

VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LAS PIÑAS EN *PINUS CANARIENSIS* Chr. Sm.

J.M. CLIMENT; I. ORTIZ; L. GIL

Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal, ETSIM

RESUMEN

Se estudió la variación morfológica de las piñas en veintitrés poblaciones naturales de *Pinus canariensis*, mediante la observación y análisis de características cualitativas y cuantitativas. Se definieron seis tipos morfológicos de piñas atendiendo a la agrupación de determinados rasgos. La clasificación se basó fundamentalmente en la apófisis y el umbo, debido al importante control genético al que están sujetos. La variación encontrada en estas características resultó muy superior a la de otras especies del género. Cabe destacar las afinidades encontradas entre los tipos de piñas descritos y otras especies de pinos mediterráneos (*P. pinaster*, *P. halepensis* y *P. pinea*) y mejicanos (*P. pseudostrobus*), así como con *P. roxburghii* del Himalaya. Los tipos de piñas aparecían bastante repartidos por todas las poblaciones, regiones de procedencia e islas. Sin embargo, se aprecia una tendencia hacia la mayor presencia de los tipos de apófisis salientes y reflexas en las zonas sur de las islas, mientras que las de apófisis planas abundan más en las orientaciones norte.

P.C.: *P. canariensis*, morfología de piñas, Islas Canarias.

SUMMARY

Morphological variation in *P. canariensis*' cones from twenty-three natural populations was studied, based on quantitative and qualitative traits. Six cone morphotypes were defined by the grouping of certain traits. Classification was based mainly on the apophysis and the umbo, due to their high genetic control. Besides, the variation observed is rather higher to other species in the genus *Pinus*. Noticeable affinities with Mediterranean (*P. pinaster*, *P. halepensis* y *P. pinea*), Mexican (*P. pseudostrobus*) pine species and with Himalaya's *P. roxburghii* are discussed. The cone types defined were spread among the populations, provenance regions and islands, but there was a tendency towards more frequent detached and reflexed apophyses in south slopes and smooth apophyses in northern slopes.

K.W.: *P. canariensis*, cone morphology, Canary Islands.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la variabilidad morfológica en *Pinus canariensis* adquiere particular interés debido, en primer lugar, a la reconocida antigüedad de esta especie con ancestros fósiles presentes en el Mediterráneo desde el Terciario (KLAUS, 1989) y, por otra parte, por las características de su área natural actual. Los pinares naturales canarios aparecen fragmentados entre y dentro de las islas del archipiélago, con una notable diversidad ambiental entre sus poblaciones (DEL ARCO *et al.*, 1992). Estos aspectos hacen pensar en una elevada adaptación a los distintos ambientes, la cual puede estar asociada a diferencias morfológicas.

La morfología de los conos seminíferos se ha considerado tradicionalmente un factor valioso en la discriminación genética en sentido amplio en el conjunto de las coníferas y en particular en el género *Pinus*. En concreto, la forma de la apófisis (parte visible de la escama seminífera) y del ombligo o umbo son los caracteres más ampliamente utilizados (KHALIL, 1984; BORGHETTI *et al.* 1988; KLAUS, 1989).

La morfología de las piñas de *P. canariensis* ha sido poco estudiada hasta ahora pese a la diversidad que presentan las piñas en esta especie. PAGE (1974) puso de manifiesto que la variación de las apófisis era mayor que la aceptada en las descripciones botánicas precedentes. Posteriormente, KLAUS (1989) constató la diversidad de formas de piñas en plantaciones de *P. canariensis* en la isla de Creta, lo que le llevó a estudiar los pinares naturales de Tenerife. Este autor sugirió la existencia de distintos tipos morfológicos de piñas asociados a las zonas climáticas.

El presente estudio analiza la variación morfológica de las piñas en todas las islas en las que el pino canario es espontáneo, con el objetivo de caracterizar dicha variación mediante una clasificación en tipos morfológicos y comprobar la existencia de patrones de distribución geográficos y/o ambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La recogida de las piñas se realizó en veintitrés poblaciones repartidas por todo el área natural de la especie (Tabla 1), incluyendo todas las regiones y subregiones de procedencia definidas así como las "procedencias de área restringida" (CLIMENT *et al.* 1996). Se intentó recoger piñas de al menos treinta árboles por población separados un mínimo de cien metros, lo que no fue posible en todos los casos por el tamaño reducido de la masa, escasez de fructificación o inaccesibilidad.

Tabla 1: Poblaciones incluidas en el estudio, isla, región de procedencia, altitud media y nº de árboles.

Población	(Isla) Reg. de Proc.	Altitud	Nº árboles	Población	(Isla) Reg. de Proc.	Altitud	Nº árboles
1. La Orotava	(Tf) 1.A	1400	22	13. Punta Gorda	(LP) 2.A	800	33
2. La Guancha	(Tf) 1.A	1400	29	14. El Paso	(LP) 2.B	1100	27
3. Garachico	(Tf) 1.A	1350	24	15. Fuencaliente	(LP) 2.B	1200	33
4. Vilaflor	(Tf) 1.B	2100	30	16. S. Salvador	(EH) 3	900	30
5. Adeje	(Tf) 1.B	1900	26	17. R. de las Playas	(EH) 3	900	7
6. Arico	(Tf) 1.B	1450	29	18. Tamadaba	(GC) 4-N	1100	27
7. Candelaria	(Tf) 1.C	1350	16	19. Tirma	(GC) 4-N	1000	32
8. La Esperanza	(Tf) 1.C	1200	18	20. Tejeda	(GC) 4-S	1000	31
9. R. de los Pinos	(Tf) *	500	16	21. Mogán	(GC) 4-S	950	30
10. Punta Llana	(LP) 2.A	1900	21	22. Garabato	(Go) *	500	17
11. Barlovento	(LP) 2.A	1900	13	23. Imada	(Go) *	1180	3
12. Garafía	(LP) 2.A	1450	36				

La descripción de las piñas se realizó mediante variables cuantitativas y cualitativas de la piña completa y de la apófisis. Se llevó a cabo un análisis preliminar de los datos para cinco piñas por árbol en diez individuos de siete poblaciones y se seleccionaron aquellos caracteres menos variables entre piñas del mismo individuo. El resto del estudio se realizó con dos piñas por árbol de todos los individuos, elegidas al azar, intactas y sin deformaciones por ataques de parásitos. Las variables cualitativas de la apófisis (forma en el plano radial, figura 1) se observaron siempre en la cara de la piña más expuesta a la luz y de forma independientemente en el ápice, zona media y en la base de la piña, dado que la variación dentro de la piña era considerable.

Para reducir la subjetividad de estas observaciones, se procedió a la medición de variables cuantitativas de las apófisis. En cada piña se seleccionaron dos escamas en dos hélices contiguas de la parte central de la piña y se midieron con un calibre digital las dimensiones de cada escama representadas en la figura 1. Posteriormente, se calcularon las relaciones entre altura de la apófisis hasta el umbo y anchura de la apófisis (H_a'/A_a), entre la altura y la anchura de la apófisis (H_a/A_a) y entre las alturas de umbo y apófisis (H_u/H_a) que hicieron posible la comparación entre escamas de piñas de distinto tamaño.

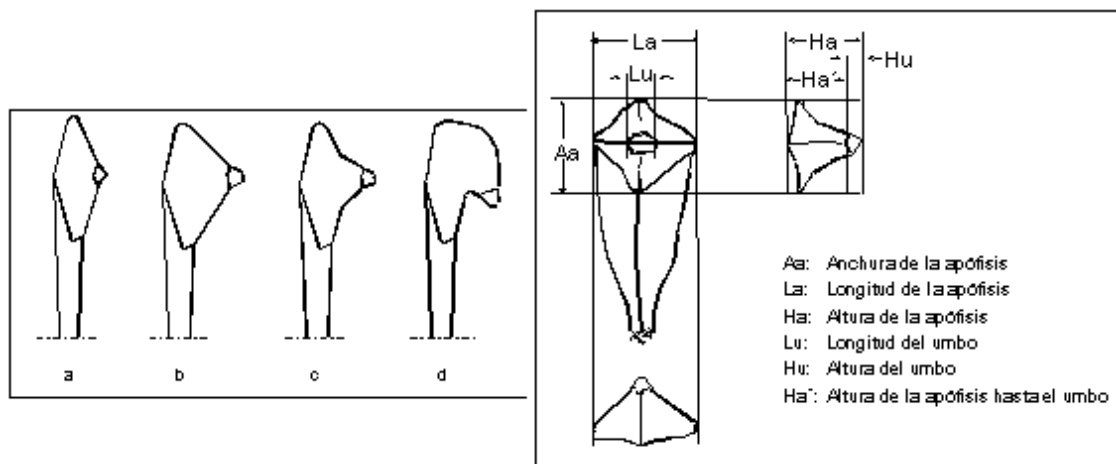


Figura 1: Tipos de apófisis observados en *P. canariensis* (a – plana; b – piramidal; c - prominente; d – revuelta hacia la base) y variables cuantitativas de la escama.

Tras convertir las variables categóricas en escalas numéricas, se llevó a cabo para todas las variables un Anova según el modelo jerárquico con los factores Procedencia (Subregión), Población dentro de Procedencia y Árbol dentro de población. Este análisis permitió conocer la influencia del origen geográfico en la variación encontrada. Posteriormente, se realizó un Análisis de Componentes Principales (los resultados se han omitido por brevedad) para las variables categóricas, el cual permitió apreciar los patrones de combinación de las formas de apófisis en la base, parte central y ápice de la piña.

Atendiendo a este análisis y empleando los percentiles 25% y 75 % de las variables relativas Ha/Aa , Ha'/Aa y Hu/Ha se construyó una clave dicotómica de clasificación de las piñas en seis tipos morfológicos (Tabla 2). En esta clasificación también se tuvieron en cuenta las variables cualitativas de forma de la apófisis más constantes entre piñas del mismo árbol. Las características del umbo se incorporaron independientemente de las del resto de la apófisis, atendiendo a los resultados de los análisis multivariantes. Otras variables cualitativas y cuantitativas (como la anchura y la longitud, tanto de la piña como de la escama) se desecharon por su excesiva variación dentro de la piña o entre piñas del mismo árbol. Las denominaciones de los tipos obtenidos se basaron en *Botanical Latin* de STEARN (1992).

Tras la clasificación, se llevó a cabo un análisis discriminante con las variables cuantitativas originales para comprobar la bondad de la clasificación de los tipos basados en caracteres cuantitativos. Por último, una vez asignada cada piña al tipo correspondiente se calcularon las frecuencias absolutas y relativas de cada tipo en cada población a fin de conocer su distribución geográfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las variables estudiadas presentaron su mayor porcentaje de variación entre árboles, en segundo lugar entre piñas y, en último lugar, entre poblaciones o procedencias dependiendo de la variable considerada. Los tres niveles superiores: procedencia, población y árbol resultaron significativos en todos los casos.

La figura 2 recoge los dibujos de las piñas representativas de cada uno de los seis tipos, clasificados según la clave de la tabla 2. Según esta tabla, el tipo de piña más abundante en *P. canariensis* es el denominado *Gibba*, el cual corresponde a las descripciones clásicas de la especie. Los tipos *Gibberosa*, *Reflexa* y *Plana* que suponen cada uno porcentajes cercanos al 15 % fueron ya mencionados por KLAUS (1989). Sin embargo, el tipo *Protuberans*, que supone un 12 % de las piñas estudiadas no ha sido mencionado hasta ahora. Tampoco se han encontrado referencias al tipo *Plano-reflexa*, lo cual resulta explicable si tenemos en cuenta el escaso porcentaje que suponen, el 2 %. El análisis discriminante múltiple con las variables originales (Aa , La , Ha y Hu) para las piñas cuya

definición se basa en valores cuantitativos, *Gibba*, *Gibberosa*, *Protuberans* y *Plana*, demostró que los tipos se distribuyen en grupos homogéneos bien definidos.

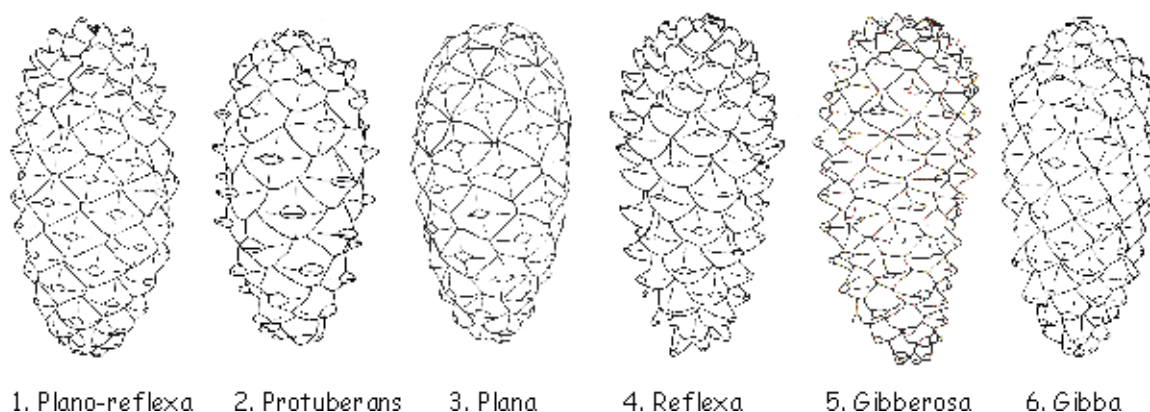


Figura 2: Piñas representativas de los tipos observados en *Pinus canariensis*.

Tabla 2. Clave de clasificación morfológica de las piñas de *Pinus canariensis* y porcentaje de piñas clasificadas en cada tipo

1. Apófisis central plana, $Ha'/Aa < 31.1^a$		
1.1. Apófisis basal muy revuelta o uncinoide	1.PLANO-REFLEXA	2 %
1.2. Apófisis basal no extremadamente revuelta o uncinoide		
1.2.1. Umbo saliente, $Hu/Ha > 31^b$	2.PROTUBERANS	12 %
1.2.2. Umbo no saliente, $Hu/Ha < 31^b$	3.PLANA	13 %
2. Resto de los casos, $Ha'/Aa > 31.1^a$		
2.1. Apófisis central revuelta o uncinoide	4.REFLEXA	15 %
2.2. Apófisis central no revuelta, apófisis basal extremadamente revuelta o uncinoide.	1.PLANO-REFLEXA	2 %
2.3. Ninguna de las características anteriores		
2.3.1. Apófisis central prominente, $Ha/Aa > 58.4^c$	5.GIBBEROSA	17 %
2.3.2. Apófisis central piramidal, $Ha/Aa < 58.4^c$	6.GIBBA	40 %
a: percentil 25 %; b: percentil 75 %; c: percentil 75 %		

Los tipos definidos (excepto el *Plano-reflexa*) muestran similitudes manifiestas con otros pinos, especialmente especies mediterráneas. Así, la forma *Plana* es muy semejante a la típica de *P. halepensis*, mientras que *Gibba* se aproxima a una forma estilizada de *P. pinea* y *Gibberosa* puede asimilarse a *P. pinaster*. La forma *Reflexa* se ha considerado hasta ahora característica de *P. roxburghii* del Himalaya. Esta especie aparece en las clasificaciones morfológicas, como la de Little & Critchfield, como la más próxima a *P. canariensis*. Sin embargo, los estudios basados en ADN de LISTON *et al.* (1999) indican que la especie genéticamente más próxima a *P. canariensis* es *P. pinaster*, mientras que *P. roxburghii*, *P. pinea* y *P. halepensis* se encontrarían a distancias genéticas semejantes. La piñas *Protuberans* del pino canario solo presentan semejanza con las de *P. pseudostrobus* var. *protuberans* de Méjico descrito por PERRY (1991). Según el mencionado estudio de LISTON *et al.* (1999), un gran número de especies norteamericanas estaría estrechamente emparentado con *P. canariensis* y las otras especies mediterráneas, confirmando las hipótesis de KLAUS (1989) basadas en criterios morfológicos.

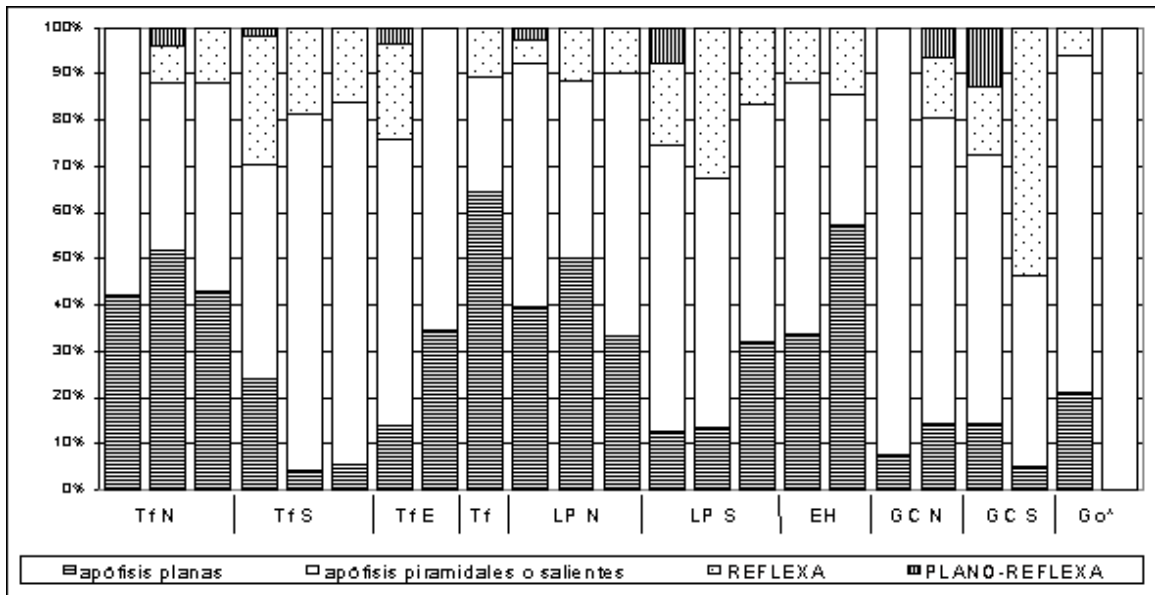


Figura 3. Frecuencias absolutas de los tipos de piña por poblaciones. Se indican las subregiones de procedencia. El asterisco indica procedencias de área restringida.

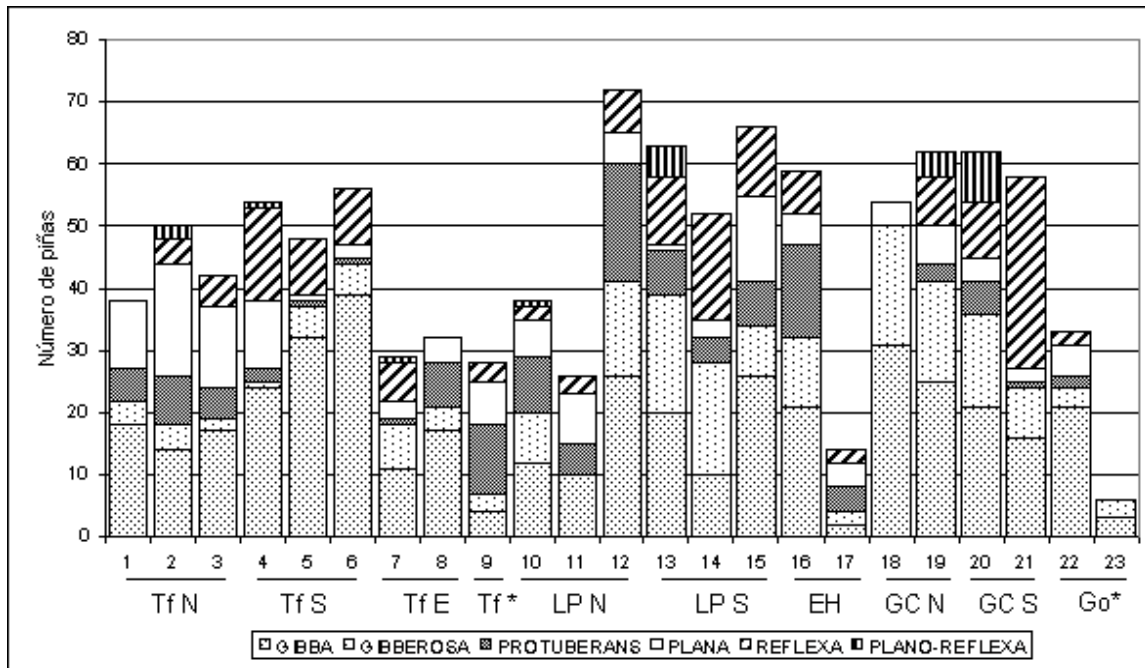


Figura 4. Frecuencias relativas de los tipos de piñas agrupados.

La distribución de los tipos de piñas entre poblaciones se muestra en la figura 3, donde la proximidad geográfica dentro de cada isla se corresponde con el orden en el gráfico. Se aprecia como los tipos aparecen muy repartidos por todas las poblaciones, regiones de procedencia e islas. La figura 4 permite apreciar mejor el patrón geográfico de distribución, mediante frecuencias relativas de los tipos de piñas, agrupando los de apósis planas (*Plana* y *Protuberans*) y apósis piramidales o salientes (tipos *Gibba* y *Gibberosa*). Se observa que, excepto en Gran Canaria, las piñas con apósis planas abundan en las poblaciones del norte, más húmedas, mientras que lo contrario sucede con las de apósis más salientes. Asimismo, se aprecia una tendencia a la aparición de piñas con escamas revueltas (tipo *Reflexa*) en poblaciones del sur. Las piñas *Plano-reflexas* aparecen esporádicamente sin un patrón geográfico claro.

CONCLUSIONES

- Las piñas estudiadas en *Pinus canariensis* presentan una amplia variación de caracteres

morfológicos, pudiendo agruparse las características más estables dentro del árbol en seis tipos morfológicos.

- Se han encontrado semejanzas entre los tipos definidos y las piñas de pinos mediterráneos, asiáticos (*P. roxburghii*) y mejicanos (*P. pseudostrobus*), resultado coherente con los análisis de ADN de otros autores.
- Los tipos definidos están muy repartidos en todas las islas y regiones de procedencia pero se aprecian patrones geográficos de distribución: piñas con apófisis más prominentes (incluyendo las de apófisis revueltas) en las zonas del sur de las islas y con apófisis más planas en las vertientes norte. Esta pauta es menos clara en Gran Canaria, donde los pinares húmedos son escasos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio "Estudio de la variabilidad genética de *Pinus canariensis*" establecido entre la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias y la Universidad Politécnica de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

- BORGHETTI, M.; GIANNINI, R.; MENOZZO, P., (1988) Geographic variation in cones of norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica*, **37** (5-6): 178-184.
- CLIMENT, J., GIL, L., TUERO, M. (1996) Regiones de procedencia de *Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC. DGCONA (MAPA). 49 pp.
- DEL ARCO, M.J.; PÉREZ, P.L.; RODRÍGUEZ, O.; SALAS., M. y WILDPRET, W. (1992). Atlas cartográfico de los pinares de Canarias. Tenerife. Dir. Gral. de Medio Ambiente y Cons. de la Naturaleza. Gobierno de Canarias. Sta. Cruz de Tenerife. 228 pp.
- KHALIL, M.A.K., (1984) Genetics of cone morphology of black spruce (*Picea mariana* Mill. B.S.P.) in Newfoundland, Canada. *Silvae Genetica*, **33** (4-5): 101-109.
- KLAUS, W. (1989) Mediterranean pines and their history. *Plant Sys. Evol.* **162**: 133 - 163.
- LISTON, A.; ROBINSON, W.; PIÑERO, D.; ALVAREZ-BUYLLA, E. (1999). Phylogenetics of *Pinus* (Pinaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. *Mol. Phylog. and Evol.*, 11 (1): 95-109.
- PAGE, C.N. (1974). Morphology and affinities of *Pinus canariensis*. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edimburgh.* vol. **33**, 2: 317-323.
- PERRY, J.P. (1991). The pines of Mexico and central America. Timber Press, Portland. 231 pp.
- STEARNS, W. (1992). Botanical Latin. David & Charles, Newton Abbot, 546 pp.