

ECOLOGÍA, ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LAS POBLACIONES DE LA SABINA CANARIA (*JUNIPERUS TURBINATA* SSP. *CANARIENSIS*) EN TENERIFE Y LA GOMERA.

Otto, R.^{1,*}, Krüsi, B.O.², Schaffner, S.³, Meuwly, P.³, Delgado, J.D.^{1,4}, Arévalo, J.R.¹, Fernández-Palacios, J.M.¹

¹) Departamento de Ecología, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

²) University of Applied Sciences Zurich, Wädenswil HSW, Grüental, CH-8820 Wädenswil, Switzerland.

³) Department of Environmental Sciences, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Sälimstrasse 101, CH-8092 Zurich, Switzerland and Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf.

⁴) Departamento de Física Básica, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

*Autor para la correspondencia: e-mail: rudiotto@ull.es.

Resumen La sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) forma un tipo de bosque termófilo en las medianías de las islas del Archipiélago canario, hoy muy reducido a zonas inaccesibles. Aquí presentamos los resultados del primer año de proyecto LIFE que tiene como objetivo estudiar la estructura y dinámica de los restos de sabinares en Canarias. Se han seleccionado tres áreas de estudio representando los mejores sabinares de Tenerife y La Gomera y se ha aplicado un muestreo sistemático con 50 puntos en cada área. Analizamos datos de estructura, composición florística y vitalidad con respecto a factores ambientales utilizando estadísticas uni- y multivariantes. La vitalidad y el tamaño de los individuos igual que la estructura y la capacidad de carga de las poblaciones dependen en gran parte de las condiciones ambientales y están probablemente relacionados con los recursos hídricos disponibles para las plantas. Se han encontrado grandes diferencias en el número de plántulas que se relaciona también con las condiciones ambientales y la frecuencia de micrositios para la regeneración. Estos resultados serán de gran valor práctico durante la restauración ecológica de esta formación vegetal en Tenerife.

Palabras clave: Regeneración, composición florística, bosque termófilo, Islas Canarias, orientación.

ECOLOGY, STRUCTURE AND DYNAMICS OF CANARIAN JUNIPER POPULATIONS (*JUNIPERUS TURBINATA* SSP. *CANARIENSIS*) IN TENERIFE AND LA GOMERA (CANARY ISLANDS)

Abstract The Canarian juniper (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) forms a kind of thermophilous woodland in the vicinity of the Canary Islands, a place which is nowadays reduced to some inaccessible areas. In this study, we present the results of the first year of study within the LIFE project whose main objective is to analyse the structure and dynamics of the remnants of juniper woodlands in the Canaries. Three study areas have been selected to represent the best conserved juniper stands in Tenerife and La Gomera, and a systematic sampling has been applied with 50 points in each area. We have analysed structure data, floristic composition and vitality with respect to environmental factors by using uni- and multivariate statistics. Vitality and size of individuals as well as structure and carrying capacity of the community seem to depend on environmental conditions and to be related to amount of water available for plants. Great differences have been found in the number of plants related with environmental conditions and frequency of micro places to regenerate. These results will be of great practical value during the phase of ecological restoration of this vegetation type in Tenerife.

Key words: regeneration, floristic composition, thermophilous woodland, Canary Islands, aspect

ÉCOLOGIE, STRUCTURE ET DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS DE *JUNIPERUS TURBINATA* SSP. *CANARIENSIS* A TENERIFE ET LA GOMERA (ILES CANARIES)

Résumé Le *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* forme un type de forêt thermophile sur les proximités des îles centrales et occidentales de l'archipel des Canaries et aujourd'hui, ils n'existent que des peuplements à extension réduite sur des zones inaccesibles. Les résultats de la première année du projet LIFE sont ici présentés. Son objectif est d'étudier la structure et la dynamique des restes de genévriers aux Canaries. Pour cela, trois aires d'étude ont été choisies, comme représentation des meilleurs genévriers à Tenerife et à La Gomera. Un échantillonnage systématique de 50 points a été appliqué sur chaque aire. Les données de structure, de composition floristique et vitalité par rapport aux facteurs de l'environnement et avec l'utilisation de statistiques uni- et multivariantes ont été analysés. La vitalité et la taille des individus, de même que la structure et la capacité de charge des peuplements dépendent dans une grande partie des conditions de l'environnement qui sont probablement liées aux ressources hydrologiques disponibles pour les plantes. De nombreuses différences ont été

trouvées dans le nombre de plantules, liées de même aux conditions de l'environnement et la fréquence de microsites pour la régénération. Ces résultats auront une grande valeur pratique pendant la phase de restauration écologique de cette formation végétale à Tenerife.

Mot clés : régénération, composition floristique, forêt thermophile, îles Canaries, orientation

INTRODUCCIÓN

La sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) es un microfanerófito, arbusto o pequeño árbol que alcanza los 10 m de altura y crece en la zona semiárida de transición, entre el matorral costero y la laurisilva, a barlovento, o entre el matorral costero y el pinar a sotavento de las islas. El sabinar es una de las formaciones del bosque termófilo que forma un piso vegetal situado por encima del matorral costero en todas las islas Canarias. Esta formación fue degradada paulatinamente por la acción humana, especialmente después de la conquista en el siglo XV, por aportar una madera muy resistente que fue utilizada para la construcción de casas y armas y también por la necesidad de crear suelo agrícola (RODRÍGUEZ DELGADO & MARRERO GÓMEZ 1991). Hoy en día sólo existen restos de este bosque, generalmente formando pequeñas extensiones.

Debido a esta situación, el Cabildo Insular de Tenerife diseñó un proyecto de repoblación con sabinas en una finca de 53 ha en el Barranco de Taburco, Parque Rural de Teno (NO Tenerife), que finalmente fue financiado por la Unión Europea (LIFE04/NAT/ES/000064) para los años 2005-2008. La idea es dar un primer paso en la restauración del sabinar en Tenerife con la plantación de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* y de otras especies participantes en esta formación, como el acebuche (*Olea europaea* ssp. *cerasiformis*), la retama blanca (*Retama rhodorhizoides*) y la tabaiba mayorera o de flores púrpuras (*Euphorbia atropurpurea*). Objetivos adicionales del proyecto son la obtención de nuevos conocimientos científicos sobre la ecología de las especies y de la dinámica de esta formación vegetal, así como una experiencia para futuras restauraciones de este tipo de bosque, además de la divulgación de estos resultados.

Sobre el sabinar en Canarias sólo existen algunos estudios fitosociológicos y florísticos, muchas veces no específicos, sino incluidos en trabajos generales de vegetación. En la isla de La Palma están descritas las formaciones del bosque termófilo por SANTOS (1983), en El Hierro por DEL ARCO AGUILAR *et al.* (1991) y recientemente por V. GAISBERG (2005), en Tenerife por BARQUÍN DIEZ & WILDPRET DE LA TORRE (1975), BARQUÍN DIEZ (1984), RIVAS MARTÍNEZ *et al.* (1993). RODRÍGUEZ DELGADO & MARRERO GÓMEZ (1991) comentan el aprovechamiento del bosque termófilo en el pasado. No obstante, sobre la ecología de estas especies en general, y de la sabina en concreto, igual que de la dinámica ecológica del sabinar, apenas existen estudios en Canarias hasta el momento.

Así pues, el primer objetivo del proyecto LIFE es estudiar la estructura y dinámica de los restos de sabinares en Canarias, y al mismo tiempo profundizar en la ecología de las poblaciones de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*, en especial de su regeneración y, por tanto, procesos a nivel de plántula. Estos conocimientos formarán la base para una restauración exitosa. En concreto, nos interesamos por estudiar los siguientes aspectos: (1) los factores ambientales que imperan en el hábitat de *J. turbinata* en diferentes lugares y los efectos que tienen sobre la vitalidad y fenología de los individuos adultos y plántulas; (2) la estructura y composición de las poblaciones (densidad, altura y diámetro de los individuos) y (3) regeneración de la población.

MATERIAL Y MÉTODOS

La sabina canaria

La sabina *Juniperus phoenicea* tiene una distribución alrededor de la cuenca mediterránea, normalmente en zonas cercanas a la costa. Desde 1844 se separan los grupos del Mediterráneo occidental como pertenecientes a *J. turbinata* Guss. Las poblaciones de sabina en Canarias pertenecen a este taxón y fueron descritas como ssp. *canariensis* por Guyot en 1968 (SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER 1994) aunque también se citan como *J. phoenicea* en ocasiones.

Juniperus turbinata Guss ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Mart. *et al.*, (nombre común sabina o “sebina” en Guía de Isora, Tenerife), crece en todas las islas Canarias menos Fuerteventura y Lanzarote (ACEBES GINOVÉS *et al.*, 2001). Las mejores representaciones actuales se hallan en el noroeste de El Hierro y La Gomera. En La Palma, Tenerife, Gran Canaria sólo se existen restos de pequeñas dimensiones aisladas a causa de la destrucción masiva por el aprovechamiento de la madera, la transformación del paisaje para la agricultura y el intenso pastoreo (RODRÍGUEZ & MARRERO 1991). El sabinar de Afur, en el Parque Rural de Anaga (Tenerife), se extiende sobre unas 64 hectáreas y representa indudablemente el resto mejor conservado de Tenerife. Entre Agulo y Vallehermoso (La Gomera) existen los mejores sabinares de Canarias, respecto a su dimensión y estado de conservación.

La distribución altitudinal de los sabinares se extiende entre 200 y 300 m a barlovento, llegando en algunos sitios con condiciones ambientales favorables hasta la costa, y entre 400 y 600 m a sotavento. Por lo tanto, las condiciones hídricas se caracterizan por una precipitación anual media entre 200 y 400 mm.

Diseño de muestreo

La ecología, estructura y dinámica del sabinar canario se han estudiado en tres áreas, dos en Afur (Tenerife, superficie: 64 ha) y una en Tamargada (La Gomera, superficie: 50 ha), que representan los mejores sabinares de ambas islas. En Afur se muestreó una población en exposición Norte y otra en exposición Sur, disposición que implica microclimas diferentes, si bien el macroclima es muy parecido entre las tres áreas de estudio. La precipitación media varía entre 255 y 278 mm y la altitud entre 210 y 400 m.s.m.

En cada localidad se efectuó un muestreo sistemático con 50 puntos situándolos sobre líneas paralelas que recorren el área de estudio, separados por una distancia constante, entre 25 y 40 m según la localidad. En las tres localidades se han realizado inventarios de individuos escogidos mediante la técnica del individuo más cercano (IMC, “closest individual method” GREIG-SMITH 1983, MUELLER-DOMBOIS 1974), a los puntos del muestreo sistemático.

Se distinguieron las siguientes clases de individuos: 1) individuo hasta 50 cm de altura (plántulas); 2) individuos de entre 51 y 200 cm de altura (arbustos); 3) individuos mayores a 2 m de altura (individuos adultos). Por lo tanto, se seleccionaron y estudiaron tres individuos por punto de muestreo, 150 por localidad y 450 en total. La densidad (S) de individuos adultos y arbustivos se calculó utilizando la siguiente ecuación: $S = 2500/x^2$, siendo x el promedio de la distancia (m) entre *Juniperus* individuo y punto de muestreo. Finalmente, para determinar la densidad de la plántulas e individuos muertos, se ha procedido a realizar recuentos en parcelas predeterminadas de 78,5 y 314 m² (círculo con radio de 5 y 10 m) alrededor del punto de muestreo.

En cada punto de muestreo se registraron los siguientes parámetros bióticos y abióticos en una superficie de 3,14 m² (círculo con radio de 1 m): inclinación del terreno, profundidad del suelo, cobertura del suelo (rocas con diámetro más de 30 cm; desfronde (mantillo); musgos; estrato herbáceo < 50 cm de altura; suelo desnudo en un radio de 1 m).

Además, se estimó la cobertura de cada especie leñosa (altura entre 0,5 y 2 m) en cada punto de muestreo en un radio de 3 m. Como parámetros de estructura se midieron la altura del individuo, el diámetro de la copa, el diámetro a la altura del pecho (DBH) y la posición del individuo dentro de la población (dominante, co-dominante y suprimido). Como parámetro de vitalidad se muestreó el porcentaje de hojas verdes respecto al de desecadas (de color marrón u ocre) como índice de estrés ambiental.

Análisis de datos

De cada grupo de datos se calculó la media, error típico y rango (máximo y mínimo). Para comparar las medias entre las localidades se aplicó ANOVA de un factor con la prueba post-hoc de Tukey (SOKAL & ROHLF 2005). Para las pruebas paramétricas se comprobó previamente la normalidad y homocedasticidad de los datos. Para distribuciones no normales de los datos se aplicó una transformación adecuada. Se calculó la densidad de individuos (D) por hectárea para cada estrato (arbustos y adultos) basándonos en la distancia media (d, en metros) del punto de muestreo al individuo más próximo según la siguiente ecuación: $D = 2500/d^2$. La densidad total de individuos es equivalente a la suma de las densidades de los dos estratos. El número de plántulas y de individuos muertos se calculó mediante inventario de superficie aplicando la siguiente ecuación: $D = I \times 10000 / A$ ($A = \pi r^2$), siendo r el radio de la superficie estudiada, expresado en metros.

Utilizamos el Análisis de Correspondencias Corregido (DCA, programa CANOCO, TER BRAAK & SMILAUER, 1998) para estudiar la composición florística entre localidades. Las coberturas de las especies fueron transformadas logaritmicamente antes del análisis para evitar la fuerte influencia de las especies más comunes.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los parámetros ambientales tomados en los puntos de muestreo para cada localidad. Excepto para los factores mantillo y suelo desnudo, todas las demás variables muestran diferencias significativas entre localidades, siendo Afur Sur la localidad donde existen los suelos menos profundos y con más cobertura de rocas y piedras, y menor cobertura de musgos. En Tamargada, al contrario, los suelos son más profundos y menos rocosos y más cubiertos por mantillo y hierbas. La localidad Afur Norte tiene una posición intermedia respecto a los valores ambientales.

La tabla 2 muestra los promedios de los parámetros de estructura de los árboles dominantes de cada localidad. La dominancia indica el porcentaje de sabinas que hay entre los árboles dominantes de cada localidad. En las tres localidades las sabinas participan entre un 44 y un 47% en la cobertura del estrato arbóreo. Para todos los parámetros de estructura estudiados los individuos de La Gomera muestran los mayores valores. El DBH y biovolumen de los árboles gomeros se diferenciaron significativamente ($p < 0.05$), no siendo así para la altura y el diámetro.

La vitalidad de la sabina se encontró claramente afectada por las características de la localidad. La tabla 3 compara la vitalidad media de las sabinas de cada localidad en función de las características del lugar de crecimiento. La vitalidad, medida mediante el marchitamiento foliar (porcentaje de hojas verdes), fue menor en Afur Sur respecto a La Gomera y Afur Norte.

La tabla 3 muestra el número de pies de sabina por hectárea por estrato y localidad, calculado mediante recuento. En Afur Sur, el número de pies de plántulas es menor que el de los árboles y arbustos. En Afur Norte y Tamargada se encuentran muchas más plántulas que adultos. Por lo tanto, la regeneración en las dos últimas localidades es mucho mayor. El

porcentaje de adultos y arbustos muertos en Afur Sur es el doble del valor de Tamargada. El porcentaje de plántulas muertas es más bajo en Afur Norte.

La figura 1 muestra la ubicación de los diferentes puntos de muestreo de las distintas localidades en función de los dos primeros componentes del DCA calculados para la composición de especies de plantas leñosas. Los 50 puntos de muestreo de cada localidad forman grupos bastante bien cohesionados y a la vez bien diferenciados de las demás localidades. También es relevante el hecho de que Tamargada (La Gomera) se posiciona, en términos de composición florística, entre las dos localidades de Afur (Tenerife), aunque la distancia geográfica entre Afur y Tamargada es de más de 100 km y se encuentran en islas distintas, mientras las dos poblaciones de Afur están separadas por tan sólo un 1 km.

DISCUSIÓN

Afur Sur

En el sabinar de Afur Sur, la vitalidad de los individuos adultos es más baja que en los dos sabinares estudiados en Afur Norte y La Gomera. Además, las hojas de los individuos de *J. turbinata* en Afur Sur muestran mayor tendencia al marchitamiento, lo que indica una vitalidad más reducida. Esta reducida vitalidad existente en Afur Sur se podría explicar en función de unas condiciones más áridas que influyen negativamente en la productividad y vitalidad de la población. Pese a que las precipitaciones medias anuales son muy parecidas en las tres áreas de estudio, Afur Sur tiene una orientación (al sur) que aumenta drásticamente la evapotranspiración, y asimismo, cuenta con los suelos menos profundos y más rocosos, lo que disminuye la capacidad de retención del agua por el suelo. Estos dos factores reducen la cantidad de agua disponible para las plantas, factor ambiental limitante en la productividad en el piso basal de Canarias (OTTO *et al.* 2001).

Coherente con esta conclusión es la abundancia de especies del cardonal-tabaibal en Afur Sur y la pobre presencia de musgos, un posible indicador. *Euphorbia canariensis* es una especie que suele crecer sin problemas en lugares secos con suelos pobremente desarrollados (V. GAISBERG 2005). La presencia de otras especies del matorral costero como *Kleinia neriifolia* y *Euphorbia lamarckii*, indican claramente que se trata de un sabinar seco (RODRÍGUEZ *et al.* 1990). La observación de que las plántulas en Afur Sur crecen preferentemente debajo de la bóveda de los adultos, sugiere la existencia de un posible micrositio, o lugar seguro (“safe site” *sensu* HARPER, 1977) para *J. turbinata*. Así, las plántulas aprovechan el microclima que existe debajo de la bóveda evitando las condiciones de estrés hídrico que reina generalmente en el lugar. En el sabinar de Afur Sur se han contado muchas menos plántulas que en los otros dos sabinares y, por lo tanto, la regeneración es más reducida. La competencia intraespecífica cerca de los adultos por los recursos hídricos, que se refleja en el alto porcentaje de adultos y arbustos muertos, debe ser alta, y podría aumentar la mortalidad de las plántulas.

La estructura de los adultos indica que el sabinar en Afur Sur está bien desarrollado. No obstante, el estado de madurez de la población de *J. turbinata* en Afur Sur puede considerarse medio. La abundancia de plantas introducidas como *Opuntia ficus-barbarica*, la ausencia de especies típicas del sabinar como *Olea europaea*, *Pistacia atlantica* o *Bosea yerbamora* (RODRÍGUEZ *et al.* 1990, HOHENESTER & WELSS 1993), la abundancia de individuos con ramas cortadas y la presencia de cabras indica una perturbación fuerte por la acción humana en el pasado. El pastoreo, aunque es reducido hoy en día, no ha cesado, por lo que puede tener alguna influencia en la regeneración.

Afur Norte

La vitalidad de los individuos adultos del sabinar de Afur Norte es buena, puesto que el porcentaje de hojas marrones es bajo. Aquí también suponemos una relación entre la vitalidad de los individuos y la cantidad de recursos hídricos disponibles. La orientación Norte y la alta frecuencia de un elemento de la laurisilva, como el brezo (*Erica arborea*) indica que se trata de un sabinar húmedo. Se considera un sabinar en fase de desarrollo o regeneración dado que la cobertura es aproximadamente un 10% inferior al rango establecido para un sabinar (15% según V. GAISBERG, 2005) y la densidad de individuos es la más baja de los tres sabinares. Otro indicio de un estadio intermedio de la sucesión son los valores de importancia altos que obtienen arbustos pioneros como *Artemisia thuscula* ligada al matorral costero (OTTO *et al.* 2005) y *Erica arborea* ligada al monteverde (FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.* 2004).

Los cultivos abandonados en los alrededores indican un uso agrícola de la zona, como también la presencia de especies introducidas como la pitera (*Agave americana*). Este sabinar fue probablemente cortado para la explotación de madera y para el pastoreo en el pasado, por ser una zona más húmeda que permite mayor disponibilidad de pasto para el ganado caprino y donde se sembraba algo de trigo en bancales.

Tamargada (La Gomera)

El sabinar de Tamargada en La Gomera parece ser el más húmedo de los tres estudiados, respecto a los recursos hídricos disponibles para las plantas. Ello se refleja en la vitalidad de los individuos adultos de *J. turbinata*, en concreto en el alto porcentaje de individuos vigorosos (bajo porcentaje de hojas marchitas). La orientación es Norte y el porcentaje de musgos en el suelo es alto, además de poseer el suelo significativamente más profundo de todos los sitios. También su composición florística, con la presencia de *Visnea mocanera* y *Myrica faya* en la parte más alta, nos indica que se trata de un sabinar húmedo (RODRÍGUEZ *et al.* 1990).

Se supone que el sabinar de La Gomera se encuentra en un estado de desarrollo avanzado, dado que la densidad de individuos adultos es alta (200 pies/ha). La densidad de individuos en el estrato arbustivo es también muy alta lo que sugiere una buena regeneración. La estructura de clases de edad es equilibrada. La falta de señales de una competencia intraespecífica (el porcentaje de individuos muertos es bajo) nos indica que este sabinar más húmedo y productivo probablemente todavía no ha alcanzado la capacidad de carga del lugar. El número de individuos y la altura media de los individuos adultos posiblemente van a aumentar en el futuro. La cobertura de un sabinar húmedo maduro debería ser más alta y superar tal vez 50% (entre 15 y 80% según V. GAISBERG, 2005). La baja frecuencia de plantas exóticas como *Agave americana* y *Opuntia ficus-barbarica* y la falta de indicios de una actividad agrícola en el área de estudio, nos hablan de un sabinar poco perturbado en el pasado. El estado de madurez se considera bastante bueno. No obstante, debió de existir una explotación de madera bastante intensiva en el pasado ya que se encontraron muchos individuos de *J. turbinata* con ramas cortadas.

El sabinar de Tamargada se caracteriza por un porcentaje muy elevado de plántulas. Por lo tanto, la regeneración de la población no se encuentra comprometida. El alto porcentaje de arbustos de *Juniperus* probablemente juega un papel muy importante como posibles nichos de regeneración para las plántulas y posiblemente también conlleva una elevada producción y lluvia de semillas, tanto de forma directa bajo las plantas como mediante dispersión de las semillas por aves frugívoras y lagartos.

CONCLUSIONES

Aunque el macroclima de las tres localidades de sabina canaria estudiadas es similar, la orientación es un factor clave, como revela el hecho de que Afur Sur (Tenerife) presente una mayor aridez, menor profundidad edáfica y mayor rocosidad, lo que influye significativamente en la estructura, vitalidad, regeneración y composición florística de la población, que en este caso es un sabinar seco. Sin embargo, las condiciones ambientales en Tamargada (La Gomera) son más favorables para la regeneración y el desarrollo de la estructura de la sabina, pudiendo ser considerado como un sabinar húmedo, mientras que la población en Afur Norte se sitúa entre las otras dos poblaciones. La orografía, y más especialmente la orientación, influye de forma decisiva en la cantidad de precipitación y en la evapotranspiración, y, por lo tanto, en la cantidad de recursos hídricos disponibles para las plantas. De esta forma, se revela como un factor determinante en la configuración de las poblaciones canarias de sabina, por cuanto condiciona fuertemente las relaciones planta-hábitat para esta especie del bosque termófilo canario. Estas relaciones con el hábitat deben ser tenidas en cuenta a la hora de plantear diseños de plantación y mantenimiento de la población en una estrategia de regeneración, en cuanto a selección del sitio y acondicionamiento del hábitat.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEBES GINOVÉS, J.R.; *et al.* 2004. Pteridophyta, Spermatophyta. *En*: IZQUIERDO, I.; MARTÍN, J.L.; ZURITA, N. & M. ARECHAVALETA (eds.), *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*: 96-143. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- ARCO AQUILAR, M. DEL; ACEBES, J.-R. & PÉREZ DE PAZ, P.L.; 1996. Bioclimatology and climatophilous vegetation of the Island of Hierro (Canary Islands). *Phytocoenologia* 26 (4): 445-479.
- BARQUÍN DIEZ, E & WILDPRET DE LA TORRE, W.; 1975. Rhamnion crenulatae, una posible nueva alianza de las clase Crassi-Euphorbieteae macaronésica Riv. Goday et Esteve Chueca 1965, en las Isla de Tenerife. *II Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, (Resumen).
- GAISBERG, V. M.; 2005. Die Vegetation der Fussstufe von El Hierro (Kanarische Inseln). *Dissertationes Botanicae* 395: 1-364.
- GREIG-SMITH, P.; 1983. Quantitative plant ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- HARPER, J.L.; 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London, UK.
- HOHENSTER, A. & WELLS, W.; 1993. *Exkursionsflora für die Kanarischen Inseln*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H.; 1974. *Aims and Methodes of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- OTTO, R.; KRÜSI, B.O.; BURGA, C.A. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; 2006. Old-field succession along a precipitation gradient in the semi-arid coastal region of Tenerife. *J. Arid Environ.* 65 (2006) 156–178.
- OTTO, R.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. & KRÜSI, B.O.; 2001. Variation in species composition and vegetation structure of succulent scrub on Tenerife in relation to environmental variation. *J. Veg. Sci.* 12: 237-248.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; WILDPRET, W.; DEL ARCO, M.; RODRÍGUEZ, O.; PEREZ DE PAZ, P.L.; GARCÍA-GALLO, A.; ACEBES, J.R., DÍAZ, T.E. & FERNÁNDEZ GONZALEZ, F.; 1993. Las Comunidades Vegetales de la Isla de Tenerife (Islas

- Canarias). En: DÍAZ GONZÁLEZ, T.E.; *et al.* (Eds.), *Itinera Geobotánica 7*: 169-375. Leon: Asociación Española de Fitosociología (AEFA).
- RODRIGUEZ DELGADO, O. & MARRERO GOMEZ, M.V.; 1991. Evolución y aprovechamiento de los bosques termófilos (los "montes bajos") de la Isla de Tenerife. *Anuario de Estudios Atlánticos* 36: 595-630."
- RODRIGUEZ DELGADO, O.; WILDPRET DE LA TORRE, W.; DEL ARCO AGUILAR, M. & PEREZ DE PAZ, P.L.; 1990. Contribución al estudio fitosociológico de los restos de sabinares y otras comunidades termófilas de la Isla de Tenerife (Canarias). *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 2: 121-142.
- SANTOS GUERRA, A.; 1983. *Vegetación y Flora de La Palma*. Ed. Interinsular Canaria S.A. Santa Cruz de Tenerife.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J.; 2005. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 4th ed., Freeman and Company, New York.
- SCHÖNFELDER, I. & SCHÖNFELDER, P. 1997. *Die Kosmos-Kanarenflora*. Franckh Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart.
- TER BRAAK, C.J.F. & SMILAUER, P.; 1998. *CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4)*. Ithaca, NY: Microcomp. Power.

FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1: Parámetros ambientales en los puntos de muestreo. Letras diferentes entre localidades significan diferencias significativas (ANOVA de un factor). AN: Afur Norte, AS: Afur Sur, T: Tamargada.

| Parámetro | Localidad | Promedio | Máximo | Mínimo | Desviación estandar |
|---------------------------------|-----------------|----------|--------|--------|---------------------|
| Inclinación del terreno [°] | AN ^a | 34.0 | 90 | 10 | 15 |
| | AS ^b | 29.8 | 80 | 5 | 16 |
| | T ^c | 43.1 | 80 | 5 | 17 |
| Profundidad edáfica [cm] | AN ^a | 9.33 | 23.38 | 0 | 5.71 |
| | AS ^b | 6.0 | 16.88 | 0 | 4.43 |
| | T ^c | 11.4 | 27.25 | 2.25 | 6.29 |
| Suelo cubierto por rocas [%] | AN ^a | 20.7 | 93 | 0 | 29 |
| | AS ^a | 24.2 | 90 | 0 | 24 |
| | T ^b | 13.6 | 70 | 0 | 15 |
| Suelo cubierto por piedras [%] | AN ^a | 6.2 | 20 | 0 | 5 |
| | AS ^b | 13.5 | 50 | 2 | 12 |
| | T ^a | 7.7 | 25 | 1 | 5 |
| Suelo cubierto por mantillo [%] | AN ^a | 26.0 | 80 | 0 | 22 |
| | AS ^a | 24.3 | 85 | 1 | 24 |
| | T ^a | 26.3 | 95 | 1 | 22 |
| Suelo desnudo [%] | AN ^a | 25.1 | 85 | 0 | 20 |
| | AS ^a | 21.9 | 60 | 3 | 16 |
| | T ^a | 20.9 | 65 | 3 | 13 |
| Suelo cubierto por musgos [%] | AN ^a | 12.6 | 55 | 0 | 13.5 |
| | AS ^b | 2.6 | 16 | 0 | 3.8 |
| | T ^a | 10.3 | 35 | 0 | 10.5 |
| Suelo cubierto por hierbas [%] | AN ^a | 13.8 | 50 | 0 | 12 |
| | AS ^b | 21.0 | 75 | 2 | 17 |
| | T ^c | 24.5 | 70 | 1 | 17 |

Tabla 2: Valores medios que alcanzan los parámetros estructurales de los adultos dominantes en cada localidad.

| Localidad | Dominancia [%] | Altura [cm] | DBH [cm] | Diámetro copa [m] | Biovolumen [m ³] |
|------------|----------------|-------------|----------|-------------------|------------------------------|
| Afur Sur | 46 | 3.17 | 28.1 | 4.53 | 51.1 |
| Afur Norte | 47 | 3.21 | 28.4 | 4.59 | 53.1 |
| Tamargada | 44 | 3.47 | 45.2 | 5.23 | 74.5 |

Tabla 3: Valores medios de vitalidad y densidad de los adultos y plántulas.

| Parámetros estructurales | Afur Sur | Afur Norte | Tamargada |
|--|----------|------------|-----------|
| Vitalidad adultos (% hojas verdes) | 87.1a | 92.2b | 91.4b |
| Vitalidad plántulas (% hojas verdes) | 59.4a | 67.7a | 67.7a |
| Densidad de adultos (pies/ha) | 202a | 90b | 184a |
| Densidad arbustos (pies/ha) | 89 | 79 | 303 |
| Densidad de adultos y arbustos (pies/ha) | 291 | 169 | 487 |
| Densidad de adultos y arbustos muertos (%) | 5.8 | 4.1 | 2.9 |
| Densidad de plántulas (pies/ha) | 202a | 655 | 1039 |
| Densidad de plántulas muertas (%) | 4 | 2 | 6.4 |

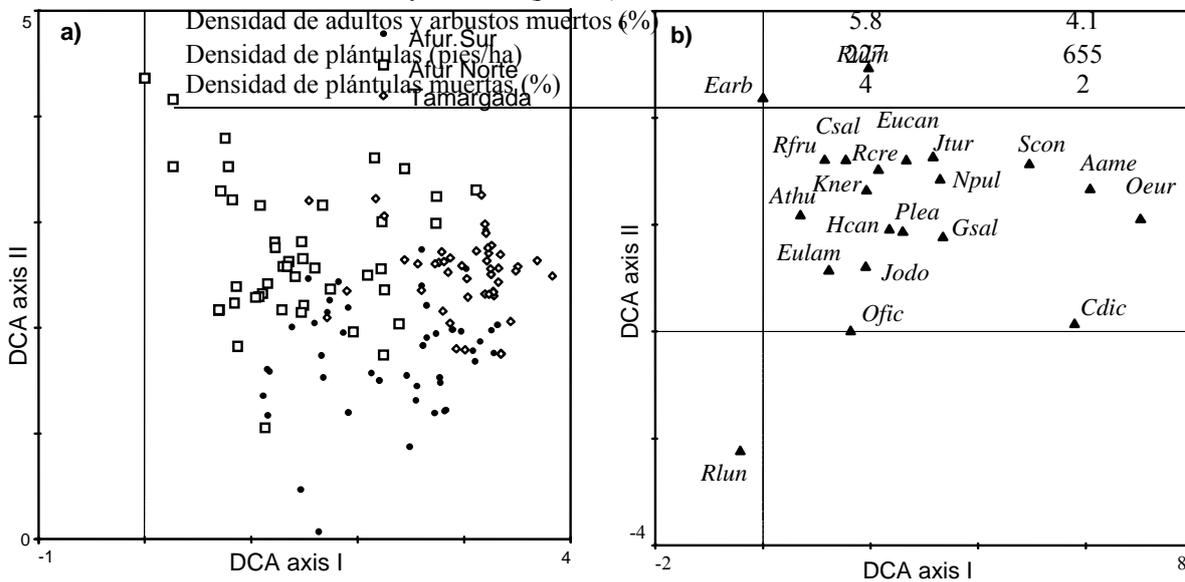


Figura 1: Diagrama de ordenación del DCA efectuado sobre las composiciones de plantas leñosas en el estrato arbustivo en un radio de tres metros a partir del punto de muestreo en las tres localidades. Los valores propios (autovalores) de los dos primeros ejes suponen 0.618 y 0.329, explicando el 27.1% de la varianza total del sistema; a) muestras, b) especies más abundantes: Aame: *Agave americana*, Athu: *Artemisia thuscula*, Cdic: *Ceropegia dichotoma*, Csal: *Carlina salicifolia*, Earb: *Erica arborea*, Eucan: *Euphorbia canariensis*, Eulam: *Euphorbia lamarckii*, Gsal: *Globularia salicina*, Hcan: *Hypericum canariense*, Jodo: *Jasminum odoratissimum*, Jtur: *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*, Kner: *Kleinia neriifolia*, Npul: *Neochamaelea pulverulenta*, Oeur: *Olea europaea* ssp. *cerasiformis*, Ofic: *Opuntia ficus-barbarica*, Plea: *Periploca laevigata*, Rcre: *Rhamnus crenulata*, Rfru: *Rubia fruticosa*, Rlun: *Rumex lunaria*, Rulm: *Rubus ulmifolius*, Scon: *Sonchus congestus*.