

COMPONENTES DE VARIANZA E INTERACCION VARIEDAD-SITIO DEL VIGOR, PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE *Olea europaea*, EN CHILE

Mario Astorga¹, Freddy Mora²

(recebido: 17 de setembro de 2003; aceite: 10 de Janeiro de 2005)

RESUMEN: Correlaciones genéticas tipo-B e intraclase del área de sección transversal del tronco, producción y productividad fueron analizados en ocho variedades de mesa y seis variedades de aceite de *Olea europaea*, en tres sitios del norte de Chile: Cerrillos, Rapel e Illapel. Los componentes de varianza fueron estimados utilizando máxima verosimilitud restringida (REML). Para el grupo de variedades de aceitunas para mesa, los valores de la correlación intraclase del área fueron altos ($\Gamma_{IC} = 0,91$) y moderados ($\Gamma_{IC} = 0,40$), mientras que en las variedades de olivas para aceite, estos valores fueron altos ($\Gamma_{IC} = 0,81$) y bajos ($\Gamma_{IC} = 0,00$). En Rapel, tanto para las variedades de mesa como de aceite, la correlación intraclase tiende a disminuir en el tiempo. En Cerrillos e Illapel, estas correlaciones disminuyen solo en los periodos iniciales. Las correlaciones genéticas tipo-B para las variedades de aceite, fueron bajas y moderadas en las variables productividad ($\Gamma_{Bv} = 0,00-0,41$) y producción acumulada ($\Gamma_{Bv} = 0,04-0,52$), evidenciando una interacción genotipo-ambiente relativamente fuerte. En estos mismos caracteres, de interés económico, para las variedades de mesa, correlaciones tipo-B fueron altas ($\Gamma_{Bv} \geq 0,7$), indicando una interacción despreciable.

Palabras-chave: máxima verosimilitud, variedades, correlaciones genéticas.

VARIANCE COMPONENTS AND VARIETY-SITE INTERACTION OF THE VIGOUR, PRODUCTION AND PRODUCTIVITY OF *Olea europaea*, IN CHILE

ABSTRACT: Type-B genetic and intraclass correlation of the trunk area, production and productivity were analyzed in eight table-olive and six oil-olive of *Olea europaea*, in three sites of northern Chile: Cerrillos, Rapel and Illapel. Variance components were calculated using restricted maximum likelihood method (REML). For table-varieties, intraclass correlation estimates were high ($\Gamma_{IC} = 0.91$) and moderate ($\Gamma_{IC} = 0.40$), while for olive oil, this values were between high ($\Gamma_{IC} = 0.81$) and low ($\Gamma_{IC} = 0.00$). In Rapel, for both varieties group, the intraclass correlation tended to diminishes along the time. In Cerrillos and Illapel, this correlation diminished only in the initial periods. Type-B genetic correlation for oil-varieties were low and moderate, in both productivity ($\Gamma_{Bv} = 0.00-0.41$) and accumulated production ($\Gamma_{Bv} = 0.04-0.52$), showed a relatively strong genotype-environment interaction. This same characteristics, of economic interest, for table-varieties, type-B correlations were high ($\Gamma_{Bv} \geq 0.7$), indicating a despicable interaction.

Key words: maximum likelihood, varieties, genetic correlations.

1 INTRODUCCIÓN

El olivo, *Olea europaea* L., pertenece a la familia botánica Oleaceae, que comprende especies de plantas distribuidas en las regiones tropicales y templadas del mundo (RAPOPORT, 1999). Esta especie, tiene la capacidad genética de reaccionar en condiciones muy favorables. En regiones relativamente cálidas, muy lluviosas, o con frecuente riego estival, tienden a desarrollarse árboles grandes, con troncos altos y abundante crecimiento vegetativo. Este desarrollo sería raro en regiones nórdicas con clima templado más fresco, a pesar de las lluvias veraniegas (LAVEE, 1996).

Las zonas agroecológicas áridas y salinas del norte de Chile y sur del Perú presentan un potencial agrícola relativo para el cultivo y explotación agroindustrial de variedades mejoradas y comerciales de Olivo (CHAVÉZ *et al.* 2001). La elección del método idóneo para la obtención de material vegetativo incide directamente en la productividad y la adaptación de las plantas a los diferentes ambientes (MARTÍNEZ y BRUNA, 2001). La evaluación de variedades de cultivos agronómicos en diferentes localidades, a lo largo del tiempo, es una opción importante para estimar las respuestas genotípicas diferenciales a variadas condiciones ambientales, y de esta forma, estimar la interacción genotipo-ambiente (AULICINO *et al.* 2000). La

¹ Engenheiro Agrônomo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuárias – Colina San Joaquín s/n, La Serena, Chile – marioastorga@terra.cl

² Engenheiro Florestal, M. Sc., Programa de Doutorado em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 5, sala 1 – 87.020-900 – Maringá, PR. fmora@universiabrasil.net

interacción genotipo-ambiente ocurre cuando el comportamiento relativo de diferentes genotipos difiere cuando crece en ambientes diferentes (ZOBEL y TALBERT, 1984). El estudio de las características vegetativas en variedades de olivo, permite diferenciar el crecimiento de los cultivares a través del tiempo, y relacionar el vigor, medido como el área de sección transversal del tronco, con la producción de frutos en un sitio determinado. A su vez, permite observar el comportamiento y adaptación de las variedades en diferentes ambientes, evaluando su potencial productivo (TOUS *et al.*, 1998).

El objetivo del presente estudio fue analizar la interacción variedad-sitio, y estimar componentes de varianza del área de sección transversal del tronco, la producción de frutos y la productividad, en variedades de *Olea europaea*, en tres sitios del norte de Chile.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Variedades y ensayos

Catorce variedades de *Olea europaea* se escogieron al azar de un universo superior a las

sesenta variedades reconocidas en Chile, en el año 1998. Separado en dos grupos diferentes de variedades, de acuerdo al propósito productivo principal de cada grupo: Grupo I. Ocho variedades de aceituna para mesa, correspondientes a Manzanilla, Kalamata, Itrana, Nabali, Ascolano, Sevillana, Azapa, y Nocellara del Belice; Grupo II. Seis variedades de olivas para aceite, correspondientes a Koroneiki, Leccino, Barnea, Empeltre, Biancolilla y Coratina.

Los ensayos fueron establecidos en octubre del año 1999, en las localidades de Cerrillos, Rapel e Illapel. La localización de cada sitio y sus características de suelo, son mostrados en las Tablas 1 y 2. En la Tabla 3 se muestran los antecedentes climáticos de cada sitio, donde se presenta el promedio anual de tres años de evaluación (abril de 1999 a abril de 2003) de las temperaturas medias (media, mínima y máxima). La cantidad de horas-frio bajo 12,5°C fueron las registradas entre el 1 de Mayo y el 30 de Agosto de cada año.

Las plantas fueron propagadas mediante estacas enraizadas, provenientes de distintas plantas madres (ortet) de cada variedad.

Tabla 1 – Ubicación geográfica de los sitios.

Table 1 – Geographic location of the sites.

Sitio	Comuna	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Distancia directa al mar (km)	Altitud (m)
Cerrillos	Ovalle	30° 35'	71° 28'	20	200
Rapel	Montepatria	30° 45'	70° 44'	100	820
Illapel	Illapel	31° 50'	70° 51'	30	580

Tabla 2 – Características del suelo en cada sitio.

Table 2 – Soil characteristics in each site.

Sitio	Textura	Estrata	pH	Materia orgánica %	Conductividad eléctrica mS/cm
Cerrillos	Franco arcilloso	Estrata 1	6,9	3,9	1,25
		Estrata 2	8,1	1,5	1,1
Rapel	Franco	Estrata 1	8,0	3,8	0,7
		Estrata 2	8,0	0,9	0,5
Illapel	Franco arcilloso	Estrata 1	7,6	3,1	0,5
		Estrata 2	8,1	0,9	0,6

Tabla 3 – Características climáticas de los sitios.**Table 3** – *Climate characteristics of the sites.*

Sitio	Temperatura media anual (°C)			Horas frío (0 – 12,5 °C)	Humedad Relativa (%)	Epan ¹ (mm/año)	Precipitación ² (mm/año)
	media	mínima	máxima				
Cerrillos	14,61	8,10	21,27	2.194	69,92	1.702	132
Rapel	15,99	7,85	24,20	1.918	53,11	2.050	152
Illapel	15,40	9,03	21,85	2.029	59,70	1.807	208

(1) Epan: evaporación de bandeja; (2) INDAP-AGRIMED (2001).

Cada uno de los ensayos tuvo un diseño completamente al azar, con 6 árboles por parcela, y espaciamento de plantación de 8 x 4 m, para cada grupo. Todos los árboles han seguido un sistema de formación en *vaso libre*, según lo descrito por García-Ortiz *et al.* (1999). La irrigación de las plantas fue mediante riego por goteo. El criterio de riego es reponer el 100 % de las necesidades de las plantas, utilizando el método de evaporación de bandeja, descrito por Doorenbos y Pruitt (1977), y usando los coeficientes de cultivo descrito por Ogaz y Fereres (1999).

2.2 Características estudiadas

Los caracteres estudiados fueron el área de sección transversal del tronco (ASTT), característica relacionada al vigor del árbol (TOUS *et al.* 1998), y la producción de frutos (kg), medidos en cada variedad y grupo. La ASTT fue calculada a partir del perímetro del tronco (P) (medido a 20 cm del suelo), basado en la siguiente ecuación matemática:

$$ASTT = \frac{P^2}{4 * \pi}$$

Las mediciones del perímetro fueron realizadas en cuatro períodos: (1) al final de la primera temporada de crecimiento, primer año de la plantación, (julio del año 2000), (2) a los dos años de la plantación (julio del año 2001), (3) a los tres años de la plantación (julio del año 2002), y (4) a los cuatro años de la plantación (julio del año 2003). A su vez, la producción de frutos fue medida en los períodos (3) y (4). Los códigos de

cada variable evaluada en este estudio son: **ASTT_i**, área de sección transversal del tronco (en cm²), estimado en el i-ésimo año de crecimiento después de la plantación (i=1,...,4). **PF_i**, producción de frutos (en kg), estimado en el i-ésimo año de crecimiento (i=3,4). **PFA**, producción de frutos acumulada (\sum PF_i). Adicionalmente fue estimada la productividad **PR** (en kg/cm²) en el año 4, a partir del cociente entre PFA y ASST (TOUS *et al.* 1998).

2.3 Análisis por sitio y grupo de variedades

Para cada ensayo y grupo de variedades, análisis de sitios individuales fueron realizados usando el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, Y_{ij} es la observación fenotípica para el j-ésimo árbol; μ es el promedio total; V_i es el efecto aleatorio de la i-ésima variedad; y ε_{ijk} es el efecto residual aleatorio.

El análisis de varianza y la estimación de los componentes de varianza fueron realizados, para todos los caracteres cuantitativos, utilizando PROC GLM y PROC VARCOMP en SAS ® 6.12 (SAS Institute, 1996), respectivamente. Para la estimación de componentes de varianza, el método utilizado fue el de máxima verosimilitud restringida (SEARLE *et al.* 1992; RESENDE, 1999).

2.4 Correlación intraclase

El cálculo de la correlación intraclase permite observar el control genético entre los diferentes grupos de propágulos vegetativos (FALCONER, 1981). Esta estimación fue realizada de acuerdo al

procedimiento usado por Burdon y Shelbourne (1974). La correlación intraclase fue estimada para cada carácter métrico, en cada ensayo, a partir de la siguiente expresión:

$$\Gamma_{IC} = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_e^2}$$

Donde σ_v^2 representa la varianza de la variedad, y σ_e^2 la varianza residual. La sumatoria del denominador corresponde a la varianza fenotípica o varianza total (σ_p^2).

2.5 Análisis de sitios pareados

Este análisis fue realizado en orden a cuantificar la interacción genotipo-ambiente (variedad-sitio) entre las variedades. El modelo lineal usado para el análisis de sitios pareados fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + S_j + VS_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde, Y_{ijk} es la observación fenotípica para el k -ésimo árbol; μ es el promedio total; V_i es el efecto aleatorio de la i -ésima variedad; S_j es el efecto fijo del j -ésimo sitio; VS_{ij} es el efecto aleatorio de la interacción variedad-sitio; y ε_{ijk} es el efecto residual aleatorio.

Componentes de varianza, para todos los caracteres, fueron estimados usando PROC VARCOMP en SAS. Al igual que el análisis por sitios individuales, el método utilizado fue el de máxima verosimilitud restringida.

2.6 Correlación genética tipo-B

Correlación genética tipo-B puede ser definida como la correlación genética para un carácter medida bajo diferentes ambientes de crecimiento (YAMADA, 1962). Correlaciones genéticas tipo-B, nivel variedades, fueron estimadas en función de la siguiente expresión (YAMADA, 1962; BURDON, 1977):

$$\Gamma_{Bv} = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_{vs}^2}$$

Donde, σ_v^2 es la varianza genética (nivel variedades) medida a través de los diferentes ambientes (sitios), y σ_{vs}^2 es la varianza de la

interacción genotipo-ambiente (variedad-sitio) (YAMADA, 1962).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis por sitio y grupo de variedades

En cada sitio analizado individualmente, en el grupo de variedades de mesa, el análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p < 0,01$), en el ASTT_i, para el efecto debido a la variedad. Mientras que en el grupo de variedades de aceite, el análisis de varianza no evidenció diferencias significativas ($p > 0,01$), en el ASTT3 y ASTT4 en Illapel, y ASTT3 en Cerrillos, para el mismo efecto.

Para las variables PF3, PF4, PFA y PR, el análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p < 0,01$) para el efecto variedad, en todos los sitios y en cada grupo de variedades. Tous *et al.* (1998), encontró diferencias significativas en el vigor, producción y productividad de las plantas, en un grupo de cinco variedades de *Olea europaea* establecidas en España.

La Tabla 4 muestra los componentes de varianza y las correlaciones intraclase, para cada característica de crecimiento estudiada, por sitio y para los grupos de variedades de mesa y aceite.

La correlación intraclase del ASTT varió todo el período de evaluación en los tres sitios (Tabla 4). Para el grupo de variedades de aceitunas para mesa, los valores de la correlación intraclase del ASTT fueron altos ($\Gamma_{IC} = 0,91$) y moderados ($\Gamma_{IC} = 0,40$), mientras que en las variedades de olivas para aceite, estos valores fueron altos ($\Gamma_{IC} = 0,81$) y bajos ($\Gamma_{IC} = 0,00$). En Rapel, tanto para las variedades de mesa como de aceite, la correlación intraclase tiende a disminuir en el tiempo, con valores desde $\Gamma_{IC} = 0,91$ a 0,4 y desde $\Gamma_{IC} = 0,81$ a 0,37, respectivamente. En tanto que para los sitios Cerrillos e Illapel, estas correlaciones disminuyen solo en los tres períodos iniciales, aumentando su valor en el último período. Namkoong *et al.* (1972), sostiene que la magnitud de las varianzas genéticas y fenotípicas de los caracteres de crecimiento cambian con el tiempo. Por lo tanto, es evidente que los cuocientes entre estos dos componentes también podrían cambiar durante

todo el período. Un hecho que se revela en un estudio de crecimiento, es que éste no se comporta como una tasa constante. Muchos factores influyen esta tasa, pero en condiciones normales y favorables, un organismo crece bajo un patrón característico de incremento: primero crece lentamente, luego con un rápido incremento, y finalmente crece lentamente hasta que su crecimiento se detiene completamente (SINNOTT, 1979). Al igual que el ASTT, la correlación intraclase de las variables de producción, PF3 y PF4, disminuyen en los dos períodos evaluados. Para la productividad, en el grupo de variedades de mesa, la correlación fue siempre alta en los tres sitios, mientras que en el grupo de variedades de aceite, la correlación

mostró valores altos en Rapel e Illapel ($\Gamma_{IC} = 0,68$ y $0,75$), y moderado en Cerrillos ($\Gamma_{IC} = 0,35$).

3.2 Análisis de sitios pareados y grupo de variedades

Componentes de varianza y correlaciones genéticas tipo-B son mostrados en la Tabla 5. Los valores de las correlaciones genéticas tienden a disminuir con el tiempo en los caracteres ASTT_i para el grupo de variedades de mesa y en cada par de sitios (Figura 1). Para estos caracteres, en el grupo de variedades de aceite, no se observó una tendencia definida en el tiempo, en todos los pares de sitios analizados (Figura 2).

Tabla 4 – Componentes de varianza fenotípica (σ^2_p), genética (variedad) (σ^2_v), ambiental (error) (σ^2_e), y correlación intraclase (Γ_{IC}) para cada característica, sitio y diferentes variedades de mesa y de aceite.

Table 4 – Phenotypic (σ^2_p), genetic (variety) (σ^2_v), environmental (error) (σ^2_e) variance components and intraclass correlation, (Γ_{IC}) for each characteristic, site, and varieties group.

Caracter	Sitio											
	Cerrillos				Rapel				Illapel			
	σ^2_v	σ^2_e	σ^2_p	Γ_{IC}	σ^2_v	σ^2_e	σ^2_p	Γ_{IC}	σ^2_v	σ^2_e	σ^2_p	Γ_{IC}
<i>Variedades de mesa</i>												
ASTT1	2,20	0,24	2,44	0,90	1,05	0,11	1,16	0,91	0,74	0,13	0,87	0,85
ASTT2	35,04	10,80	45,85	0,76	59,18	18,09	77,27	0,77	66,88	13,66	80,55	0,83
ASTT3	98,14	110,53	208,67	0,47	192,25	164,09	356,34	0,54	201,79	152,35	354,14	0,57
ASTT4	332,20	302,93	635,13	0,52	291,86	433,37	725,23	0,40	542,89	372,13	915,02	0,59
PF3	63,19	27,56	90,75	0,70	44,23	17,32	61,55	0,72	41,66	64,16	105,82	0,39
PF4	158,80	68,43	227,23	0,70	46,88	17,06	63,94	0,73	253,72	141,41	395,13	0,64
PFA	336,02	105,54	441,55	0,76	188,90	44,53	233,42	0,81	345,69	287,39	633,08	0,55
PR	0,06	0,02	0,08	0,76	0,04	0,02	0,06	0,70	0,03	0,01	0,04	0,70
<i>Variedades de aceite</i>												
ASTT1	1,83	0,63	2,46	0,74	1,10	0,25	1,36	0,81	0,78	0,49	1,27	0,61
ASTT2	22,91	36,07	58,98	0,39	58,92	13,57	72,49	0,81	22,66	40,94	63,60	0,36
ASTT3	8,61	168,68	177,29	0,05	203,94	132,87	336,82	0,61	0,00	352,29	352,29	0,00
ASTT4	154,66	149,79	304,45	0,51	221,73	381,06	602,79	0,37	1,58	12,25	13,83	0,11
PF3	103,58	30,38	133,95	0,77	20,85	11,47	32,33	0,65	115,10	34,75	149,85	0,77
PF4	55,19	69,55	124,73	0,44	60,48	44,19	104,67	0,58	204,22	179,95	384,17	0,53
PFA	100,79	63,15	163,94	0,61	122,38	63,12	185,50	0,66	523,00	165,54	688,54	0,76
PR	0,01	0,02	0,03	0,35	0,01	0,01	0,02	0,68	0,03	0,01	0,04	0,75

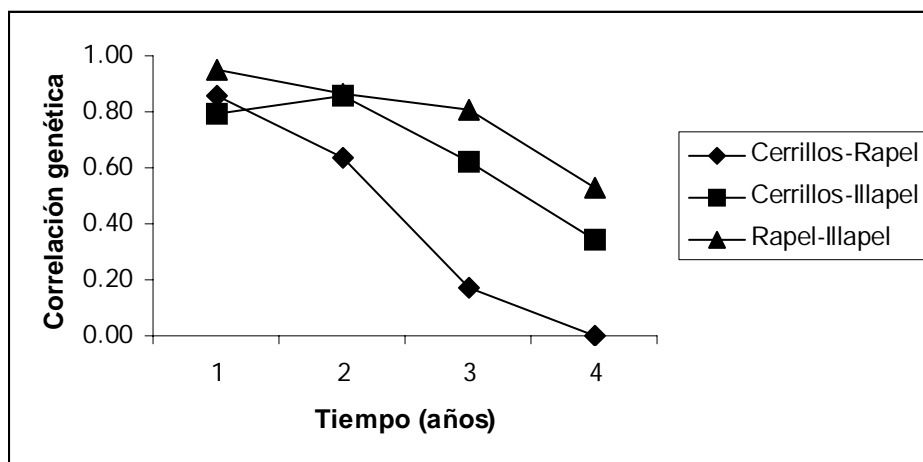


Figura 1 – Tendencias de la correlación genética para el ASTT de las variedades de aceituna de mesa.
Figure – Genetic correlation trends for ASTT of table varieties.

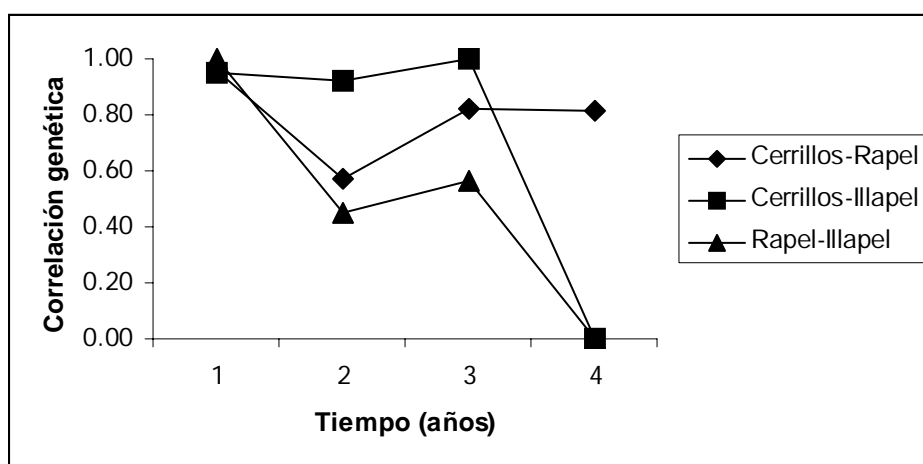


Figura 2 – Tendencias de la correlación genética para el ASTT de las variedades de aceite.
Figure – Genetic correlation trends for ASTT of the oil-varieties.

Para el grupo de variedades de mesa, la correlación del ASTT4 fue cero en Cerrillos-Rapel, y moderada, tanto en Cerrillos-Illapel ($\Gamma_{Bv} = 0,34$) como en Rapel-Illapel ($\Gamma_{Bv} = 0,53$), evidenciando una fuerte a moderada interacción genotipo-ambiente para esta variable. En contraste, para las variedades de aceite, estas correlaciones fueron altas en Cerrillos-Rapel ($\Gamma_{Bv} = 0,82$) y con valores cero ($\Gamma_{Bv} = 0,00$) en los otros pares de sitios.

Componente de varianza de la variedad igual cero ($\sigma_v^2 = 0,00$) encontradas en diversas variables del ASTT, PF y PR, estiman correlaciones genéticas con valor cero. A su vez,

componentes de varianza de la interacción variedad-sitio iguales a cero, estiman correlaciones iguales a uno. Alspach y Oraguzie (2002) encontraron valores de la varianza genotipo-ambiente iguales a cero en diversas características del fruto, en un estudio de interacción utilizando diferentes cultivares de *Malus domestica*.

La correlación de la producción acumulada (PFA) fue alta para el grupo de variedades de mesa, en los tres pares de sitios, mostrando una estabilidad de las variedades a través de los sitios ($\Gamma_{Bv} = 0,88$ en Cerrillos Rapel; 1,00 en Cerrillos Illapel; y 0,89 en Rapel Illapel). En cambio, para el

grupo de variedades de aceite, esta correlación fue baja, con un valor de $\Gamma_{Bv} = 0,04$ en Cerrillos Rapel, y moderada en los otros pares de sitios ($\Gamma_{Bv} = 0,50$ y $0,40$), evidenciando una fuerte interacción variedad-sitio. Similar tendencia fue observada en las correlaciones genéticas de la variable productividad (PR). Tous *et al.* (1998) sostienen que la producción acumulada y la productividad, son una de las variables de mayor interés comercial y agronómico del cultivo del olivo. Una correlación genética tipo-B cercana a uno indica que la interacción entre variedades y los sitios es despreciable, y por lo tanto, las variedades permanecen estables cuando son evaluadas en diferentes ambientes (GEBREMEDHIN, 2003). En un estudio con familias de polinización abierta de cultivares de manzana, Currie (2000), citado por

Alspach y Oraguzie (2002), observó una alta correlación genética entre sitios, para diversas características del fruto, indicando una baja interacción genotipo-ambiente.

Gapare (2000), sostiene que cuando las correlaciones tipo-B son mayores que 0,60 generalmente la interacción genotipo-ambiente no es significativa. A su vez, Gebremedhin (2003), sostiene que las correlaciones mayores que 0,70 no son significativas. Tomando esta última referencia, el grupo de variedades de mesa presentó un mayor número de correlaciones genéticas altas ($\Gamma_{Bv} \geq 0,70$), con 16 de un total de 24 caracteres evaluados en todos los pares de sitios, en comparación al grupo de variedades de aceite, que presentó solo 8 de los 24 caracteres evaluados.

Tabla 5 – Componentes de varianza de la variedad (σ^2_v), interacción variedad-sitio (σ^2_{vs}), error (σ^2_e), y correlación genética tipo-B (Γ_{Bv}), nivel variedad, para cada característica de crecimiento, sitios pareados y grupo de variedades.

Table 5 – Variance component of the variety (σ^2_v), variety-site interaction (σ^2_{vs}), error (σ^2_e), and type-B genetic correlation (Γ_{Bv}), variety level, for each growth characteristic, paired sites and varieties group.

Carácter	Sitios											
	Cerrillos-Rapel				Cerrillos-Illapel				Rapel-Illapel			
	σ^2_v	σ^2_{vs}	σ^2_e	Γ_{Bv}	σ^2_v	σ^2_{vs}	σ^2_e	Γ_{Bv}	σ^2_v	σ^2_{vs}	σ^2_e	Γ_{Bv}
<i>Variedades de Mesa</i>												
ASTT1	1,40	0,23	0,17	0,86	1,16	0,31	0,19	0,79	0,85	0,05	0,12	0,95
ASTT2	29,78	17,23	14,45	0,63	43,65	7,11	12,16	0,86	54,14	8,68	16,01	0,86
ASTT3	24,49	120,99	137,26	0,17	93,87	57,14	130,24	0,62	153,96	36,54	159,54	0,81
ASTT4	0,00	310,53	368,42	0,00	150,44	286,53	336,03	0,34	214,75	188,89	405,75	0,53
PF3	54,52	0,00	22,34	1,00	54,24	0,00	43,51	1,00	43,79	0,00	38,08	1,00
PF4	66,96	36,39	43,42	0,65	202,90	3,78	101,42	0,98	76,45	73,88	76,49	0,51
PFA	230,43	31,62	75,70	0,88	348,82	0,00	180,26	1,00	236,88	29,73	160,08	0,89
PR	0,04	0,01	0,02	0,85	0,04	0,00	0,02	0,90	0,02	0,01	0,02	0,70
<i>Variedades Aceite</i>												
ASTT1	1,39	0,06	0,42	0,96	1,24	0,07	0,56	0,95	0,98	0,00	0,36	1,00
ASTT2	23,60	17,96	23,78	0,57	20,64	1,76	38,70	0,92	18,25	22,51	26,61	0,45
ASTT3	90,32	19,43	149,40	0,82	10,28	0,00	258,21	1,00	54,50	41,94	243,98	0,57
ASTT4	153,17	34,17	275,39	0,82	0,00	107,95	330,86	0,00	0,00	145,20	436,92	0,00
PF3	4,10	20,08	57,93	0,17	100,71	9,14	32,50	0,92	14,22	53,53	22,52	0,21
PF4	0,00	57,88	55,78	0,00	18,46	111,06	126,86	0,14	65,93	66,52	108,54	0,50
PFA	4,71	107,16	63,12	0,04	161,74	150,66	116,26	0,52	127,26	194,43	111,70	0,40
PR	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,40	0,01	0,01	0,01	0,41

4 CONCLUSIONES

Las variedades estudiadas mostraron una alta variabilidad en el crecimiento vegetativo, producción de frutos y productividad, en los respectivos períodos de estudio. Esta variabilidad puede ser utilizada con fines de mejoramiento productivo para las nuevas plantaciones de *Olea europaea*, que serán establecidas en la zona árida de Chile.

Las variedades mostraron una tendencia heterogénea del control genético, dependiendo de las características de crecimiento, producción y productividad, y de las condiciones ambientales en el cual se desarrollan (sitios). Se destaca la productividad, carácter que mostró una mayor estabilidad genética dentro de cada sitio estudiado. Esta característica podría ser determinante al momento de seleccionar variedades para cada sitio, o en la planificación de una estrategia de mejoramiento para la especie.

Las correlaciones genéticas tipo-B para las variedades de aceite, fueron bajas a moderadas en las variables de interés comercial (productividad y producción acumulada), evidenciando una alta interacción genotipo-ambiente. De continuar esta tendencia, se hace necesario seleccionar las variedades más adecuadas para cada sitio estudiado. En el caso de las variedades de mesa ocurrió lo contrario, presentando mayor estabilidad de las variedades en los diferentes ambientes considerados en este estudio.

5 AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) del Gobierno Regional, IV Región de Coquimbo, Chile, que financió la presente investigación, a través del proyecto: "Manejo de Huertos de Olivo y su Desarrollo en la IV Región".

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSPACH, P.A.; ORAGUZIE, N.C. Estimation of genetic parameters of apple (*Malus domestica*) fruit quality from open-pollinated families. **New Zealand**

Journal of Crop and horticultural Science, Wellington, v.30, n.1, p.219-228, 2002.

AULICINO, M.B.; LAOS, F.; ARTURI, M.J.; SUÁREZ-OROZCO, A.; GRECO, C. Análisis de la interacción genotipo-ambiente para rendimiento forrajero en cebadilla criolla. **Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.**, Buenos Aires, v.15, n.3, p.169-180, 2000.

BURDON, R.D. Genetic correlation as a concept for studying genotype-environment interaction in forest tree breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.26, n.5-6, p.168-175, 1977.

BURDON, R. D.; SHELBOURNE, C. J. A. The Use Of Vegetative Propagules For Obtaining Genetic Information. **New Zealand Journal Forestry Science**, Rotorua, v.4, n.2, p.418-425, 1974.

DOORENBOS, J; PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio de Riego y Drenaje**, 24. Roma: FAO, 1977. 194 p.

CHAVÉZ R., CASILLA E., SALAZAR L., BARTOLINI I. Hacia la identificación y control integrado de hoja de hoz en los cultivos de olivo de Tacna y Arica. In: **V Jornadas Olivícolas Nacionales. Serie de Actas 14**, Vallenar, 2001. P.56-59.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 2nd edition. London: Longmann, 1981. 340 p.

GAPARE, W. J. Growth and productivity performance of some provenance of *Pinus maximinoi* H. E. Moore in Brazil, Colombia and South Africa. In: **Proceedings: Forest Genetics for the Next Millennium**. Durban: IUFRO, 2000. P.111-117.

GARCIA-ORTIZ, A; FERNANDEZ, A; PASTOR, M; HUMANES, J. Poda. In: BARRANCO N., D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, D. y RALLO R., L. **El Cultivo del Olivo**. 3ª Ed. Madrid, España. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, 1999. P.315-351.

GEBREMEDHIN, M. **Variation in growth, water relation, gas exchange, and stable carbon isotope composition among clones of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) under water stress**. Gainesville: University of Florida, 2003. 95 p.

- INDAP-AGRIMED. **Compendio de Información Ambiental, Socioeconómica y Silvoagropecuaria de la IV Región de Coquimbo**. La Serena, 2001. 135 p.
- LAVEE, S. **Enciclopedia Mundial del Olivo: Biología y fisiología del olivo**. Madrid: Consejo Oleícola Internacional, 1996. 479p.
- MARTÍNEZ, M.; BRUNA, J. Propagación y comportamiento de variedades de olivo. In: **V Jornadas Olivícolas Nacionales. Serie de Actas 14**, Vallenar, 2001. P.86-88.
- NAMKOONG, G.; USANIS, R.; SILEN, R. Age related variation in genetic control of height growth in douglas-fir. **Theoretical Applied Genetics**, New York, v.42, p.151-159, 1972.
- ORGAZ, F.; FERERES, E. Riego. In: BARRANCO N., D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, D. y RALLO R., L. **El Cultivo del Olivo**. 3ª Ed. Madrid: Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, 1999. P.267-288.
- RAPOPORT, H.F. Botánica y morfología. En: BARRANCO N., D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, D. y RALLO R., L. **El Cultivo del Olivo**. 3ª Ed. Madrid, España. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa. 1999. p.35-60.
- RESENDE, M. D. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de crescimento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. Curitiba: UFPR, 1999. 434p. (Tese – Doutorado em Genética).
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System User's Guide. Release 6.12**. Cary, 1996. 956p.
- SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; MCCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: J. Wiley, 1992. 528p.
- SINNOTT, E. W. **Plant Morphogenesis**. New York: Robert E. Krieger Publishing Company Huntington, 1979. 550p.
- TOUS, J.; ROMERO, A.; PLANA, J. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. **Investigación Agraria: Producción e Protección Vegetal**, Madrid, v.13, n(1-2), p.97-109, 1998.
- YAMADA, Y. Genotype by environment interaction and genetic correlation of the same trait under different environments. **Japanese Journal of Genetics**, Tokyo, v.37, p.498-509. 1962.
- ZOBEL, B.J.; TALBERT, J.T. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 505p.