenitoras de una nueva generación, deberán reunir un conjunto de características favorables que el mejorador desee incrementar en la población que está mejorando.

Las correlaciones de escasa magnitud, así como negativas entre variables, indican que es necesario realizar una valoración conjunta de las mismas para no fijar características negativas en la población junto con otros aspectos que han resultado elegidos como criterios de selección.

En este sentido, Punia *et al.* (1982), Cruz (1990) y Cruz y Regazzi (1994) afirman que las técnicas estadísticas como el Análisis de Agrupamientos constituyen una herramienta adecuada para

el mejor aprovechamiento de las interrelaciones existentes en un grupo de variables, posibilitando la identificación de genotipos que se destaquen del resto.

En el Análisis de Agrupamientos se requiere que un conjunto de observaciones sea dividido en grupos de manera tal que los pares de observaciones dentro de un grupo sean más similares entre sí que los pares de observaciones de grupos diferentes (Joliffe, 1986). Al realizar un Análisis de Agrupamientos sobre las características individuales de un conjunto de plantas se facilita la identificación de aquellos individuos con la combinación de variables más favorables.

Este tipo de análisis fue utilizado por Gatti *et al.* (2000) para caracterizar siete poblaciones de espárrago con el fin de seleccionar aquellas más apropiadas como fuente de progenitores de híbridos. En este caso los autores concluyeron que los materiales de interés como fuente de progenitores femeninos no serían los mismos que los de progenitores masculinos debido a la expresión diferencial de los sexos.

HIPÓTESIS

Las poblaciones del cultivar Argenteüil utilizadas en la zona hortícola de Rosario manifiestan variabilidad fenotípica a nivel de planta individual para los caracteres de interés productivo, siendo los efectos genéticos determinantes de dicha expresión, preponderantemente aditivos, por lo que sería posible obtener progreso mediante selección.

OBJETIVOS

General:

Obtener una población mejorada de espárrago blanco tanto para caracteres vegetativos como productivos

Específicos:

Calcular la heredabilidad en sentido estricto para los caracteres vegetativos y productivos

Estimar valores de correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales entre caracteres

Identificar el grupo de plantas que reúna las mejores características para actuar como progenitoras de un nuevo *pool* génico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como material experimental original se utilizó una población base de espárrago blanco de 900 arañas de un año de edad del cultivar Argenteüil, implantada en septiembre de 1991 en el Campo Experimental J.F. Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, ubicado en la localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe (33° 01' LS y 60° 53' LO). El diseño experimental usado fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, y la evaluación se realizó sobre plantas individuales durante las campañas 1992, 1993 y 1994. El material fue manejado como espárrago blanco, realizándose el alomado de los surcos previamente a la cosecha.

En 1994 se seleccionaron sobre la base del rendimiento promedio de las tres campañas, 32 plantas pistiladas y 64 plantas estaminadas. Esta fracción de plantas selectas se dejó polinizar libremente entre sí, cosechándose luego la totalidad de semillas producidas sobre cada planta pistilada, y obteniéndose, de esta manera, 32 familias de medios hermanos que constituyeron la población progenie.

A finales de septiembre de 1995 se sembraron las semillas en almácigo, para obtener, en 1996, las arañas de un año de edad que fueron implantadas en el mismo Campo Experimental, en un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. Cada repetición consistió en promedio de 10 plantas por familia. La distancia de plantación fue 2,1 metros entre surcos y 0,45 metros entre arañas dentro del surco.

Las plantas se dejaron crecer durante la primavera - verano de 1996, evaluándose en este período la expresión del sexo.

Durante los años 1997 y 1998 se evaluaron, luego del alomado de los surcos, las siguientes variables medidas sobre plantas individuales que cosechadas durante un período de 40 días a partir de la aparición del primer turión:

- Número de Turiones (TU): cantidad de brotes producidos por cada planta.
- Peso Medio del turión (PM): peso promedio del turión en g.
- Diámetro medio del turión (DI): diámetro promedio en mm de los turiones de cada planta, medido con calibre en la base del tercio superior del turión.
- Rendimiento (RE): peso total en g de todos los turiones producidos por cada planta.
- Rendimiento de mercado (RM): peso total en g de los turiones de cada planta, con diámetro superior o igual a 12 mm.
- Días a cosecha (DAC): número de días transcurridos desde el 21 de abril (fecha media de corte de la masa aérea) a la primer cosecha de cada planta.

Las cosecha se hicieron con una frecuencia de 3 cortes semanales y previo a la pesada los turiones se cortaron a 15 cm de longitud.

Luego de la cosecha las plantas se dejaron crecer libremente, y al final del período vegetativo se evaluó:

- Número de tallos (NUTA): número total de tallos vegetativos de cada planta.

- Altura (ALT): altura en cm del tallo principal de cada planta, tomada desde el nivel del suelo.
- Masa verde (MASAV): peso fresco total en g del helecho, cortando cada tallo a nivel del suelo.

En la progenie se estudiaron las distribuciones de frecuencia de las variables y de los residuales mediante el test de Durbin-Watson del procedimiento Univariate de SAS (SAS Institute, 1996). La homogeneidad de las variancias de los residuales se probó a través de la prueba de Barlett (1947).

Excepto Altura de planta, el resto de las variables no presentó una distribución normal y no cumplió con el requisito de normalidad de los residuales, por lo tanto fueron transformadas por: $x^{1/2} + (x + 1)^{1/2}$ (Snedecor, 1964).

La comparación de valores medios de cada variable se realizó mediante el test de Duncan (Snedecor, 1964) dentro de cada sexo, y mediante una prueba de t para comparar promedios generales entre sexos. Para el análisis de la proporción sexual en la progenie se utilizó el método de Ji cuadrado (Snedecor, 1964).

Se realizó un ANOVA mediante los procedimientos PROC GLM (SAS Institute, 1996) considerando el siguiente modelo lineal propuesto por Nyquist (1991) para plantas perennes:

$$y_{ijkl} = \mu + R_i + F_j + a_{(ij)} + W_{(ij)l} + A_k + RA_{(ik)} + FA_{(jk)} + b_{(ijk)} + e_{(ijkl)}$$

Donde:

y_{ijkl} = valor fenotípico de la l-ésima planta en el k-ésimo año en la j-ésima familia en la i-ésima repetición.

μ es la media general del experimento

R_i = efecto de la i-ésima repetición.

F_j = efecto de la j-ésima familia

$a_{(ij)}$ = error de la parcela completa (interacción repetición - familia).

$W_{(ij)l}$ = efecto del l-ésimo individuo dentro de la j-ésima familia en la i-ésima repetición.

A_k = efecto del k-ésimo año.

$RA_{(ik)}$ = efecto de la interacción repetición - año.

$FA_{(jk)}$ = efecto de la interacción familia - año.

$b_{(ijk)}$ = error de la subparcela (interacción repetición - familia - año)

$e_{(ijk)l}$ = error experimental

Variando:

i: 1→a

j: 1→b

k: 1→c

l: 1→d

Se consideró un modelo mixto, siendo los efectos de repetición y familia aleatorios y año fijo, debido a la tendencia de las plantas a presentar valores fenotípicos superiores a medida que se incrementa la edad, causada por el crecimiento normal del cultivo.

La esperanza de los cuadrados medios del análisis de variancia para este modelo es:

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Esperanza de Cuadrados Medios</i>
Repeticiones	a-1		
Familias	b-1	1	$\sigma^2_c + c\sigma^2_d + cd\sigma^2_a + acd\sigma^2_F$
Error (a)	(a-1)(b-1)	2	$\sigma^2_c + c\sigma^2_d + cd\sigma^2_a$
Indiv. Dentro de parcelas	Ab(d-1)	3	$\sigma^2_c + c\sigma^2_d$
Años	c-1		
Repeticiones x Años	(a-1)(c-1)		
Familias x Años	(b-1)(c-1)	4	$\sigma^2_c + d\sigma^2_b + ad\sigma^2_{FA}$
Error (b)	(a-1)(b-1)(c-1)	5	$\sigma^2_c + d\sigma^2_b$
Error (c)	ab(d-1)(c-1)	6	σ^2_c
Total	abcd-1		

donde a, b, c y d representan el número de repeticiones, familias, años y la media armónica del número de individuos por familia respectivamente.

Las componentes de variancia fueron estimadas como:

$$\sigma^2_F = (CM1 - CM2) / acd$$

$$\sigma^2_a = (CM2 - CM3) / cd$$

$$\sigma^2_d = (CM3 - CM6) / c$$

$$\sigma^2_{FA} = (CM_4 - CM_5)/ad$$

$$\sigma^2_b = (CM_5 - CM_6)/d$$

La heredabilidad en sentido estricto en base a planta individual se calculó según el modelo propuesto por Nyquist (1991):

$$h^2 = \frac{4\sigma^2_F}{\sigma^2_F + \sigma^2_{FA} + \sigma^2_a + \sigma^2_d + \sigma^2_b + \sigma^2_c}$$

Expresando la heredabilidad como la siguiente relación entre funciones lineales de cuadrados medios:

$$h^2 = \frac{X}{Y} = \frac{\frac{4}{acd} CM_1 - \frac{4}{acd} CM_2}{\frac{1}{acd} CM_1 + \frac{(a-1)}{acd} CM_2 + \frac{(d-1)}{cd} CM_3 + \frac{1}{ad} CM_4 + \frac{(a-1)}{ad} CM_5 + \frac{(dc-c-d)}{dc} CM_6}$$

el error estándar fue calculado según Bulmer (1980):

$$\sigma_h^2 = X/Y * [\sigma^2_x/X^2 + \sigma^2_y/Y^2 - 2Cov(XY)/XY]^{1/2}$$

donde:

$$\sigma^2_x = \sum u_i \sigma^2_{CMi}$$

$$\sigma^2_y = \sum v_i \sigma^2_{CMi}$$

$$Cov(XY) = \sum u_i v_i \sigma^2_{CMi}$$

$$\sigma^2_{CMi} = 2CM_i/(gl_i + 2)$$

siendo u_i y v_i los coeficientes del i -ésimo cuadrado medio en el numerador y denominador respectivamente, y g_l los grados de libertad correspondientes.

La heredabilidad en sentido estricto también se calculó utilizando el siguiente modelo (Hallauer y Miranda, 1988):

$$Z_i = \beta x_i + \varepsilon_i$$

donde:

Z_i = media de los descendientes del i -ésimo progenitor femenino.

x_i = observación del i -ésimo progenitor femenino.

β = coeficiente de regresión de Z sobre x .

ε_i = error experimental asociado.

La heredabilidad fue igual a:

$$h^2 = 2b$$

donde:

b = coeficiente de regresión.

Siendo el error estándar en este caso:

$$S_{h^2} = 2S_b$$

Se calcularon los coeficientes de correlaciones genética y fenotípica entre los distintos caracteres (Becker, 1967) según:

$$r_g = \text{Cov}_{gxy} / (\sigma_{gx} * \sigma_{gy})$$

donde Cov_{gxy} es la covariancia genética entre los caracteres x e y; σ_{gx} y σ_{gy} son las desviaciones genéticas estándares de dichos caracteres.

$$r_f = \text{Cov}_{fxy} / (\sigma_{fx} * \sigma_{fy})$$

donde Cov_{fxy} es la covariancia fenotípica entre caracteres y σ_{fx} y σ_{fy} son los desvíos fenotípicos estándares de los caracteres x e y.

El coeficiente de correlación ambiental fue despejado del modelo propuesto por Falconer (1991) y calculado a partir de:

$$r_e = (r_f - h_x h_y r_g) / e_x e_y$$

donde r_f y r_g son los coeficientes de correlaciones fenotípicas y genéticas, h_x y h_y son las raíces cuadradas de los coeficientes de heredabilidad de los caracteres x e y respectivamente y e_x y e_y son las raíces cuadradas de $1 - h^2$ para los caracteres x e y respectivamente.

En función de los valores medios de plantas individuales para las variables de interés productivo y de calidad (Rendimiento, Rendimiento de Mercado, Peso promedio y Diámetro medio de los turiones, Número de turiones y Días a cosecha) se realizó un análisis de agrupamiento

mediante el módulo estadístico Cluster análisis, método K-means cluster del programa Statistica (Stat Soft Inc., 1993) para identificar grupos de plantas con características homogéneas.

Resultados

Caracterización del material

El análisis de los residuales de las variables Rendimiento, Rendimiento de mercado, Peso promedio del turión, Diámetro medio del turión, Número de turiones, Días a cosecha, Número de tallos y Peso de la masa verde transformadas, así como de Altura de planta sin transformar demuestra que no existen desviaciones considerables respecto a la distribución normal de los mismos, por lo tanto se cumplen los supuestos básicos necesarios para la realización del análisis de variancia.

En los gráficos 1 a 9 se presentan los valores promedios por familia y año, así como el rango de variación entre valores mínimos y máximos dentro de familia. Como puede verse todas las variables mostraron valores superiores en el segundo año, debido al crecimiento normal de la esparraguera. Para la variable Rendimiento (gráfico 1) los rangos de variación dentro de familias fueron mayores el segundo año, al igual que para la variable Rendimiento de mercado (gráfico 2). Para Peso promedio del turión y Diámetro medio del turión (gráficos 3 y 4 respectivamente) los rangos de variación dentro de familia fueron menores en el segundo año.

Número de turiones (gráfico 5) mostró mayores rangos de variación dentro de familias el segundo año, así como marcadas diferencias entre familias, destacándose las familias 81, 104, 115,

212 y 803 por presentar las menores variaciones respecto a la media familiar mientras que las familias 28, 504, 759 y 879 mostraron las mayores diferencias entre plantas.

La variable Días a cosecha (gráfico 6) presentó gran variabilidad dentro de familias, al igual que Peso de la masa verde (gráfico 9) en el segundo año, mientras que las variables Altura de planta y Número de tallos (gráficos 7 y 8) mostraron una tendencia a reducir las diferencias entre plantas dentro de familias el segundo año de evaluación, presentando ambos casos familias altamente uniformes.

En las tablas 1 a 9 se presentan los valores medios y desvíos estándares de las distintas variables, expresados sobre la base de planta individual para cada año, en cada familia y discriminados por sexo.

Para Rendimiento (tabla 1) y Rendimiento de mercado (tabla 2) se destacaron las familias 395, 412, 757, 759 y 859 por integrar el grupo con altos valores medios tanto en plantas estaminadas como pistiladas ambos años. Las familias 803, 106 y 212 presentaron valores elevados en las plantas estaminadas mientras que las familias 879 y 495 lo hicieron en las pistiladas. Considerando el comportamiento general de los sexos, puede verse que en el primer año de cosecha las diferencias a favor de las plantas pistiladas fueron significativas en ambas variables ($t = 2,09$; $p < 0,05$ y $t = 2,75$; $p < 0,01$ para Rendimiento y Rendimiento de mercado respectivamente), pero en el segundo año de cosecha no se manifestaron diferencias significativas en cuanto a Rendimiento, mientras que para Rendimiento de mercado las plantas pistiladas fueron superiores ($t = 2,64$; $p < 0,01$).

Tanto para Peso promedio del turión (tabla 3) como para Diámetro medio del turión (tabla 4), las familias 104, 202, 212, 495, 750, 759 y 859 mostraron valores medios elevados los dos años y en los dos sexos. En las plantas estaminadas también pueden destacarse por peso y diámetro las

familias 106 y 757. Las diferencias entre sexos fueron altamente significativas los dos años de cosecha, y siempre a favor de las plantas pistiladas ($t = 6,83$ y $t = 5,92$; $p < 0,01$ para Peso promedio y Diámetro del turión en el primer año; $t = 10,78$ y $t = 10,18$; $p < 0,01$ respectivamente en el segundo año).

En la tabla 5 se muestran los valores promedios para Número de turiones, las familias 48, 78, 89, 133, 412, 395, 757, 759, 859 y 879 presentaron elevados números de turiones los dos años y en los dos sexos. Las familias 106, 706 y 803 tuvieron elevados números de turiones en las plantas estaminadas. La familia 212 presentó bajos números de turiones en ambos sexos y años, siendo más notorio en las plantas pistiladas. En esta variable se destacaron las plantas estaminadas ($t = 2,52$; $p < 0,05$) en el primer año de cosecha, pero en el segundo año los promedios se equiparan y no presentan diferencias significativas.

En cuanto a Días a cosecha (tabla 6), se destacaron las familias 133 y 78 como tardías en ambos sexos y la 757 como muy temprana. La familia 726 mostró un comportamiento inestable en las plantas pistiladas, ya que es tardía el primer año pero muy temprana el segundo. Teniendo en cuenta el comportamiento general de los sexos, las plantas pistiladas fueron más tardías que las estaminadas ($t = 2,75$ y $t = 5,47$; $p < 0,01$ para el primer y segundo año respectivamente).

Para las variables vegetativas las familias 48, 726 y 803 coincidieron con elevados promedios de Altura de planta (tabla 7), Número de tallos (tabla 8) y Peso de la masa verde (tabla 9). Las diferencias entre sexos fueron significativas para Altura de planta ($t = 5,16$ y $t = 2,92$; $p < 0,01$ en el primer y segundo período vegetativo respectivamente) siendo superiores las plantas pistiladas; y para Número de tallos ($t = 3,93$ y $t = 4,55$; $p < 0,01$ respectivamente) destacándose las plantas estaminadas. Para la variable Peso de la masa verde no se manifestaron diferencias significativas entre sexos.

En la tabla 10 se presentan los valores de χ^2 para el estudio de las diferencias en la proporción sexual de las familias. Como puede verse, las diferencias fueron significativas sólo para las familias 78 ($\chi^2 = 4,41$; $p < 0,05$) y 349 ($\chi^2 = 4,92$; $p < 0,05$) en las que hubo un mayor número de plantas pistiladas, y la familia 879 ($\chi^2 = 5,77$; $p < 0,05$) en la que fue mayor el número de plantas estaminadas. Sin embargo, el análisis de heterogeneidad indica que todas las familias pueden considerarse muestras aleatorias extraídas de una población homogénea en la cual la proporción sexual no difiere de 1:1, y que los casos de diferencias significativas con esta distribución son producto del azar.

Análisis de la variancia

En las tablas 11, 12 y 13 se presentan los resultados del Análisis de Variancia de las distintas variables. Las diferencias entre familias fueron significativas con $p < 0,05$ para la variable Rendimiento, y altamente significativas ($p < 0,01$) para el resto de las variables.

Todas las variables mostraron diferencias altamente significativas entre individuos dentro de parcelas y en la fuente de variación años, este último hecho explicado por el incremento significativo que se produce en todas las variables debido al crecimiento normal del cultivo.

La interacción familia - años no fue significativa para Número de turiones, Altura de planta y Peso de la masa verde; fue altamente significativa para las variables Rendimiento, Rendimiento de mercado, Peso promedio del turión y Días a cosecha y significativa para Diámetro medio del turión y Número de tallos. La significancia estadística se debe a los diferentes porcentajes de aumento entre el primer y segundo año presentados por las familias en las distintas variables. La familia 504 tuvo los mayores porcentajes de incremento para las variables Rendimiento (126 %), Rendimiento de mercado (185 %), Peso promedio del turión (56 %), Diámetro medio del turión (23 %) y Días a

cosecha (22 %). Los menores porcentajes fueron presentados por las familias 89 para Rendimiento (29 %) y la 212 para Rendimiento de mercado (17 %), Peso promedio del turión (6 %), Diámetro medio del turión (1 %) y Días a cosecha (8 %). En cuanto a la variable Número de tallos, la familia 726 mostró el mayor incremento (102 %) mientras que en otros casos hubo una disminución en los valores, siendo más marcada en el caso de la familia 253 que presentó valores un 16 % inferiores en el segundo año de cosecha.

La interacción triple familias - repeticiones - años (error b) fue altamente significativa ($p < 0,01$) para Peso promedio del turión, Diámetro medio del turión, Días a cosecha y Peso de la masa verde; y significativa ($p < 0,05$) para Altura de planta. En el resto de las variables no se observaron diferencias significativas y por lo tanto esta fuente de variación fue amalgamada con el error general en la realización del cálculo de heredabilidad en sentido estricto.

Heredabilidad

En la tabla 14 se presentan los valores de heredabilidad en sentido estricto obtenidos a partir de los componentes de variancia para las distintas variables. Las variables Peso promedio del turión, Diámetro medio del turión y Días a cosecha presentan valores altos de heredabilidad ($0,52 \pm 0,14$; $0,49 \pm 0,14$ y $0,59 \pm 0,14$ respectivamente). Las variables Número de turiones, Número de tallos y Peso de la masa verde mostraron valores de heredabilidad intermedios, ($0,31 \pm 0,10$; $0,36 \pm 0,10$ y $0,23 \pm 0,09$ respectivamente). Los menores valores de heredabilidad en sentido estricto los presentaron las variables Rendimiento, Rendimiento de mercado y Altura de planta ($0,10 \pm 0,07$; $0,13 \pm 0,07$ y $0,14 \pm 0,06$ respectivamente).

En la tabla 15 se presentan los valores de heredabilidad en sentido estricto obtenidos a través del método de regresión progenie - progenitor. En este caso las variables Rendimiento y Rendimiento de mercado también presentaron valores bajos de heredabilidad ($0,10 \pm 0,08$ y $0,08 \pm 0,08$ respectivamente), mientras que Altura de planta mostró una alta heredabilidad ($0,50 \pm 0,08$) y el resto de las variables mostraron valores intermedios ($0,40 \pm 0,08$ para Peso promedio del turión, $0,40 \pm 0,08$ para Diámetro, $0,31 \pm 0,20$ para Número de turiones, $0,28 \pm 0,20$ para Días a cosecha, $0,38 \pm 0,18$ para Número de tallos y $0,42 \pm 0,26$ para Peso de la masa verde). Cabe destacar que las pendientes de las rectas de ajuste sólo fueron significativas en los casos de Peso promedio y Diámetro del turión, Altura de planta y Número de tallos.

Coefficientes de correlación

En la tabla 16 se presentan los valores obtenidos de correlación fenotípica, genética y ambiental entre variables. Como puede verse, la variable Rendimiento muestra correlaciones fenotípicas altas con Rendimiento de mercado y Número de turiones, baja con Días a cosecha y Número de tallos e intermedias con el resto de las variables; sin embargo, en el caso de las correlaciones genéticas, estas son altas con las mismas variables que las fenotípicas, pero intermedias con Número de tallos y bajas con el resto. Las correlaciones ambientales son altas con Rendimiento de mercado, Peso promedio del turión, Diámetro medio del turión y Número de turiones; es baja con Número de tallos e intermedia con el resto.

Rendimiento de mercado presenta una alta correlación fenotípica y ambiental con Número de turiones además de correlaciones genéticas y fenotípicas intermedias con Peso promedio del turión y Diámetro medio del turión, siendo la correlación genética también intermedia con Días a cosecha.

Peso promedio y Diámetro medio del turión muestran altas correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas entre sí, así como una alta similitud en las correlaciones con el resto de las variables, indicando este hecho que posiblemente se trate de dos expresiones de un mismo atributo. Como puede verse, las correlaciones genéticas son altas y negativas con Número de turiones, mientras que las fenotípicas con esta variable son cercanas a cero. Las correlaciones ambientales son altas con Número de turiones y Días a cosecha e intermedias con Altura, Número de tallos y Peso de la masa verde.

Número de turiones muestra valores altos de correlación genética con Número de tallos, mientras que la correlación fenotípica con esta variable es intermedia. La variable Días a cosecha presenta valores intermedios a bajos de correlaciones fenotípicas y genéticas con el resto de las variables, siendo estas últimas en la mayoría de los casos de signo negativo. Las correlaciones ambientales son altas y positivas con Peso promedio y Diámetro medio del turión.

Peso de la masa verde presenta una alta correlación genética con Número de tallos, siendo el resto de las correlaciones con las otras variables intermedias o bajas.

Análisis de agrupamientos

El Análisis de Agrupamientos en las plantas estaminadas realizado sobre la base de las variables productivas permitió diferenciar 5 grupos: el grupo 1 integrado por 102 plantas, el 2 por 95, el 3 por 171, el 4 por 186 y el 5 por 36 plantas. En la tabla 17 se presenta el análisis de variancia para las diferentes variables y grupos, destacándose que la diferenciación entre grupos para la variable Días a cosecha es significativa ($p < 0,05$) ambos años, mientras que el resto de las variables presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). En el gráfico 10 se muestran los valores

medios de cada variable en cada grupo, siendo el grupo 5 de plantas estaminadas el que presenta mayor interés desde el punto de vista selectivo.

Para el caso de las plantas pistiladas, el análisis de variancia (tabla 18) muestra que la variable Días a cosecha en el segundo año no presenta diferencias significativas que permitan discriminar distintos grupos, por lo tanto la diferenciación se realizó acorde al resto de las variables. El número de plantas integrantes de cada grupo fue: para el grupo 1, 135 plantas; para el 2, 67; para el 3, 141; para el 4, 236 y para el grupo 5, 56 plantas. En el gráfico 11 se muestran los valores medios de cada grupo, siendo el de mayor interés selectivo para las plantas pistiladas el grupo 5.

Considerando estos resultados se seleccionaron, dentro del grupo 5 de plantas estaminadas, los 6 individuos superiores y dentro del grupo 5 de plantas pistiladas, los 8 individuos superiores que actuaron como progenitores del nuevo ciclo de selección que se está llevando a cabo.

Con los valores medios de las plantas que resultaron electas se calcularon los siguientes diferenciales de selección y respuestas teóricas esperadas para el siguiente ciclo, en función de los valores de heredabilidad hallados con el método de componentes de variancia:

	Media en la población	Media en la fracción selecta	Diferencial de selección	Respuesta esperada	% de la media que representa
RE	185,44	434,43	248,99	24,90	13,43
RM	136,07	339,50	203,43	26,45	19,44
PM	19,35	26,48	7,13	3,71	19,17
DI	12,70	15,42	2,72	1,33	10,47
TU	9,45	16,18	6,73	2,09	22,12
DAC	153,83	148,64	-5,19	-3,06	1,99

Tabla 1: Valores medios y desvío estándar (DE) de Rendimiento por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia.	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	81,01 ^{EF}	39,75	109,27 ^{EFGH}	45,18	155,05 ^F	64,33	172,72 ^{FG}	47,83
48	121,65 ^{ABCDEF}	61,59	128,24 ^{BCDEFGH}	57,07	239,25 ^{ABCDEF}	99,05	240,50 ^{BCDEFG}	87,71
54	111,84 ^{ABCDEF}	47,44	96,69 ^{GH}	49,64	178,36 ^{CDEF}	54,67	185,21 ^{FG}	64,77
78	124,21 ^{ABCDE}	77,89	127,59 ^{BCDEFGH}	69,25	218,37 ^{ABCDEF}	92,81	236,16 ^{BCDEFG}	99,34
81	110,90 ^{ABCDEF}	70,17	118,18 ^{CDEFGH}	56,08	164,40 ^{DEF}	93,60	178,88 ^{FG}	78,22
89	124,18 ^{ABCDE}	70,82	166,20 ^{ABCDE}	85,68	200,88 ^{BCDEF}	103,57	181,02 ^{FG}	87,36
104	124,04 ^{ABCDE}	56,98	157,43 ^{ABCDEF}	88,43	174,80 ^{CDEF}	67,40	214,43 ^{DEFG}	88,83
106	159,53 ^{AB}	73,99	133,08 ^{BCDEFGH}	73,18	238,44 ^{ABCDEF}	74,33	182,84 ^{FG}	85,38
115	136,46 ^{ABCDE}	63,40	102,09 ^{FGH}	64,43	195,16 ^{BCDEF}	65,27	188,12 ^{EFG}	98,41
133	120,19 ^{ABCDEF}	53,50	132,76 ^{BCDEFGH}	56,77	222,70 ^{ABCDEF}	102,52	240,99 ^{BCDEFG}	76,78
163	120,00 ^{ABCDEF}	57,65	122,08 ^{CDEFGH}	68,78	174,11 ^{CDEF}	75,51	193,06 ^{EFG}	71,13
202	132,04 ^{ABCDE}	68,26	113,43 ^{DEFGH}	80,63	235,35 ^{ABCDEF}	91,62	303,42 ^{ABC}	130,88
212	145,53 ^{ABCD}	77,62	142,95 ^{BCDEFGH}	91,27	218,28 ^{ABCDEF}	87,16	194,29 ^{EFG}	62,94
253	114,38 ^{ABCDEF}	65,66	104,36 ^{FGH}	53,52	165,35 ^{DEF}	83,08	164,35 ^G	61,98
349	122,39 ^{ABCDEF}	69,25	113,04 ^{DEFGH}	53,05	196,55 ^{BCDEF}	71,69	210,48 ^{DEFG}	77,56
395	142,35 ^{ABCD}	75,73	152,32 ^{ABCDEFG}	85,14	294,12 ^A	92,55	308,39 ^{ABC}	142,08
412	143,76 ^{ABCD}	94,41	175,65 ^{ABC}	84,27	234,31 ^{ABCDEF}	135,04	295,81 ^{ABCD}	191,45
473	98,62 ^{DEF}	76,51	130,23 ^{BCDEFGH}	73,89	248,85 ^{ABCD}	135,30	210,51 ^{DEFG}	99,57
495	108,42 ^{BCDEF}	62,27	139,19 ^{BCDEFGH}	88,60	200,35 ^{BCDEF}	83,94	298,07 ^{ABCD}	172,19
504	102,49 ^{BCDEF}	47,69	121,69 ^{CDEFGH}	59,01	245,09 ^{ABCDE}	143,11	264,79 ^{ABCDEF}	157,67
653	110,21 ^{ABCDEF}	69,47	115,70 ^{DEFGH}	70,09	211,52 ^{ABCDEF}	120,22	195,15 ^{EFG}	97,53
706	127,09 ^{ABCDE}	67,76	142,39 ^{BCDEFGH}	70,80	239,10 ^{ABCDEF}	108,67	213,94 ^{DEFG}	89,04
726	118,97 ^{ABCDEF}	63,80	88,05 ^H	59,93	235,26 ^{ABCDEF}	108,40	225,74 ^{CDEFG}	92,14
750	110,84 ^{ABCDEF}	65,17	137,96 ^{BCDEFGH}	71,31	258,71 ^{ABC}	110,73	264,70 ^{ABCDEF}	106,88
754	99,43 ^{CDEF}	45,05	134,84 ^{BCDEFGH}	64,87	202,26 ^{BCDEF}	104,15	255,52 ^{BCDEFG}	156,90
757	158,37 ^{AB}	81,74	182,04 ^{AB}	97,53	296,80 ^A	111,52	279,10 ^{ABCDE}	127,09
759	156,87 ^{ABC}	64,21	169,99 ^{ABCD}	79,35	274,31 ^{AB}	111,05	324,94 ^{AB}	135,68
803	167,22 ^A	82,63	121,30 ^{CDEFGH}	73,75	214,17 ^{ABCDEF}	88,22	209,74 ^{DEFG}	117,62
852	66,00 ^F	35,07	124,56 ^{BCDEFGH}	66,87	169,54 ^{DEF}	53,55	209,54 ^{DEFG}	83,41
859	141,51 ^{ABCD}	83,36	203,01 ^A	92,21	282,52 ^{AB}	164,55	350,28 ^A	131,53
876	121,57 ^{ABCDEF}	79,44	96,66 ^{GH}	53,35	160,05 ^{EF}	95,92	200,17 ^{EFG}	107,04
879	99,52 ^{CDEF}	48,48	151,84 ^{ABCDEFG}	66,62	231,10 ^{ABCDEF}	110,50	310,15 ^{ABC}	134,14
General	123,17	67,78	132,09 [*]	73,20	220,55	104,49	233,37 [*]	115,16

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 2: Valores medios y desvío estándar (DE) de Rendimiento de mercado por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia.	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	72,40 ^{BCDE}	55,03	85.63 ^{CDEFGH}	45,72	131,18 ^{DE}	61,73	129,54 ^H	35,87
48	71,48 ^{BCDE}	44,90	72.62 ^{GH}	39,55	185,38 ^{ABCDE}	79,66	198,86 ^{ABCDEFGH}	81,72
54	69,47 ^{CDE}	45,44	71.16 ^{GH}	42,40	138,75 ^{CDE}	44,70	154,18 ^{EFGH}	60,58
78	90,99 ^{ABCDE}	68,85	97.1 ^{BCDEFGH}	60,39	174,84 ^{ABCDE}	82,23	208,31 ^{ABCDEFG}	105,50
81	96,41 ^{ABCDE}	66,53	89.31 ^{CDEFGH}	53,61	123,30 ^E	70,20	145,52 ^{GH}	67,44
89	77,24 ^{ABCDE}	41,12	129.78 ^{ABCDEF}	81,42	161,89 ^{ABCDE}	86,58	146,92 ^{GH}	78,35
104	95,99 ^{ABCDE}	49,11	131.15 ^{ABCDE}	70,16	140,72 ^{CDE}	64,59	173,98 ^{BCDEFGH}	77,05
106	114,53 ^{ABC}	76,60	108.21 ^{BCDEFGH}	72,33	193,49 ^{ABCD}	69,94	152,72 ^{EFGH}	79,17
115	116,06 ^{ABC}	58,05	86.71 ^{CDEFGH}	69,67	162,13 ^{ABCDE}	67,09	147,66 ^{GH}	79,37
133	68,57 ^{CDE}	36,53	73.86 ^{FGH}	59,88	172,73 ^{ABCDE}	80,76	208,18 ^{ABCDEFG}	80,33
163	94,20 ^{ABCDE}	56,32	101.5 ^{BCDEFGH}	51,99	130,58 ^{DE}	56,63	144,80 ^{GH}	53,35
202	100,03 ^{ABCD}	59,24	103.29 ^{BCDEFGH}	73,81	176,51 ^{ABCDE}	68,71	241,81 ^{AB}	107,11
212	130,66 ^A	81,43	132.37 ^{ABCD}	89,78	163,71 ^{ABCDE}	65,37	145,72 ^{GH}	47,21
253	93,65 ^{ABCDE}	43,27	105.87 ^{BCDEFGH}	65,16	124,01 ^E	62,31	163,46 ^{CDEFGH}	79,72
349	99,28 ^{ABCD}	75,27	86.34 ^{CDEFGH}	51,20	164,76 ^{ABCDE}	71,79	160,98 ^{DEFGH}	59,99
395	106,68 ^{ABCD}	86,50	112.04 ^{BCDEFGH}	75,25	220,59 ^A	69,41	231,29 ^{ABCD}	106,56
412	106,65 ^{ABCD}	83,06	148.9 ^{AB}	90,07	175,74 ^{ABCDE}	101,28	221,86 ^{ABCDEF}	143,58
473	85,97 ^{ABCDE}	71,44	95.99 ^{BCDEFGH}	74,90	186,64 ^{ABCDE}	101,48	157,88 ^{EFGH}	74,68
495	82,87 ^{ABCDE}	59,95	117.92 ^{BCDEFG}	79,00	150,26 ^{BCDE}	62,96	223,56 ^{ABCDE}	129,14
504	53,10 ^{DE}	33,25	76.12 ^{DEFGH}	59,78	183,82 ^{ABCDE}	107,33	198,59 ^{ABCDEFGH}	118,25
653	93,76 ^{ABCDE}	66,47	100.77 ^{BCDEFGH}	61,82	158,64 ^{ABCDE}	90,17	146,37 ^{GH}	73,14
706	63,73 ^{CDE}	46,23	76.08 ^{DEFGH}	53,09	179,32 ^{ABCDE}	81,50	160,46 ^{EFGH}	66,78
726	62,59 ^{CDE}	49,28	59.18 ^H	33,24	176,45 ^{ABCDE}	81,30	169,31 ^{CDEFGH}	69,11
750	85,19 ^{ABCDE}	55,01	115.33 ^{BCDEFGH}	70,32	194,04 ^{ABCD}	83,05	198,53 ^{ABCDEFGH}	80,16
754	82,36 ^{ABCDE}	45,14	106.89 ^{BCDEFGH}	70,12	151,69 ^{BCDE}	78,11	191,64 ^{BCDEFGH}	117,67
757	120,18 ^{ABC}	90,99	113.19 ^{BCDEFGH}	58,32	222,60 ^A	83,64	209,33 ^{ABCDEFG}	95,32
759	128,52 ^{AB}	60,73	140.86 ^{ABC}	73,51	205,73 ^{ABC}	83,29	243,71 ^{AB}	101,76
803	120,17 ^{ABC}	99,59	116.56 ^{BCDEFG}	72,84	160,63 ^{ABCDE}	66,17	157,30 ^{EFGH}	88,21
852	39,40 ^E	19,61	113.39 ^{BCDEFGH}	60,07	127,16 ^{DE}	40,16	157,16 ^{EFGH}	62,56
859	114,21 ^{ABC}	78,03	173.45 ^A	88,54	211,89 ^{AB}	123,41	262,71 ^A	98,65
876	97,20 ^{ABCD}	92,12	74.97 ^{EFGH}	43,69	120,04 ^E	71,94	150,13 ^{FGH}	80,28
879	52,32 ^{DE}	37,29	96.09 ^{BCDEFGH}	59,04	173,33 ^{ABCDE}	82,87	232,61 ^{ABC}	100,60
General	91,55	65,14	102,52 ^{**}	68,24	168,79	80,53	182,02 ^{**}	91,01

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 3: Valores medios y desvío estándar (DE) de Peso medio del turión por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	16,74 ^{BCDEF}	5,35	17,83 ^{CDEFGHIJK}	3,80	21,64 ^{ABCDEF}	4,53	25,27 ^{ABCD}	4,87
48	11,93 ^{IJ}	3,26	14,00 ^{JKL}	2,53	17,55 ^H	2,94	20,51 ^{GH}	1,91
54	13,76 ^{FGHIJ}	2,73	16,03 ^{FGHIJKL}	3,76	20,80 ^{ABCDEF}	4,24	23,08 ^{DEFGH}	4,72
78	14,50 ^{DEFGHIJ}	4,59	15,53 ^{GHIJKL}	3,66	19,39 ^{EFGH}	4,60	21,58 ^{EFGH}	3,28
81	15,53 ^{BCDEFGHI}	4,68	16,89 ^{FGHIJK}	3,96	20,00 ^{CDEFGH}	5,42	20,90 ^{FGH}	3,88
89	13,87 ^{FGHIJ}	2,73	17,14 ^{EFGHIJK}	2,43	18,50 ^H	5,03	19,67 ^H	3,22
104	18,96 ^B	4,70	22,05 ^{ABC}	3,04	22,83 ^{ABC}	6,71	25,80 ^{ABCD}	5,25
106	17,32 ^{BCDEF}	3,64	18,31 ^{CDEFGHIJ}	3,62	22,23 ^{ABCDE}	5,95	20,83 ^{FGH}	2,87
115	17,52 ^{BCDE}	5,00	16,90 ^{FGHIJK}	2,87	21,15 ^{ABCDEF}	6,04	22,31 ^{DEFGH}	4,14
133	13,38 ^{FGHIJ}	2,88	14,26 ^{IJKL}	3,02	18,91 ^{FGH}	4,73	21,27 ^{FGH}	3,50
163	18,28 ^{BCD}	4,92	17,10 ^{EFGHIJK}	3,41	20,75 ^{ABCDEF}	4,80	22,82 ^{DEFGH}	4,62
202	17,20 ^{BCDEF}	4,00	17,86 ^{CDEFGHIJK}	2,71	21,10 ^{ABCDEF}	7,35	25,09 ^{ABCDE}	5,45
212	22,85 ^A	6,17	25,26 ^A	4,47	23,45 ^A	6,49	27,53 ^{AB}	5,88
253	16,74 ^{BCDEF}	3,77	17,71 ^{CDEFGHIJK}	4,49	20,81 ^{ABCDEF}	6,93	24,09 ^{BCDEF}	4,68
349	15,29 ^{BCDEFGHI}	4,57	16,81 ^{FGHIJK}	2,22	19,78 ^{DEFGH}	5,08	23,20 ^{DEFGH}	3,90
395	16,17 ^{BCDEF}	5,59	18,59 ^{BCDEFGHI}	3,81	21,61 ^{ABCDEF}	6,02	24,24 ^{BCDEF}	4,54
412	15,85 ^{BCDEFGH}	5,78	19,29 ^{BCDEFGH}	3,22	19,18 ^{FGH}	5,78	24,16 ^{BCDEF}	4,45
473	15,08 ^{BCDEFGHIJ}	5,31	16,31 ^{FGHIJKL}	3,38	19,99 ^{CDEFGH}	4,75	21,54 ^{EFGH}	4,34
495	17,18 ^{BCDEF}	5,27	21,46 ^{ABCDE}	3,63	23,06 ^{AB}	7,29	27,98 ^A	5,14
504	12,62 ^{GHIJ}	3,20	15,19 ^{IJKL}	2,60	19,18 ^{FGH}	4,23	24,10 ^{BCDEF}	6,01
653	14,61 ^{CDEFGHIJ}	5,43	15,86 ^{FGHIJKL}	4,05	20,38 ^{BCDEF}	5,34	20,53 ^{GH}	4,42
706	11,39 ^J	2,08	13,52 ^{KL}	2,26	17,69 ^H	4,24	19,70 ^H	4,05
726	13,56 ^{FGHIJ}	3,19	12,22 ^L	2,62	18,69 ^{GH}	2,92	20,78 ^{FGH}	3,55
750	16,64 ^{BCDEF}	5,30	20,11 ^{BCDEF}	3,18	21,39 ^{ABCDEF}	5,61	27,13 ^{ABC}	7,82
754	16,90 ^{BCDEF}	3,88	19,85 ^{BCDEF}	4,24	21,11 ^{ABCDEF}	4,74	23,04 ^{DEFGH}	4,10
757	16,10 ^{BCDEF}	5,21	17,18 ^{DEFGHIJK}	6,13	22,51 ^{ABCD}	3,95	23,86 ^{CDEF}	2,76
759	18,51 ^{BC}	5,25	18,98 ^{BCDEFGH}	3,64	21,84 ^{ABCDEF}	5,29	25,59 ^{ABCD}	3,99
803	16,51 ^{BCDEF}	7,71	19,06 ^{BCDEFGH}	3,76	20,82 ^{ABCDEF}	6,70	23,02 ^{DEFGH}	5,13
852	13,61 ^{EFGHIJ}	2,41	21,54 ^{ABCD}	2,41	20,32 ^{BCDEF}	5,27	23,79 ^{CDEF}	4,54
859	14,01 ^{EFGHIJ}	5,72	22,71 ^{AB}	4,54	21,83 ^{ABCDEF}	7,19	25,89 ^{ABCD}	4,84
876	13,63 ^{EFGHIJ}	5,75	16,43 ^{FGHIJKL}	3,10	18,78 ^{GH}	5,20	21,35 ^{FGH}	4,49
879	12,16 ^{HIJ}	3,51	14,99 ^{IJKL}	2,89	18,72 ^{GH}	3,71	21,20 ^{FGH}	3,29
General	15,62	5,19	17,62 ^{**}	5,94	20,47	3,76	23,13 ^{**}	4,80

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 4: Valores medios y desvío estándar (DE) de Diámetro medio del turión por año y sexo

	<i>Pl. estaminadas Año 1</i>		<i>Pl. pistiladas Año 1</i>		<i>Pl. estaminadas Año 2</i>		<i>Pl. pistiladas Año 2</i>	
<i>Flia.</i>	<i>Media</i> ¹	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
28	12,45 ^{BCD}	2,31	12,34 ^{BCDEFGH}	1,73	13,29 ^{ABCD}	1,75	14,60 ^{ABCDEF}	1,71
48	9,94 ^{HI}	1,55	10,80 ^{HI}	1,28	11,28 ^G	1,46	12,90 ^{GH}	0,91
54	10,91 ^{CDEFGHI}	1,34	11,64 ^{EFGHI}	1,88	13,41 ^{ABCD}	2,16	14,15 ^{BCDEFGH}	2,10
78	10,71 ^{DEFGHI}	2,04	11,12 ^{GHI}	2,09	12,14 ^{DEFG}	1,85	13,51 ^{EFGH}	1,58
81	11,62 ^{BCDEFGH}	2,35	11,98 ^{DEFGHI}	2,32	12,86 ^{ABCDE}	1,90	13,12 ^{FGH}	1,93
89	10,50 ^{EFGHI}	1,21	12,27 ^{BCDEFGH}	2,61	11,80 ^{EFG}	1,12	12,68 ^H	1,56
104	13,04 ^B	1,85	14,08 ^{AB}	2,37	14,04 ^A	1,45	15,16 ^{ABCD}	2,17
106	12,23 ^{BCDE}	1,61	12,98 ^{BCDEFG}	2,47	13,80 ^{AB}	1,70	12,92 ^{GH}	1,61
115	12,41 ^{BCD}	2,20	12,08 ^{CDEFGHI}	2,76	13,39 ^{ABCD}	1,65	13,78 ^{DEFGH}	2,39
133	10,16 ^{GHI}	1,38	10,74 ^{HI}	1,79	12,07 ^{DEFG}	1,50	13,03 ^{FGH}	1,38
163	12,45 ^{BCD}	2,22	12,02 ^{DEFGHI}	2,29	13,16 ^{ABCDE}	1,74	14,16 ^{BCDEFGH}	2,52
202	12,32 ^{BCD}	1,81	12,24 ^{BCDEFGH}	2,99	13,29 ^{ABCD}	1,45	14,85 ^{ABCDE}	2,50
212	14,50 ^A	2,71	15,26 ^A	2,36	14,25 ^A	2,12	15,77 ^A	2,06
253	11,86 ^{BCDEFG}	1,66	12,86 ^{BCDEFG}	2,39	12,93 ^{ABCDE}	2,39	14,39 ^{BCDEFG}	1,96
349	11,34 ^{BCDEFGHI}	1,88	12,17 ^{CDEFGHI}	2,41	12,52 ^{BCDEFG}	1,09	14,05 ^{CDEFGH}	1,67
395	11,72 ^{BCDEFG}	2,41	12,40 ^{BCDEFGH}	2,15	13,24 ^{ABCDE}	1,50	14,41 ^{BCDEFG}	2,02
412	11,52 ^{BCDEFGHI}	2,78	12,88 ^{BCDEFG}	2,74	12,41 ^{BCDEFG}	1,72	14,80 ^{ABCDE}	1,74
473	11,44 ^{BCDEFGHI}	2,37	11,47 ^{FGHI}	2,04	12,78 ^{ABCDEF}	1,87	13,52 ^{EFGH}	2,32
495	12,11 ^{BCDEF}	2,49	13,63 ^{ABCD}	2,84	13,83 ^{AB}	1,61	15,72 ^{AB}	2,21
504	10,38 ^{FGHI}	1,74	11,51 ^{FGHI}	1,99	12,41 ^{BCDEFG}	1,61	14,49 ^{BCDEFG}	1,77
653	11,01 ^{CDEFGHI}	2,56	11,47 ^{FGHI}	2,70	13,10 ^{ABCDE}	2,11	13,04 ^{FGH}	2,43
706	9,85 ^I	1,11	10,51 ^{HI}	1,92	11,37 ^{FG}	1,54	12,50 ^H	2,07
726	10,33 ^{FGHI}	1,65	10,33 ^I	1,20	12,17 ^{DEFG}	1,24	13,04 ^{FGH}	1,89
750	12,01 ^{BCDEF}	2,13	13,51 ^{BCDE}	2,55	13,23 ^{ABCDE}	1,60	15,21 ^{ABCD}	2,98
754	12,01 ^{BCDEF}	2,34	13,00 ^{BCDEFG}	1,86	12,99 ^{ABCDE}	1,72	13,98 ^{CDEFGH}	1,61
757	11,81 ^{BCDEFG}	2,21	12,27 ^{BCDEFGH}	2,58	14,15 ^A	2,74	14,61 ^{ABCDEF}	1,46
759	12,69 ^{BC}	2,14	12,81 ^{BCDEFG}	2,21	13,83 ^{AB}	1,79	15,43 ^{ABC}	1,81
803	11,71 ^{BCDEFG}	3,11	13,14 ^{BCDEF}	3,01	12,94 ^{ABCDE}	1,36	13,82 ^{DEFGH}	2,33
852	10,20 ^{GHI}	1,32	13,81 ^{ABCD}	1,83	12,47 ^{BCDEFG}	0,88	14,01 ^{CDEFGH}	1,91
859	10,84 ^{DEFGHI}	2,77	13,94 ^{ABC}	2,57	13,70 ^{ABC}	1,95	15,33 ^{ABCD}	2,15
876	10,44 ^{FGHI}	2,46	11,52 ^{FGHI}	2,53	12,25 ^{CDEFG}	1,67	13,37 ^{EFGH}	2,16
879	9,85 ^I	1,82	11,39 ^{FGHI}	1,75	12,02 ^{DEFG}	1,57	13,47 ^{EFGH}	1,54
General	11,48	2,33	12,35 ^{**}	2,49	12,90	1,87	14,03 ^{**}	2,12

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 5: Valores medios y desvío estándar (DE) de Número de turiones por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia.	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	5,00 ^{GH}	2,11	6,22 ^{EFGH}	2,37	7,20 ^H	2,98	7,53 ^{GH}	2,79
48	10,00 ^{AB}	4,11	9,33 ^{ABCD}	4,05	13,86 ^A	5,47	12,81 ^{ABC}	5,21
54	8,16 ^{ABCDEF}	3,24	6,12 ^{FGH}	2,93	9,56 ^{BCDEFGH}	3,48	9,48 ^{CDEFGH}	3,72
78	8,67 ^{ABCDEF}	4,12	7,94 ^{BCDEFGH}	3,19	12,06 ^{ABCDEF}	5,48	12,50 ^{ABCD}	5,27
81	6,95 ^{BCDEFGH}	3,05	6,65 ^{CDEFGH}	1,94	7,00 ^H	2,57	8,00 ^{GH}	2,91
89	9,20 ^{ABCDE}	5,72	9,47 ^{ABC}	5,25	11,07 ^{ABCDEFGH}	5,36	11,21 ^{ABCDEFG}	5,83
104	6,95 ^{BCDEFGH}	3,55	6,78 ^{CDEFGH}	3,17	7,61 ^{GH}	2,79	8,18 ^{FGH}	3,36
106	9,50 ^{ABCD}	4,50	7,13 ^{CDEFGH}	3,06	11,90 ^{ABCDEF}	4,52	10,30 ^{BCDEFGH}	5,41
115	7,80 ^{BCDEFG}	3,24	5,84 ^{GH}	2,44	10,15 ^{ABCDEFGH}	3,66	8,64 ^{EFGH}	4,07
133	9,00 ^{ABCDE}	3,76	9,07 ^{ABCDE}	2,98	11,46 ^{ABCDEFG}	5,01	12,37 ^{ABCDE}	3,91
163	6,47 ^{DEFGH}	2,36	6,53 ^{DEFGH}	2,67	8,14 ^{FGH}	2,80	8,78 ^{DEFGH}	2,92
202	7,62 ^{BCDEFGH}	3,38	6,23 ^{EFGH}	4,36	11,15 ^{ABCDEFGH}	4,12	12,62 ^{ABC}	4,57
212	6,20 ^{EFGH}	2,74	5,09 ^H	2,70	9,13 ^{CDEFGH}	2,83	7,18 ^H	2,58
253	6,71 ^{CDEFGH}	3,77	6,83 ^{CDEFGH}	3,29	7,64 ^{GH}	3,05	10,94 ^{ABCDEFGH}	5,35
349	7,67 ^{BCDEFGH}	2,89	6,65 ^{CDEFGH}	2,86	10,47 ^{ABCDEFGH}	3,97	9,21 ^{CDEFGH}	3,08
395	9,68 ^{ABC}	4,64	8,96 ^{ABCDEF}	5,00	13,95 ^A	4,53	12,76 ^{ABC}	5,50
412	9,08 ^{ABCDE}	4,70	8,90 ^{ABCDEF}	2,60	11,85 ^{ABCDEF}	5,41	12,00 ^{ABCDE}	7,12
473	6,18 ^{EFGH}	3,38	8,22 ^{BCDEFG}	3,84	12,12 ^{ABCDEF}	5,63	9,89 ^{BCDEFGH}	4,63
495	6,26 ^{EFGH}	3,00	6,76 ^{CDEFGH}	4,16	8,74 ^{DEFGH}	3,56	10,41 ^{BCDEFGH}	4,74
504	8,64 ^{ABCDEF}	3,95	8,06 ^{BCDEFG}	3,49	12,86 ^{ABC}	7,11	11,28 ^{ABCDEFG}	6,47
653	7,17 ^{BCDEFGH}	3,40	6,85 ^{CDEFGH}	3,08	10,22 ^{ABCDEFGH}	5,33	9,31 ^{CDEFGH}	3,95
706	11,00 ^A	5,39	10,68 ^{AB}	4,67	13,39 ^{AB}	5,89	10,84 ^{BCDEFGH}	3,92
726	8,74 ^{ABCDEF}	3,89	7,10 ^{CDEFGH}	4,91	12,37 ^{ABCDE}	4,98	10,90 ^{ABCDEFGH}	4,25
750	7,06 ^{BCDEFGH}	4,25	6,94 ^{CDEFGH}	3,09	12,13 ^{ABCDEF}	5,44	9,81 ^{BCDEFGH}	2,74
754	5,77 ^{FGH}	2,05	6,93 ^{CDEFGH}	2,76	9,15 ^{CDEFGH}	3,89	10,60 ^{BCDEFGH}	5,37
757	9,86 ^{AB}	3,70	11,36 ^A	6,36	13,36 ^{AB}	4,13	11,91 ^{ABCDEF}	6,04
759	8,48 ^{ABCDEF}	3,08	8,89 ^{ABCDEF}	3,67	12,55 ^{ABCD}	5,14	12,59 ^{ABC}	4,74
803	10,08 ^{AB}	1,83	6,14 ^{EFGH}	2,83	10,17 ^{ABCDEFGH}	2,76	9,05 ^{CDEFGH}	4,36
852	4,67 ^H	1,75	5,67 ^{GH}	2,74	8,50 ^{EFGH}	3,02	9,11 ^{CDEFGH}	4,26
859	9,62 ^{ABC}	4,05	9,29 ^{ABCD}	4,28	12,85 ^{ABC}	6,94	13,41 ^{AB}	3,81
876	8,39 ^{ABCDEF}	3,09	6,32 ^{EFGH}	3,51	8,44 ^{EFGH}	4,13	9,37 ^{CDEFGH}	4,56
879	8,22 ^{ABCDEF}	3,34	10,17 ^{AB}	3,38	12,41 ^{ABCDE}	5,69	14,58 ^A	6,27
General	8,04 *	3,82	7,55	3,74	10,91	4,96	10,52 ns	4,78

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 6: Valores medios y desvío estándar (DE) de Días a cosecha por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia.	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	140,20 ^{DEFGH}	18,74	153,00 ^{ABCD}	19,92	158,15 ^{CDEFG}	22,33	166,06 ^{DEFGHJ}	17,84
48	152,41 ^{ABC}	16,91	152,78 ^{ABCD}	10,39	167,28 ^{BCDEF}	16,10	171,33 ^{ABCDEFHJ}	12,51
54	143,21 ^{BCDEFGH}	12,10	144,08 ^{BCDEF}	16,79	157,84 ^{CDEFG}	9,57	164,80 ^{EFGHJ}	11,66
78	153,22 ^{AB}	16,30	150,09 ^{ABCDE}	10,07	169,94 ^{ABC}	13,55	173,67 ^{ABCDEF}	12,07
81	151,90 ^{ABC}	22,25	143,96 ^{BCDEF}	14,11	164,35 ^{BCDEFG}	18,39	168,50 ^{ABCDEFHJ}	16,48
89	150,93 ^{ABCD}	19,27	156,05 ^{AB}	21,24	161,53 ^{BCDEFG}	20,74	169,74 ^{ABCDEFHJ}	16,26
104	142,70 ^{BCDEFGH}	18,64	143,44 ^{CDEF}	15,55	157,90 ^{CDEFG}	18,55	161,41 ^{HJ}	10,30
106	142,15 ^{BCDEFGH}	12,24	144,39 ^{BCDEF}	22,27	154,70 ^{EFG}	13,57	166,22 ^{CDEFGHJ}	15,41
115	134,45 ^H	10,18	138,52 ^{EF}	12,36	158,85 ^{BCDEFG}	17,54	162,88 ^{GHJ}	14,87
133	158,35 ^A	12,53	158,69 ^A	14,97	180,00 ^A	9,12	178,21 ^A	10,49
163	147,47 ^{ABCDEFG}	15,12	147,20 ^{ABCDE}	11,67	168,20 ^{BCD}	13,61	172,55 ^{ABCDEFHJ}	14,07
202	134,54 ^H	13,43	144,62 ^{BCDEF}	13,23	156,69 ^{DEFG}	13,54	165,46 ^{EFGHJ}	14,55
212	141,36 ^{CDEFGH}	15,71	147,78 ^{ABCDE}	15,82	162,52 ^{BCDEFG}	13,90	169,96 ^{ABCDEFHJ}	9,92
253	134,57 ^H	13,24	138,33 ^{EF}	9,97	151,93 ^G	19,25	161,44 ^{HJ}	16,17
349	135,22 ^H	8,90	142,00 ^{DEF}	16,51	157,56 ^{CDEFG}	14,08	162,18 ^{GHJ}	12,06
395	138,16 ^{FGH}	7,26	143,00 ^{DEF}	11,03	163,11 ^{BCDEFG}	9,90	174,84 ^{ABCDE}	11,14
412	140,23 ^{DEFGH}	11,70	139,20 ^{EF}	2,86	159,38 ^{BCDEFG}	15,88	166,60 ^{BCDEFHJ}	15,02
473	139,65 ^{DEFGH}	12,21	139,61 ^{EF}	9,24	163,18 ^{BCDEFG}	12,69	163,06 ^{FGHJ}	13,03
495	135,89 ^{GH}	8,22	134,71 ^F	12,32	164,89 ^{BCDEFG}	14,29	162,35 ^{GHJ}	13,50
504	138,00 ^{FGH}	9,72	144,94 ^{BCDEF}	17,57	167,64 ^{BCDE}	13,75	177,11 ^{AB}	13,43
653	150,00 ^{ABCDE}	12,71	141,77 ^{DEF}	22,38	164,61 ^{BCDEFG}	13,22	176,08 ^{ABCD}	8,22
706	131,44 ^{HI}	8,99	138,79 ^{EF}	20,57	154,33 ^{FG}	10,90	159,74 ^J	13,24
726	139,32 ^{DEFGH}	16,64	155,20 ^{ABC}	23,72	159,16 ^{BCDEFG}	18,68	160,30 ^J	18,48
750	143,06 ^{BCDEFGH}	20,71	148,88 ^{ABCDE}	16,56	166,38 ^{BCDEF}	17,78	176,75 ^{ABC}	11,90
754	140,00 ^{DEFGH}	14,57	133,47 ^{FG}	11,69	162,62 ^{BCDEFG}	12,71	164,73 ^{EFGHJ}	11,71
757	123,71 ^I	5,94	124,09 ^G	6,53	133,86 ^H	9,51	131,91 ^K	12,71
759	138,31 ^{EFGH}	10,62	137,67 ^{EF}	11,14	156,83 ^{CDEFG}	14,66	158,63 ^J	11,04
803	138,83 ^{EFGH}	10,97	139,43 ^{EF}	16,27	161,92 ^{BCDEFG}	14,37	161,86 ^{GHJ}	12,29
852	138,50 ^{EFGH}	5,50	144,11 ^{BCDEF}	7,80	171,50 ^{AB}	10,11	167,89 ^{ABCDEFHJ}	7,22
859	132,92 ^{HI}	8,16	138,35 ^{EF}	14,08	156,69 ^{DEFG}	22,23	162,12 ^{GHJ}	14,29
876	148,56 ^{ABCDEF}	11,51	149,74 ^{ABCDE}	14,54	167,44 ^{BCDEF}	15,53	166,74 ^{BCDEFHJ}	15,61
879	139,78 ^{DEFGH}	13,62	142,08 ^{DEF}	11,70	162,52 ^{BCDEFG}	13,70	165,08 ^{EFGHJ}	9,40
General	141,86	15,40	144,34 ^{**}	16,07	161,75	16,50	166,65 ^{**}	14,76

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

.Tabla 7: Valores medios y desvío estándar (DE) de Altura de planta por año y sexo

	Pl. estaminadas Año 1		Pl. pistiladas Año 1		Pl. estaminadas Año 2		Pl. pistiladas Año 2	
Flia.	Media ¹	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
28	131,00 ABC	30,43	133,17 ABCDEF	38,06	162,75 ABCDEF	29,14	173,20 BCDE	24,95
48	127,17 ABCDE	28,05	142,89 ABCD	28,93	179,07 ABCDE	26,89	182,79 ABCDE	27,08
54	131,84 ABC	21,01	134,80 ABCDEF	32,13	188,50 A	19,68	197,86 AB	41,01
78	136,50 A	22,58	135,03 ABCDEF	25,09	178,88 ABCDE	29,87	181,81 ABCDE	24,93
81	127,50 ABCDE	26,27	135,13 ABCDEF	34,92	182,64 ABCDE	17,88	175,58 BCDE	35,04
89	104,40 EFG	31,64	123,47 BCDEF	22,23	138,33 F	30,00	155,22 DE	31,92
104	134,60 A	29,28	137,19 ABCDEF	34,48	180,17 ABCDE	21,37	187,88 ABCDE	27,57
106	115,80 ABCDEFG	24,84	117,61 DEF	28,12	157,56 ABCDEF	25,20	153,00 E	38,78
115	123,30 ABCDEF	30,54	134,32 ABCDEF	29,49	172,67 ABCDE	26,48	177,55 BCDE	20,03
133	116,77 ABCDEFG	25,45	137,48 ABCDEF	34,12	162,46 ABCDEF	26,66	181,73 ABCDE	25,66
163	125,40 ABCDE	23,08	119,35 CDEF	23,92	172,91 ABCDE	27,40	157,50 DE	31,05
202	123,54 ABCDEF	39,45	137,23 ABCDEF	33,59	177,14 ABCDE	21,38	179,33 BCDE	38,58
212	129,44 ABCD	26,74	126,91 ABCDEF	34,53	156,91 ABCDEF	33,47	162,80 CDE	23,48
253	133,86 AB	24,86	140,44 ABCDE	24,39	154,00 BCDEF	44,50	179,27 BCDE	16,63
349	124,50 ABCDEF	21,75	132,97 ABCDEF	31,62	162,56 ABCDEF	27,41	168,75 BCDE	35,43
395	121,89 ABCDEFG	31,20	128,48 ABCDEF	31,77	156,67 ABCDEF	25,17	169,00 BCDE	29,46
412	136,00 A	32,76	147,00 AB	32,17	175,71 ABCDE	23,70	179,17 BCDE	24,78
473	122,24 ABCDEF	33,31	118,11 DEF	35,45	167,78 ABCDEF	30,95	178,50 BCDE	16,60
495	110,16 BCDEFG	26,75	119,29 CDEF	36,89	154,92 ABCDEF	29,82	181,20 ABCDE	25,24
504	125,93 ABCDE	22,70	137,83 ABCDEF	28,87	163,57 ABCDEF	25,11	181,50 ABCDE	22,09
653	105,28 EFG	26,71	114,31 F	30,41	151,11 EF	28,78	166,25 BCDE	32,38
706	119,33 ABCDEFG	23,50	128,63 ABCDEF	30,56	185,50 ABCD	18,77	177,25 BCDE	27,24
726	119,79 ABCDEFG	27,90	141,00 ABCDE	26,85	188,57 A	33,68	213,33 A	32,15
750	138,31 A	27,26	152,25 A	33,62	169,89 ABCDEF	27,22	172,00 BCDE	22,94
754	130,77 ABC	18,96	144,93 ABC	28,24	156,00 ABCDEF	30,91	175,00 BCDE	33,81
757	118,14 ABCDEFG	35,23	115,55 EF	32,56	187,25 ABC	17,54	195,00 ABC	15,41
759	116,93 ABCDEFG	31,15	118,93 DEF	30,30	166,41 ABCDEF	21,90	170,92 BCDE	19,98
803	128,33 ABCDE	28,37	130,90 ABCDEF	33,22	187,56 AB	17,14	189,29 ABCD	29,92
852	98,50 G	32,87	118,78 DEF	17,29	151,67 DEF	18,93	161,71 CDE	26,06
859	100,85 FG	25,15	132,12 ABCDEF	31,57	153,40 CDEF	32,78	180,83 ABCDE	22,85
876	106,33 DEFG	33,61	124,95 BCDEF	25,28	158,50 ABCDEF	23,07	154,42 DE	29,12
879	108,15 CDEFG	30,32	111,92 F	37,34	164,00 ABCDEF	29,58	173,50 BCDE	32,83
General	121,84	29,15	130,85 **	31,62	169,22	28,14	175,08 **	29,79

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 8: Valores medios y desvío estándar (DE) de Número de tallos por año y sexo

	<i>Pl. estaminadas Año 1</i>		<i>Pl. pistiladas Año 1</i>		<i>Pl. estaminadas Año 2</i>		<i>Pl. pistiladas Año 2</i>	
<i>Flia.</i>	<i>Media</i> ¹	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
28	9,84 ^{DEFG}	3,53	7,33 ^{FGHI}	5,40	7,63 ^F	4,78	10,50 ^{ABCD}	5,06
48	17,48 ^{ABC}	9,12	14,93 ^{AB}	7,59	20,57 ^{ABCDE}	10,03	12,29 ^{ABCD}	5,51
54	10,71 ^{DEFG}	4,93	6,56 ^{HI}	3,56	10,14 ^{DEF}	3,29	8,43 ^{CD}	3,13
78	14,50 ^{BCDE}	6,02	13,15 ^{ABCDE}	5,14	15,88 ^{ABCDEF}	5,14	16,19 ^{AB}	5,83
81	11,40 ^{DEFG}	5,08	9,67 ^{DEFGHI}	5,46	12,64 ^{BCDEF}	4,97	11,08 ^{ABCD}	6,23
89	10,53 ^{DEFG}	5,54	10,11 ^{CDEFGHI}	4,64	8,11 ^F	3,30	10,78 ^{ABCD}	2,59
104	9,65 ^{DEFG}	4,88	9,26 ^{EFGHI}	4,67	13,67 ^{BCDEF}	5,13	11,41 ^{ABCD}	5,67
106	10,50 ^{DEFG}	6,21	10,13 ^{CDEFGHI}	5,20	9,38 ^{EF}	3,85	9,77 ^{ABCD}	5,12
115	10,85 ^{DEFG}	5,17	9,60 ^{DEFGHI}	4,23	16,00 ^{ABCDEF}	8,63	10,45 ^{ABCD}	4,41
133	12,92 ^{CDEF}	5,65	12,45 ^{ABCDE}	5,85	15,54 ^{ABCDEF}	6,44	15,93 ^{AB}	7,67
163	9,79 ^{DEFG}	5,59	7,11 ^{GHI}	5,07	9,36 ^{EF}	4,80	9,60 ^{ABCD}	5,15
202	12,08 ^{DEF}	6,97	9,85 ^{CDEFGHI}	5,26	14,00 ^{BCDEF}	6,93	12,00 ^{ABCD}	6,54
212	6,20 ^G	3,35	6,05 ^I	3,14	7,18 ^F	3,06	5,90 ^D	4,25
253	13,07 ^{CDEF}	6,04	11,78 ^{ABCDEF}	6,12	7,40 ^F	4,77	11,73 ^{ABCD}	8,61
349	12,72 ^{CDEF}	5,84	9,09 ^{EFGHI}	3,32	13,33 ^{BCDEF}	7,14	9,50 ^{ABCD}	5,76
395	14,42 ^{BCDE}	6,39	11,52 ^{ABCDEF}	4,07	11,67 ^{CDEF}	8,08	11,94 ^{ABCD}	5,12
412	14,15 ^{BCDEF}	8,27	12,40 ^{ABCDE}	4,20	15,71 ^{ABCDEF}	9,30	16,50 ^{AB}	9,97
473	12,59 ^{CDEF}	6,20	10,83 ^{ABCDEF}	5,84	15,56 ^{ABCDEF}	7,86	12,00 ^{ABCD}	8,00
495	10,11 ^{DEFG}	5,69	9,35 ^{EFGHI}	6,23	11,92 ^{CDEF}	6,85	13,40 ^{ABC}	6,02
504	14,14 ^{BCDEF}	7,10	11,72 ^{ABCDEF}	5,98	22,14 ^{ABCD}	12,62	13,10 ^{ABCD}	6,14
653	9,50 ^{EFG}	6,35	9,15 ^{EFGHI}	5,37	13,67 ^{BCDEF}	7,28	12,50 ^{ABCD}	7,80
706	18,72 ^{AB}	9,02	15,16 ^A	7,18	27,00 ^A	14,02	14,88 ^{ABC}	6,73
726	10,21 ^{DEFG}	6,46	10,70 ^{ABCDEF}	6,06	24,14 ^{AB}	10,61	13,67 ^{ABC}	4,73
750	13,56 ^{CDEF}	7,59	14,06 ^{ABCD}	8,00	16,67 ^{ABCDEF}	10,33	11,38 ^{ABCD}	6,02
754	8,92 ^{FG}	3,88	11,73 ^{ABCDEF}	7,24	21,00 ^{ABCDE}	35,40	11,13 ^{ABCD}	7,49
757	12,14 ^{DEF}	4,97	10,55 ^{BCDEF}	5,45	23,00 ^{ABC}	10,04	14,00 ^{ABC}	4,24
759	13,00 ^{CDEF}	5,20	11,96 ^{ABCDE}	4,68	14,88 ^{BCDEF}	4,91	14,00 ^{ABC}	8,03
803	19,33 ^A	8,51	11,90 ^{ABCDE}	6,13	21,33 ^{ABCDE}	8,08	16,71 ^A	10,50
852	6,50 ^G	3,21	10,00 ^{CDEFGHI}	4,44	10,67 ^{DEF}	7,64	9,14 ^{BCD}	5,76
859	14,92 ^{ABCD}	7,64	14,24 ^{ABC}	5,09	13,40 ^{BCDEF}	7,09	13,58 ^{ABC}	6,02
876	10,00 ^{DEFG}	5,47	9,74 ^{CDEFGHI}	7,35	15,38 ^{ABCDEF}	6,35	8,17 ^{CD}	4,75
879	14,00 ^{BCDEF}	6,58	14,83 ^{AB}	6,77	16,00 ^{ABCDEF}	8,67	15,17 ^{ABC}	6,94
General	12,22 ^{**}	6,69	10,80	5,86	15,79 ^{**}	10,11	11,88	6,39

¹ Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 9: Valores medios y desvío estándar (DE) de Peso de la masa verde por año y sexo

	<i>Pl. estaminadas Año 1</i>		<i>Pl. pistiladas Año 1</i>		<i>Pl. estaminadas Año 2</i>		<i>Pl. pistiladas Año 2</i>	
<i>Flia</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
28	334,00 ^{ABC}	144,60	257,61 ^{CDE}	125,45	311,43 ^{DEF}	266,05	473,75 ^{EFG}	209,42
48	437,93 ^A	263,12	487,78 ^{AB}	272,74	1038,57 ^B	438,88	977,69 ^{ABCD}	455,69
54	331,05 ^{ABC}	174,89	329,60 ^{BCDE}	171,31	702,50 ^{BCDEF}	268,69	463,33 ^{EFG}	312,01
78	393,33 ^{AB}	256,88	368,18 ^{BCDE}	201,97	677,14 ^{BCDEF}	339,89	787,69 ^{BCDE}	303,04
81	253,50 ^{BCD}	138,00	247,08 ^{CDE}	137,60	572,73 ^{BCDEF}	207,80	472,22 ^{EFG}	203,52
89	236,43 ^{BCD}	138,15	283,16 ^{CDE}	143,18	274,44 ^{DEF}	213,90	497,50 ^{EFG}	169,18
104	312,00 ^{ABC}	216,64	382,59 ^{BCD}	238,27	904,00 ^{BC}	335,38	637,33 ^{BCDEFG}	350,99
106	295,00 ^{ABC}	169,29	336,52 ^{BCDE}	223,52	507,50 ^{BCDEF}	205,06	456,92 ^{EFG}	282,56
115	295,00 ^{ABC}	184,60	329,60 ^{BCDE}	191,28	568,18 ^{BCDEF}	287,19	519,09 ^{DEFG}	262,47
133	285,77 ^{ABCD}	156,39	324,83 ^{BCDE}	164,92	372,73 ^{CDEF}	171,06	512,50 ^{DEFG}	227,56
163	351,33 ^{ABC}	220,97	264,50 ^{CDE}	185,91	410,00 ^{CDEF}	148,47	412,00 ^{EFG}	219,13
202	386,92 ^{AB}	304,61	370,00 ^{BCDE}	282,46	830,00 ^{BCD}	368,24	660,00 ^{BCDEFG}	359,51
212	274,80 ^{ABCD}	175,98	238,70 ^{DE}	147,35	417,00 ^{CDEF}	227,16	364,29 ^{EFG}	190,43
253	374,29 ^{AB}	235,92	392,78 ^{ABCD}	209,59	190,00 ^F	118,32	463,33 ^{EFG}	311,45
349	302,22 ^{ABC}	104,35	367,35 ^{BCDE}	167,30	310,00 ^{DEF}	244,54	305,00 ^{FG}	252,12
395	376,32 ^{AB}	256,15	324,00 ^{BCDE}	211,90	426,67 ^{CDEF}	457,86	419,29 ^{EFG}	227,85
412	346,92 ^{ABC}	243,70	409,00 ^{ABCD}	241,68	560,00 ^{BCDEF}	401,70	793,33 ^{BCDE}	443,25
473	297,65 ^{ABC}	207,11	261,67 ^{CDE}	184,69	706,67 ^{BCDEF}	526,57	600,00 ^{BCDEFG}	296,20
495	226,32 ^{BCD}	165,37	294,12 ^{CDE}	205,67	661,54 ^{BCDEF}	491,22	800,00 ^{BCDE}	555,65
504	354,29 ^{AB}	157,52	403,89 ^{ABCD}	329,08	830,00 ^{BCD}	615,12	776,00 ^{BCDEF}	471,41
653	222,22 ^{BCD}	152,30	257,69 ^{CDE}	188,33	442,22 ^{CDEF}	393,69	493,75 ^{EFG}	524,05
706	355,56 ^{AB}	210,61	352,11 ^{BCDE}	202,75	776,00 ^{BCDE}	503,64	541,25 ^{CDEFG}	276,27
726	304,21 ^{ABC}	251,27	318,00 ^{BCDE}	137,90	1627,14 ^A	1300,33	1060,00 ^{AB}	674,39
750	439,38 ^A	283,30	554,38 ^A	364,89	761,11 ^{BCDE}	495,82	650,00 ^{BCDEFG}	365,20
754	329,23 ^{ABC}	205,89	426,00 ^{ABC}	287,55	211,57 ^{EF}	119,07	743,75 ^{BCDEFG}	898,86
757	382,14 ^{AB}	198,04	343,64 ^{BCDE}	212,80	1681,25 ^A	965,35	1336,00 ^A	652,10
759	312,07 ^{ABC}	212,96	328,89 ^{BCDE}	160,42	655,88 ^{BCDEF}	335,41	812,50 ^{BCDE}	471,44
803	353,33 ^{AB}	148,77	360,00 ^{BCDE}	256,05	720,00 ^{BCDEF}	303,44	1002,86 ^{ABC}	647,60
852	128,33 ^D	25,63	268,89 ^{CDE}	145,81	260,00 ^{DEF}	165,23	302,86 ^{FG}	198,72
859	336,15 ^{ABC}	224,30	487,65 ^{AB}	340,21	534,00 ^{BCDEF}	365,28	971,67 ^{ABCD}	505,40
876	180,00 ^{CD}	98,22	202,63 ^E	158,11	616,25 ^{BCDEF}	525,25	281,67 ^G	252,80
879	275,93 ^{ABCD}	198,75	287,50 ^{CDE}	196,61	508,00 ^{BCDEF}	420,50	670,00 ^{BCDEFG}	249,80
General	316,65	205,48	340,58 ^{ns}	221,32	639,89	520,76	608,04 ^{ns}	428,35

Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente con $p < 0,05$ en el test de Duncan.

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 10: Número de plantas estaminadas y pistiladas en cada familia

<i>Familia</i>	<i>Plantas pistiladas</i>	<i>Plantas Estaminadas</i>	χ^2
28	18	20	0,11 ns
48	27	29	0,07 ns
54	25	19	0,82 ns
78	33	18	4,41*
81	24	20	0,36 ns
89	19	15	0,47 ns
104	27	20	1,04 ns
106	23	20	0,21 ns
115	25	20	0,56 ns
133	29	26	0,16 ns
163	20	15	0,71 ns
202	13	13	0,00 ns
212	23	25	0,08 ns
253	18	14	0,50 ns
349	34	18	4,92*
395	25	19	0,82 ns
412	10	13	0,39 ns
473	18	17	0,03 ns
495	17	19	0,11 ns
504	18	14	0,50 ns
653	13	18	0,81 ns
706	19	18	0,03 ns
726	10	19	2,79 ns
750	16	16	0,00 ns
754	15	13	0,14 ns
757	11	14	0,36 ns
759	27	29	0,07 ns
803	21	12	2,45 ns
852	9	6	0,60 ns
859	17	13	0,53 ns
876	19	18	0,03 ns
879	12	27	5,77*

Suma de χ^2 (32 grados de libertad)	28,85 ns
χ^2 sumadas (1 grado de libertad)	2,78 ns
Heterogeneidad	27,07 ns

*significativo $p < 0,05$; ns no significativo

Tabla 11: Análisis de la Variancia para Rendimiento (RE), Rendimiento de mercado (RM) y Peso promedio del turión (PM) en la población general

	<i>RE</i>		<i>RM</i>		<i>PM</i>	
<i>FV</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>
<i>Repeticiones</i>	851,83	5,37**	1511,58	9,24**	36,81	10,08**
<i>Familias</i>	247,65	1,56*	310,95	1,90**	17,68	4,84**
<i>Error (a)</i>	158,73	3,07**	163,65	2,65**	3,65	2,59**
<i>Indiv, dentro de parcelas</i>	51,78	2,26**	61,86	1,82**	1,41	2,15**
<i>Años</i>	29664,19	1155,60**	30385,56	812,91**	842,65	915,92**
<i>Repeticiones x Años</i>	30,50	1,19 ns	19,54	0,52 ns	1,84	2,00 ns
<i>Familias x Años</i>	63,00	2,45**	124,91	3,34**	2,06	2,24**
<i>Error (b)</i>	25,67	1,12 ns	37,38	1,10 ns	0,92	1,40**
<i>Error (c)</i>	22,91		33,94		0,66	

** significativo $p < 0,01$; * significativo $p < 0,05$

Tabla 12: Análisis de la Variancia para Diámetro (DI), Número de turiones (TU) y Días a cosecha (DAC) en la población general

	<i>DI</i>		<i>TU</i>		<i>DAC</i>	
<i>FV</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>
<i>Repeticiones</i>	11,20	9,91**	6,51	1,29 ns	6,32	2,38 ns
<i>Familias</i>	4,85	4,29**	16,52	3,26**	21,39	8,07**
<i>Error (a)</i>	1,13	2,83**	5,06	2,28**	2,65	1,56**
<i>Indiv, dentro de parcelas</i>	0,40	2,09**	2,22	2,30**	1,70	1,97**
<i>Años</i>	115,31	411,82**	452,96	404,43**	1642,32	1303,43**
<i>Repeticiones x Años</i>	0,39	1,39 ns	4,08	3,64*	2,33	1,85 ns
<i>Familias x Años</i>	0,46	1,64*	1,70	1,52 ns	2,60	2,06**
<i>Error (b)</i>	0,28	1,45**	1,12	1,16 ns	1,26	1,46**
<i>Error (c)</i>	0,19		0,97		0,86	

** significativo $p < 0,01$; * significativo $p < 0,05$

Tabla 13: Análisis de la Variancia para Altura de planta (ALT), Número de tallos (NUTA) y Peso de la masa verde (MASAV) en la población general

	<i>ALT</i>		<i>NUTA</i>		<i>MASAV</i>	
<i>FV</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>
<i>Repeticiones</i>	11515,38	6,75**	28,44	5,57**	3632,58	7,92**
<i>Familias</i>	4022,14	2,36**	27,09	5,30**	1164,45	2,54**
<i>Error (a)</i>	1704,88	1,87**	5,11	1,30 ns	458,84	3,06**
<i>Indiv, dentro de parcelas</i>	912,29	1,48**	3,92	2,42**	149,87	1,76**
<i>Años</i>	501544,78	540,46**	38,56	26,59**	32306,12	128,88**
<i>Repeticiones x Años</i>	1783,45	1,92 ns	0,32	0,22 ns	1821,84	7,27*
<i>Familias x Años</i>	1144,76	1,23 ns	3,09	2,13*	432,94	1,73 ns
<i>Error (b)</i>	928,00	1,51*	1,45	0,89 ns	250,67	2,95**
<i>Error (c)</i>	614,55		1,62		64,96	

** significativo $p < 0,01$; * significativo $p < 0,05$

Tabla 14: Valores de heredabilidad en sentido estricto (h^2) y desvío estándar (S_{h^2}) para las distintas variables según el método de componentes de variancia

<i>Variables</i>	<i>h^2</i>	<i>S_{h^2}</i>
<i>RE</i>	0,10 ns	0,07
<i>RM</i>	0,13 ns	0,07
<i>PM</i>	0,52 **	0,14
<i>DI</i>	0,49 **	0,14
<i>TU</i>	0,31 **	0,10
<i>DAC</i>	0,59 **	0,14
<i>ALT</i>	0,14 *	0,06
<i>NUTA</i>	0,36 **	0,10
<i>MASAV</i>	0,23 *	0,09

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo en la prueba de t

Tabla 15: Valores de heredabilidad en sentido estricto (h^2) y desvío estándar (S_{h^2}) según el método de regresión progenie - progenitor

<i>Variables</i>	<i>h^2</i>	<i>S_{h^2}</i>
<i>RE</i>	0,10	0,08
<i>RM</i>	0,08	0,08
<i>PM</i>	0,40**	0,08
<i>DI</i>	0,40**	0,08
<i>TU</i>	0,31	0,20
<i>DAC</i>	0,28	0,26
<i>ALT</i>	0,50**	0,08
<i>NUTA</i>	0,38*	0,18
<i>MASAV</i>	0,42	0,26

*recta de ajuste con pendiente significativa $p < 0,05$

**recta de ajuste con pendiente significativa $p < 0,01$

Tabla 16: Valores de correlación fenotípica, **genética** y *ambiental* entre variables

	<i>RM</i>	<i>PM</i>	<i>DI</i>	<i>TU</i>	<i>DAC</i>	<i>ALT</i>	<i>NUTA</i>	<i>MASAV</i>
<i>RE</i>	0,96** 0,77 0,99	0,52** -0,08 0,82	0,48** -0,09 0,74	0,87** 0,68 0,95	0,24** -0,36 0,54	0,44** -0,10 0,51	0,38** 0,47 0,38	0,57** 0,60 0,58
<i>RM</i>		0,58** 0,54 0,68	0,54** 0,53 0,61	0,76** 0,07 0,96	0,23** -0,52 0,63	0,42** -0,19 0,51	0,31** -0,01 0,42	0,52** 0,24 0,58
<i>PM</i>			0,95** 1,00 0,90	0,12** -0,78 0,75	0,22** -0,28 0,85	0,39** -0,03 0,62	-0,02ns -0,60 0,43	0,29** -0,30 0,65
<i>DI</i>				0,08** -0,79 0,65	0,13** -0,35 0,70	0,35** -0,14 0,58	-0,01ns -0,60 0,42	0,28** -0,25 0,58
<i>TU</i>					0,17** -0,02 0,33	0,30** 0,04 0,38	0,48** 0,73 0,35	0,48** 0,60 0,44
<i>DAC</i>						0,28** 0,04 0,45	-0,03ns -0,09 0,02	0,10** -0,26 0,35
<i>ALT</i>							0,29** 0,43 0,26	0,59** 0,66 0,58
<i>NUTA</i>								0,58** 0,76 0,52

* significativo $p < 0,05$; ** significativo $p < 0,01$ y ns no significativo

Tabla 17: Análisis de Variancia para Agrupamientos de plantas estaminadas

	<i>Variables</i>	<i>CM entre Grupos</i>	<i>gl</i>	<i>CM dentro Grupos</i>	<i>gl</i>	<i>F</i>
<i>Año 1</i>	<i>RE</i>	549734,94	4	1273,08	585	431,81**
	<i>RM</i>	507112	4	1348,43	585	376,07**
	<i>PM</i>	1108,86	4	19,25	585	57,61**
	<i>DI</i>	219,25	4	4,29	585	51,11**
	<i>TU</i>	928,24	4	9,06	585	102,48**
	<i>DAC</i>	554,63	4	234,31	585	2,37*
<i>Año 2</i>	<i>RE</i>	595081,18	4	1732,10	585	343,56**
	<i>RM</i>	263171,21	4	1116,05	585	235,80**
	<i>PM</i>	485,57	4	11,07	585	43,87**
	<i>DI</i>	123,99	4	2,69	585	45,99**
	<i>TU</i>	2231,82	4	20,80	585	107,29**
	<i>DAC</i>	702,67	4	269,11	585	2,61*

* significativo $p < 0,05$ ** significativo $p < 0,01$

Tabla 18: Análisis de Variancia para agrupamientos de plantas pistiladas

	<i>Variables</i>	<i>CM entre Grupos</i>	<i>gl</i>	<i>CM dentro Grupos</i>	<i>gl</i>	<i>F</i>
<i>Año 1</i>	<i>RE</i>	584476,50	4	2017,76	630	289,67**
	<i>RM</i>	574655,94	4	1855,03	630	309,78**
	<i>PM</i>	1439,92	4	35,91	630	40,10**
	<i>DI</i>	240,78	4	6,02	630	39,99**
	<i>TU</i>	632,79	4	10,59	630	59,73**
	<i>DAC</i>	989,44	4	253,74	630	3,90**
<i>Año 2</i>	<i>RE</i>	941502,06	4	1640,72	630	573,84**
	<i>RM</i>	690335,62	4	1322,82024	630	521,87**
	<i>PM</i>	1031,95	4	20,09	630	51,37**
	<i>DI</i>	201,78	4	3,69	630	54,59**
	<i>TU</i>	1939,49	4	13,02	630	148,95**
	<i>DAC</i>	496,24	4	217,74	630	2,28 ns

* significativo $p < 0,05$ ** significativo $p < 0,01$

Gráfico 1: Rendimiento (RE) promedio por familia en el primer y segundo año de cosecha

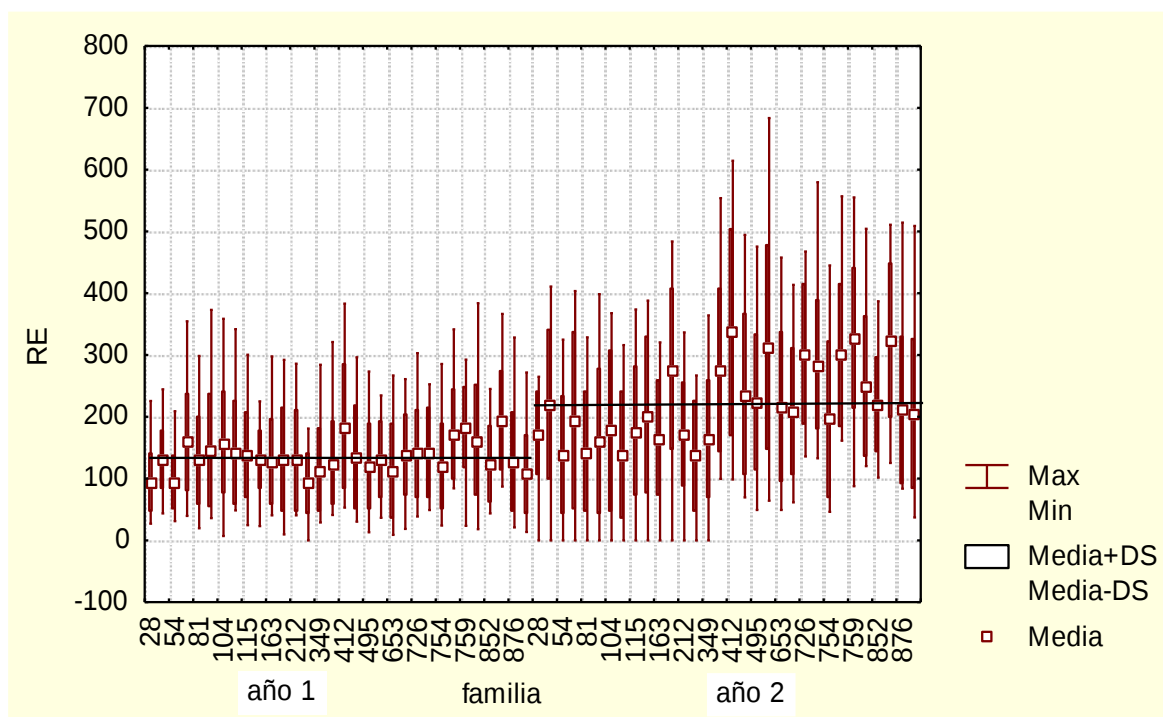


Gráfico 2: Rendimiento de mercado (RM) promedio por familia en el primer y segundo año de cosecha

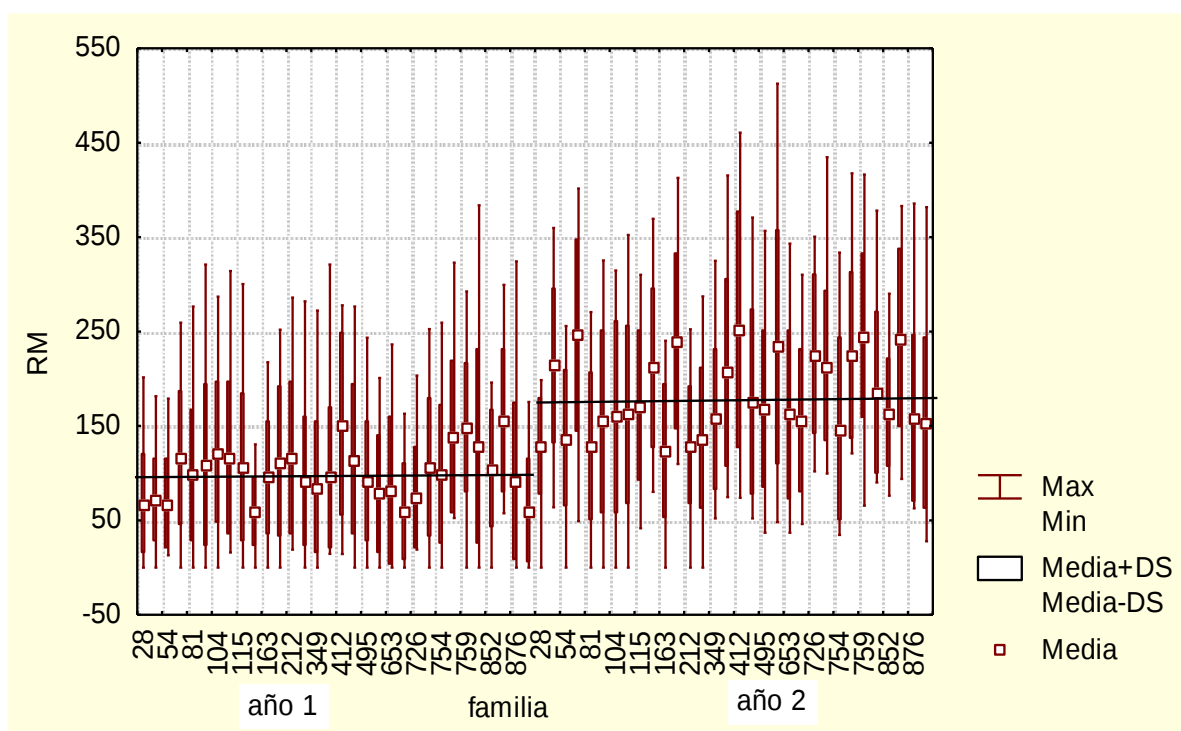


Gráfico 3: Peso promedio del turión (PM) por familia en el primer y segundo año de cosecha

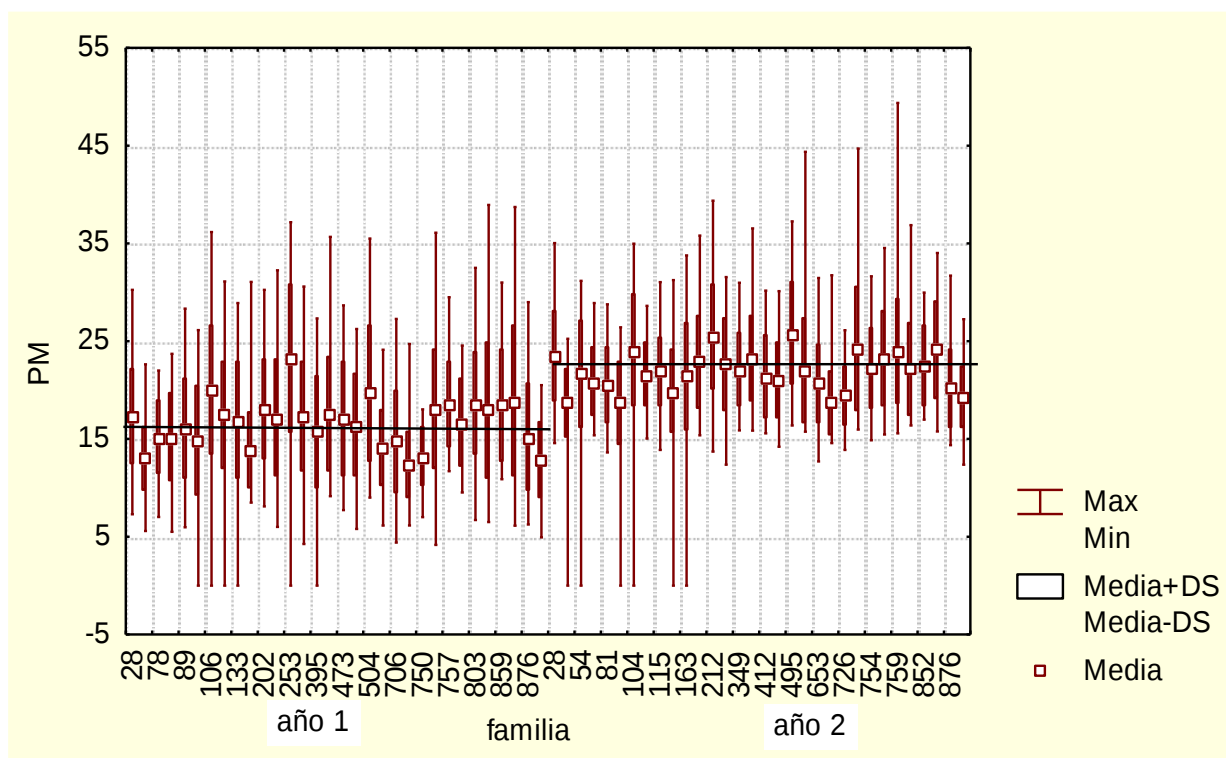


Gráfico 4: Diámetro medio del turión (DI) por familia en el primer y segundo año de cosecha

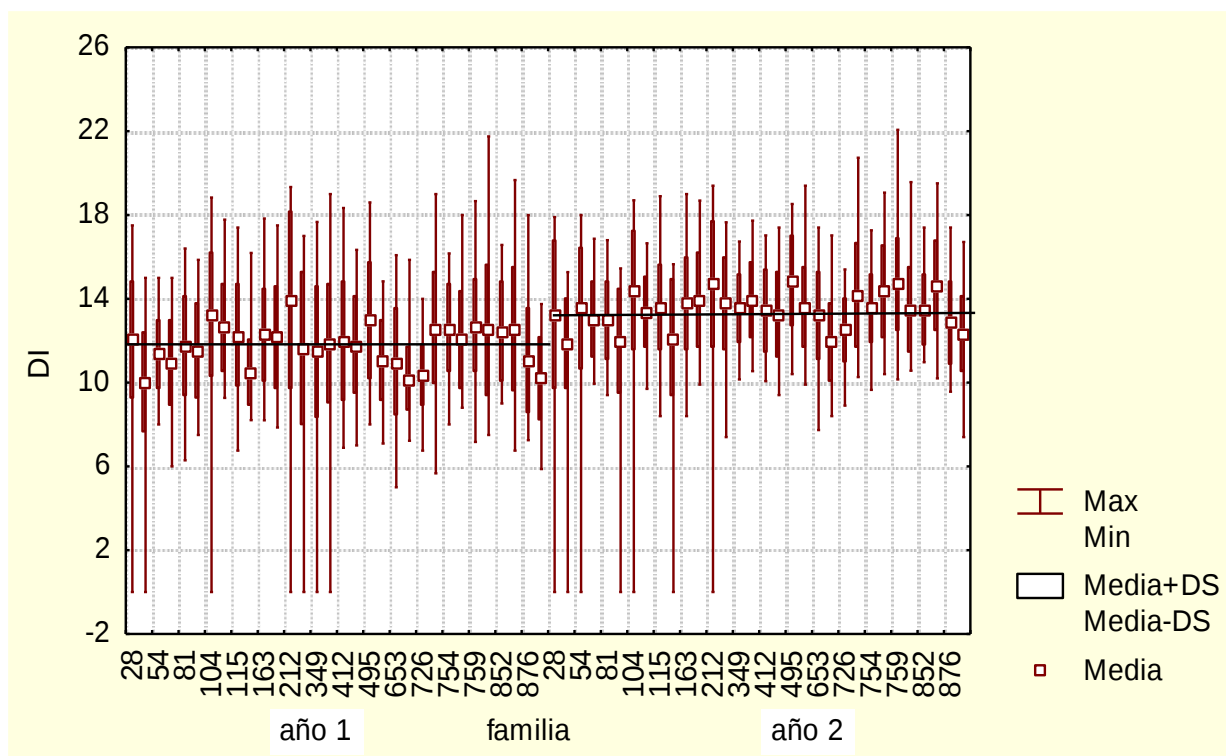


Gráfico 5: Número de turiones (TU) promedio por familia en el primer y segundo año de cosecha

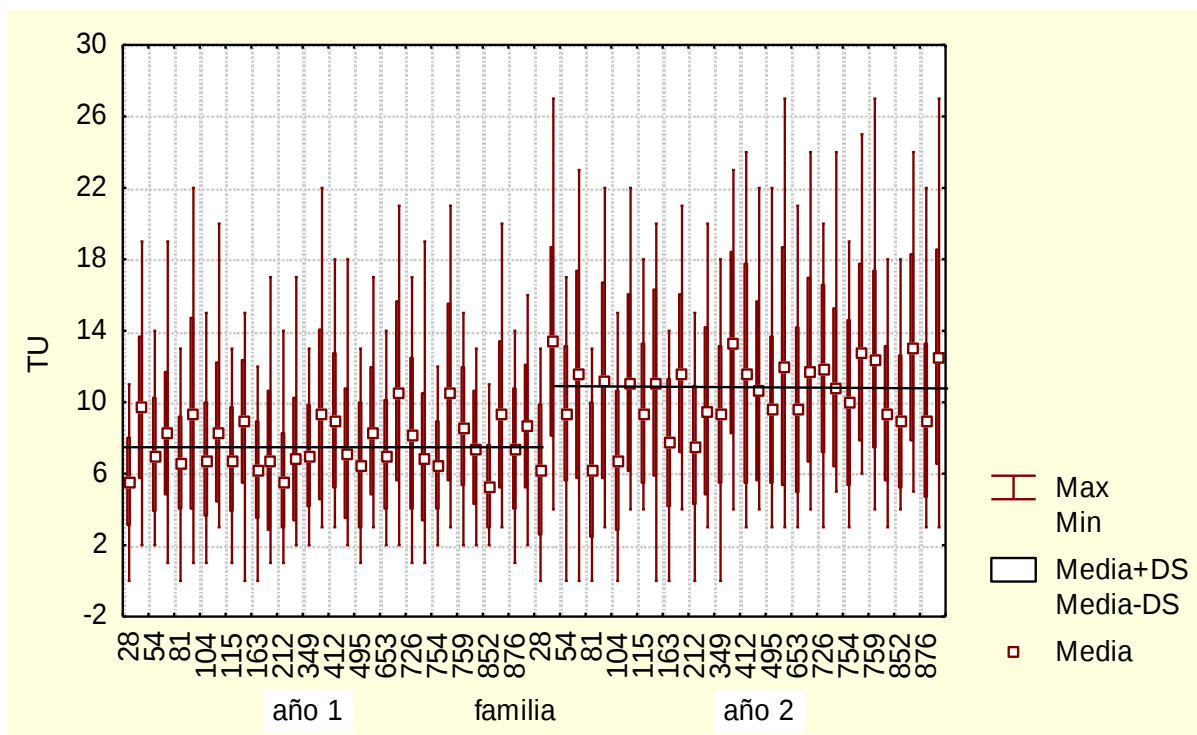


Gráfico 6: Días a cosecha (DAC) promedio por familia en el primer y segundo año de cosecha

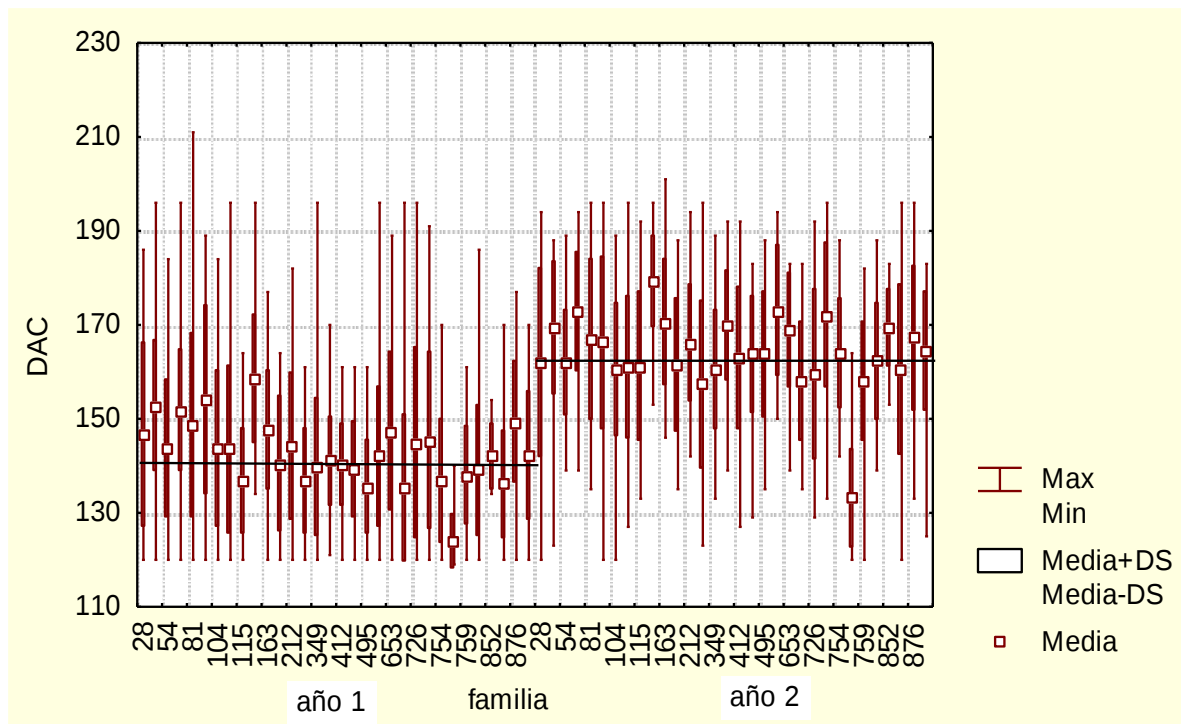


Gráfico 7: Altura de planta (ALT) promedio por familia en el primer y segundo período vegetativo

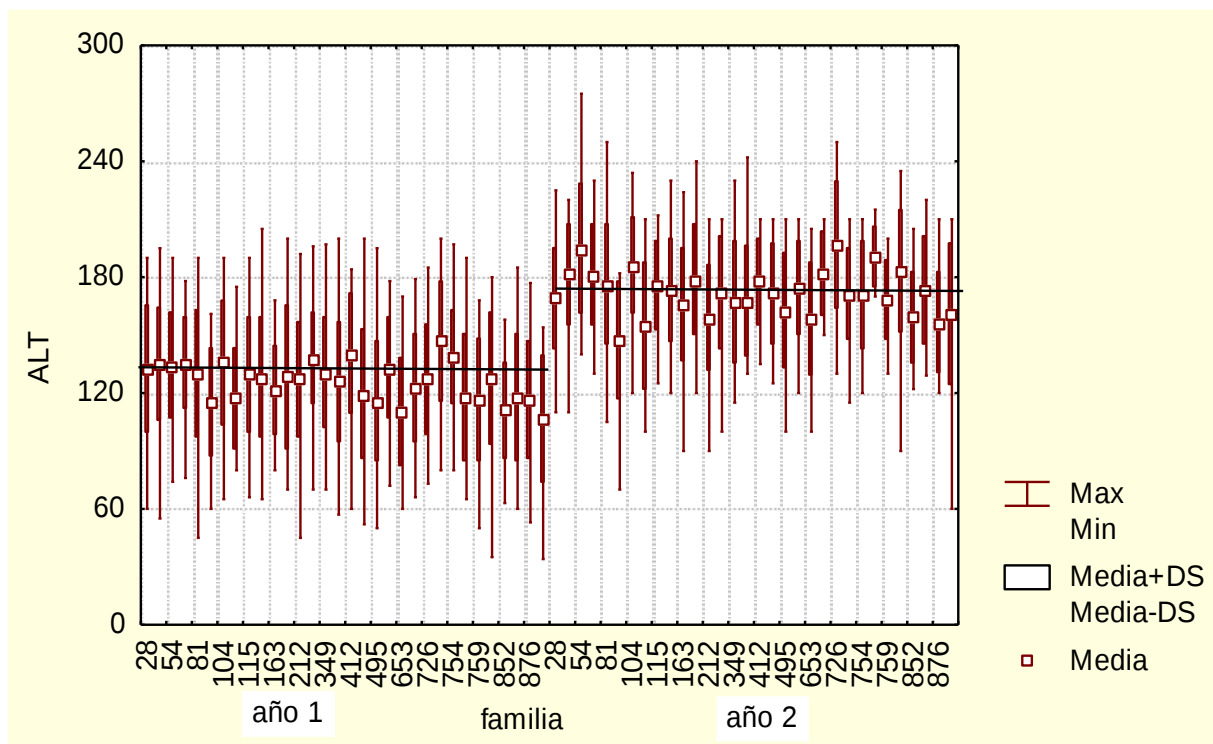


Gráfico 8: Número de tallos (NUTA) promedio por familia en el primer y segundo período vegetativo

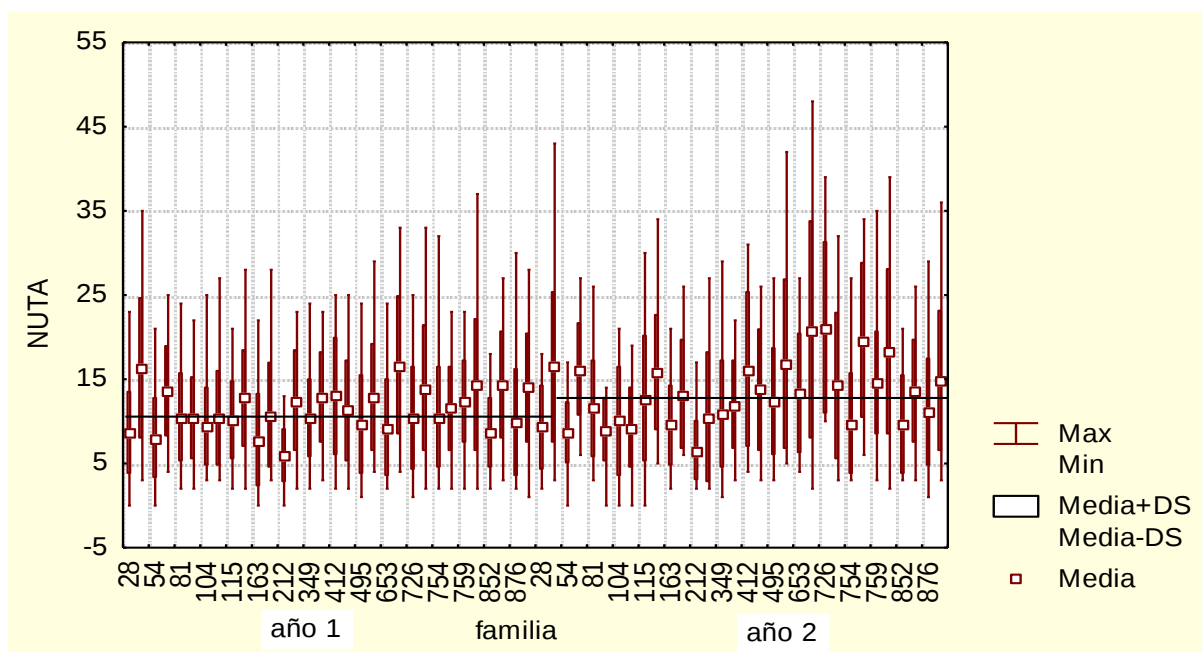


Gráfico 9: Peso de la masa verde (MASAV) promedio por familia en el primer y segundo período vegetativo

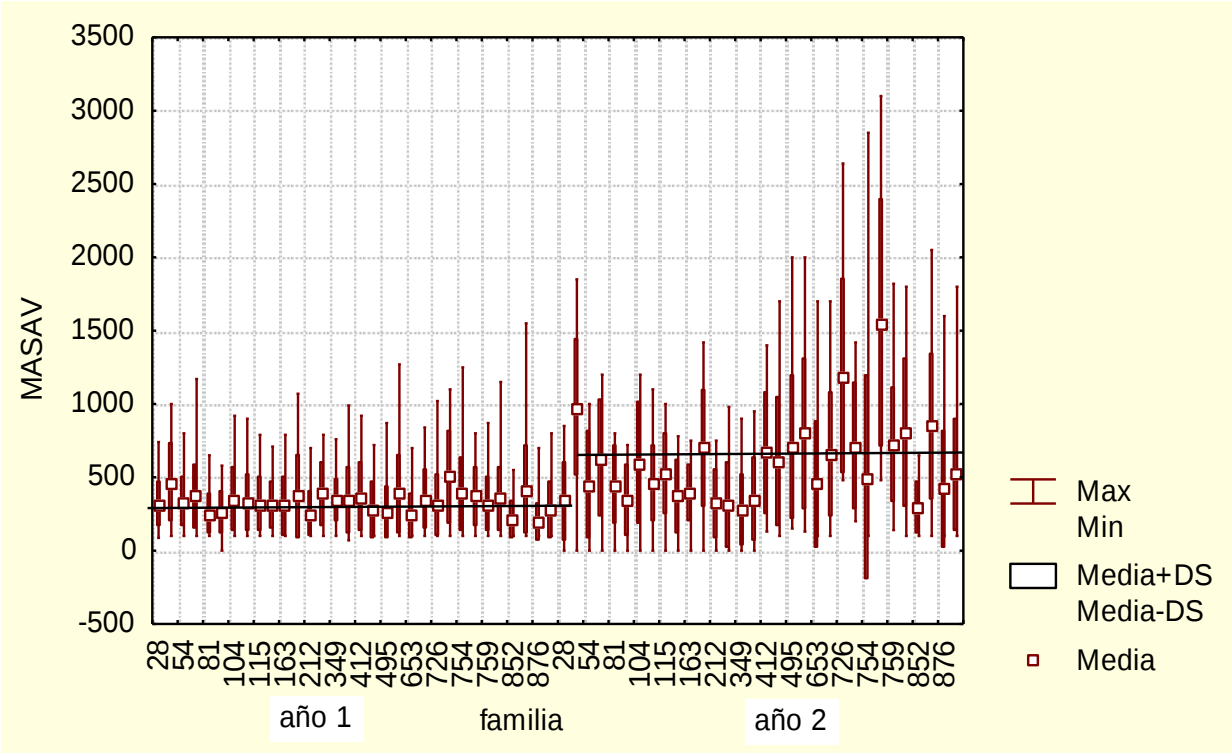


Gráfico 10: Valores medios de cada variable por año en cada grupo de plantas estaminadas

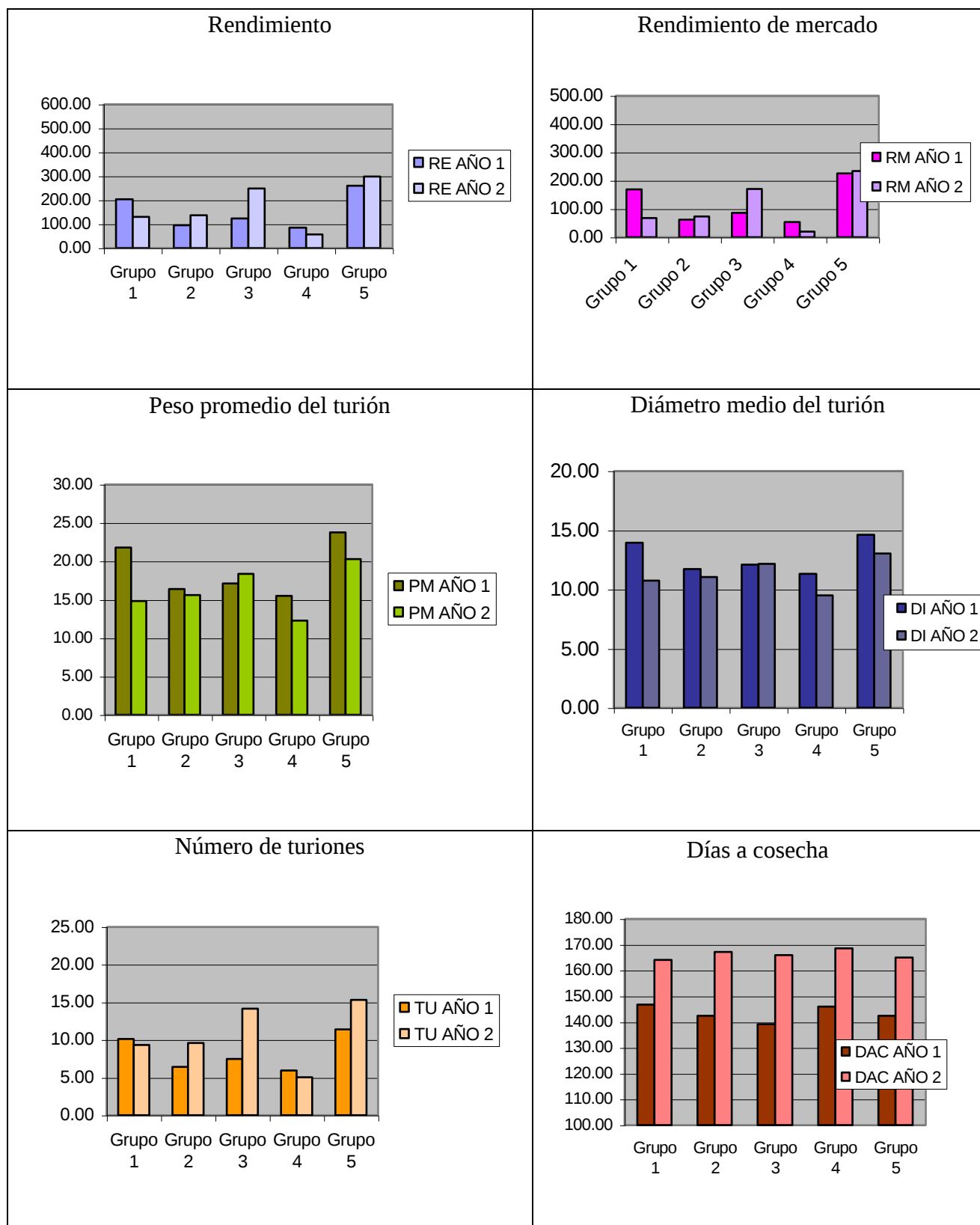
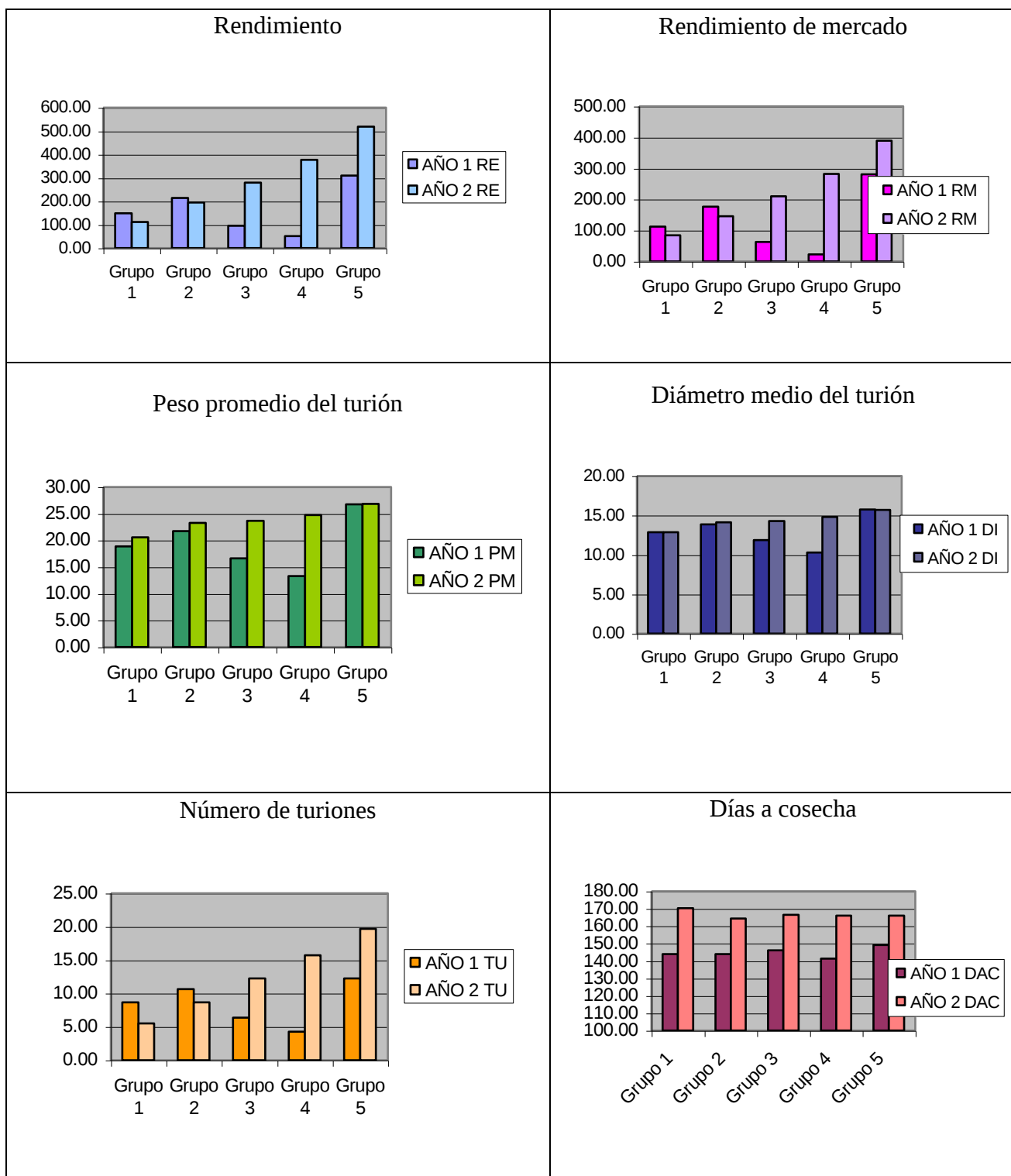


Gráfico 11: Valores medios de cada variable por año en cada grupo de plantas pistiladas



DISCUSIÓN

Estimación de parámetros

En el análisis del comportamiento de las variables por familias y años se demostró que tanto Peso promedio y Diámetro del turión presentaron rangos de variación similares dentro de familias en ambos años, o incluso menores en el segundo año; mientras que Rendimiento, Rendimiento de mercado y Número de turiones mostraron mayores rangos de variación en el segundo año. Es decir, tal como lo proponen Cointy *et al.* (2000), las diferencias entre individuos en las dos primeras variables son evidentes desde el primer año, mientras que para Rendimiento y Rendimiento de mercado la diferenciación de individuos se evidencia en el segundo año debido a que Número de turiones presenta mejor expresión.

Legg *et al.* (1968) en un estudio de 2 años de cosecha de 5 líneas de espárrago provenientes de la Universidad de California, clonadas y plantadas en dos localidades, encontraron que la mayoría de las variables analizadas mostraban interacciones con años significativas excepto la variable peso promedio del turión, indicando este hecho que esta variable puede ser evaluada en un solo año. Según Cointy *et al.* (1996a) el número de turiones no es expresado en su máximo potencial durante el primer año de producción, mientras que sí lo es el diámetro. Por lo tanto aquellas plantas que producen turiones de mayor diámetro durante el primer año, lo harán durante toda la vida útil de la esparraguera, mientras que el número de turiones producidos se estabiliza recién durante el segundo año de producción.

Bannerot *et al.* (1969) comparando 12 materiales comerciales en un ensayo de 8 años de cosecha y una localidad, encontraron que era significativa la interacción material por año para

rendimiento, indicando que la evolución de los materiales a través de los años no era la misma, aunque los materiales más productivos se destacaron desde un primer momento. Cointry *et al.* (2000) determinaron que las principales componentes del rendimiento son número de turiones y peso promedio del turión; y como el peso se estabiliza en el segundo año de cosecha, el rendimiento aumenta a expensas del número de turiones; por lo tanto cabe esperar que estas variables presenten tendencias de comportamiento similares.

En referencia a días a cosecha, Tiedjens (1924) propone que la temperatura no afecta el momento de aparición de los turiones, pero sí la tasa de crecimiento de los mismos. Si bien los materiales han sido previamente seleccionados por precocidad, que es uno de los principales objetivos de selección en los países europeos (Corriols, 1988; Rameau, 1990 y Van Den Broek y Boonen, 1990), materiales tales como las poblaciones del cultivar Argenteüil aún conservan variabilidad genética para este carácter (Cointry *et al.* 1996a). Esta variabilidad presente en el material estudiado se manifiesta con elevados rangos de variación entre individuos dentro de familias en ambos años de cosecha.

Si bien Pandita *et al.* (1988) encontraron amplias variaciones para altura de la planta y número de tallos, entre otras variables evaluadas en distintos cultivares, y atribuyeron gran parte de esta variación a causas genéticas, las variables vegetativas muestran comportamientos dispares ya que los procesos fisiológicos que las determinan están fuertemente influenciados por las características climáticas del año precedente.

El análisis de variancia muestra que en la población en estudio hay diferencias altamente significativas entre individuos para todas las variables. López Anido *et al.* (1997) encontraron diferencias significativas entre plantas para la mayoría de las variables productivas en la misma población del cv. Argenteüil. Bannerot *et al.* (1969) al evaluar también una población del tipo Argenteüil, informaron una considerable variación entre plantas para las variables diámetro del

turión y número de turiones, destacando que estas diferencias se mantienen a través de los años. Haber (1932); Nikoloff *et al.* (1986) y Pandita *et al.* (1988) por su parte encontraron una amplia variación entre plantas para rendimiento, número de turiones y diámetro del turión, al evaluar otras poblaciones. Legg *et al.* (1968) destacaron que se ha encontrado considerable variabilidad entre plantas de variedades comerciales y que, si bien las diferencias entre sexos son mayores, una gran variabilidad puede ser encontrada dentro de los sexos.

Al ser el espárrago una especie dioica que se multiplica por semillas y cuya determinación sexual es a través de dos pares de genes, la fecundación cruzada entre individuos es obligatoria, asegurándose en la especie un 100 % de alogamia. Este sistema de reproducción indica que los individuos que forman una población determinada mostrarán gran variabilidad entre plantas a la vez que un alto grado de heterocigosis. La evaluación de plantas individuales permite la caracterización de esta variabilidad y la identificación de individuos superiores, los cuales posiblemente no serían identificados si la selección de progenitores en planes de mejoramiento se realizara sobre la base de promedios familiares.

Este mismo sistema de reproducción permite la creación de materiales híbridos constituidos íntegramente por plantas estaminadas y andromonoicas o bien el manejo de poblaciones dioicas; por lo que uno de los objetivos centrales en numerosos trabajos ha sido conocer si los caracteres que revisten mayor interés presentan comportamiento diferencial entre sexos. Algunos autores señalaron la superioridad de las plantas estaminadas en cuanto a rendimiento y número de turiones, frente a los mayores peso promedio y diámetro de los turiones de las plantas pistiladas (Tiedjens, 1924; Robbins y Jones, 1926; Haber, 1932; Young, 1937 y Franken, 1970).

Ya Tiedjens (1924) aseveró que las plantas estaminadas son más productivas y presentan mayor mortalidad que las pistiladas. Sneepe (1953), Moon (1976), Ellison (1986) y Falloon y Nikoloff (1986) si bien concuerdan en cuanto a la productividad afirman que las plantas

estaminadas son más precoces y longevas. Las plantas pistiladas muestran superioridad en cuanto a altura de la planta, mientras que las plantas estaminadas resultan superiores en el número de tallos (Robbins y Jones, 1926 y 1928; Young, 1937; Franken, 1970 y Benson, 1982).

Sin embargo este comportamiento diferencial entre sexos no ha podido ser confirmado en otros estudios. Thevenin (1967) encontró que no en todas las poblaciones de tipo Argenteüil evaluadas, las plantas estaminadas superaban en rendimiento a las pistiladas y Bannerot *et al.* (1969) encontraron que las diferencias entre sexos eran menores en la población de mejor rendimiento que en el resto de las poblaciones evaluadas, Ley *et al.* (1976) y Gonzalez Castañon (1990), evaluando distintos híbridos F_1 , encontraron que no en todos los casos el rendimiento de las plantas estaminadas supera al de las pistiladas, ya que los híbridos TM no siempre resultaron superiores al resto. Asimismo Cointy *et al.* (1996a) estiman que en ciertas poblaciones no existirían diferencias entre sexos en cuanto al rendimiento debido a una compensación entre el número de turiones y el diámetro de los mismos.

Robbins y Jones (1926 y 1928) encontraron que el peso promedio de la planta era superior en las plantas estaminadas, mientras que Legg *et al.* (1968) encontraron que las diferencias entre sexos para este carácter no eran significativas. Este último autor concuerda en que las plantas pistiladas producen en general turiones de mayores peso y diámetro, pero el número de turiones no siempre es inferior al de las plantas estaminadas y que la expresión diferencial de los sexos depende del material que se esté estudiando.

Corriols (1985) como resultado de numerosos ensayos con variedades e híbridos comerciales y F_1 en diferentes localidades concluyó que el rendimiento de las plantas estaminadas por sí solas dentro de cada variedad o híbrido era mayor que el de las pistiladas, pero las diferencias no eran significativas al compararlo con el rendimiento de la población en conjunto. En cuanto a diámetro

del turión las plantas estaminadas fueron inferiores a las pistiladas y considerando a las pistiladas y estaminadas en conjunto también fueron inferiores en la mayoría de los casos estudiados.

En el material estudiado el comportamiento general de los sexos indica que para la variable Rendimiento se manifiestan diferencias significativas a favor de las plantas pistiladas ($t = 2,1$; $p < 0,05$) en el primer año de cosecha, sin embargo, al analizar las diferencias de medias por familia, se encontró que éstas sólo eran significativas para la familia 879 ($t = 2,7$; $p < 0,01$), en la que las plantas pistiladas superaron a las estaminadas en un 52,5%. En el segundo año de cosecha las diferencias entre sexos tomados en general no fueron significativas pero considerando cada familia en particular se encontraron diferencias en la 106 ($t = 2,1$; $p < 0,05$) a favor de las plantas estaminadas y en la 495 ($t = 2,1$; $p < 0,05$) a favor de las pistiladas.

Rendimiento de mercado muestra diferencias a favor de las plantas pistiladas en ambos años de cosecha, pero ellas se deben a las familias 89, 852 y 879 en el primer año ($t = 2,4$; $t = 2,6$ con $p < 0,05$ y $t = 2,7$ con $p < 0,01$ respectivamente) mientras que en el segundo año las diferencias son significativas sólo en la familia 495 ($t = 2,1$; $p < 0,05$).

En el caso de Peso promedio del turión y Diámetro medio del turión, 5 familias presentaron diferencias significativas el primer año mientras que el segundo año lo hicieron 16 familias. En ambos casos todas las familias mostraron promedios superiores en las plantas pistiladas. Si bien la variable Número de turiones mostró superioridad en las plantas estaminadas en el primer año en el análisis general, esta diferencia entre sexos fue significativa sólo en las familias 54, 115 y 803 ($t = 2,2$; $t = 2,2$ con $p < 0,05$ y $t = 4,8$ con $p < 0,01$ respectivamente) mientras que en el segundo año se produjo una compensación entre las familias, siendo sólo superiores las plantas estaminadas en la 212 ($t = 2,4$; $p < 0,05$) y las pistiladas en la 253 ($t = 2,2$; $p < 0,05$).

Esta estructura de diferencias entre sexos en el material usado indica que se lograría mayor progreso por selección en la población dioica que en la creación de híbridos TM ya que el aporte

que las plantas pistiladas realizan en la formación del Rendimiento total es tan importante como el realizado por plantas estaminadas. Esto reforzaría lo postulado por Corriols (1985) sobre el riesgo de eliminar la selección sobre plantas pistiladas en los planes de mejora.

Según Nikoloff y Falloon (1990), si bien teóricamente se logran mayores rendimientos eliminando las hembras de la población, la curva de rendimiento de una población de espárrago tiene sesgo positivo; por lo tanto el cambio en la media necesario debe ser mayor que el requerido por poblaciones con curvas normales. Además, durante el lapso de tiempo que se tardó en lograr los híbridos TM, se lograron mayores avances en el mejoramiento de las variedades dioicas ya que se puede ejercer en ellas mayores presiones de selección por rendimiento y en un mayor número de individuos, tanto machos como hembras, asegurando un mejoramiento en la dirección deseada. La mayoría de los híbridos TM presenta plantas con andromonoecia tan prolíficas como muchas hembras, por lo tanto al producir bayas no se elimina el problema de la resiembra natural o “espárrago guacho”, una de las ventajas que se le atribuía al TM.

Teniendo en cuenta la ventaja que en este material significa la creación de una población dioica mejorada, cabe destacar que la selección de los progenitores del nuevo ciclo de selección debe realizarse basándose en características de plantas individuales y no a promedios familiares, debido a que fueron encontradas diferencias altamente significativas entre individuos dentro de parcelas y por lo tanto los individuos superiores podrían quedar enmascarados por promedios familiares bajos.

Los criterios de selección de estas plantas dependen fundamentalmente de los objetivos planteados en el programa de mejora y el tipo de variabilidad existente en el carácter en cuestión.

El éxito de la selección para un carácter determinado depende de la importancia relativa de los factores genéticos y no genéticos en la expresión de diferencias fenotípicas entre genotipos de una población, concepto que es conocido como heredabilidad del carácter. La selección de plantas

individuales puede ser efectiva si las variables que están siendo seleccionadas presentan elevada heredabilidad, pero es relativamente ineficiente en aquellas con bajas heredabilidades (Fehr 1987).

Mediante el método de análisis de variancia, las variables Peso promedio del turión, Diámetro medio, Número de turiones, Días a cosecha y Número de tallos presentaron valores de heredabilidad en sentido estricto altamente significativos ($t = 3,7$; $t = 3,5$; $t = 3,1$; $t = 4,4$ y $t = 3,6$ con $p > 0,01$ respectivamente); Altura de planta y Peso de la masa verde presentaron valores significativos ($t = 2,3$ y $t = 2,5$ con $p > 0,05$) mientras que para Rendimiento y Rendimiento de mercado los valores no fueron significativamente distintos de cero. Dentro de los valores significativos, Peso promedio del turión, Diámetro medio del turión y Días a cosecha presentaron valores altos de heredabilidad, Número de turiones, Número de tallos y Peso de la masa verde mostraron valores intermedios y Altura de planta presenta un valor bajo de heredabilidad.

En el caso de regresión progenie - progenitor las variables Rendimiento y Rendimiento de mercado también presentaron valores bajos de heredabilidad mientras que Altura de planta mostró una alta heredabilidad y el resto de las variables mostraron valores intermedios. Cabe destacar que las pendientes de las rectas de ajuste sólo fueron significativas en los casos de Peso promedio y Diámetro del turión, Altura de planta y Número de tallos. López Anido *et al.* (1997), demostraron la existencia de interacción genotipo-localidad para altura de planta. Esto indicaría que el elevado valor de heredabilidad hallado para esta variable es un estimador sesgado ya que se encuentra sobrestimado en una magnitud igual a la de la interacción. En este caso, los valores presentados deberán interpretarse como un techo máximo a los valores poblacionales, los cuales son teóricamente menores.

En 1947, Currence, al evaluar la progenie (cultivada como espárrago verde) de un grupo de plantas selectas de la variedad Mary Washington observó que el diámetro del turión en la progenie se relacionaba estrechamente con el diámetro del turión en la población parental, demostrando que

este carácter estaría determinado por el fenotipo de los padres, y permite suponer entonces que hay una elevada heredabilidad del mismo. Dentro de las variables analizadas en el presente estudio, Diámetro del turión así como Peso promedio del turión fueron las variables que estuvieron dentro del grupo con mayores valores de heredabilidad.

López Anido *et al.* (1999) trabajando con 36 familias de hermanos completos del cv. Argentineüil encontraron valores de heredabilidad en sentido estricto de $0,72 \pm 0,09$ para rendimiento de mercado y $0,60 \pm 0,13$ para diámetro medio del turión destacando la importancia de la variancia aditiva en la expresión de estos caracteres y la posibilidad de implementar planes de selección recurrente en base a ellos. Los valores de heredabilidad para el resto de las variables fueron: rendimiento, $0,23 \pm 0,26$; número total de turiones, $0,25 \pm 0,26$ y días a cosecha, $0,39 \pm 0,21$. A pesar de que la población de referencia es similar en ambos estudios, los valores obtenidos en este trabajo mediante el análisis de medios hermanos son considerablemente inferiores a los mencionados, excepto en las variables Número de turiones y Días a cosecha. En estos, además de mostrar valores superiores, la precisión de la estimación fue mayor.

Según Mariotti (1986), cuando se examinan características de arquitectura compleja como el rendimiento, asociadas generalmente a una baja heredabilidad, suele intentarse una selección indirecta en sus principales componentes. Muchas veces dichos componentes se encuentran interrelacionados entre sí de forma diversa.

Falconer (1991) afirma que las causas genéticas y ambientales de correlaciones se combinan para producir la correlación fenotípica. Si los dos caracteres en cuestión tienen heredabilidades altas, entonces la correlación genética será el principal determinante de la correlación fenotípica, pero si tienen heredabilidades bajas, la correlación ambiental presentará mayor relevancia. Las correlaciones genéticas y ambientales son frecuentemente muy diferentes en magnitud y algunas veces también en signo. Una diferencia en signo entre las dos correlaciones nos muestra que las

fuentes de variación genética y ambiental afectan a los caracteres a través de mecanismos fisiológicos diferentes.

Como puede verse de los resultados obtenidos, las variables Rendimiento y Rendimiento de mercado presentan una elevada correlación fenotípica, destacándose que si bien la correlación genética es alta debido a que se encontrarían involucrados grupos de genes en común en la formación de ambos tipos de rendimiento, la correlación ambiental presenta mayor magnitud, lo cual pone en evidencia la complejidad de ambos caracteres.

Las variables Peso promedio y Diámetro medio del turión presentan correlaciones fenotípicas intermedias con Rendimiento, determinadas principalmente por causas ambientales, ya que Rendimiento presenta un bajo valor de heredabilidad lo cual indica que la variancia aditiva para esta variable sería baja.

La correlación fenotípica entre Rendimiento y Número de turiones que resultó elevada, estaría determinada principalmente por causas ambientales.

Según diversos autores diámetro y número de turiones son las variables que se encuentran más estrechamente relacionadas con el rendimiento (Currence y Richardson, 1937; Ellison *et al.*, 1960 y Ellison, 1986), pero en estos resultados obtenidos, en ambas variables la componente ambiental presenta mayor magnitud que la genética. Sin embargo, en el caso de la correlación entre Número de turiones y Rendimiento, la componente genética presenta una magnitud intermedia a elevada. El rendimiento es un carácter complejo que está determinado por el número y el tamaño de las yemas subterráneas que se diferenciaron en la estación de crecimiento anterior mediante procesos determinados genéticamente pero influenciados por el micro y macro ambiente tal como oportunamente lo mencionaran Tiejdens (1924) y Robb (1984).

López Anido (1996), evaluando tres poblaciones del cultivar Argenteüil, encontró que las correlaciones genéticas entre rendimiento y sus componentes eran de magnitudes similares a las de

rendimiento de mercado y estas mismas variables. Sin embargo, en el presente trabajo las correlaciones genéticas entre Peso promedio y Diámetro del turión con Rendimiento son cercanas a cero, mientras que con Rendimiento de mercado toman valores intermedios. Ocurre lo contrario en las correlaciones genéticas entre Número de turiones y ambos tipos de Rendimiento. La alta correlación fenotípica entre Número de turiones y Rendimiento de mercado se debe casi exclusivamente a causas ambientales. Posiblemente la mayor importancia del Diámetro del turión en la composición del Rendimiento de mercado se debe a que en la población esta variable toma valores cercanos al límite comercializable (12 mm), convirtiéndose así en su principal determinante.

Según Mariotti (1986): “Una de las causas frecuentes de correlación genética entre caracteres cuantitativos es el pleiotropismo de los genes. Por este mecanismo parte de los genes responsables de la determinación de un carácter lo son también de la determinación de otro que resulta asociado con el primero.” ... “Otra causa frecuente de asociación es la interacción de efectos genéticos y/o ambientales que condicionan la expresión de los caracteres involucrados. Comúnmente la interacción reviste la forma de competencia por recursos.” En el caso del espárrago, la cantidad de fotoasimilados almacenados en las raíces actúa como recurso limitante en la determinación del número de turiones y el diámetro de los mismos, ya que un mayor número implica un menor diámetro del turión y viceversa.

Las correlaciones genéticas y ambientales entre Número de turiones y Peso promedio y Diámetro de turiones son altas, siendo de magnitudes similares pero de signo contrario, y al combinarse se compensan, dando como resultado correlaciones fenotípicas bajas. Ellison y Scheer (1959) reportaron la presencia de una correlación fenotípica negativa entre el número de turiones y el diámetro del turión. Haber (1932) demostró que las correlaciones entre estas variables no fueron significativas, mientras que Pandita y Bhan (1990), encontraron un valor significativo de -0.20. Esta discordancia en los resultados obtenidos en distintos ensayos puede ser explicada entonces por la

importancia relativa que presenten las causas de correlaciones ambientales con respecto a las genéticas en cada material utilizado y en cada localidad.

En la variable Días a cosecha, las correlaciones genéticas y ambientales presentan signo contrario excepto con Altura de planta. En su asociación con Número de tallos los tres tipos de correlaciones presentan valores cercanos a cero, en el resto de los casos las correlaciones ambientales son de mayor magnitud que las genéticas, y en consecuencia las correlaciones fenotípicas presentan signos positivos. Ellison (1986) afirma que la variable días a cosecha presenta correlación negativa con rendimiento debida a que la selección aplicada en esta especie tiene como principales objetivos el rendimiento estando éste asociado con plantas de producción precoz.

Entre las variables vegetativas, Número de tallos presenta correlaciones genéticas de mayor magnitud que la ambiental en las correlaciones con Rendimiento, Peso promedio, Diámetro medio y Número de turiones, Altura y Peso de la masa verde. En concordancia con López Anido *et al.* (1997) quienes calcularon correlaciones genéticas entre variables, dentro de los componentes del Rendimiento, Número de turiones fue el más asociado con Número de tallos y Peso de la Masa verde.

Ellison y Scheer (1959) afirman que el número de tallos presentó una correlación significativa con el número de turiones debido a que ambos se originan de las mismas yemas de crecimiento ubicadas en la araña. Ellison *et al.* (1960) encontraron que el rendimiento de plantas individuales de espárrago está correlacionado positivamente con el número de tallos, precocidad y vigor del helecho. Además, el diámetro medio de los turiones se correlaciona negativamente con el número de tallos por planta, resultado concordante sólo con la correlación genética del presente estudio.

Silveira y Augustin (1993) realizaron los cálculos de correlaciones fenotípicas entre variables en dos ensayos, uno en el quinto año de producción y el otro en el tercero. En el primer

ensayo, rendimiento presentó correlación significativa intermedia con altura de planta (0,31) y baja con número de tallos (0,04) mientras que en el segundo ensayo las correlaciones no fueron significativas estadísticamente. Sin embargo, Chen *et al.* (1987) encontraron que el rendimiento de plantas individuales se correlaciona significativamente con número de tallos y altura de planta y por lo tanto estas variables pueden utilizarse como ideotipos para realizar selección de plantas durante la etapa vegetativa. Las correlaciones encontradas en el presente estudio entre Rendimiento y las variables vegetativas demuestran que las causas ambientales son de similar o mayor magnitud que las genéticas, lo cual puede ser explicado porque estas variables mencionadas presentan valores bajos de heredabilidad. Por lo tanto se puede concluir, al igual que Falloon y Nikoloff (1986), que los criterios de selección como vigor del helecho o número de tallos no necesariamente permiten identificar plantas que son altamente productivas durante las primeras 4 o 5 campañas de cosecha, debido a la gran influencia ambiental en las correlaciones entre estas variables.

La mayor magnitud de las causas ambientales en la determinación de las correlaciones fenotípicas entre las variables vegetativas y Rendimiento, así como los bajos valores de heredabilidad mostrados por estas variables determinaron que fueran excluidas del análisis de agrupamientos.

Análisis de Agrupamientos

Dentro de las poblaciones de espárrago se pueden identificar grupos de individuos altamente productivos, grupos con individuos de producción media y grupos con individuos que no realizan aportes al rendimiento, por ejemplo Robb (1936) encontró que de una población de Mary Washington sólo el 61 % de las plantas eran productivas para rendimiento de mercado. Así mismo, Bannerot *et al.* (1969) reportaron que 87 plantas de una población de 347 individuos producían el 44,5 % del rendimiento total mientras que Cointry *et al.* (2000) encontraron que el porcentaje de plantas que aportaron el 80 % del rendimiento total en tres poblaciones del cultivar Argenteüil fluctuaba alrededor de un 63 % en el primer año de cosecha y un 57 % en el segundo.

En las plantas estaminadas, el análisis de agrupamientos permitió diferenciar 5 grupos con características distintivas. Los grupos 1 y 4, que comprenden el 48,8 % del total de las plantas estaminadas, muestran en el segundo año de producción una disminución del Rendimiento y el Rendimiento de mercado, explicada por la disminución en los valores de sus componentes principales, Peso promedio del turión, Diámetro medio y Número de turiones. Entre ellos, el grupo 4 se caracterizó por presentar ambos años los menores valores, mientras que el grupo 1 presentaba en el primer año valores relativamente altos que luego se asemejan a los del grupo 2 en el segundo año. En cuanto a Días a cosecha, los grupos 1 y 4 fueron los más tardíos en el primer año, mientras que en el segundo lo fueron los 2 y 4.

El grupo 3 muestra un notable incremento en Rendimiento y Rendimiento de mercado explicado por el incremento en el Número de turiones, ya que tanto Peso promedio como Diámetro medio del turión se mantienen constantes o incrementan levemente.

El grupo 5 es el que presenta mayor interés desde el punto de vista selectivo, ya que reúne al 6,1 % de las plantas que presentan los mayores valores de las distintas variables. Este grupo muestra

un leve incremento en Rendimiento y Rendimiento de mercado. Puede concluirse que si bien son plantas que disminuyen su Diámetro y Peso promedio del turión en el segundo año, aumentan el Número de turiones, produciendo así similares Rendimientos ambos años.

En las plantas pistiladas, los grupos 3, 4 y 5 aumentan su Rendimiento y Rendimiento de mercado en el segundo año de cosecha, debido a un aumento del Número de turiones y, en el caso de los grupos 3 y 4, un aumento en el Peso promedio y el Diámetro medio del turión. El grupo 5 es el que presenta los mayores valores en todas las variables, excepto en Días a cosecha en el segundo año, reuniendo el 8,8 % del total de las plantas pistiladas.

Los grupos 1 y 2 muestran una leve disminución en Rendimiento y Rendimiento de mercado debida a una disminución en el Número de turiones.

En la población en conjunto, la fracción formada por el grupo 5 de las plantas estaminadas y el grupo 5 de las pistiladas reúne al 7,51 % de los individuos. Estas plantas son las que presentan las mejores características para actuar como progenitoras del siguiente ciclo de selección. Entre ellas fueron elegidas 8 plantas pistiladas y 6 estaminadas para actuar como progenitores, con los que se esperan lograr incrementos teóricos de 13,43 % en Rendimiento total, 19,44 % en Rendimiento de mercado, 19,17 % en el Peso promedio del turión, 10,47 % en Diámetro medio del turión, 22,12 % en el Número de turiones y 1,99 % en Días a cosecha.

CONCLUSIONES

- ⇒ El material estudiado no presenta diferencias entre sexos en la expresión de variables de interés selectivo que justifiquen la creación de materiales híbridos todo macho (TM). Por lo tanto el programa de mejoramiento deberá orientarse a la obtención de una población dioica mejorada.
- ⇒ La existencia de elevada variabilidad entre plantas dentro de familias indica que la selección de los progenitores debe realizarse basándose en características de plantas individuales y no en promedios familiares.
- ⇒ Las variables Rendimiento y Rendimiento de mercado presentan valores de heredabilidad no significativos, mientras que sus componentes muestran valores altamente significativos, de magnitudes intermedias (Número de turiones) a altas (Peso promedio y Diámetro medio del turión) por lo tanto es conveniente utilizar a estos últimos como criterios de selección.
- ⇒ Las variables Peso promedio del turión y Diámetro medio del turión presentan correlaciones genéticas bajas con Rendimiento e intermedias a altas con Rendimiento de mercado; Número de turiones presenta correlaciones genéticas alta con Rendimiento y baja con Rendimiento de mercado, siendo las correlaciones entre Número y Peso promedio y Diámetro del turión altas y de signo negativo. Al realizar selección por estas componentes del Rendimiento es necesario realizar un análisis

conjunto de las mismas para no fijar características indeseables desde el punto de vista de la comercialización.

- ⇒ Las bajas correlaciones mostradas por Días a cosecha con las variables de interés productivo indican que la precocidad puede ser manejada como un criterio de selección independiente del Rendimiento.
- ⇒ Los grupos 5 de plantas estaminadas y 5 de pistiladas (7,51 % de la población total) presentan las mejores características de Rendimiento y calidad para actuar como progenitores de un nuevo ciclo de selección.
- ⇒ Con los progenitores selectos se espera lograr incrementos en un ciclo selectivo de 13,43 % en Rendimiento y 19,44 % en Rendimiento de mercado.

Bibliografía

- Bannerot H.; Derieux, M.; Thevenin, L. et Arnoux, J. 1969. Résultats de'un essai comparatif de populations d' asperge. *Annales Amélioration des Plantes* 19(3):289-324.
- Bartlett, M. S. 1947. The use of transformations. *Biometrics*. 3:39-52.
- Becker, W. A. 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. Washington State University Press. 2nd Edition. 130 pp.
- Benson, B. L. 1999. World asparagus production areas and production periods. *Acta Horticulturae*: 479:43–50.
- Benson, B. L. 1982. Sex influences of foliar trait morphology in asparagus. *Hortscience* 17(4):625-627.
- Benson, B. L. and Takatori, F. 1980. Foundation asparagus seed program and the release of UC 157 parental clones to the seed industry. *Asparagus Research*. 1979-1980. Univ. Cal. Davis. pp 25-26.
- Bulmer, M. G. 1980. The mathematical theory of quantitative genetics. Clarendon Press. Oxford.
- Bussell, W. T.; Falloon, P. G. and. Nikoloff, A. S. 1987. Evaluation of asparagus yield performance after two years' harvesting. *New Zealand Journal of Experimental Agronomies* 15:205-208.
- Chen, Y. W.; Hung, L. and Tu, C. C. 1987. Use of economic characters as ideotypes in asparagus breeding. *In: The Breeding of Horticultural Crops*, FFTC Book Series N° 35, 45-49.
- Cointry, E. L.; López Anido, F. S.; Gatti, I.; Firpo, I. T.; y Garcia, S. M. 1996a. Criterios para la selección de plantas élites en espárrago. II Jornada Argentino-Chilena de Genética; XXXIV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile; XXVII Congreso Argentino de Genética. Viña del Mar, Chile.

- Cointry, E. L.; López Anido, F. S.; Gatti, I.; Garcia, S. M y Firpo, I. T. 1996b. Comparative study of morphological and productive characters in blanched asparagus populations. *Asparagus Research* 13(1-2):30-34. New Zealand.
- Cointry, E; López Anido, F.S Gatti, I.; Cravero, V.P. Firpo, I.T. and García, S.M- 2000. Early selection of elite plants in asparagus. *Bragantia*. Campinas. 59(1), 21 – 26.
- Corriols, L. 1985. Behavior of several hybrid schemes towards asparagus breeding tests. *Eucarpia Vegetable Section*. Proc. 6th Inter.. Asparagus Symposium 5-9 Aug. Guelph, Ont. Canada.
- Corriols, L. 1988. Selección y mejora del espárrago. Resúmenes de la II Jornadas Técnicas del espárrago. 7 - 10 de junio, Pamplona, España.
- Corriols, L. et Thevenin, L. 1979. L'INRA et l'asperge. Qu'en est-il en 1979. *P.H.M. Révue Horticole*. Oct. 1979.
- Cruz, C. D. 1990. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Pericicaba: USP/ESLAQ. 188pp. (Tese doutorado)
- Cruz, C. D. e Regazzi, A. J. 1994. modelos biométricos aplicados ão melhoramento genético. Viçosa: UFV-Imprensa Universitaria. 390 pp.
- Currence, T. M. 1947. Progeny tests of asparagus plants. *Journal of Agricultural Research* 74(3):65-76.
- Currence, T. M. and Richardson, A. L. 1937. Asparagus breeding studies. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 35:554-557.
- Ellison, J. H. 1984. Release of Jersey Giant and Greenwich. *Asparagus Research Newsletter*. 2:23.
- Ellison, J. H. 1986. Asparagus breeding. En: *Breeding Vegetable Crops*. Bassett, M.J. (Ed.). Avi Publisher Co. Westport CT, AVI, 521-569.
- Ellison, J. H. and Scheer, D. F. 1959. Yield related to brush vigor in asparagus. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 73:339-344.

- Ellison, J. H.; Scheer, D. F. and Wagner, J. J. 1960. Asparagus yield as related to plant vigor, earliness and sex. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 75:411-415.
- Falavigna, A.; Casali, P. and Soresi, G. 1982. Diego: first italian hybrid of asparagus from heterozygous clones. *Genet. Agrar.* 162-163.
- Falconer, D. S. 1991. *Introduction to Quantitative Genetics*. John Wiley and Sons (Ed.). New York.
- Fallon, P. G. and Nikoloff, A. S. 1986. Asparagus: value of individual plant yield and fern characteristics as selection criteria. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 14:417-420.
- Fehr, W. R. 1987. *Principles of cultivar development*. Iowa State University. USA. 536 pp.
- Franken, A. A. 1970. Sex characteristics and inheritance of sex in asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Euphytica* 19:277-287.
- Galli, M. G.; Bracale, M.; Falavigna, A.; Raffaldi, F.; Savini, C. and Vigo, A. 1993. Different kinds of male flowers in the dioecious plant *Asparagus officinalis* L. Sex. *Plant Reproduction*. 6:16-21.
- Gatti, I.; Cravero, V.; López Anido, F. y Cointry, E. 2000. “*Evaluación de siete poblaciones de espárrago (Asparagus officinalis L.)*”. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. Brasília. V. 35, n.6, p. 1151 – 1157.
- Geoffriau, E.; Denoue, D. and Rameau, C. 1992. Assessment of genetic variation among asparagus (*Asparagus officinalis* L.) populations and cultivars: agromorphological and isozymic data. *Euphytica*. 61:169-179.
- González Castañón, M. L. 1990. Evaluation of male and female asparagus plants. Interest in obtaining male dioecious hybrids. *Acta Horticulturae*. 271:83-89.
- Gry, L. 1990. L’asperge profite d’une sélection de pointe. *Semences et Progrès N*. 65:3-16.

- Haber, E. S. 1932. Effect of size of crown and length of cutting season on yields of asparagus. *Journal of Agricultural Research* 45(2):101-110.
- Hallauer, A. R. and Miranda, J. B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. 2nd Ed.
- Hanna, G. C. 1952. Asparagus plant breeding. *Calif. Agric.* 6(1):6.
- Jolliffe, I. T. 1986. Principal Component Analysis. Swinger – Verlog Ed. New York Inc.
- Legg, P. D.; Souther, R. and Takatori, F. H. 1968. Estimates of heritability in *Asparagus officinalis* from replicated clonal material. *Proceedings of American Society of Horticultural Science.* 92:410-417.
- Ley, J. P.; Monget, M. et Thevenin, L. 1976. L'amélioration de l'asperge (*Asparagus officinalis* L.): application conjointe de méthodes statistiques descriptives et inférentielles a l'utilisation raisonnée des différences de production entre plantes mâles et femelles. *Annales Amélioration des Plantes* 26(4):675-716.
- López Anido, F. S. 1996. Variabilidad genética para caracteres productivos y vegetativos en tres poblaciones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Tesis para la obtención del Grado Académico Magíster Scientiae. UNR.
- López Anido, F. S.; Cointry, E. L.; Firpo, I. T. y García, S. M. 1999. Heritability of green and white asparagus yield. *Eucarpia Leafy Vegetables.* 99:277-280.
- López Anido, F. S.; Cointry, E. L.; Picardi, L. A. y Camadro, E. 1997. Genetic variability of productive and vegetative characters in *Asparagus officinalis* L. – Estimates of heritability and genetic correlations. *Brazilian Journal of Genetics.* 20: 275-281.
- Mariotti, J. A. 1986. Fundamentos de Genética Biométrica. Aplicaciones al mejoramiento vegetal. Secretaría General de la O.E.A. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.

- Moon, D. M. 1976. Yield potential of *Asparagus officinalis* L. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 4:435-438.
- Nikoloff, A. S. and Falloon, P. G. 1990. Breeding all-male hybrids of asparagus: a review of the DSIR, New Zealand programme. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 18:167-172.
- Nikoloff, A. S.; Ensor, P.; Palmer, T. P. and Wallace, A. R. 1986. Between plant variation of asparagus cultivars. New Zealand Agronomy Society Special Publication N^a 5, 49-54.
- Nyquist, W. E. 1991. Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. Critical Reviews in Plant Sciences 10(3):235-322.
- Pandita, P. N. and Bhan, M. K. 1990. Variability and correlation in asparagus *Asparagus officinalis*). Indian Journal of Agricultural Sciences 60(7):487-488.
- Pandita, P. N.; Bhan, M. K. and Kaul, A. 1988. Asparagus breeding in Kashmir. Indian Journal of Forestry 11(3):238-240.
- Punia, M. S.; Hooda, R. S. and Paroda, R. S. 1982. Discriminant function analysis for cane-yield attributes in sugarcane. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 52:643-645.
- Rameau, C. 1990. Fifteen years of experiments on asparagus F₁ hybrids: synthesis, evaluation of homozygous parents and application to the french breeding programme. Acta Horticulturae 271:47-54.
- Reuther, G. 1992. Handbook of Plant Cell Culture. Section IV: Vegetables. Ch. 8: Asparagus.
- Robb, A. R. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis*) as related to the production of the crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 12:251-260.
- Robb, O. J. 1936. Some observation on individual asparagus plants records. Scientific Agriculture. 17(3): 144 – 145.

- Robbins, W. W. and Jones, H. A. 1926. Sex as a factor in growing asparagus. Proceedings of American Society of Horticultural Science. 23:19-23.
- Robbins, W. W. and Jones, H. A. 1928. Further studies on sex in asparagus. Proceedings of American Society of Horticultural Science. 25:13-16.
- SAS Institute. 1996. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 584 pp.
- Silveira, R. F. e Augustin, E. 1993. Relações entre diâmetro e número de hastes, altura e vigor de plantas e produtividade de aspargo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 28(1): 29-133.
- Snedecor, G. W. 1964. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental S. A. México. 626 pp.
- Sneep, J. 1953. The significance of andromonoecy for the breeding of *Asparagus officinalis* L. Euphytica. 2:89-95.
- Statistics Cluster Analysis, 1993. StatSoft, Inc.
- Thevenin, L. 1967. Les problèmes d'amélioration chez *Asparagus officinalis* L. I Biologie et amélioration. Annales des Amélioration des Plantes 17(1):33-66.
- Tiedjens, V. A. 1924. Some physiological aspects of *Asparagus officinalis*. Proceedings of American Society of Horticultural Science. 21:129-140.
- Torchelli, J. C. 1993. Manual de producción de espárrago. Diversificación productiva. Serie A N° 1. INTA.
- Van Den Broek, J. H. and Boonen, P. H. 1990. Today's asparagus breeding in the Netherlands. Acta Horticulturae 271:33-38.
- Young, R. E. 1937. Yield-growth relationships in asparagus. Proceedings of American Society of Horticultural Science. 35:576-577.