

Influencia del crecimiento en longitud y diámetro de brotes sobre la floración de *Pinus pinea* L.

Influence of length and diameter shoot growth in Pinus pinea L. flowering

Venegas, G. A.¹; V. Loewe² y M. González González³

Recibido en diciembre de 2012; aceptado en abril de 2013

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la longitud y diámetro de brotes vegetativos apicales en la floración femenina y verificar la presencia de policlismo en una plantación de *Pinus pinea* de la zona central de Chile. El experimento fue realizado en una plantación de 16 años de seis procedencias europeas, ubicada en la comuna de Casablanca, región de Valparaíso. Se seleccionaron aleatoriamente seis árboles por procedencia y de cada uno se eligió dos ramas secundarias, generando un total de 72 ramas. Se realizaron 13 mediciones mensuales, entre septiembre del 2010 y noviembre del 2011, evaluando la longitud (cm) y diámetro (mm) de los brotes apicales de la temporada 2010 y 2011. En la última medición se determinó el destino del brote recientemente formado: reproductivo o vegetativo. Los resultados muestran que la producción de estróbilos femeninos no estuvo relacionada a la longitud de los brotes de los años 2010 y 2011 pero sí con el diámetro de los mismos, encontrándose que a mayor diámetro se incrementan las posibilidades de producir flores femeninas. El 1,38% de las ramas estudiadas presentó un segundo crecimiento en verano (policlismo), indicando por lo tanto una baja incidencia de este fenómeno en *P. pinea* en el sitio estudiado.

Palabras clave: Crecimiento de brotes; Floración; Policlismo; *Pinus pinea*.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the influence of the length and diameter of apical vegetative shoots in female flowering and to verify polycyclic growth in a *Pinus pinea* plantation located in central Chile. The experiment was conducted in a plantation of 16 years six European origins, located in Casablanca district, Valparaíso Region. We randomly selected six trees per provenance and from each tree we chose a secondary branch, for a total of 72 branches analyzed. 13 measurements were performed monthly between September 2010 and November 2011, evaluating the length and diameter of the apical buds of the 2010 and 2011. In the last measurement was determined the type of shoot expressed (new shoot), reproductive (male or female flower) or vegetative. Results show that shoot length of years 2010 and 2011 was not related to producing female flowers, unlike diameter, found that larger diameter increases the chances of producing female strobili. In addition, 1.38% of the branches studied had a second growth in summer (polycyclic growth), interpreting this phenomenon does occur in the species at the site studied, but in a very low level.

Keywords: Shoot growth; Flowering; Polycyclic growth; *Pinus pinea*.

¹ Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de São Paulo (ESALQ-USP), Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba/SP - CEP 13418-900. E-mail: avenegas@usp.br

² Instituto Forestal de Chile (INFOR), sede Santiago. Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago, Chile. E-mail: vloewe@infor.cl

³ Instituto Forestal de Chile (INFOR), sede Santiago. Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago, Chile. E-mail: magonzal@infor.cl

1. INTRODUCCION

El sector forestal en Chile se ha concentrado principalmente en la producción de dos especies exóticas, *Pinus radiata* (D. Don) y *Eucalyptus* spp. Sin embargo, actualmente existe gran interés de instituciones públicas y privadas en la diversificación de especies productivas, tanto para empresas como para pequeños y medianos propietarios. Una alternativa es fomentar la producción de productos forestales no madereros (PFNM), de los cuales se puede obtener un beneficio económico adicional para el propietario. *Pinus pinea* L. (pino piñonero) es un ejemplo de ello, ya que sus semillas, denominadas piñones, son comestibles.

Pinus pinea es una especie originaria del Mediterráneo, que requiere entre 400 y 800 mm de precipitaciones anuales con régimen de lluvia invernal y cuatro a seis meses secos (Loewe *et al.* 1998). Por estas características se ha adaptado bien a un amplio rango de ambientes en Chile, existiendo ejemplares incluso de más de 100 años, caracterizados por una buena producción frutal (Loewe *et al.*, 2011b). Según Mutke (2009), el cultivo de la especie es viable en el país, incluyendo terrenos de secano y combinado en sistemas agroforestales.

El pino piñonero comienza a producir frutos entre los 15 y 20 años, obteniéndose abundante cosecha cada tres años (Montero *et al.* 2004). Las piñas tienen un ciclo de maduración de tres años, debido a que la diferenciación floral y la polinización ocurren al primer año, mientras que la fecundación se verifica al tercer año (Abellanas y Pardos, 1989). Es una especie generalmente descrita como de características uninodales, es decir, que produce un verticilo por año (Loewe *et al.*, 1998). Sin embargo, Mutke *et al.* (2003) evidenciaron que en plantaciones injertadas de pino piñonero existe un segundo ciclo de crecimiento en verano que ocasionalmente termina en una flor femenina, la cual no logra ser polinizada debido a la escasez de polen.

El policiclismo, brotación en varias ocasiones durante la misma temporada de crecimiento, es un fenómeno que ocurre en los ápices más vigorosos, tanto en árboles injertados como en pinos jóvenes. Si un brote tiene menor vigor vegetativo, está ubicado en una ramificación lateral de menor orden o pertenece a un árbol de edad avanzada, posee menos posibilidades de presentar un segundo crecimiento (Mutke *et al.*, 2001). Mutke *et al.* (2003) señalan que un brote que ha presentado policiclismo no necesariamente va a repetir el fenómeno el año siguiente, ya que el crecimiento de un segundo ciclo en verano está relacionado a factores climáticos, principalmente, las precipitaciones. Mutke (2009) señaló que es probable que ocurra policiclismo en árboles de *Pinus pinea* en Chile, debido a la existencia de más de un verticilo anual en algunos ejemplares.

Cuanto mayor sea la elongación de los brotes mayor es la probabilidad que en la temporada siguiente se obtenga una mejor floración femenina (estróbilos femeninos) (Mutke *et al.*, 2001). Si bien no existen estudios de correlación entre el diámetro de los brotes y la floración femenina, hay indicios de una correlación positiva entre dichas variables (Loewe y González, 2011). Por este motivo los años 2010 y 2011 se estudió el crecimiento de brotes (longitud y diámetro) en una plantación de pino piñonero establecida en la comuna de Casablanca, Región de Valparaíso con el objetivo de determinar la influencia de estas variables en la floración femenina y la verificación de policiclismo.

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el crecimiento en longitud y diámetro de los brotes de una estación de crecimiento, determinar su influencia en la expresión del brote del año siguiente, analizar la correlación entre variables y verificar presencia de policiclismo en una plantación de pino piñonero de la zona central de Chile.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en una plantación de pino piñonero (*Pinus pinea*) ubicada en la comuna de Casablanca (33° 22' 37" S; 71° 19' 18" O), Región de Valparaíso, correspondiente a un ensayo de procedencias europeas, de 16 años. La plantación se encuentra en el predio "Mundo Nuevo" de la Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología (UNICYT). El área de estudio posee una superficie de 1 ha y está establecido en un terreno con una pendiente de 0-2%.

Casablanca presenta un clima templado- cálido con lluvias invernales y con una estación seca prolongada (7 a 8 meses). La precipitación media anual es de 483 mm y la temperatura media anual es de 13,6 °C. Este clima está fuertemente influenciado por el Océano Pacífico, que en estas latitudes es particularmente frío debido a la presencia de la corriente de Humboldt, fenómeno que origina abundantes nublados bajos y neblinas que penetran varios de kilómetros hacia el interior. La vegetación nativa se encuentra formada principalmente por matorrales y arbustos, denominado bosque Esclerófilo. La cuenca de Casablanca está totalmente modelada en rocas magmáticas, tanto intrusivas como metamórficas que constituyen su basamento. El fondo de valle contiene los productos de la alteración de esas rocas, fundamentalmente clastos, arenas y arcillas (Opazo y Veloso, 1995).

Los ejemplares estudiados se encontraban con un espaciamiento inicial fue de 2 x 3 m, dispuestos en tres bloques que contienen seis parcelas aleatorizadas (tratamientos), cada una con 49 ejemplares. En invierno del año 2009 se realizó un raleo selectivo y poda, con impactos positivos observado en un aumento del crecimiento y mejoramiento de la forma de los árboles (Loewe *et al.*, 2011a). Los tratamientos corresponden a 6 procedencias europeas: Lombardía y Toscana (Italia); Eslovenia; y Meseta Castellana, Andalucía Occidental y Sierra Morena (España).

Metodología

Se seleccionaron al azar 2 árboles por tratamiento (procedencia) y se estudiaron 12 árboles por bloque. Se marcaron dos ramas secundarias por árbol, seleccionando el brote principal (Figura 1A). Se realizaron 13 mediciones mensuales, entre septiembre del 2010 y noviembre del 2011. En la primera y segunda medición se midió la longitud (mm) del brote principal y a partir de la tercera evaluación, se agregó la medición de la longitud y diámetro (mm) de todos los brotes de la rama seleccionada.

Una vez detenida la elongación de los brotes de la temporada anterior, se cuantificó el número de nuevos brotes observados desde febrero, pero sin ser medidos por su reducido tamaño. A partir de la octava medición (Junio 2011), se midió la longitud de los brotes de la nueva temporada, incluyendo todos los brotes (no sólo el principal). Para evitar daños a los brotes no se midió el diámetro sino hasta la 11ª medición (septiembre 2011). La figura 1B muestra los brotes de los años 2010 y 2011.

En consecuencia, fueron medidos los brotes del año 2010 (verticilo formado entre 2010-2011) y posteriormente los brotes del año 2011 (que nacieron del mismo brote del año anterior) (figura 1B).

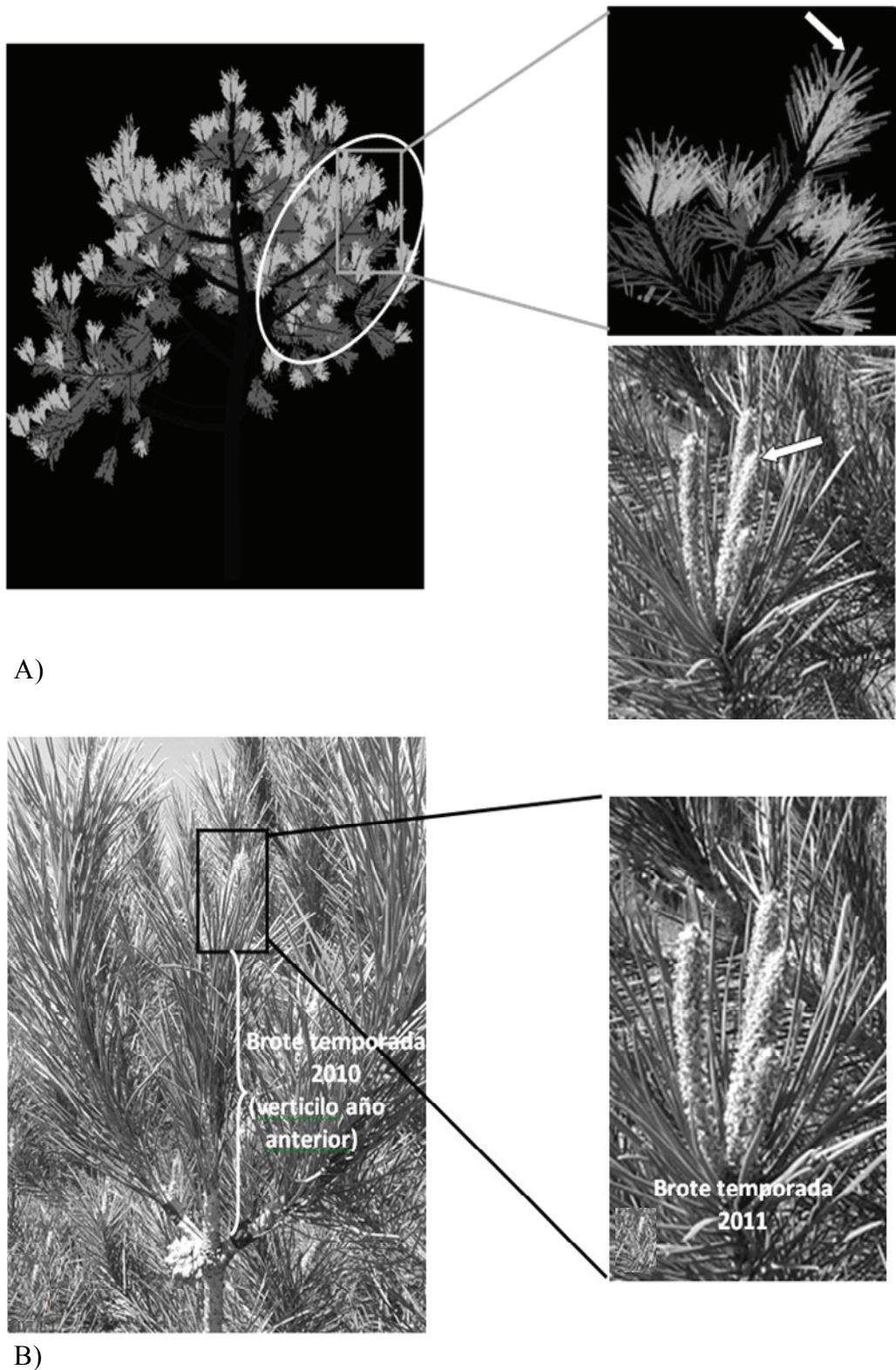


Figura 1. A) Rama secundaria y brote principal estudiado. B) Brote evaluados de la temporada 2010 e brote de la temporada 2011.

Entre fines de octubre e inicios de noviembre del año 2011 ocurrió la floración, tanto masculina como femenina. En la última medición el mes de noviembre, se determinó la expresión del brote estudiado: reproductivo (flor masculina o femenina) o vegetativo; con objetivo de relacionarlo con la longitud y diámetro de dicho brote.

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizó un diseño completamente al azar por tratamiento (procedencias). La unidad experimental corresponde a los brotes de la temporada 2010 (verticilo del último año) y 2011. Se realizó un análisis de varianza, considerando como variables dependientes longitud y diámetro de los brotes 2010 y 2011 por procedencia y como variable independiente tipo de brote (flor masculina, flor femenina y brote vegetativo). Cuando existió diferencia significativa entre los tratamientos, se aplicó el test de comparación múltiple de LSD Fisher, con un nivel de significancia de 95%. Para analizar la variabilidad en sentido multivariado, con toda las variables simultáneamente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) empleando el software Infostat (Infostat, 2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los brotes

El 57 % de los brotes estudiados permanecieron como brotes vegetativos, el 4% se expresó como inflorescencias femeninas y 39% como inflorescencias masculinas. En el cuadro 1 se indican número y porcentajes de expresión de los brotes en las diferentes procedencias. En la procedencia de Eslovenia y las españolas Sierra Morena y Andalucía Occidental no se observaron inflorescencias femeninas. La procedencia de Toscana concentró el 60% de las inflorescencias femeninas del estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia de tipos de brotes expresados según procedencia

Tipo de brote	Lombardía		Toscana		Eslovenia		Meseta Castellana		Andalucía Occidental		Sierra Morena	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Brote Vegetativo	29	67,4	20	44,4	21	58,3	11	32,4	23	56,1	36	76,6
Flor Masculina	11	25,6	19	42,3	15	41,7	22	64,7	18	43,9	11	23,4
Flor femenina	3	7,0	6	13,3	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0

Las inflorescencias masculinas nacieron agrupadas en las terminaciones de las ramas, son de forma oblonga-cilíndrica, de color amarillo y de tamaño pequeño (10-15 mm) (Figura 2A). Los estróbilos femeninos, aparecieron en los ápices de los brotes dominantes (más vigorosos), son ovoides y de color verde-rojizo (Figura 2B). La morfología externa de estas estructuras coincide a lo descrito por Montero *et al.*, (2004) y Mutke *et al.*, (2003) para *Pinus pinea*.

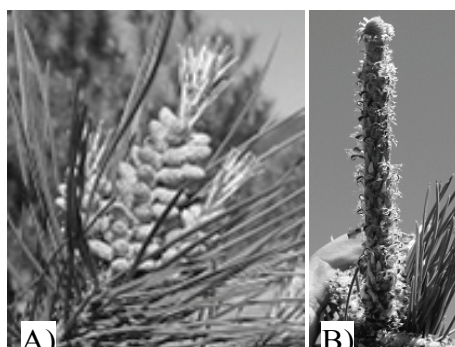


Figura 2. A) Flor masculina , B) Flor femenina

De los 36 árboles evaluados, sólo uno de ellos (3,2%) con procedencia eslovena registró policiclismo (nueva brotación en verano) en un brote ubicado en exposición sur (Figura 3). Mutke *et al.* (2001), observaron policiclismo en un porcentaje mayor de los árboles que en el presente trabajo (37%), en yemas formadas en verano. Esos autores indican que este fenómeno puede generar la formación de flores femeninas en período estival, pero por falta de polen (floración masculina) no consiguen fecundarse.



Figura 3. Policiclismo observado

Mutke *et al.* (2003) establecieron que este policiclismo está relacionado con la precipitación en verano. El bajo porcentaje de policiclismo en el presente estudio podría explicarse por el menor nivel de precipitaciones de los años 2010 y 2011, que presentaron una media de 261 mm, es decir, aproximadamente un 50% de la precipitación promedio anual para Casablanca (450 mm AGROCLIMA, 2011).

El policiclismo observado en verano en *Pinus pinea* podría interpretarse como una muestra de cierta plasticidad ecológica a las variaciones climáticas, desarrollando y activando su crecimiento en condiciones favorables de clima. Por esta razón, esta especie ha sido estudiada con fines dendroclimatológicos debido a la respuesta que tiene el crecimiento anual en tronco (anillos de crecimiento) a las variaciones climáticas (Akkemik, 2000, Campelo *et al.*, 2007). Además, Mutke *et al.*, (2005) estudiaron el efecto del cambio climático de las últimas décadas en la producción de piñones.

No obstante lo anterior, el policiclismo podría tener una explicación genética, ya que Buitrago *et al.* (2001), encontraron que la floración de un segundo crecimiento en verano afecta en forma muy diferente a distintas familias estudiadas.

Se puede inferir que si existe un manejo óptimo de la especie basada en un aumento de la irrigación en período estival y enfocado en la producción de la familia que generó policiclismo (aunque sólo se haya expresado en un ejemplar), existe la posibilidad de tener una producción de piñones en período seco, siempre y cuando exista la posibilidad de polinización controlada. Sin embargo, esta afirmación debe complementarse con otros estudios.

Evaluación del crecimiento en longitud y diámetro de los brotes

La mayor elongación de los brotes correspondientes al verticilo del último año (brote 2010) se observó entre septiembre y noviembre del 2010, estabilizando su crecimiento en febrero del 2011 (Tabla 2). Este resultado coincide con el estudio de fenología del pino piñonero en España, que indica el término de elongación del brote en verano, aunque en años lluviosos continúa su

crecimiento en esta época aún cuando crecen nuevas yemas (Mutke *et al.* 2001, Mutke *et al.* 2003). Desde un inicio del estudio existió diferencia significativa entre los brotes expresados (Figura 4A).

En los brotes 2010 se observó un incremento en el crecimiento en diámetro desde la primera medición, siendo significativo en los brotes que presentaron inflorescencias femeninas en las once mediciones (Figura 4B).

Tabla 2. Crecimiento promedio de los brotes (2010 y 2011) en longitud y diámetro.

Mes/año	L 2010	D 2010	L 2011	D 2011
Sep/10	73,0			
Nov/10	175,0			
Ene/11	186,6	5,2		
Feb/11	189,1	5,4		
Mar/11	191,7	5,7		
Abr/11	191,7	5,9		
Mai/11	191,7	6,0		
Jun/11	191,7	6,1	16,3	
Jul/11	191,7	6,2	19,9	
Ago/11	192,7	6,7	24,9	
Sep/11	194,7	6,9	49,3	4,9
Out/11	195,7	7,4	100,2	5,0
Nov/11	195,7	7,5	114,5	5,0

* L2010: Longitud del brote 2010; D2010: Diámetro del brote 2010;
L2011: Longitud del brote 2011e; D2011: Diámetro del brote 2011.

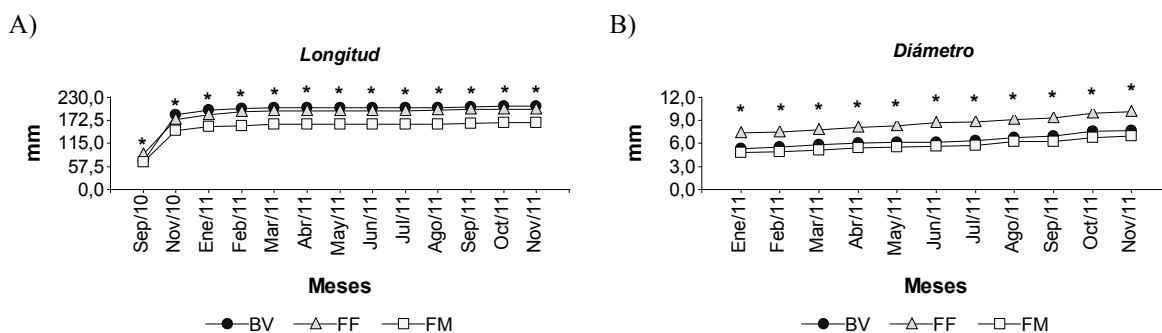


Figura 4. Crecimiento de los brotes 2010. A) Longitud y B) diámetro. BV= Brote vegetativo, FM= Brotes con inflorescencias masculinas y FF= Brotes con inflorescencias femeninas.

* Diferencia estadística significativa con la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$)

El crecimiento de los brotes correspondientes al año 2011 comenzó su período de mayor elongación en agosto y se prolongó hasta fines de noviembre, cuando se produjo la expresión floral. De acuerdo a la Tabla 2 se observa que estos brotes son de menor tamaño, fenómeno que puede explicarse debido a que se midieron todos, no sólo el principal como en el caso de los brotes 2010.

A diferencia de los brotes de la temporada 2010, la medición del diámetro de los nuevos brotes (2011) se realizó en tejido primario no lignificado. El incremento en diámetro en los tres meses de medición fue casi nulo (Figura 5B), lo que permitiría inferir que los brotes aún no

habían iniciado el crecimiento lateral. De esta forma, el crecimiento en diámetro sostenido se observó solamente sobre los brotes 2010, una vez que se produjo la lignificación (Figura 4B).

La floración de *Pinus pinea* ocurre entre marzo y mayo en su lugar de origen (hemisferio norte) (Abellanas y Pardos, 1989, Mutke *et al.* 2003). En Chile, se extiende desde septiembre a noviembre; en septiembre florecen los estróbilos masculinos, que se observan en las ramas inferiores de la copa, y entre octubre y noviembre, los femeninos, ubicados en la parte superior de la copa (Loewe *et al.* 1998), coincidiendo con lo observado en este trabajo.

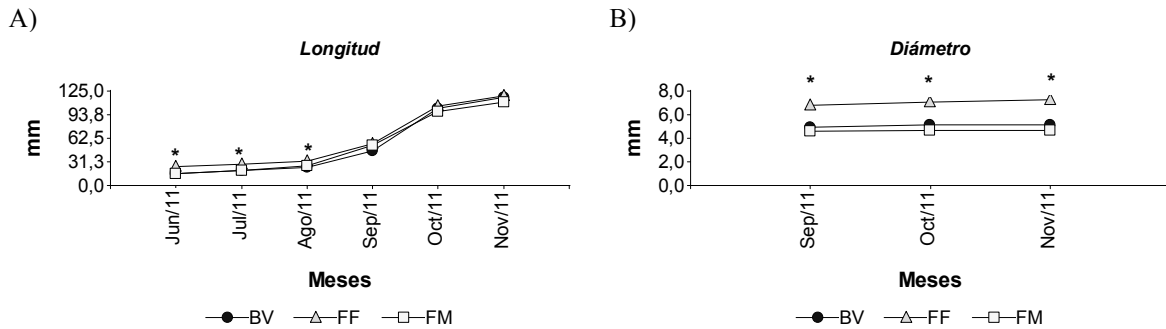


Figura 5. Crecimiento de los brotes 2010. A) Longitud y B) diámetro. BV= Brote vegetativo, FM= Brotes con inflorescencias masculinas y FF= Brotes con inflorescencias femeninas.

* Diferencia estadística significativa con la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$)

Relación entre el crecimiento de brotes y la floración

Al analizar toda la plantación, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre la longitud de los brotes (2010 y 2011), y la floración de la temporada 2011 (Tabla 3). La situación se mantiene al analizar por procedencias, es decir, la longitud de los brotes no está relacionada con la floración en primavera. Cabe destacar que sólo en tres procedencias se observó floración femenina en los brotes estudiados; la española Meseta Castellana y las italianas, Lombardía y Toscana.

A diferencia de la longitud, el diámetro del brote (2010 y 2011) mostró un efecto significativo entre los valores medios de esta variable y su expresión floral considerando toda la plantación (Tabla 3). Esto último puede indicar que mientras mayor sea el diámetro de los brotes apicales mayor es la posibilidad de producir estróbilos femeninos. Cabe destacar que las tres procedencias con floración femenina, presentaron significancia estadística.

En el caso de los brotes 2010, la mayor significancia estadística se encontró en los brotes que expresaron flores femeninas, los que tienen un diámetro mayor (10,16 mm) en un 45,7 % respecto a los que se expresaron como flor masculina. La medición de los brotes en el año 2011 arrojó como resultado que esta variable es significativa en la inducción floral. Los brotes que expresaron flores femeninas tienen un diámetro significativamente mayor (7,30 mm) que los de flor masculina, con un incremento de 56,3 %.

Lo anterior demuestra que, el diámetro de los brotes tiene una relación directa con la producción de estróbilos femeninos y, por ende, con la fructificación de la especie. Según Gutiérrez (2007), el proceso de floración en coníferas se divide en tres etapas: (i) inducción floral (ii) formación del primordio y (iii) formación del órgano reproductivo. La primera etapa es la más importante para obtener una buena respuesta floral, ya que la condición interna del ápice meristemático vegetativo de una yema (brote), sufre cambios metabólicos que las preparan para transformarse en un ápice meristemático reproductivo (yema floral) (Segura, 2000). Estos cambios se producen debido a las respuestas que producen las plantas a las señales ambientales, como temperatura y fotoperíodo, promoviendo la síntesis fitohormonal endógena de cada planta (Pharis y King 1985, Segura 2000). El aumento del diámetro en los brotes puede estar determinado unos meses antes, específicamente en la época de inducción hormonal.

Tabla 3. Longitud y diámetro de brotes de la temporada 2011 respecto a la expresión de los brotes en el mismo año, según procedencia

Procedencias	Floración*	Brote 2010		Brote 2011	
		Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
Lombardía	FM	134 ± 6 A	6,1 ± 0,4 A	108 ± 8 A	4,2 ± 0,2 A
	FF	188 ± 4,9 A	9,2 ± 0,7 B	120 ± 17 A	7,3 ± 0,5 B
Toscana	FM	233 ± 4,0 A	8,3 ± 0,5 A	113 ± 7 A	5,1 ± 0,3 A
	FF	252 ± 2,3 A	10,7 ± 0,9 B	124 ± 13 A	7,2 ± 0,5 B
Eslovenia	FM	247 ± 3,3 A	6,8 ± 0,4 A	115 ± 6 A	4,2 ± 0,2 A
	FF	s/r	s/r	s/r	s/r
Meseta	FM	152 ± 2,0 A	6,4 ± 0,2 A	106 ± 6 A	5,0 ± 0,1 A
Castellana	FF	230 ± 4,6 A	9,5 ± 1,1 B	79 ± 3 A	7,5 ± 0,7 B
Andalucía	FM	198 ± 3,8 A	7,3 ± 0,5 A	118 ± 7 A	4,7 ± 0,2 A
Occidental	FF	s/r	s/r	s/r	s/r
Sierra morena	FM	134 ± 6,4 A	8,7 ± 0,4 B	100 ± 17 A	4,1 ± 4 A
	FF	s/r	s/r	s/r	s/r
Promedio	FM	189 ± 1,7 A	6,9 ± 0,2 A	111 ± 3 A	4,6 ± 0,1 A
	FF	230 ± 2,3 A	10,1 ± 0,7 B	118 ± 12 A	7,3 ± 0,3 B

* FF: Flores femeninas, FM: Flores masculinas ** Letras diferentes indican diferencia estadística significativa con la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$), ***s/r= sin registros

Correlación entre variables

El biplot de los dos componentes principales del análisis multivariado (Figura 6) explica el 100% de la variabilidad total. Las variables que más contribuyen a explicar la variabilidad total son los diámetros de brote en ambos años (2010 y 2011). Se observa además una alta correlación positiva entre número de flores femeninas y el diámetro de los brotes, y en menor grado también con la longitud del brote en el año 2011. Los brotes vegetativos están correlacionados positivamente con la longitud del brote 2010, mientras que las flores masculinas presentan una correlación negativa con la longitud del brote 2011 y con el diámetro del brote 2010 y 2011, así como también con el número de flores femeninas.

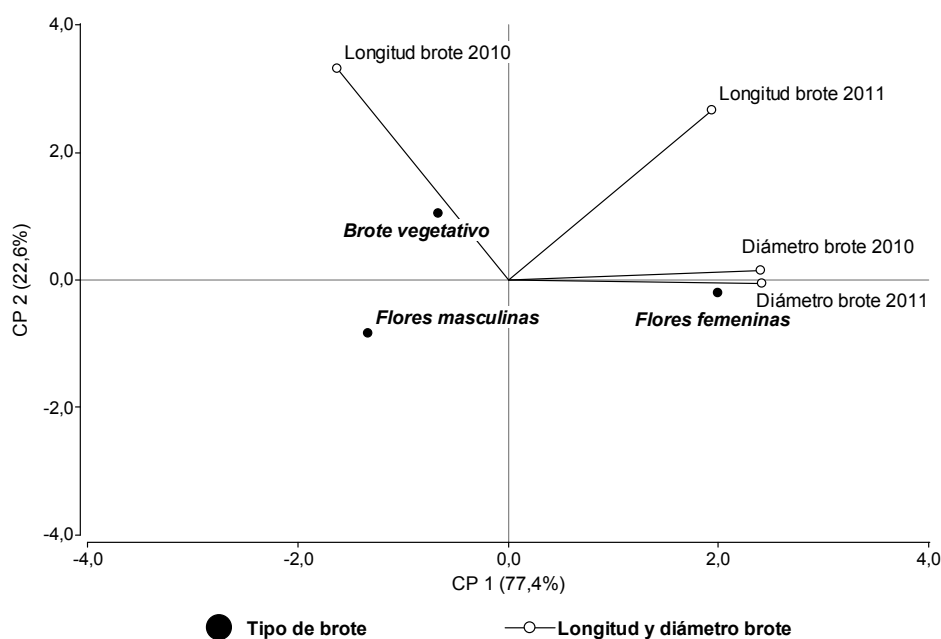


Figura 6. Relación entre el crecimiento de brotes (longitud y diámetro) y tipo de brotes expresado a través del ACP.

Al realizar el análisis de correlación de Pearson entre las variables, se observa que la mayor correlación ocurre entre los diámetros del brote 2010 y 2011 con un 74% de correlación, estadísticamente significativa; por el contrario, las menos correlacionadas son longitud del brote 2010 y diámetro del brote 2011 (25%) (Tabla 4).

Tabla 4. Correlación de Pearson entre longitud y diámetro de brotes

Variables	L 2010	D 2010	L 2011	D 2011
L 2010		0,65	0,50	0,25
D 2010			0,69	0,74
L 2011				0,51
D 2011				

* L2010: Longitud del brote 2010; D2010: Diámetro del brote 2010;
L2011: Longitud del brote 2011e; D2011: Diámetro del brote 2011.
Números destacados con correlación significativa $p < 0,05$

4. CONCLUSIONES

El principal resultado del presente trabajo fue que el diámetro de brotes de *Pinus pinea* está relacionado con la producción de flores femeninas, por lo que, considerando que la especie es de interés frutal podría manejarse para incrementar la producción de piñones. Además, se observó que la longitud de brotes (2010 y 2011) no estuvo relacionada con la floración y que sólo el 1,38% de las ramas de *P. pinea* estudiadas presentó policiclismo, lo que indica un corresponde a un nivel muy bajo comparado con otros estudios realizados en Europa.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellanas B. y J. Pardos. 1989. "Seasonal development of female strobilus of stone pine (*Pinus pinea* L.)", Ann. Sci. For. 46: 51-53.
- AGROCLIMA. 2011. "Sistema Agroclimático de Chile". Ministerio de Agricultura, Fundación para la Innovación Agraria (FIA) [en línea]. [Fecha de consulta: 22 noviembre 2011]. Disponible en: <<http://www.agroclima.cl>>.
- Akkemik Ü. 2000. "Dendroclimatology of Umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in İstanbul (Turkey)". Tree-Ring Bull 56: 17-20.
- Buitrago M. E.; B. Abellanas; M. Martín. 2001. "Caracterización de la variabilidad genética, para caracteres métricos en *Pinus pinea* L." In: S.E.C.F.-Junta de Andalucía. III Congreso Forestal Español. Montes para la Sociedad del Nuevo Milenio Tomo N°2, pp. 633-639. Gráficas Coria. Sevilla.
- Campelo F.; C. Nabais; H. Freitas y E. Gutierrez. 2007. "Climatic significance of tree-ring width and intra-annual density fluctuations in *Pinus pinea* from a dry Mediterranean area in Portugal" Ann For Sci 64:229–238.
- Gutiérrez B. 2007. "Aplicación experimental y operacional para inducir floración en pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco)". Ciencia e Investigación Forestal 13 (3): 411 – 426.
- INFOSTAT. 2008. "InfoStat, versión 2008". Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas. Argentina.

- Montero G.; R. Martínez; R. Alia; J. A. Candela; R. Ruiz-Peinado; I. Canellas; S. Mutke y R. Calama. 2004. "Generalidades de *Pinus pinea* L." In: El pino pinonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía. Ecología, distribución y silvicultura. Editado por G. Montero, J. A. Candela, y A. Rodríguez, 2004, pp. 12-47. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla .
- Loewe M. V.; M. Toral; C. Delard; C. López y E. Urquieta. 1998. "Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea*)". Santiago, Chile, CONAF; INFOR; FIA. 81 p. CONAF- INFOR- FIA.
- Loewe M. V.; A. Venegas; C. Delard y M. González. 2011. "Efecto del Raleo en dos Plantaciones Fruto forestales de Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.) en el centro sur de Chile". III Seminario Investigación y Desarrollo en la Pequeña y Mediana Propiedad. Concepción, 26-28 Octubre de 2011.
- Loewe M. V.; C. Delard; M. González y A. Venegas. 2011. "Pino Piñonero (*Pinus Pinea* L.) en Chile, un Siglo de Adaptación en el Sur de America Latina". V Congreso Forestal Latinoamericano. Octubre 2011.
- Loewe M. V y M. González G. 2011. "Informe técnico sobre actividades realizadas en gira técnica sobre el piñón del pino piñonero (*P. pinea*) a Italia, España y Portugal". INFOR.
- Mutke, R. S.; J. Gordo y L. Gil. 2001. "Fenología de *Pinus pinea* L. en un banco clonal (Valladolid)". In: S.E.C.F.-Junta de Andalucía. III Congreso Forestal Español. Montes para la Sociedad del Nuevo Milenio Tomo Nº2, pp. 125-131. Gráficas Coria. Sevilla.
- Mutke, R. S.; J. Gordo; J. Climent y L. Gil. 2003. "Shoot Growth and Phenology Modelling of Grafted Stone Pine (*Pinus pinea* L.) in Inner Spain". Ann. For.Sci. 60 (6): 527-537.
- Mutke, R. S.; J. Gordo y L. Gil. 2005. "Variability of Mediterranean Stone pine cone production: Yield loss as response to climate change". Agricultural and Forest Meteorology 132:263-272.
- Mutke, R. S. 2009. "Informe Estadía en Chile, 4-17 Octubre 2009 en el marco del proyecto "El piñón comestible del Pino piñonero (*P. pinea*): un negocio atractivo para Chile". 41 p.
- Opazo, J. A. y G. Veloso. 1995. "Disponibilidad de macronutrientes en suelos graníticos del Valle de Casablanca". Investigación Agrícola. 15 (1-2): 47-54.
- Pharis R. y R. King. 1985. "Gibberellins and reproductive development in seed plants". Plant physiology 36: 517-686.
- Segura J. 2000. "Introducción al desarrollo, concepto de hormona vegetal". In: Fundamentos de fisiología vegetal. Editado por J .Azcón-Bieto y M. Talón, 1973, pp. 351-376. Ediciones Universitat de Barcelona, Madrid, España.

