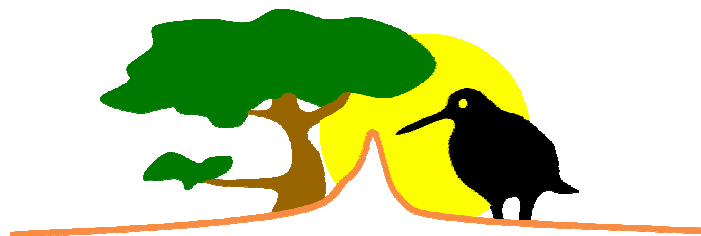


**Memoria 2006 del Proyecto [LIFE04/NAT/ES/000064](#)**

**Análisis dendrocronológico de la sabina.  
Análisis ecológico de los relictos de termófilo en Tenerife.  
Seguimiento de la repoblación y protocolo de restauración**



**Grupo de Investigación de Ecología Insular, ULL**

Rüdiger Otto, Juan Domingo Delgado, Rubén Barone, José Ramón Arévalo  
Pascal Meuwly, Sonja Schaffner, Bertil Krüsi & José María Fernández-Palacios

## Índice:

<b>1. Estudio dendrocronológico de las sabinas en Tenerife y La Gomera.....</b>	<b>4</b>
Área de estudio.....	4
Métodos.....	5
Toma de muestras.....	6
Determinación de la edad del individuo.....	9
Análisis de los datos.....	15
Resultados.....	16
Relación entre edad y altura.....	16
Relación entre edad y perímetro del tronco a ras de suelo.....	19
Relación entre altura y radio de la copa del individuo.....	22
Relación entre edad y biovolumen.....	25
Edad media del sustrato arbóreo.....	28
<b>2. Análisis florístico de los relictos de bosque termófilo en Tenerife.....</b>	<b>30</b>
Introducción.....	30
Método.....	30
Resultados.....	31
Caracterización florística.....	31
Factores ambientales.....	34
Riqueza y factores ambientales.....	36
Composición florística.....	39
Composición florística y factores ambientales.....	45
La situación del bosque termófilo en Teno.....	48
Conclusiones.....	50
<b>3. Análisis faunístico de los relictos de bosque termófilo en Tenerife.....</b>	<b>52</b>
Introducción.....	52
Métodos.....	55
Aspectos generales.....	55
Censos de aves.....	56
Análisis multivariantes.....	58
Descripción de la estructura y uso del hábitat.....	58
Resultados y discusión.....	60
Composición, densidad y abundancia.....	60

Diversidad y riqueza.....	67
Análisis de similaridad.....	68
Relaciones ave-hábitat.....	68
Conclusiones.....	69
Apéndices.....	79
<b>4. Seguimiento ecológico de la plantación de febrero 2006.....</b>	<b>93</b>
Métodos.....	93
Toma de datos.....	93
Análisis de datos.....	95
Resultados.....	95
Tasa de supervivencia y vitalidad de las plántulas.....	95
Factores ambientales.....	99
Relación entre supervivencia y variables vitales y ambientales.....	100
Riqueza y composición florística.....	111
Análisis edáficos.....	118
Conclusiones.....	119
<b>5. Seguimiento de la regeneración natural del sabinar de Afur, Anaga.....</b>	<b>121</b>
Métodos.....	121
Toma de datos.....	121
Análisis de datos.....	122
Resultados.....	123
Tasa de supervivencia y vitalidad de las plántulas.....	123
Supervivencia y factores ambientales.....	124
Conclusiones.....	130
<b>6. Protocolo de plantación.....</b>	<b>131</b>
Introducción.....	131
Localización y situación de conservación de la zona de actuación.....	132
Antecedentes.....	133
Especies utilizadas.....	136
Método de plantación.....	144
Seguimiento de la repoblación.....	147
Protocolo de plantación de la parcela de 1 ha.....	148
<b>7. Referencias.....</b>	<b>151</b>
<b>8. Anexos cartográficos.....</b>	<b>157</b>

## 1. Estudio dendrocronológico de las sabinas en Tenerife y La Gomera

El análisis dendrocronológico consiste en evaluar mediante los anillos de crecimiento que se marcan en las secciones de los troncos de las especies leñosas la edad de los individuos y los avatares (sequías, incendios, etc.) que éstos han sufrido a lo largo de sus vidas. Esta aproximación nos ha parecido fundamental para conocer más profundamente las relaciones alométricas-edad de las sabinas, así como cuáles son las circunstancias a las que se exponen las sabinas a lo largo de sus vidas.

### Área de estudio

Para realizar el estudio dendrocronológico de los sabinares en Canarias se han elegido tres localidades o áreas de estudio, dos de ellas en Afur (Tenerife) y una en Tamargada (La Gomera) que representan los mejores sabinares de ambas islas. En Afur se han muestreado dos poblaciones diferentes: una en exposición Norte y otra en exposición Sur.

#### *Afur Norte y Afur Sur (Tenerife)*

En el macizo de Anaga, la parte más nororiental de la isla de Tenerife, se encuentra el sabinar mejor conservado de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* de toda la isla. Está situado en el Barranco del Sabinal, aproximadamente a 1 km al norte del pueblo Afur (término municipal de Santa Cruz de Tenerife). Tiene unas 64 ha de extensión que comprende terrenos expuestos al norte, sur y oeste. En todo el sabinar se encuentran pequeños senderos que indican la existencia de un pastoreo intenso en el pasado, y en algunas zonas también existen antiguos muros de piedras de cultivos abandonados. Se han elegido las dos exposiciones opuestas, la norte y la sur, porque representan contrastes ambientales y muestran un grado de conservación bastante aceptable.

#### *Tamargada (La Gomera)*

En la isla de La Gomera se buscó un sabinar denso con grandes individuos que representara la fase de madurez en la sucesión ecológica. Pese a que toda la zona del

noroeste de la isla cuenta con poblaciones de sabina, son en general sabinares bastante abiertos y en fase de regeneración. No obstante, se ha encontrado un sabinar bastante maduro en el Barranco Lomo de la Culata, al oeste del pueblo Tamargada (término municipal de Vallehermoso) que cumple los requisitos para este estudio. Tiene exposiciones al este, norte y sur, aunque las formaciones más densas se localizaron en la ladera con exposición al norte, que comprendía una superficie aproximada de unas 50 ha.

## **Métodos**

### *Selección de los puntos de muestreo*

En cada área de estudio se seleccionaron de manera sistemática unos 50 puntos siguiendo un ráster (cuadrícula) con líneas paralelas de distancia fija. En el caso de Afur Norte y Afur Sur ésta distancia es de 30 m, para Teno de 40 m y para Tamargada de 25 m. Dado de que el terreno es bastante inclinado y cuenta con diversos obstáculos, cuando no se pudo realizar inventarios en ciertas situaciones nos vimos forzados a buscar puntos de muestreo alternativos. Los criterios de exclusión de un punto determinado se basaron en su inaccesibilidad (demasiado inclinado, sotobosque demasiado denso) o en su grado de antropogenización (zonas con síntomas de haber sido cultivadas en el pasado, senderos, etc.). Si se cumplía alguno de los criterios de exclusión, se buscaba un punto de muestreo alternativo de la siguiente forma y en el orden siguiente: a) 5 m más arriba, b) 5 m más abajo, c) 5 m más a la derecha o d) 5 m más a la izquierda. Finalmente, si ninguna de las alternativas solucionaba el problema, se saltaba dicho punto de la cuadrícula y se seguía con el próximo.

### *Selección de los individuos*

Para seleccionar los individuos se ha aplicado el método del vecino próximo (VMP o *closest individual method*; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Este método consiste en buscar el individuo más cercano al punto de muestreo de cada una de las clases que se describen a continuación: 1) individuos de hasta 50 cm de altura, llamados juveniles; 2) individuos de entre 51 y 200 cm de altura, denominados arbustos; 3) individuos mayores a 2 m de altura, denominados árboles o individuos adultos. Por lo

tanto, se han seleccionado y estudiado tres individuos de *J. turbinata* por punto de muestreo. En total se han seleccionado 150 individuos por localidad. Del total de 450 individuos, sólo 117 cumplían los requisitos para ser estudiados con métodos dendrocronológicos, debido a la ramificación del tronco prácticamente a ras de suelo y el difícil acceso que impide la aplicación de la barrena. Además, se excluyen los troncos huecos, puesto que no muestran una secuencia de anillos completa. En individuos grandes, este fenómeno es bastante frecuente.

La tabla 1.1 recoge el número final de individuos estudiados dendrocronológicamente por grupo de individuos (adultos, arbustos, juveniles) y por área de estudio. Se han seleccionado un total entre 96 y 117 individuos. Para analizar la relación entre altura y números de anillos se han utilizado más individuos juveniles (28 versus 12 para el biovolumen). El número de adultos y arbustos seleccionados es prácticamente igual para los dos parámetros estructurales (altura: 49 y biovolumen: 44).

<b>Individuos</b>	<b>Tamargada</b>	<b>Afur Norte</b>	<b>Afur Sur</b>	<b>Total</b>
Adultos	17	15	12	44
Arbustos	20	12	13	45
Juveniles	8	10	10	28
<b>Total</b>	45	37	35	117

**Tabla 1.1:** Número de individuos analizados en el estudio dendrocronológico según grupos de individuos, parámetro estructural y área de estudio.

#### *Toma de muestra (perforación del tronco y extracción del testigo)*

Con ayuda de una barrena especial de 40 cm de longitud y de 5 mm de radio interno (marca Suuno), se ha tomado una muestra radial del tronco de los individuos adultos y arbustivos lo más cerca del suelo posible (véase foto 1.1). Se intenta llegar al centro del tronco para conseguir una secuencia completa de las fases de crecimiento (anillos) y con este dato poder calcular la edad del individuo. Para este objetivo, se tuvo que muestrear con frecuencia varias veces el mismo individuo hasta conseguir una perforación central. Si, después de todo, no se logró apuntar al centro, se aplica una corrección estimando el número de anillos hasta el centro.

La perforación debería realizarse por un lado perpendicular a la dirección de crecimiento y por otro lado paralelo a la pendiente para evitar la madera comprimida en dirección de la pendiente. La madera comprimida se forma en dirección de la pendiente como reacción a la presión mecánica gravitacional causado por la pendiente y el propio peso del individuo (Gärtner *et al.*, 2004). Muchas veces no fue posible perforar exactamente en paralelo a la pendiente por la forma particular de crecimiento de la sabina con una ramificación intensa prácticamente a ras de suelo.



**Fotografía 1.1:** Perforación del tronco, paralelo a la pendiente usando una barrena de 40 cm de longitud.

La toma de muestras se realiza en la parte del tronco más cercana posible al suelo. Por el tamaño de la barrena (40 cm de longitud de la palanca) no ha sido posible nunca perforar a ras de suelo, sino siempre por encima de 20 cm de altura. Por lo tanto, el número de anillos o fases de crecimiento del testigo se refiere a la parte del tronco entre altura de la perforación y el punto más alto de tronco principal. El número de anillos que faltan y corresponden a la parte inferior del tronco (diferencia de altura entre posición de la perforación y el centro del tronco paralelo a la pendiente en contacto con el suelo), se estima aplicando el método de la “corrección de altura con respecto a la perforación” usando la técnica de la regresión y datos de individuos juveniles y individuos arbustivos pequeños. Por tener un tronco demasiado fino, es imposible perforar los individuos juveniles. Para conseguir aún datos fiables sobre la relación

entre altura y números de anillos, los individuos juveniles se sacrifican, es decir se cortan por completo obteniendo así un disco del tronco a ras de suelo y una secuencia completa de anillos. Para los arbustos pequeños, que no se puede perforar, se utiliza el mismo método.

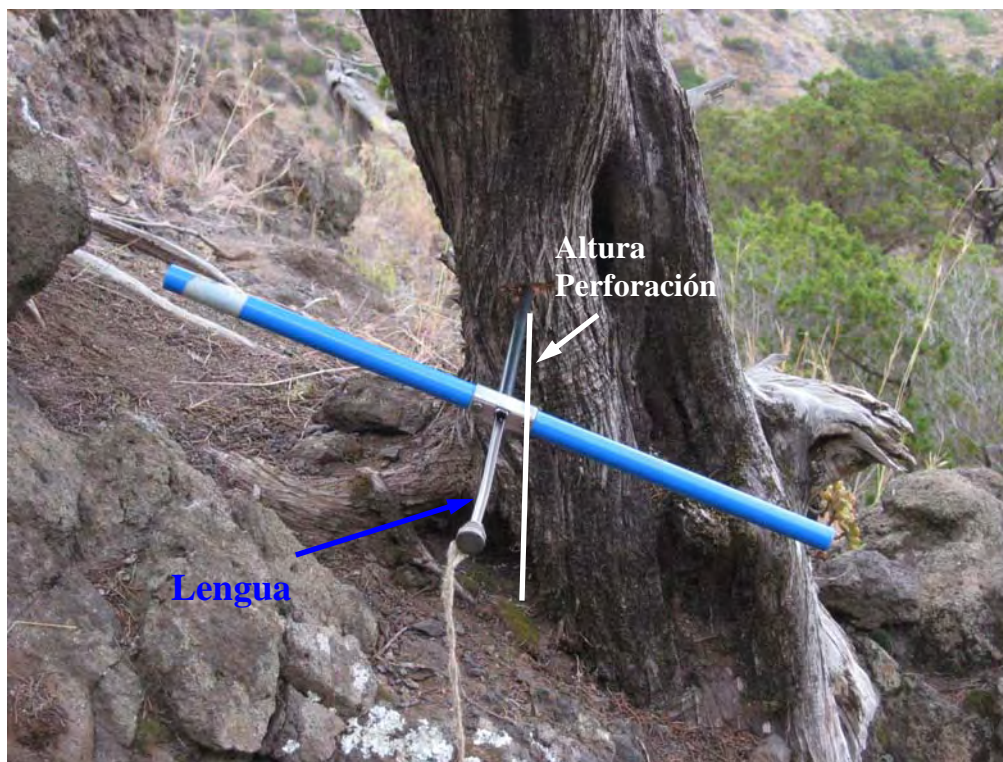
Para cada individuo adulto o arbustivo perforado se obtiene la información siguiente:

- Distancia a lo largo del tronco entre superficie del suelo y altura de la perforación.
- Perímetro del tronco a la altura de la perforación y a la altura de pecho.

El método de la perforación sigue el siguiente protocolo (Foto 1.2):

1. Quitar la corteza en la parte del tronco (unos centímetros) donde se va a realizar la perforación.
2. Colocar la barrena en la parte limpia del tronco y ejercer presión para que agarre la barrena.
3. Perforar hasta el centro del tronco.
4. Introducir la lengua de la barrena y dar una vuelta atrás con la barrena.
5. Sacar la lengua con el testigo.
6. Sacar la barrena del tronco.





**Fotografía 1.2:** Introducción de la lengua de la barrena una vez que se ha llegado al centro del tronco. Después de una vuelta entera atrás con la barrena se saca la lengua con el testigo.

#### *Tratamiento de los testigos*

Los testigos, una vez extraídos de la barrena, se etiquetan con información sobre el área de estudio, punto de muestreo e individuo. Después se guardan en cajas de plástico preparadas para el transporte al laboratorio, donde se pegan con cola encima de un portador de madera preparado con una ranura, procurando que la fibra de la madera del testigo se quede en dirección vertical al portador. A continuación, se lijan los testigos y los discos enteros de troncos para que sean más visibles los anillos. Finalmente, se cuentan y miden los anillos utilizando una lupa binocular.

#### *Determinación de la edad del individuo*

El análisis dendrocronológico se realiza en el Instituto Federal Suizo de Investigación sobre Bosque, Nieve y Paisaje (WSL) en Birmensdorf, Suiza. Los testigos tratados se analizan con un binocular y se miden los anillos con una exactitud de  $10^{-2}$  mm. Las medidas se realizan mediante el programa informático “TSAP” (*Time Series and Analysis Programme*, de la empresa F. Rinn, Heidelberg) y se representan en un

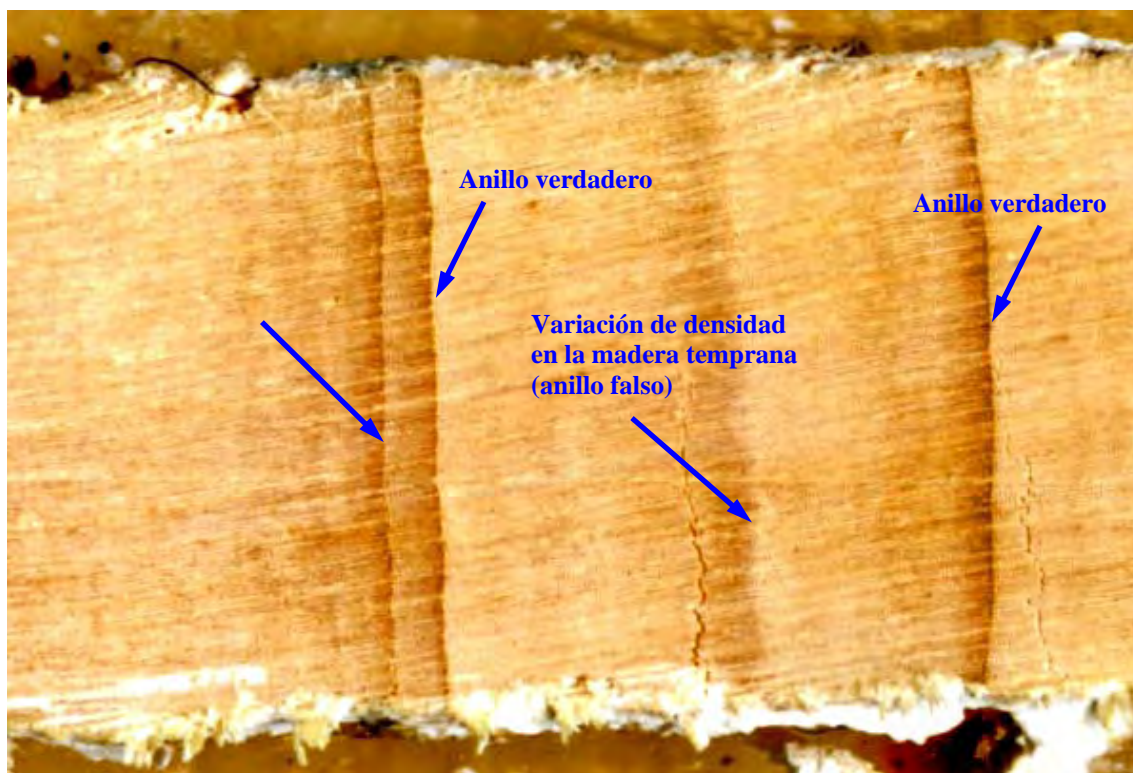
diagrama con el número de anillo en la abscisa y la anchura de cada anillo en la ordenada.

Para conocer el ritmo y la dinámica del crecimiento de los individuos y de la población de la sabina es imprescindible tener información sobre la edad de los individuos. Para superar el problema ya mencionado de los anillos falsos o ausentes y de la posible incoherencia entre número de anillos y años, se siguen los siguientes pasos:

*1. Paso: Definición de los criterios para la selección de anillos verdaderos*

Se seleccionan algunos testigos con anillos especialmente marcados y fáciles de reconocer, con el objetivo de definir los criterios anatómicos para distinguir anillos verdaderos de anillos falsos utilizando un binocular. Los falsos anillos son el resultado de diferentes fases de crecimiento del individuo en el mismo año debido a épocas de estrés hídrico en invierno (época húmeda) o de escasos recursos hídricos temporalmente abundantes recursos en verano en zonas con clima mediterráneo. Se definen los anillos verdaderos con los siguientes criterios (Foto 1.3):

- Después de células densas, pequeñas, aplastadas y normalmente más oscuras siguen células marcadamente más voluminosas de la madera temprana.
- Las células de la madera tardía van disminuyendo continuamente respecto al volumen por lo menos durante cuatro filas sucesivas.
- El volumen medio de las células de la madera temprana tiene que alcanzar un mínimo del 75% del volumen celular equivalente al anillo anterior y al anillo siguiente.



**Fotografía 1.3:** Variaciones de densidades en la madera temprana y tardía y distinción entre anillos verdaderos y falsos.

## 2. Paso: Selección de individuos representativos

El segundo paso consiste en seleccionar diez individuos adultos dominantes en las poblaciones de Afur Sur y Afur Norte. Se miden los anillos verdaderos (anillos anuales) según los criterios establecidos utilizando un binocular y el programa TASP. Se representa la relación entre año y anchura del anillo en un diagrama.

## 3. Paso: Comparación con datos climáticos

Se relaciona la anchura media de los anillos anuales de los diez individuos de cada sitio con las precipitaciones de invierno (octubre a marzo, relevantes para el crecimiento individual). Los datos meteorológicos se obtienen del Instituto Nacional de Meteorología en Santa Cruz de Tenerife (véase Memoria Proyecto LIFE 2005). Asumiendo que los recursos hídricos son el factor ecológico limitante para el crecimiento vegetal en el hábitat de la sabina canaria, la anchura de los anillos anuales debería de estar correlacionada con la precipitación invernal. Tal correlación no se pudo confirmar para los diez individuos seleccionados. Por lo tanto, los criterios establecidos en este caso no son suficientes para la distinción entre anillos verdaderos y anillos falsos.

#### 4. Paso: Sustitución de “anillos anuales” por “anillos” o “variación de densidad”

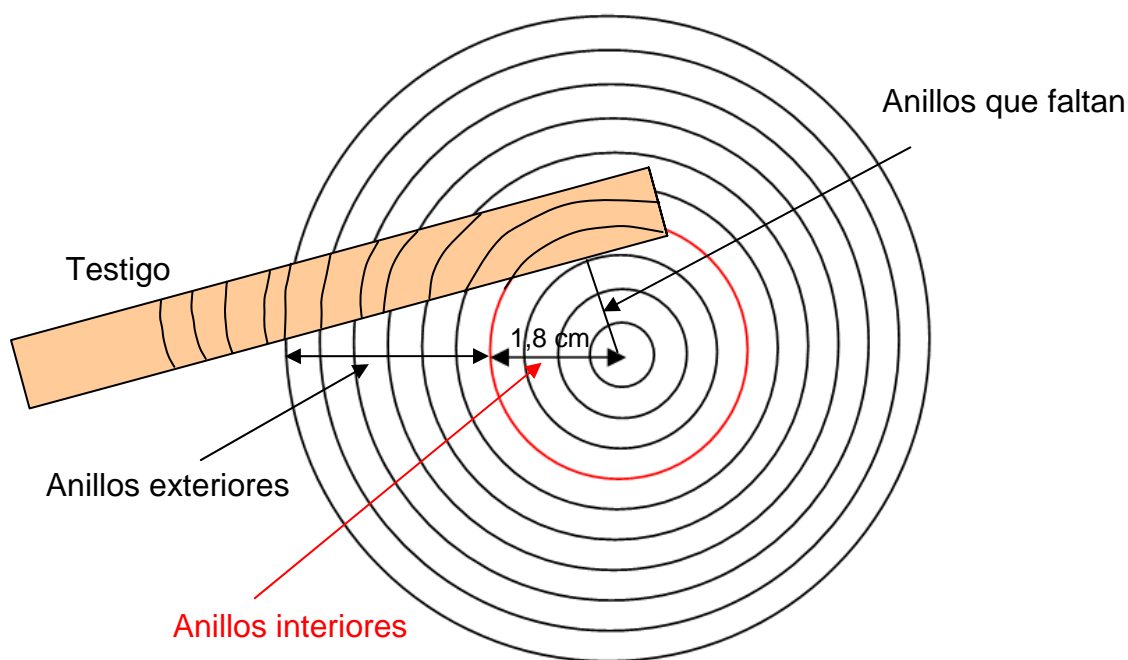
Por falta de criterios para distinguir claramente entre los anillos verdaderos y los falsos, nos hemos limitado a recontar y hablar de “anillos” o “variaciones de densidad”, independientemente del hecho de si se trata de anillos verdaderos o anillos falsos. Para las sabinas mediterráneas como la sabina albar (*Juniperus thurifera*), el porcentaje de anillos falsos o ausentes normalmente no supera el 1% del total de los anillos de un testigo (comunicación personal de José Miguel Olano, experto en análisis dendrocronológicos en *Juniperus*). Por lo tanto, asumimos que el número de anillos corresponde bastante bien al número de años teniendo en cuenta un error de aproximadamente de 1%.

#### *Correcciones para el cálculo del total del número de anillos ( $A_{tot}$ )*

Para mejorar la estimación del total del número de anillos ( $A_{tot}$ ) que corresponde con la edad de algunos individuos, se aplican varias correcciones.

#### *Desviación del centro del tronco*

Se corrige el número de anillos de los testigos que no alcanzan el centro del tronco añadiendo el número de anillos hasta el centro ( $A_{falt}$ ) utilizando una plantilla de anillos (Fig. 1.1). Se pone el testigo encima de la plantilla adaptando las curvas de los anillos interiores a las curvas de la plantilla y se estiman los anillos que faltan en función de la anchura media de los anillos interiores.



**Figura 1.1:** Plantilla de anillos para estimar el número de anillos que faltan hasta el centro.

Al analizar los testigos de los individuos de las diferentes áreas de estudio, destaca la observación de que los anillos interiores son más estrechos que los anillos exteriores. Se calcula la anchura media de los anillos interiores y exteriores para cada área de estudio en función de los discos de troncos cortados. El límite de las dos clases de anillos se determina a 1,8 cm del centro del tronco.

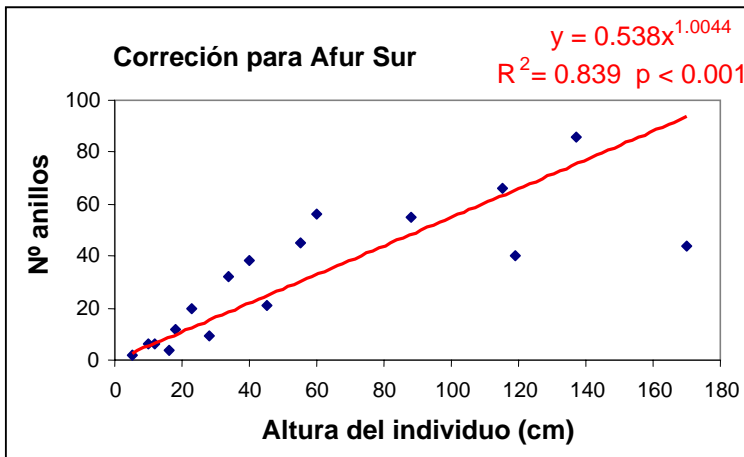
#### *Corrección de la altura de la perforación*

Con la corrección de la altura de la perforación se añade el número de anillos que corresponde al crecimiento de la superficie del suelo hasta la altura de la perforación ( $A_{\text{perf}}$ ) al número de anillos contados que corresponde al crecimiento desde la altura de la perforación hasta el punto más alto del tronco principal ( $A_{\text{test}} + A_{\text{falt}}$ ). El número total de anillos de crecimiento se calcula de la siguiente manera:

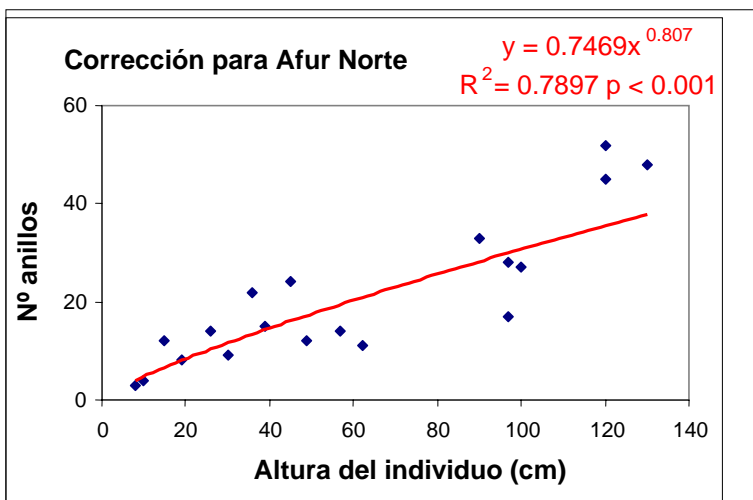
$$A_{\text{tot}} = A_{\text{test}} + A_{\text{falt}} + A_{\text{perf}} \quad [\text{N}^{\circ} \text{ de Anillos o variaciones de densidad}]$$

En cada área de estudio se seleccionan entre 15 y 20 individuos juveniles y arbustivos y se cuenta el número total de los anillos ( $A_{\text{tot}}$ ) de los discos cortados. Se

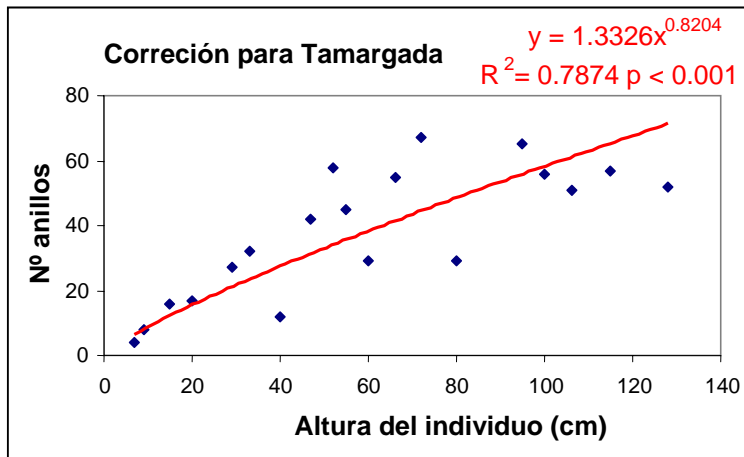
intenta conseguir individuos de diferentes clases de altura para mejorar los cálculos. A continuación, se aplica el modelo de regresión potencial para calcular la relación entre número de anillos y la altura del individuo en cada área de estudio (Figs. 1.2, 1.3 y 1.4). De esta manera, se puede estimar para cualquier individuo el número de anillos que corresponde al crecimiento entre pie del árbol hasta la altura de la perforación.



**Figura 1.2:** Corrección de la altura de la perforación para Afur Sur en función de una regresión potencial con altura del individuo como variable independiente y el número de anillos como variable dependiente.



**Figura 1.3:** Corrección de la altura de la perforación para Afur Norte en función de una regresión potencial con altura del individuo como variable independiente y el número de anillos como variable dependiente.

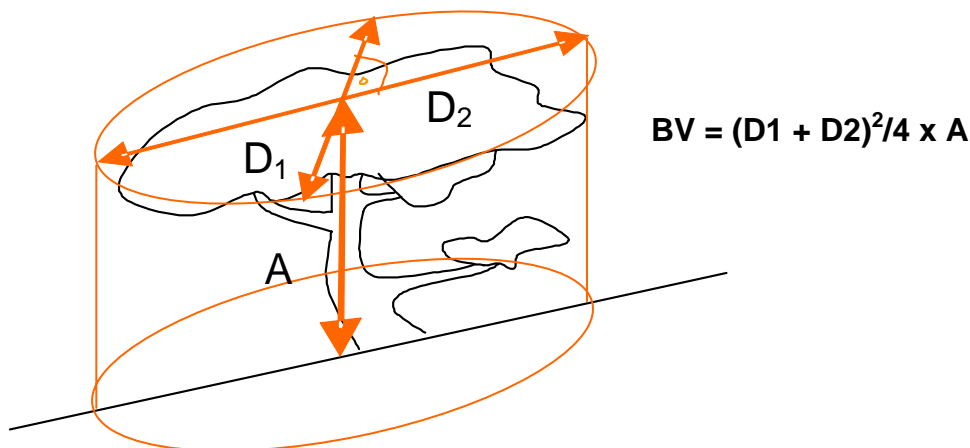


**Figura 1.4:** Corrección de la altura de la perforación para Tamargada en función de una regresión potencial con altura del individuo como variable independiente y el número de anillos como variable dependiente.

*Análisis de los datos*

*Relación entre parámetros estructurales y el número de anillos*

Se calculan las relaciones entre varios parámetros (altura del individuo, radio de la copa, perímetro del tronco a ras de suelo y biovolumen) y el número total de anillos aplicando los modelos de regresiones lineares, exponenciales y potenciales para conseguir el coeficiente de determinación más alto. También se describen las relaciones entre altura y radio de la copa utilizando el mismo modelo. El biovolumen se define como el cilindro formado por la media de los diámetros máximos perpendiculares de la copa y la altura máxima del individuo (Fig. 1.5).



**Figura 1.5:** El biovolumen (BV) se define como cilindro formado por la media de los diámetros máximos perpendiculares de la copa y la altura máxima del individuo.

### *Tasa de crecimiento anual*

La pendiente de la ecuación de la regresión lineal entre altura del individuo y el número total de anillos describe el crecimiento anual medio de *Juniperus turbinata* para cada área de estudio.

### *Edad media de los árboles adultos (> 2 m de altura)*

Se calcula la edad media de los árboles adultos en cada área de estudio multiplicando la altura media de estos árboles ( $n = 50$ ) con el valor de la pendiente de la regresión lineal de la edad (relación entre altura del individuo y el número total de anillos).

## **Resultados**

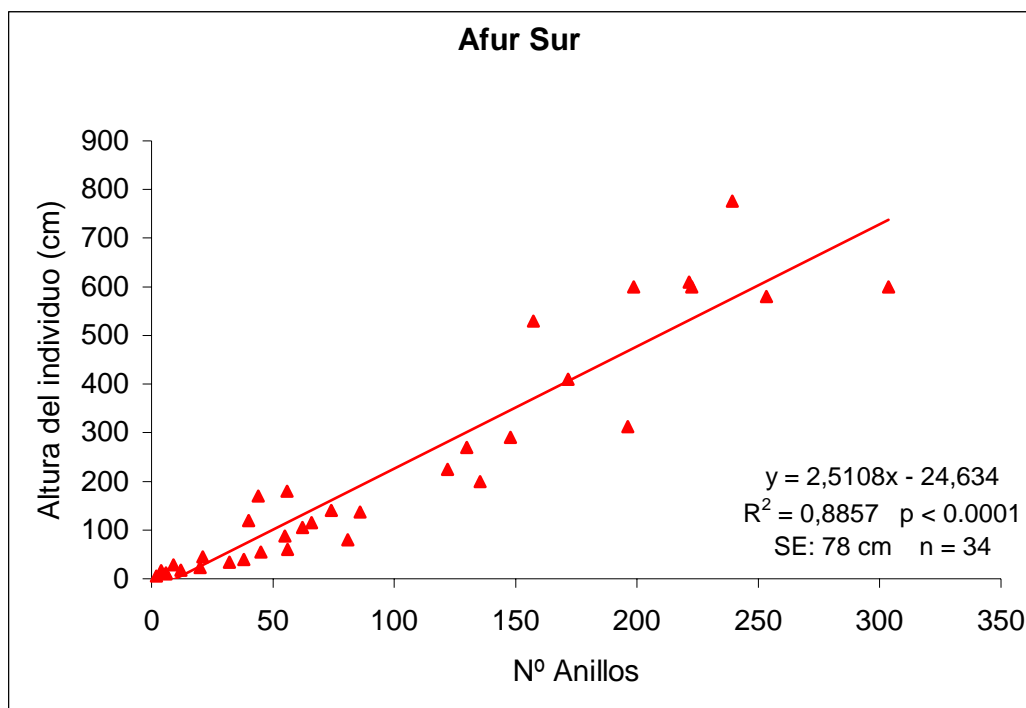
### *Relación entre edad y altura*

En las figuras 1.6, 1.7 y 1.8 presentan las regresiones entre el número total de anillos y la altura del individuo para cada población de sabinas en las diferentes áreas de estudio. Los valores del coeficiente de determinación son altos y varían entre 0,74 (Tamargada) y 0,89 (Afur Sur), lo que significa que se puede predecir la edad correspondiente al número total de anillos con la altura de un individuo de sabina con una probabilidad de al menos un 74%. Si se excluye el individuo más viejo que se localiza en Tamargada con 359 anillos pero con sólo 2,90 m de altura que parece un *outlier*, el coeficiente de determinación de la regresión lineal aumenta a 0,84, que es similar a los valores para las poblaciones en Afur Sur y Norte. Las relaciones son altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) para los individuos de las tres poblaciones.

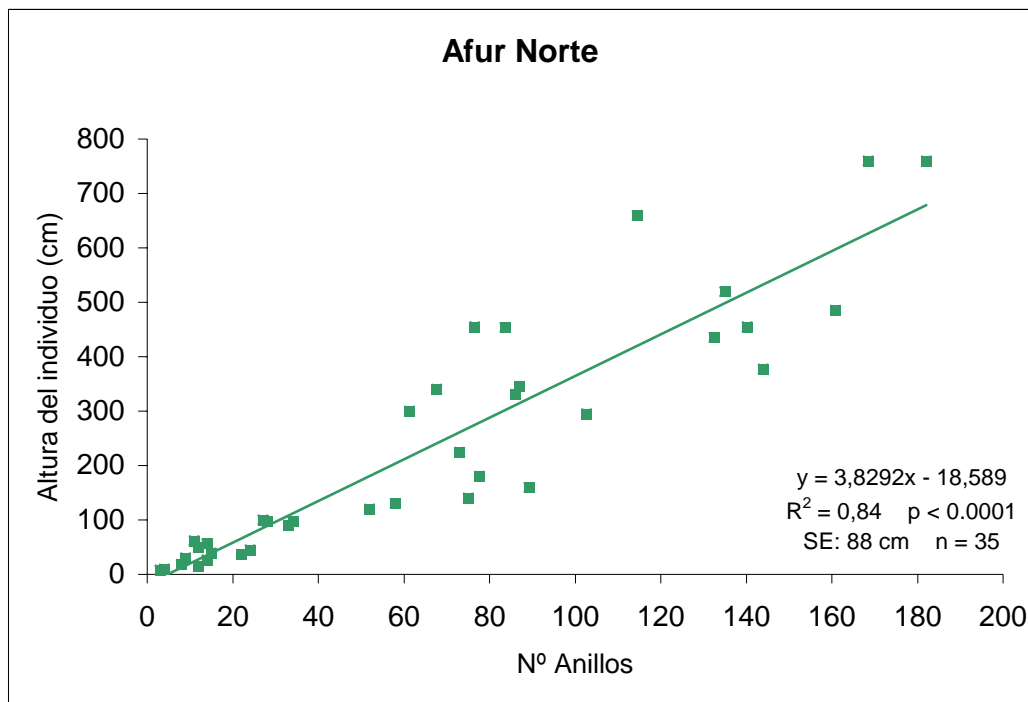
Comparando los valores de las pendientes de la regresión, se pueden observar diferencias entre poblaciones. La pendiente representa el crecimiento anual (cm por anillo/año). El crecimiento anual de la sabina es más rápido en Afur Norte con un valor de 3,8 cm, mientras que el crecimiento anual en Tamargada es bastante más lento con un valor de 1,7 cm. En Afur Sur, las sabinas crecen con un ritmo de 2,5 cm al año, lo que es un valor similar a la población en La Gomera. Por lo tanto, el crecimiento en Afur Norte es más del doble del de Tamargada. Una sabina con 300 anillos o años



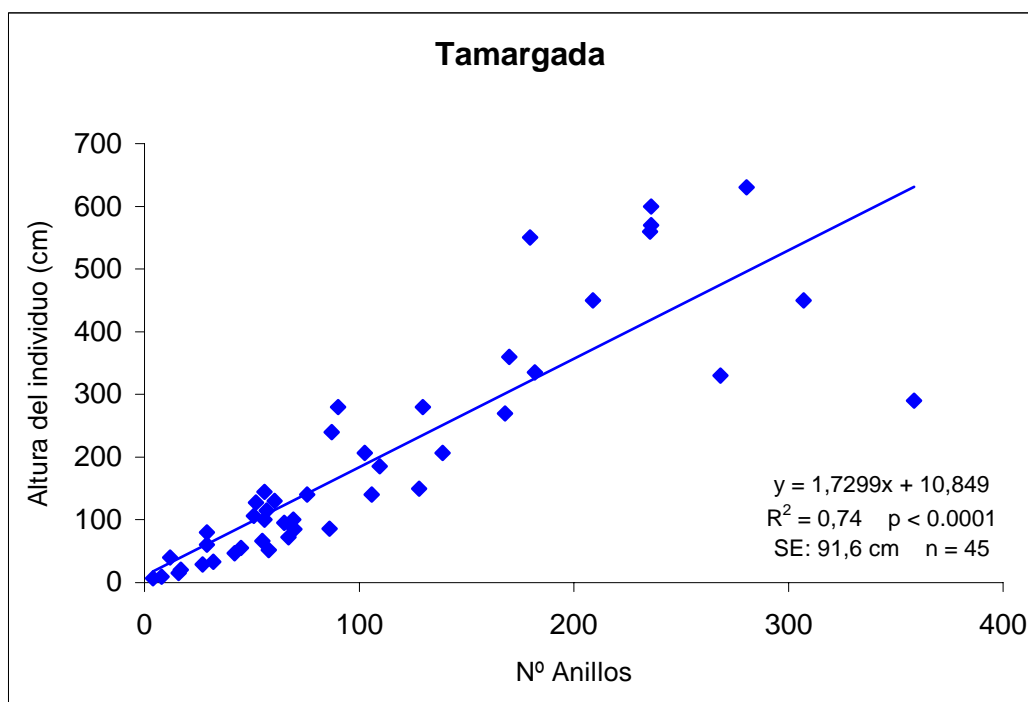
tendrá como valor medio una altura máxima de 11,3 m en Afur Norte, de 7,29 m en Afur Sur y de sólo 5,3 m en Tamargada. Otro ejemplo ilustrativo: para que un individuo tenga una altura de 1 m, tardaría unos 50 años en Tamargada y Afur Sur, pero “sólo” unos 30 años en Afur Norte. El individuo más alto en Afur Norte (7,6 m de altura) es al mismo tiempo el más viejo (182 anillos contados). En Afur Sur encontramos un individuo de 7,8 m de altura y con 239 anillos, mientras el individuo más viejo en Tamargada (358 anillos) solo tiene 2,9 m de altura, lo que parece ser anormal dado que según los cálculos debería tener alrededor de 6,3 m.



**Figura 1.6:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y la altura del individuo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Sur ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.7:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y la altura del individuo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Norte ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar;  $n$  = número de individuos).

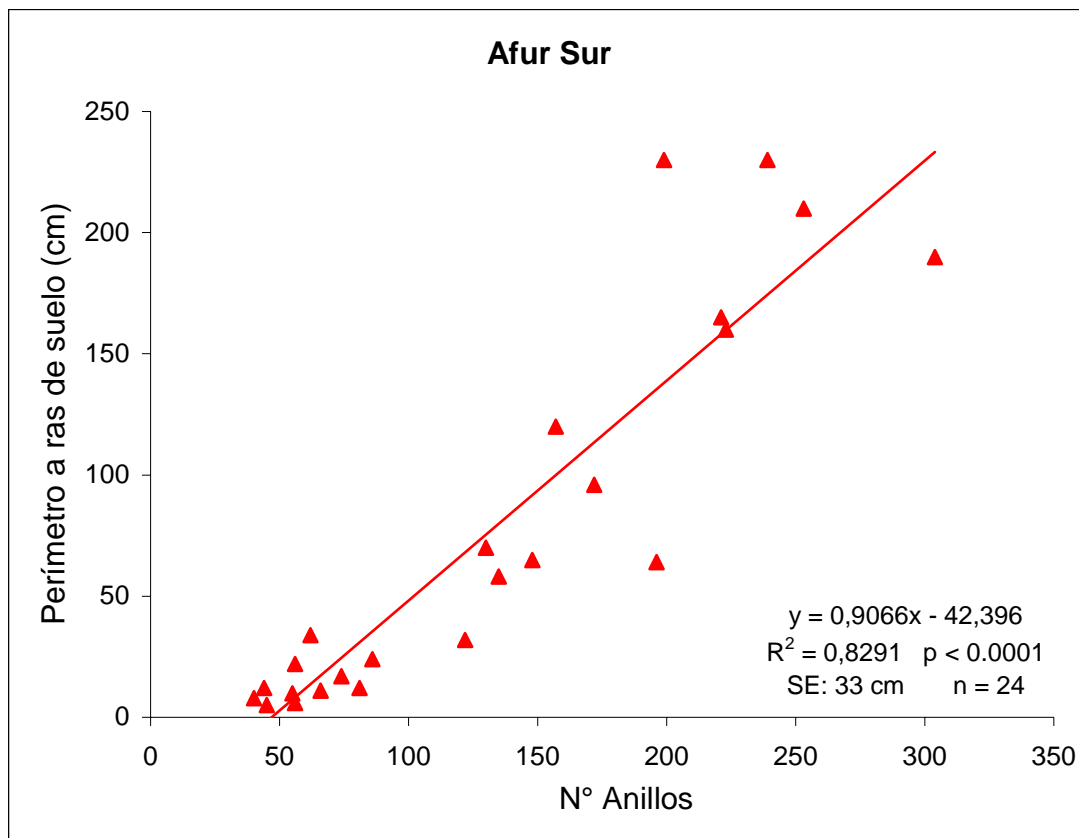


**Figura 1.8:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y la altura del individuo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Tamargada ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar;  $n$  = número de individuos).

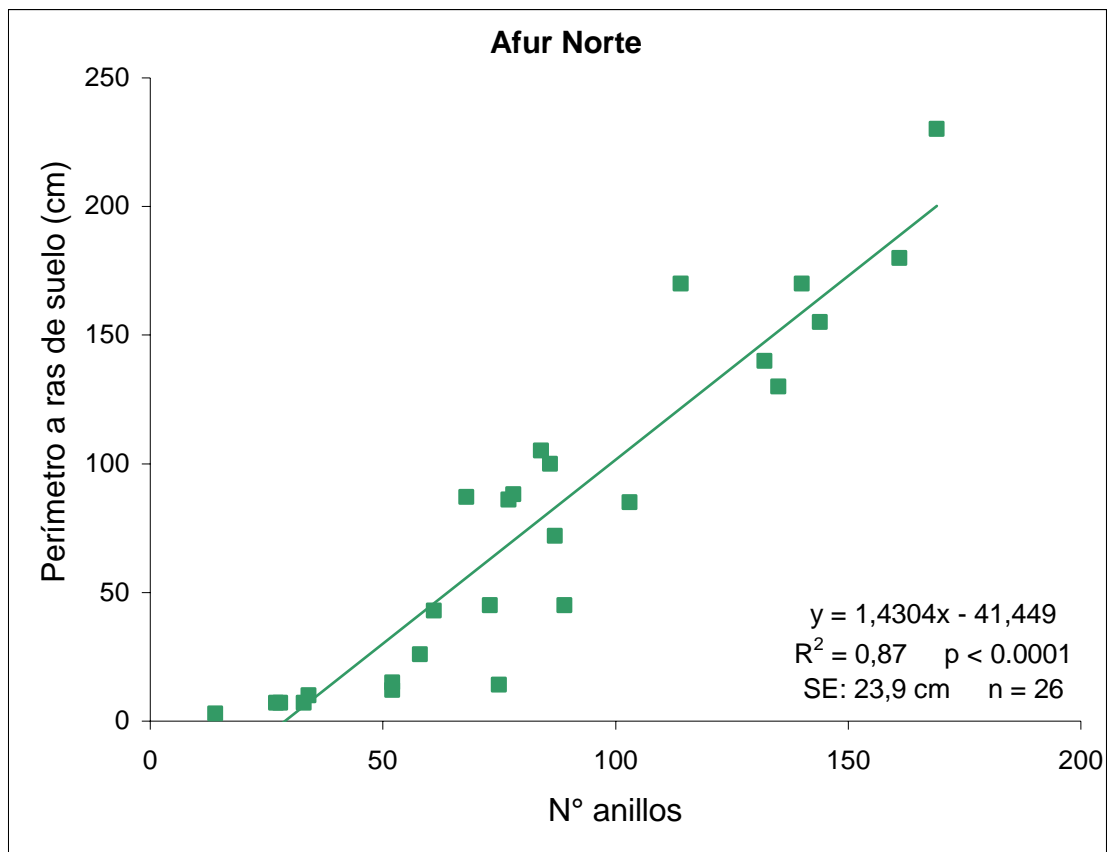
### *Relación entre edad y perímetro del tronco a ras de suelo*

También se relaciona el perímetro del tronco a ras de suelo con el número total de anillos para comprobar si existe un patrón significativo entre las dos variables (Figuras 1.9, 1.10 y 1.11). Para tal fin, se aplica el mismo método de regresión lineal. Los valores del coeficiente de determinación también son altos y varían entre 0,79 (Tamargada) y 0,87 (Afur Norte), lo que significa que gran parte de la variación dentro de la variable “número de anillos” se puede explicar con la variable “perímetro”. El crecimiento del tronco (aumento del perímetro por año) es más rápido para los individuos de la población en Afur Norte con 1,43 cm al año, mientras que las sabinas en Afur Sur crecen más lentamente con una media de 0,91 cm al año. En Tamargada, el crecimiento es aún más lento con 0,85 cm de perímetro del tronco a ras de suelo. Se repite el patrón visto para la relación edad-altura pero la diferencia entre Afur Norte y Tamargada no es tanta.

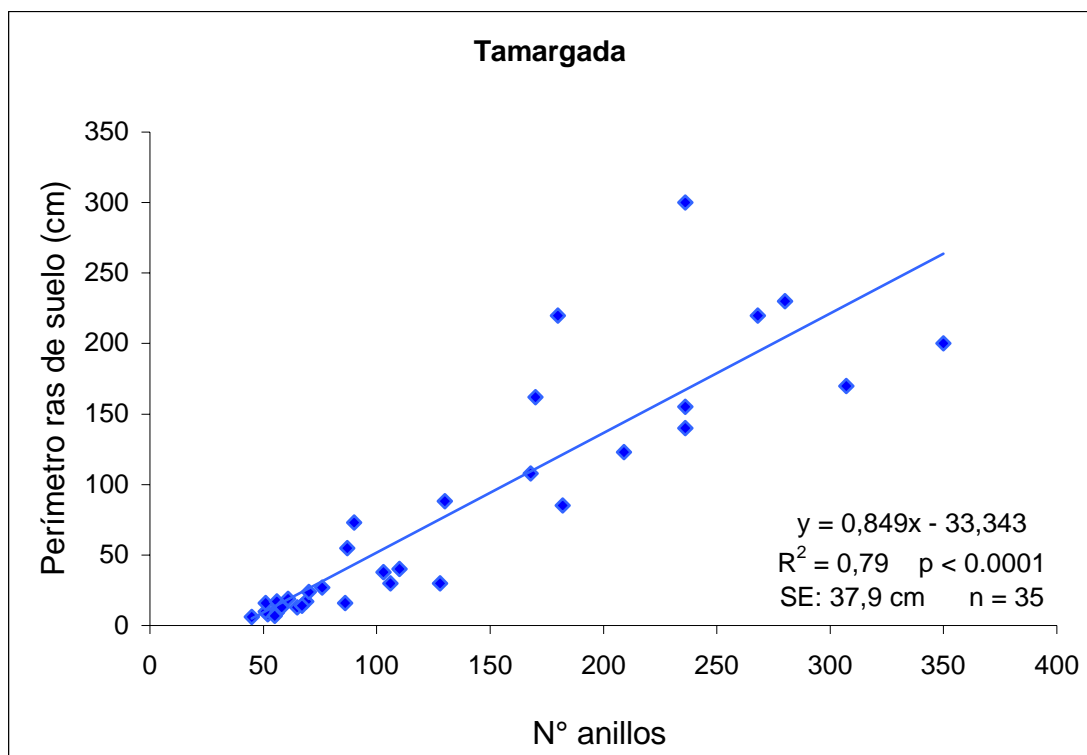
Una sabina de 300 años tendrá por valor medio un perímetro de 2,30 m en Afur Sur, de 3,88 m en Afur Norte y sólo 2,21 cm en Tamargada. Igual que la altura, el perímetro del tronco a ras de suelo es una variable que está estrechamente relacionada con el número total de anillos del tronco y, por lo tanto, con la edad del individuo.



**Figura 1.9:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y el perímetro del tronco a ras de suelo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Sur ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.10:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y el perímetro del tronco a ras de suelo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Norte ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).

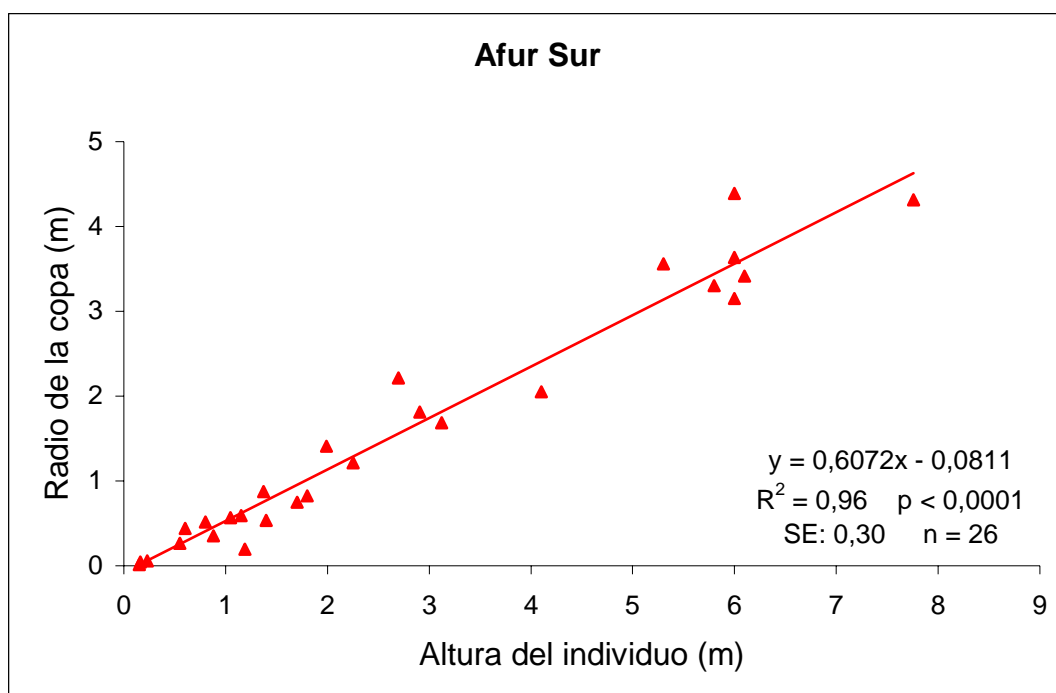


**Figura 1.11:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y el perímetro del tronco a ras de suelo como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Tamargada ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).

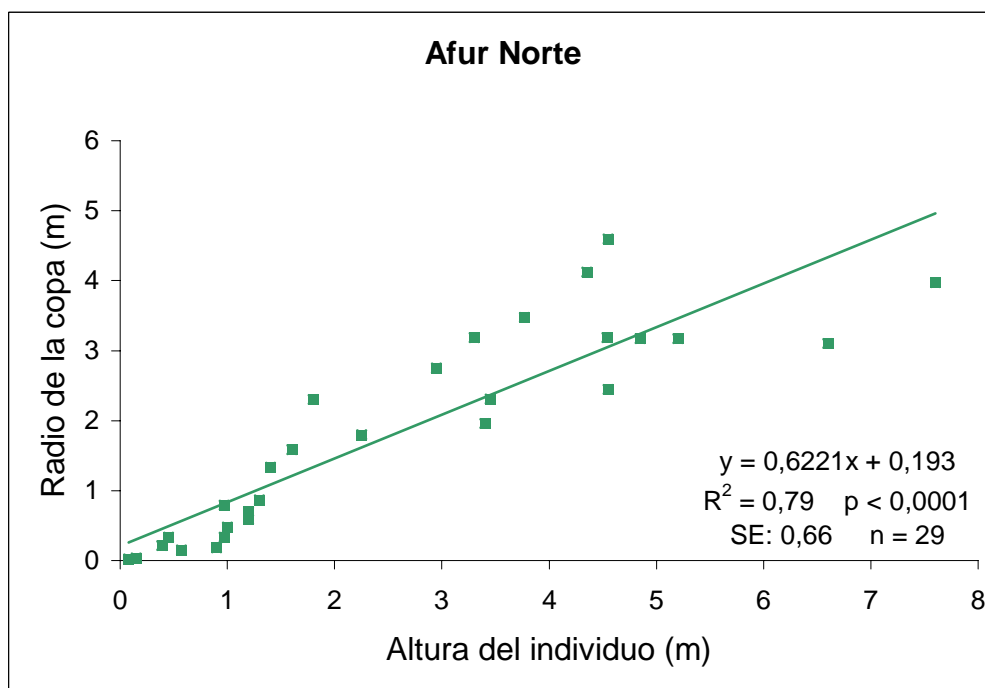
#### *Relación entre altura y radio de la copa del individuo*

En primer lugar, queremos evaluar la relación entre altura y el radio de la copa de los individuos de las tres poblaciones estudiadas. Cada especie tiene una forma peculiar de crecer y las poblaciones de la misma especie están sometidas a diferentes niveles de estrés ambiental y antropogénico, lo que influye marcadamente en la forma de crecer.

Todas las poblaciones muestran una relación muy estrecha entre altura y radio, siendo Afur Sur la población con el coeficiente de determinación más alto (0,96), lo que indica que existe una correlación casi perfecta entre las dos variables (Figs. 1.12, 1.13 y 1.14). Es la población de Afur Norte donde la forma de la sabina es más variable y donde los individuos crecen un poco más en altura (dirección vertical) comparado con las otras dos poblaciones, mientras los individuos de La Gomera crecen más en radio (dirección horizontal) que las otras dos, por lo tanto tienen una forma un poco más achaparrada.

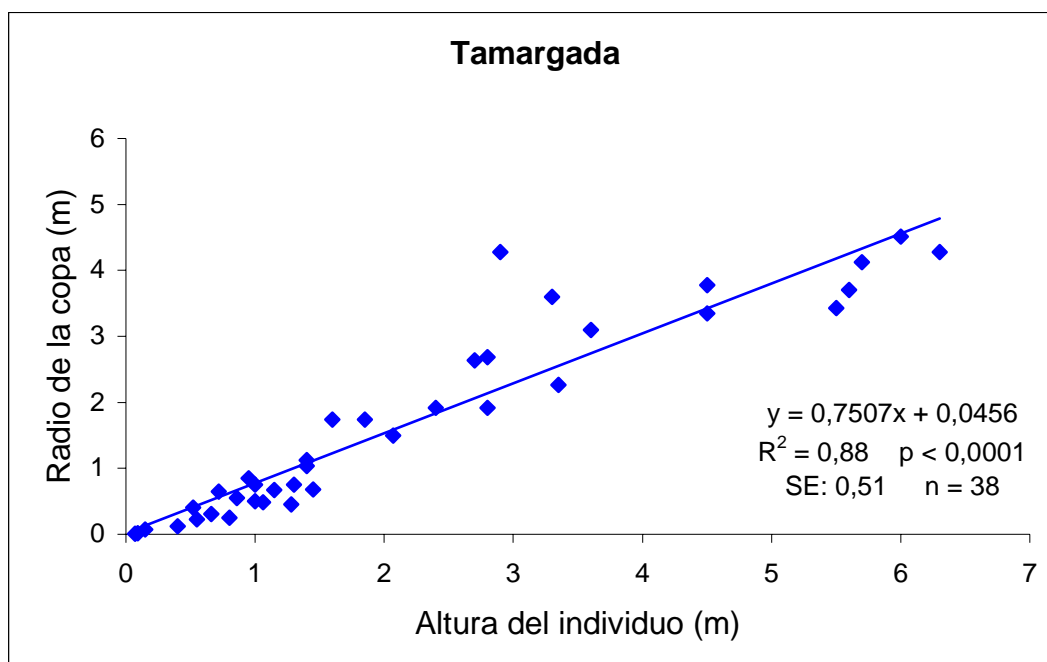


**Figura 1.12:** Regresión lineal con la altura del individuo como variable independiente y el radio de la copa como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Sur ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.13:** Regresión lineal con la altura del individuo como variable independiente y el radio de la copa como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Norte

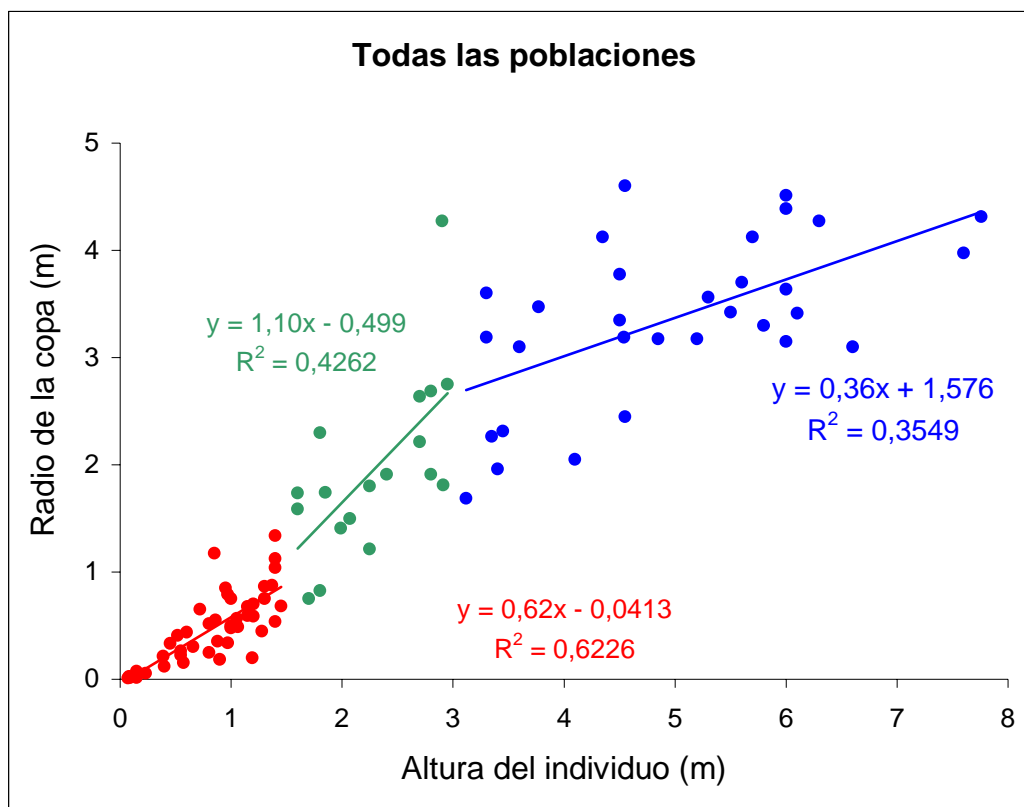
( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.14:** Regresión lineal con la altura del individuo como variable independiente y el radio de la copa como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Tamargada ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).

En el conjunto de las poblaciones se puede observar que el crecimiento en dirección vertical y horizontal no es siempre el mismo a lo largo de la vida de una sabina (clases de altura). Parece, según los resultados de las regresiones lineales (Fig. 1.15), que el crecimiento hasta la altura de aproximadamente 1,5 m es más en dirección vertical (pendiente de la regresión  $< 1,0$ ), es decir el individuo invierte más energía en crecimiento vertical que horizontal. Esta fase corresponde a los primeros 50 a 70 años de la vida de una sabina. En la segunda fase vital hasta llegar a una altura de 3 m domina el crecimiento horizontal (pendiente de la regresión  $> 1,0$ ), los individuos tendrán unos 90 hasta 160 años al terminar este ciclo. En la tercera fase, por encima de 3 m de altura, los individuos crecen otra vez más en dirección vertical, pero se observa una variación bastante alta (aunque la relación es significativa), es decir no todos los individuos siguen esta pauta.

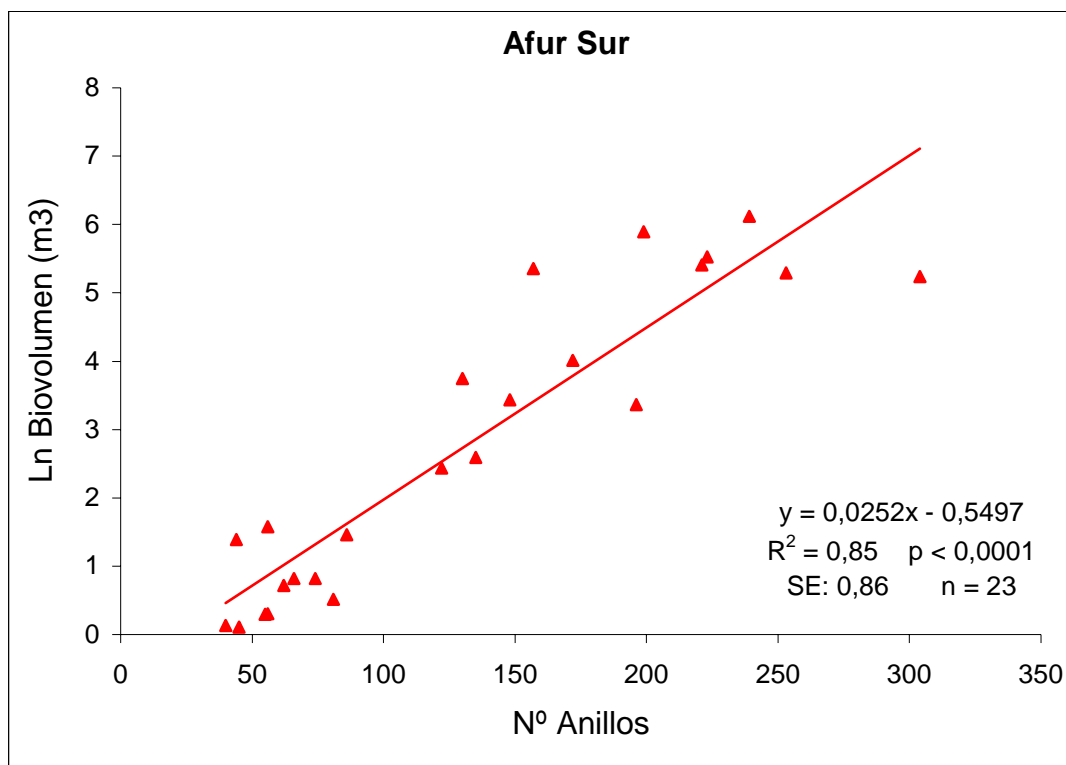




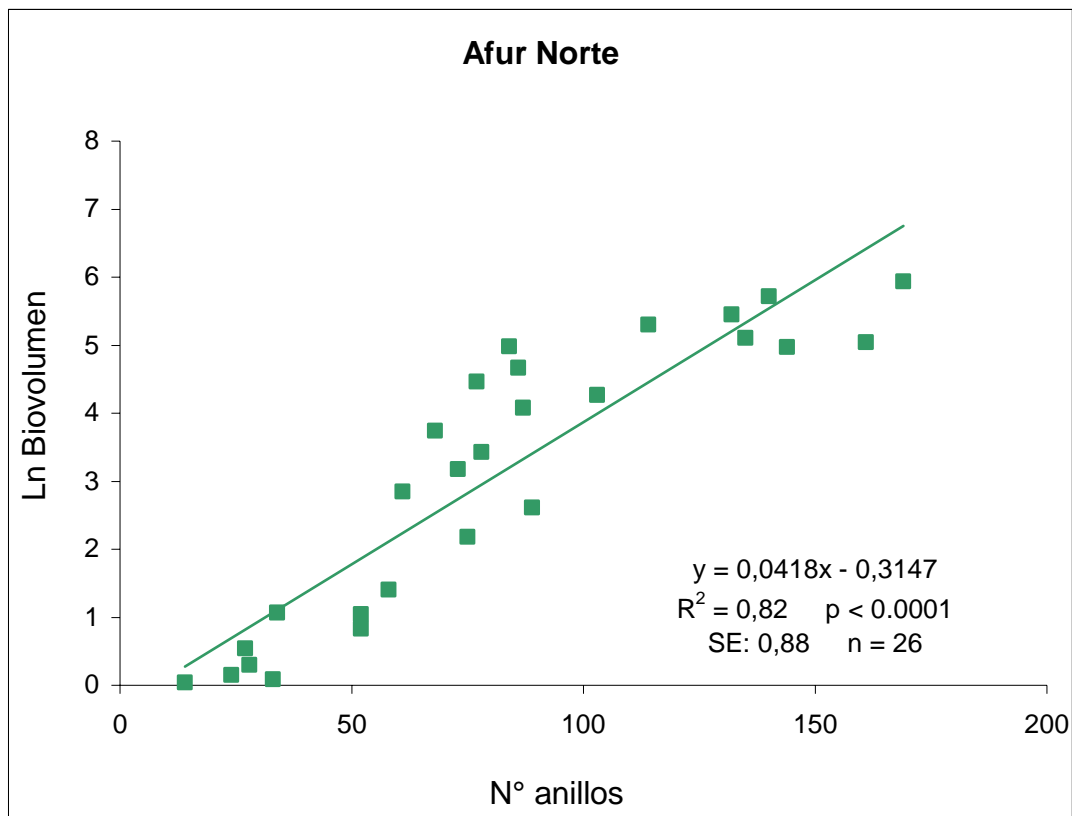
**Figura 1.15:** Regresiones lineales con la altura del individuo como variable independiente y el radio de la copa como variable dependiente separadas por fases de vida (clases de altura) para las tres poblaciones de *Juniperus turbinata*.

#### *Relación entre edad y biovolumen*

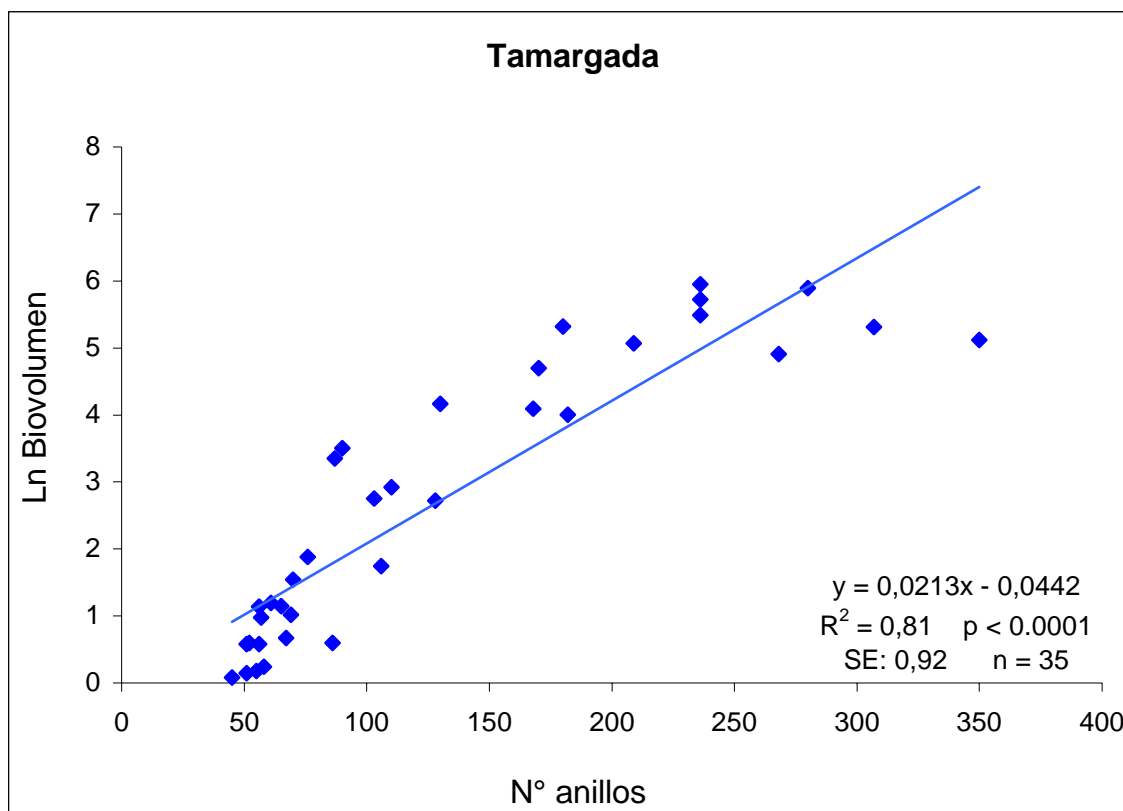
El biovolumen del individuo se define como cilindro formado por la media de los diámetros máximos perpendiculares de la copa y la altura máxima del individuo (véase Métodos). Dado que el biovolumen es una medida tridimensional, la relación con la edad es exponencial. Por lo tanto, el logaritmo del biovolumen tiene una relación lineal con el número de anillos como se puede contemplar en las figuras 1.16, 1.17 y 1.18. Los valores del coeficiente de determinación son de nuevo muy altos y varían entre 0,81 (Tamargada) y 0,86 (Afur Sur). Los resultados de los modelos de regresión lineal son altamente significativos. La relación entre edad y el logaritmo del biovolumen para los individuos de La Gomera se podría describir también con un modelo de regresión logarítmica, lo que indica que el ritmo de crecimiento del biovolumen es más rápido en la primera fase de la vida de la sabina (hasta aproximadamente 150 años de edad) que en la segunda fase, lo que coincide con la observación ya mencionada de la variación de crecimiento en diferentes fases de la vida.



**Figura 1.16:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y logaritmo del biovolumen (m<sup>3</sup>) como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Sur ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.17:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y logaritmo del biovolumen ( $m^3$ ) como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Afur Norte ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).



**Figura 1.18:** Regresión lineal con el número de anillos como variable independiente y logaritmo del biovolumen ( $m^3$ ) como variable dependiente para la población de *Juniperus turbinata* en Tamargada ( $R^2$  = coeficiente de determinación;  $p$  = nivel de significación; SE = Error estándar en números de anillos;  $n$  = número de individuos).

*Edad media del sustrato arbóreo (individuos > 2m de altura)*

La edad media del sustrato arbóreo (todos los individuos adultos > 2 m de altura) se calcula basándonos en las regresiones entre edad y parámetros estructurales obtenidos en este trabajo y los valores medios de los parámetros estructurales obtenidos en el estudio de la estructura de las poblaciones de sabina en Tenerife y La Gomera (Memoria Proyecto LIFE 2005). Los valores medios de los parámetros estructurales de las tres poblaciones Afur Sur, Afur Norte y Tamargada están representados en la tabla 1.2. Por su parte, la tabla 1.3 recoge los valores para la edad media del sustrato arbóreo. Se puede observar diferencias entre poblaciones y también entre los parámetros estructurales. El cálculo mediante el perímetro del tronco a ras de suelo nos da los valores más bajas para la edad media de la población, mientras los resultados de las regresiones con el logaritmo del biovolumen son las más altas, el parámetro de la altura del individuo conlleva valores intermedios de la edad. En general, según los cálculos basados en las regresiones dendrocronológicas utilizando tres parámetros estructurales

diferentes, los árboles del sabinar en Afur Norte son las más jóvenes y tienen como promedio entre 73 y 97 años. La población en La Gomera muestra las sabinas más viejas alcanzando valores entre 138 y 196 años. Los árboles del sabinar de Afur Sur tienen como media una edad entre 118 y 179 años. Por lo tanto, las poblaciones de Tamargada y Afur Sur se pueden considerar como maduras, mientras la población de Afur Norte se encuentra en una fase de recuperación, dado que tiene árboles bastante jóvenes.

Parámetro estructural medido	Valor medio		
	Afur Sur	Afur Norte	Tamargada
Altura del individuo (cm)	332,5	326,7	341,1
Perímetro a ras de suelo (cm)	64,3	63,0	83,6
Biovolumen (m <sup>3</sup> , logaritmo)	3,970	3,741	4,123

**Tabla 1.2:** Valores medios de los parámetros estructurales medidos en el estudio de la estructura de las poblaciones de sabina canaria (Memoria Proyecto LIFE 2005).

Parámetro estructural utilizado en las regresiones dendrocronológicas	Edad media de los árboles (años) (individuos > 2m altura)		
	Afur Sur	Afur Norte	Tamargada
Altura del individuo	142	90	191
Perímetro a ras de suelo	118	73	138
Biovolumen	179	97	196

**Tabla 1.3:** Edad media del sustrato arbóreo correspondiente a los valores de la tabla calculada basándose en las regresiones dendrocronológicas.

## 2. Análisis florístico de los relictos de bosque termófilo en Tenerife

### Introducción

Debido a que el bosque termófilo, incluido el sabinar, ha sido tradicionalmente poco estudiado en la isla de Tenerife, fundamentalmente por su escasa representación, el motivo de este trabajo esstragar de obtener una mejor información sobre la distribución geográfica de las últimas poblaciones de la sabina (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en la isla, así como acerca de la riqueza y composición florística de sus comunidades y los factores ambientales que podrían influir en ellas. Ello nos indicará en qué entorno se desarrolla la sabina canaria y con qué especies perennes se asocia. Estos resultados son de gran importancia para optimizar el proyecto LIFE en Teno en cuanto a la selección de especies a plantar y al conocimiento de los requerimientos de cada una de ellas, es decir en qué franja altitudinal de la parcela de restauración crecerán mejor. Además, este trabajo nos servirá para elaborar un mapa corológico detallado de la distribución actual y potencial de la sabina que sería fundamento para futuros proyectos de restauración con sabina en la isla.

### Método

Tras un muestreo dirigido, se han localizado 104 lugares con presencia de *Juniperus* en toda la isla de Tenerife, en los que se han realizado inventarios florísticos y ecológicos. El inventario consiste en la identificación y estimación de la abundancia de todas las plantas vasculares perennes dentro de un radio de 10 m alrededor de una sabina seleccionada, o cerca de ella, si el individuo no es accesible. La superficie de la parcela es, por lo tanto, de unos 314 m<sup>2</sup>. Además de la composición florística, se obtiene información ambiental midiendo o estimando visualmente los siguientes factores:

- Coordinadas geográficas UTM (con GPS)
- Altura (m s.n.m., con ayuda de un altímetro barométrico)
- Pendiente (°)
- Porcentaje de rocas en la superficie (%)
- Porcentaje de piedras en la superficie (%)
- Porcentaje de suelo en la superficie (%)
- Cobertura de árboles (%)

- Cobertura de arbustos (%)
- Cobertura de hierbas (%)
- Mantillo (%)

La variación florística se analiza aplicando métodos de estadística multivariante, mientras la relación con factores ambientales se analiza utilizando los métodos de regresión lineal o la prueba “t de Student” en el caso de dos muestras independientes, como por ejemplo, la ubicación a barlovento o a sotavento.

## **Resultados**

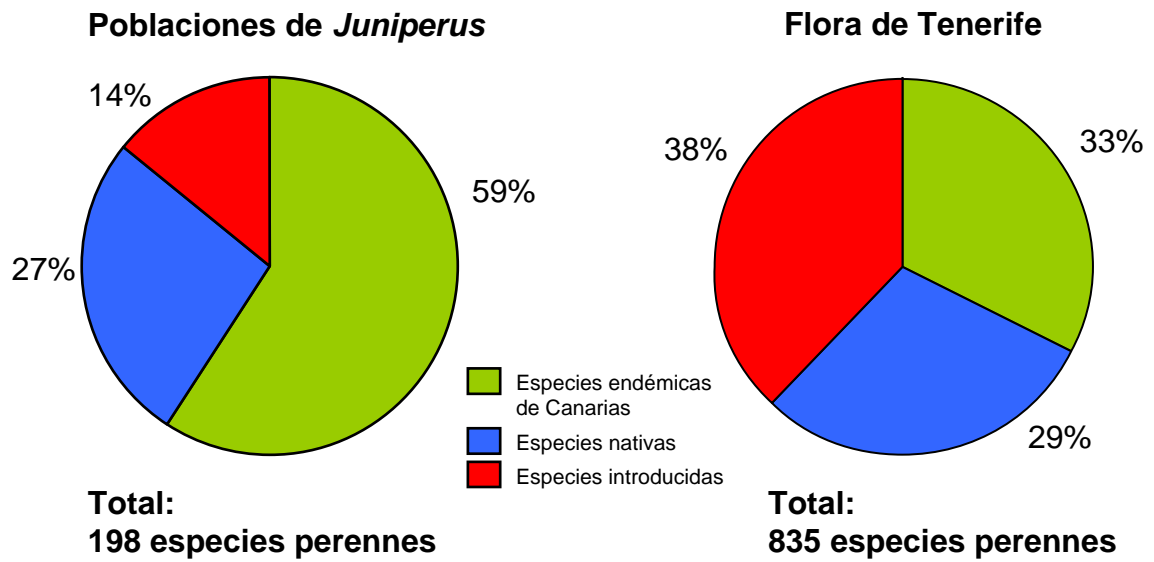
### Caracterización florística

#### Riqueza

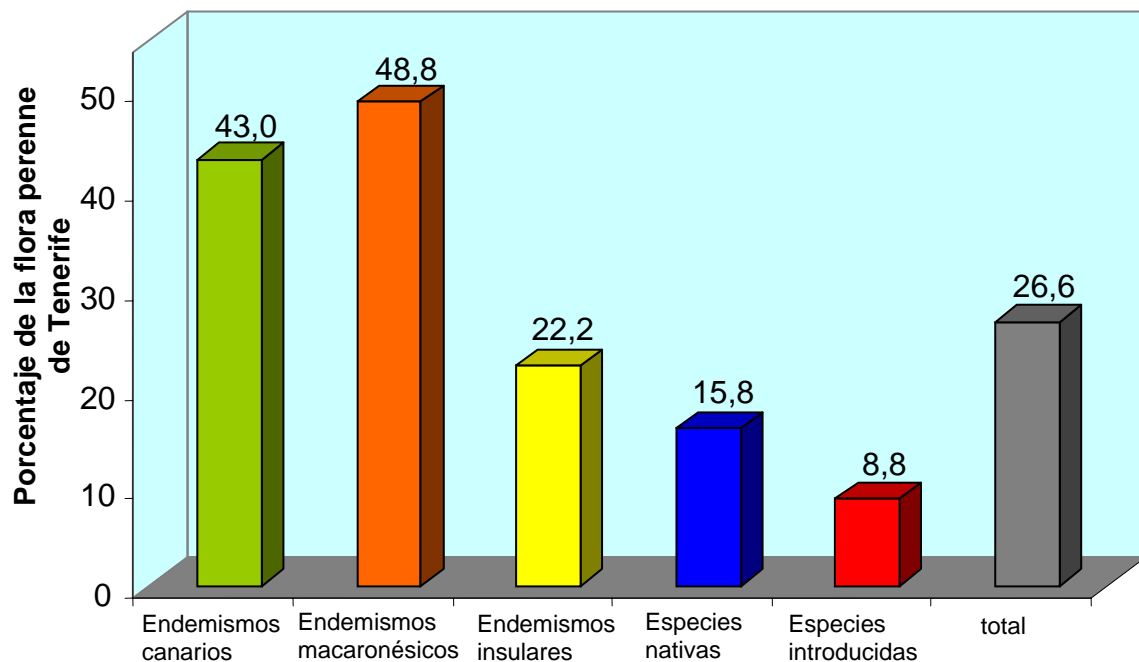
En los 104 inventarios florísticos realizados se encontraron un total de 198 plantas vasculares perennes, de las cuales 59% son endémicas de Canarias, 27% nativas y 14% de especies introducidas (Fig. 2.1). Si comparamos estos datos con la flora perenne de Tenerife (unas 835 especies perennes, que se dividen aproximadamente en tercios respecto a especies endémicas, nativas y introducidas), se observa que los endemismos canarios están muy bien representados, mientras las plantas introducidas no son muy frecuentes en los reductos de sabina en Tenerife (Fig. 2.2). En sólo 104 inventarios, hemos recogido 43% de los endemismos canarios presentes en Tenerife, 48% de los endemismos macaronésicos y más de una quinta parte de los endemismos insulares. Sin embargo, sólo un 9% de la flora exótica está presente en las poblaciones de sabina en Tenerife. Por lo tanto, estas poblaciones, como conjunto, destacan por una riqueza florística extraordinaria sobre todo de endemismos y por el bajo número de especies exóticas.

Así mismo se analizaron los inventarios florísticos en relación con el origen de las especies nativas no-endémicas y especies introducidas (Fig. 3.3), observando que las especies nativas no-endémicas son principalmente endemismos macaronésicos (distribución en los archipiélagos atlánticos de Canarias, Madeira y Azores) o especies de origen mediterráneo, y las especies introducidas tienen su origen fuera de Europa

(América, Asia, África) fundamentalmente. Las especies con origen mediterráneo-atlántico, euroasiático y los cosmopolitas no son muy abundantes en la flora de los sabinares.

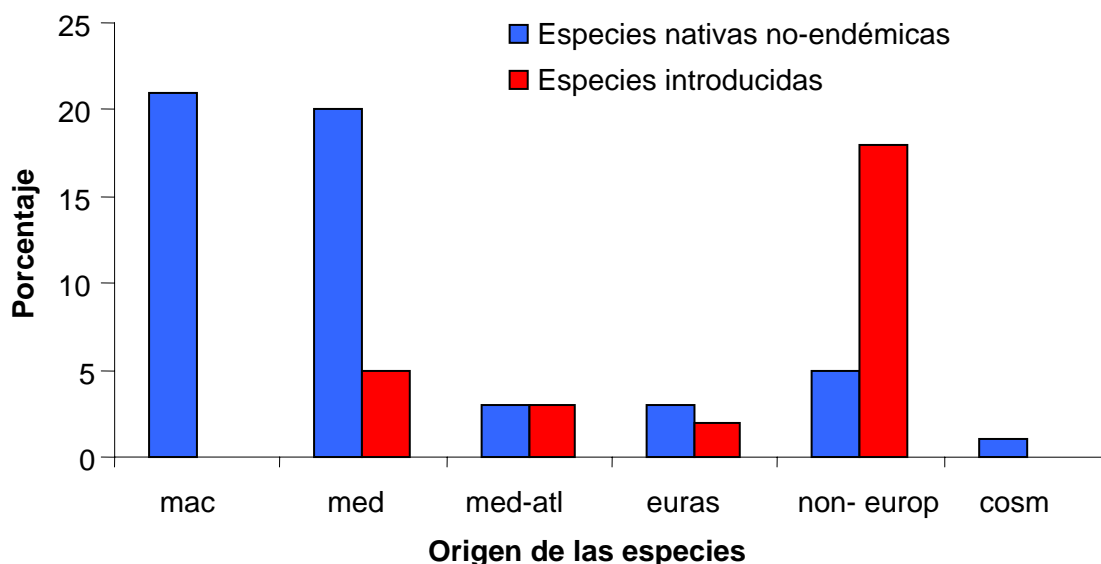


**Figura 1.1:** Porcentajes de especies endémicas de Canarias (E), nativas (N) y introducidas (I) en la flora de los inventarios de sabinas y en el conjunto de la flora de Tenerife.





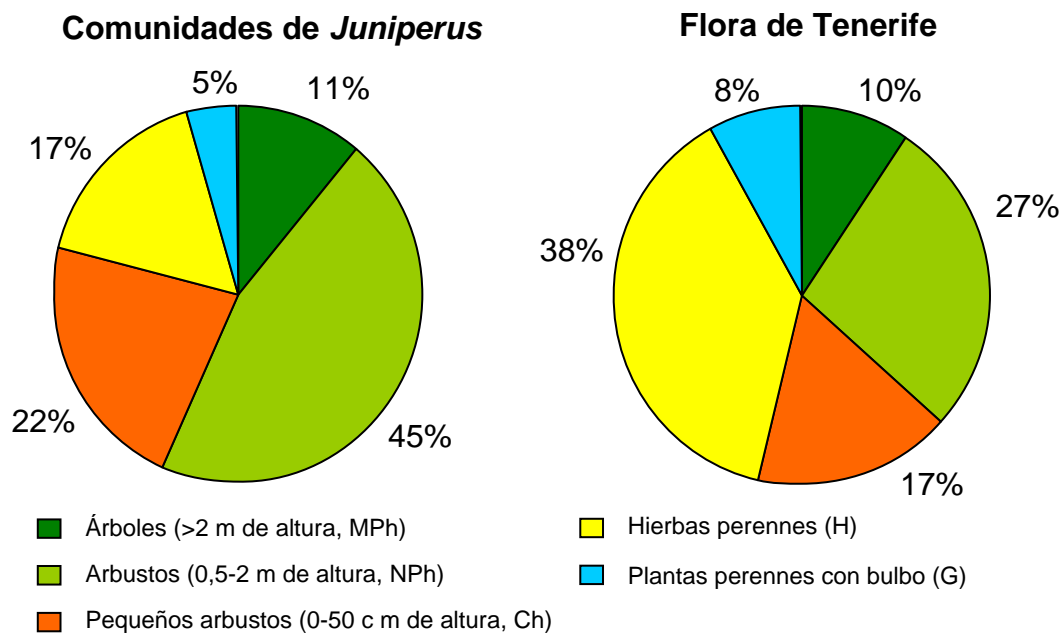
**Figura 2.2:** Porcentajes de cada grupo de especies (endémicas, nativas y introducidas) encontradas en los inventarios de sabina en relación con la flora de Tenerife.



**Figura 3.3:** Origen de las especies nativas no-endémicas y introducidas encontradas en los inventarios de sabina en Tenerife (mac: endemismo macaronésico, med: mediterráneo, med-atl: mediterraneo-atlántico, euras: euroasiático, non-europ: no europeo y cosm: cosmopolita).

A continuación, se clasifican los datos florísticos según el esquema de la forma de vida de Raunkiaer (1934), que distingue árboles (macrofanerófitos, altura > 2 m), arbustos (nanofanerófitos, altura 0,5-2 m), pequeños arbustos (caméfitos, 0-50 cm altura), hierbas perennes, plantas perennes con bulbo (geófitos) y plantas anuales (terófitos, clase no incluida en este análisis). En la figura 2.4 se compara la importancia de cada forma de vida entre la flora asociada al sabinar y la de la isla. La comunidad vegetal de las sabinas destaca por un porcentaje muy elevado de arbustos y pequeños arbustos (45% y 22%, respectivamente), mientras las hierbas perennes están poco representadas (17%).

La riqueza alcanza un valor medio de 20 especies por inventario (superficie: 314 m<sup>2</sup>), con un valor mínimo de 9 y un máximo de 41 especies (Tabla 2.1). Comparando estas cifras con inventarios del mismo tamaño para el cardonal-tabaibal, el pinar o la laurisilva, también podemos hablar de una riqueza bastante alta que superando los valores de los otros ecosistemas.



**Figura 2.4:** Formas de vida de las especies del inventario de sabina y de la flora de Tenerife.

### Factores ambientales

El siguiente paso consiste en analizar las condiciones ambientales que reinan en el hábitat de la sabina. La especie *Juniperus tubinata* ssp. *canariensis* crece en la isla de Tenerife a barlovento desde el nivel del mar (el caso de la costa de El Guincho) hasta los 500 m s.n.m. y a sotavento entre 385 hasta 850 m s.n.m. (Tabla 2.1). Observaciones adicionales que hemos realizados, nos permiten ampliar estos rangos ligeramente: entre 0 y 600 m a barlovento y entre 350 y 1100 m a sotavento (este último lugar en la Montaña de La Hoya cerca de Arguayo). La altitud media para las poblaciones de barlovento se encuentra a 260 m, mientras que la de las poblaciones de sotavento lo está a 450 m. Como se puede observar en la figura x + 5, la sabina está presente en casi toda la isla en estos rangos altitudinales, explicándose los huecos en el Norte y Sur por la

fuerte presión humana. Ello nos lleva a pensar que anteriormente existió un cinturón vegetal de bosque termófilo con alta presencia de *Juniperus* en la isla. Estudios futuros deberían de confirmar esta hipótesis.

Los restos de poblaciones de *Juniperus* de Tenerife hoy en día, crecen en sitios caracterizados por una pendiente elevada (35°), un sustrato muy rocoso (51%) y un porcentaje relativamente bajo de suelo superficial (30%). La cobertura de árboles es baja (28%), mientras la cobertura de arbustos es considerable (38%). En general, estas últimas poblaciones de *Juniperus* en las islas se pueden caracterizar como bosquetes abiertos o más bien grupitos de sabina con abundancia de arbustos en zonas bastante inclinadas y rocosas.

Interesante es así mismo el hecho de que las poblaciones a barlovento se diferencien de forma significativa en la mayoría de los factores ambientales estudiados de las poblaciones a sotavento. Las poblaciones del norte se encuentran generalmente en sitios menos inclinados, menos rocosas y con más suelo superficial comparadas con las del sur. En el norte, la cobertura de árboles es mayor y la cobertura de hierbas, menor. Estas diferencias, probablemente se puedan relacionar con el clima general de los Alisios en Canarias, caracterizados por unas temperaturas más templadas y una humedad ambiental más elevada a barlovento de las islas. Aunque no tenemos datos climáticos de todas las poblaciones estudiadas, podemos diferenciar entre poblaciones que probablemente pertenecerían a un sabinar húmedo y poblaciones que se clasificarían como sabinar seco.

<b>Factor ambiental</b>	<b>Nº inventarios</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Altura (m)	104	453,0	247,8	10	850
Altura (m) B*	57	260,0	144,3	270	850
Altura (m) S	47	678,0	123,7	10	494
Pendiente (°)	104	35,6	14,0	0	75
Pendiente (°) B*	57	31,6	11,0	0	45
Pendiente (°) S	47	40,4	15,7	15	75
Rocas (%)	104	51,0	26,1	3	95
Rocas (%) B*	57	41,8	27,1	3	95
Rocas (%) S	47	62,2	19,9	5	90
Piedras (%)	104	21,4	24,3	0	95
Suelo (%)	104	29,8	24,3	0	95
Suelo (%) B*	57	37,2	27,0	0	95
Suelo (%) S	47	20,7	16,8	2	95
Cobertura de árboles (%)	104	28,0	19,6	0	75
Cobertura de árboles (%) B*	57	33,8	20,6	0	75
Cobertura de árboles (%) S	47	20,9	15,9	0	75

Cobertura arbustos (%)	104	38,5	21,4	5	90
Cobertura hierbas (%)	104	13,2	17,8	0	85
Cobertura hierbas (%) B*	57	16,3	21,8	0	40
Cobertura hierbas (%) S	47	9,4	10,0	0	85
Mantillo (%)	83	14,6	14,6	0	70
Riqueza (n° de especies)	104	19,9	6,3	9	41
Riqueza B*	57	18,3	5,2	9	29
Riqueza S	47	21,8	7,0	10	41

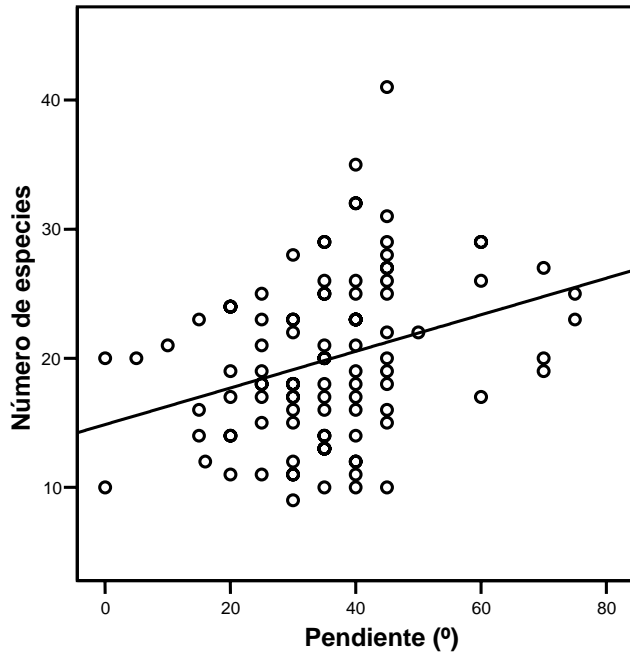
**Tabla 2.1:** Estadística descriptiva de los factores ambientales y riqueza de los 104 inventarios de poblaciones de *Juniperus* en Tenerife (B = Barlovento, S = Sotavento, \* = diferencia significativa según la prueba estadística de la t de Student).

### Riqueza y factores ambientales

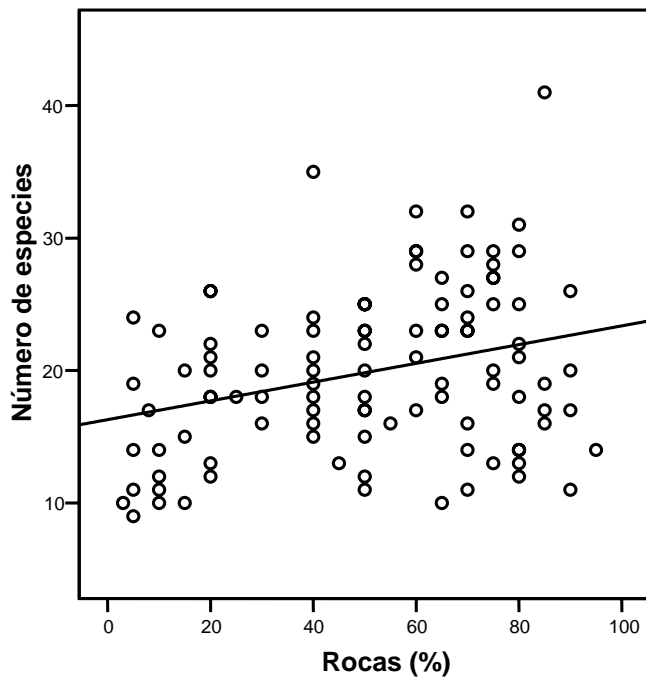
Como ya hemos mencionado, la ubicación a barlovento o sotavento influye de forma significativa el número de especies por inventario, siendo este ligeramente más alta en sotavento. Además, los factores ambientales pendiente, porcentaje de rocas y piedras, así como la cobertura de herbáceas, determina significativamente la riqueza de las poblaciones de *Juniperus* (Tabla 2.2 y Figs. 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8) La pendiente y la rocosidad influye positivamente, la cobertura de piedras y de hierbas, negativamente en la riqueza. El aumento de la pendiente y rocosidad está probablemente relacionado con un aumento de heterogeneidad del hábitat, es decir con el número de micrositios con diferentes microclimas dentro de la parcela lo que permite la convivencia de muchas especies. Al mismo tiempo, estas poblaciones son generalmente inaccesibles y, por lo tanto, menos degradados por el hombre y el pastoreo que las zonas más llanas, donde abundan más las hierbas y gramíneas como vegetación de sustitución del matorral.

Factor ambiental	R <sup>2</sup>	Valor p
Pendiente (°)	0,104	0,003
Rocas (%)	0,097	0,004
Piedras (%)	0,116	<0,001
Cobertura hierbas (%)	0,219	<0,001

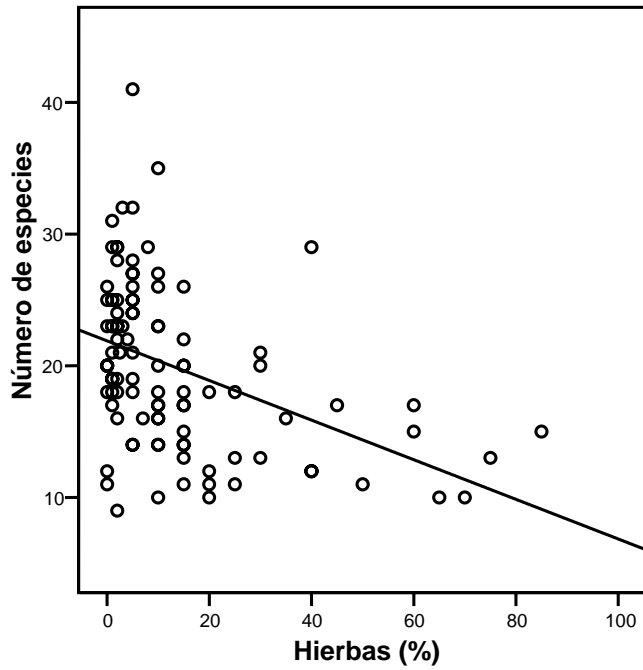
**Tabla 2.2:** Resultados de las regresiones lineales con factores ambientales como variable independiente y riqueza como variable dependiente.



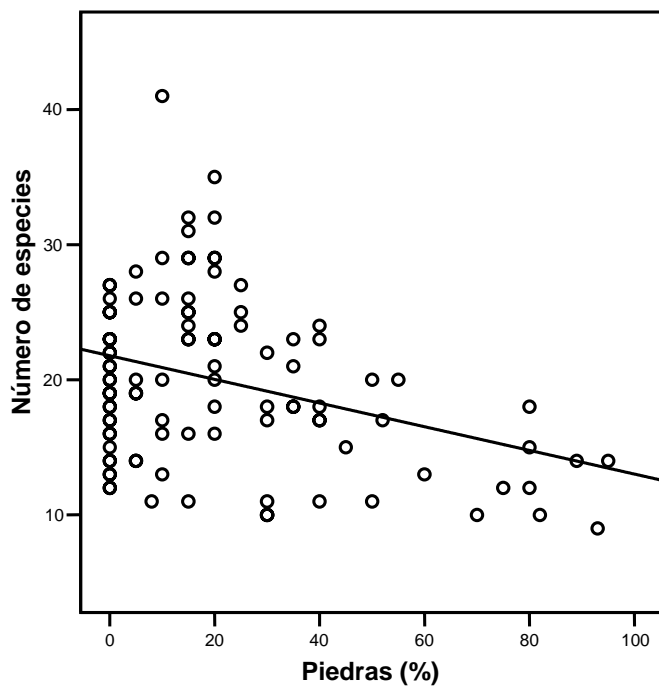
**Figura 2.5:** Correlación positiva de la riqueza en especies con la pendiente del terreno.



**Figura 2.6:** Correlación positiva de la riqueza en especies con el porcentaje de rocas.



**Figura 2.7:** Correlación negativa de la riqueza en especies con el porcentaje de herbáceas.



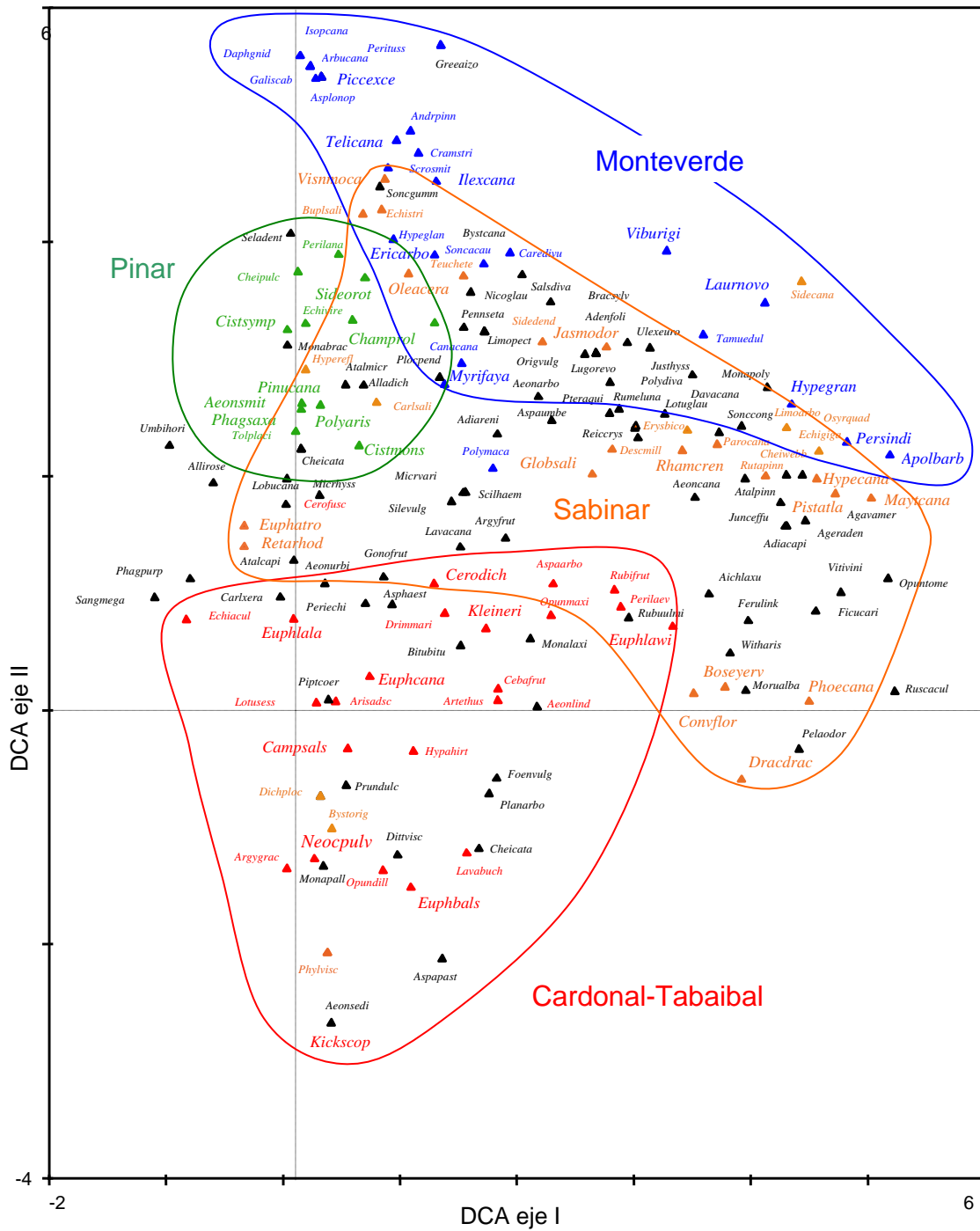
**Figura 2.8:** Correlación negativa de la riqueza en especies con la pedregosidad del terreno.

## Composición florística

La elevada riqueza florística nos indica que la composición florística de las comunidades dominadas por *Juniperus* es muy variada. La ordenación del Análisis de Correspondencia Corregido (DCA) representa esta extraordinaria variación florística en dos dimensiones (los dos primeros ejes en explicar la máxima cantidad de varianza de los datos) (Fig. 2.9). Hemos asignado cada especie al piso altitudinal en el que aparece con más frecuencia: cardonal-tabaibal (rojo), bosque termófilo (marrón), monteverde (azul) y pinar (verde). Como se puede observar, la sabina está en contacto con todos los grandes ecosistemas zonales de la isla, menos el matorral de cumbre, donde reinan condiciones que no permiten la existencia de la sabina y donde crece su pariente más próximo en Canarias, el cedro (*Juniperus cedrus*). A la izquierda de la ordenación se ve un gradiente altitudinal desde el cardonal-tabaibal (abajo), hacia el bosque termófilo y el contacto con el pinar, lo que representa la variación florística sobre todo a sotavento donde no encontramos Monteverde, a excepción de unos reductos en el valle de Güímar. La parte superior derecha de la ordenación representa sobre todo las poblaciones a barlovento con participación de elementos de la laurisilva. Casi todos los árboles de la laurisilva están presentes en algún inventario, mezclándose con la sabina: *Laurus novocanariensis*, *Apollonias barbujana*, *Persea indica*, *Ilex canariensis*, *Picconia excelsa*, *Viburnum rigidum*, *Myrica faya* o *Erica arborea*. Igual podemos encontrar poblaciones de sabina mezclándose con muchos elementos del matorral costero, siendo a veces *Juniperus* la única especie termófila dentro de un matorral xérico con abundancia de *Euphorbia balsamifera*, *Euphorbia canariensis*, *Euphorbia lamarckii*, *Kleinia neriifolia*, *Neochamaelea pulverulenta*, *Campylanthus salsoloides*, *Kickxia scoparia* o *Lotus sessilifolius*. A sotavento y a unos 750 m de altitud, la sabina crece con frecuencia en la cercanía del pinar o dentro de un pinar abierto, pero refugiado en sitio más rocosos. Además del pino canario (*Pinus canariensis*), aparecen especies como *Cistus monspeliensis*, *C. symphytifolius*, *Chamaecytisus proliferus*, *Phagnalon saxatile*, *Aeonium smithii*, *Sideritis roteneriffae* o *Polycarphaea aristata*. Elementos de las comunidades rupícolas se encuentran en toda la isla donde la pendiente y la rocosidad es suficientemente alta, entre ellos hay que destacar hasta siete especies del género *Aeonium* y varios helechos como *Adiantum reniforme*, *Cheilanthes catanensis*, *Cheilanthes pulchella*, y *Polypodium macaronesicum*.

Dentro del grupo de los elementos termófilos, unas 40 especies, que se encuentran en el centro de la ordenación (Fig. 2.9), cada especie tiene su posición en otro lugar de la ordenación y, por lo tanto, su máxima abundancia en otras condiciones ambientales, puesto que la ordenación representa las poblaciones de toda la isla con toda su variación ambiental. *Globularia salicina* y *Rhamnus crenulata* se encuentran en el centro de la ordenación lo que indica que son muy abundantes en estas formaciones vegetales en casi toda la isla. Otras especies como *Euphorbia atropurpurea*, *Retama rhodorhizoides*, pero también *Phyllis viscosa*, *Convolvulus floridus* o *Bosea yervamora* se encuentran en zonas inferiores de la ordenación, lo que puede indicar que están más asociadas a un sabinar seco. Las especies más ligadas a zonas más húmedas o a un sabinar húmedo en transición al monte verde pueden ser *Visnea mocanera*, *Sideroxylon canariensis*, *Maytenus canariensis*, *Echium giganteum* y incluso *Jasminum odoratissimum* por su cercanía a las especies de la laurisilva en la ordenación.





**Figura 2.9:** Plano de ordenación definido por los dos primeros ejes de un Análisis de Correspondencia Corregido (DCA) incluyendo 104 inventarios y 198 especies (los valores propios de los primeros dos ejes son 0,454 y 0,307, respectivamente; los ejes explican 14,1% de la varianza total de los datos florísticos).

En la tabla 2.3 se ofrecen todas las especies perennes encontradas en los inventarios de las comunidades dominadas por *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* en Tenerife.

Espece termófilas	Taburco	Status	Forma de vida	Origen	Endemismo insular	Frecuencia
<i>Juniperus tubinata</i> ssp. <i>canariensis</i>	x	E	MPh	end		79
<i>Globularia salicina</i>	x	N	NPh	mac		48
<i>Carlina salicifolia</i>	x	N	NPh	mac		41
<i>Rhamnus crenulata</i>	x	E	NPh	end		36
<i>Jasminum odoratissimum</i>		N	NPh	mac		35
<i>Hypericum canariense</i>	x	N	MPh	mac		25
<i>Hypericum reflexum</i>	x	E	NPh	end		20
<i>Paronychia canariensis</i>	x	E	NPh	end		15
<i>Euphorbia atropurpurea</i>	x	E	NPh	end	t	12
<i>Echium giganteum</i>		E	NPh	end	t	11
<i>Descurainia millefolia</i>		E	NPh	end		11
<i>Olea cerasiformis</i>	x	E	MPh	end		11
<i>Visnea mocanera</i>		N	MPh	mac		9
<i>Convolvulus floridus</i>	x	E	NPh	end		8
<i>Pistacia atlantica</i>	x	N	NPh	med		8
<i>Retama rhodorhizoides</i>	x	E	NPh	end		8
<i>Bosea yervamora</i>	x	E	NPh	end		7
<i>Echium strictum</i>		E	NPh	end		7
<i>Ruta pinnata</i>		E	NPh	end		6
<i>Erysimum bicolor</i>		N	Ch	mac		5
<i>Bystropogon origanifolius</i>		E	NPh	end		4
<i>Sonchus canariensis</i>		E	NPh	end		4
<i>Cheirolophus webbianus</i>		E	NPh	end	t	3
<i>Pericallis echinata</i>	x	E	H	end	t	3
<i>Phoenix canariensis</i>		E	MPh	end		3
<i>Sideritis dendro-chahorra</i>		E	NPh	end	t	2
<i>Asparagus plocamoides</i>		E	NPh	end		2
<i>Bupleurum salicifolium</i>		N	NPh	mac		2
<i>Helianthemum teneriffae</i>		E	Ch	end		2
<i>Phyllis viscosa</i>	x	E	NPh	end		2
<i>Sideroxylon canariensis</i>		E	MPh	end		2
<i>Argyranthemum vicentii</i>		E	NPh	end	t	1
<i>Sideritis kuegleriana</i>		E	NPh	end	t	1
<i>Dichranthus plocamoides</i>		E	Ch	end		1
<i>Dracaena draco</i>	x	N	MPh	non-europ		1
<i>Helianthemum broussonetii</i>		E	Ch	end		1
<i>Limonium arborescens</i>		E	NPh	end	t	1
<i>Maytenus canariensis</i>	x	E	MPh	end		1
<i>Osyris quadripartita</i>		N	NPh	med		1
<i>Teucrium heterophyllum</i>		E	NPh	end		1
<i>Todaroa aurea</i>	x	E	H	end		1
<b>Especies de otros ecosistemas</b>						
<i>Kleinia neriifolia</i>		E	NPh	end		64
<i>Opuntia maxima</i>		I	NPh	non-europ		64
<i>Rubia fruticosa</i>		N	NPh	mac		64
<i>Aeonium arboreum</i>		E	NPh	end		60
<i>Artemisia thuscula</i>		E	NPh	end		60

<i>Asphodelus aestivus</i>	N	G	med		52
<i>Hyparrhenia hirta</i>	N	H	med		52
<i>Periploca laevigata</i>	E	NPh	end		52
<i>Davallia canariensis</i>	N	H	med		48
<i>Argyranthemum frutescens</i>	E	NPh	end		46
<i>Asparagus umbellatus</i>	E	NPh	end		42
<i>Cistus monspeliensis</i>	N	NPh	med		42
<i>Rumex lunaria</i>	E	NPh	end		42
<i>Euphorbia lamarckii</i> ssp. <i>wildpretii</i>	E	NPh	end		39
<i>Bituminaria bituminosa</i>	N	Ch	med		37
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	E	Ch	end		35
<i>Euphorbia lamarckii</i> ssp. <i>lamarckii</i>	E	NPh	end	t	34
<i>Lavandula canariensis</i>	E	NPh	end		31
<i>Sonchus congestus</i>	E	NPh	end		29
<i>Aeonium urbicum</i>	E	NPh	end	t	26
<i>Atalanthus pinnatus</i>	E	NPh	end		24
<i>Micromeria varia</i>	E	Ch	end		24
<i>Pericallis lanata</i>	E	Ch	end	t	24
<i>Drimia maritima</i>	N	G	med		23
<i>Piptatherum coerulescens</i>	N	H	med		20
<i>Ageratina adenophora</i>	I	H	non-europ		19
<i>Aeonium lindleyi</i>	E	Ch	end		16
<i>Lobularia canariensis</i>	E	Ch	end		16
<i>Rubus ulmifolius</i>	P	NPh	med-atl		16
<i>Scilla haemorrhoidalis</i>	E	G	end		16
<i>Atalanthus capillaris</i>	E	NPh	end		15
<i>Erica arborea</i>	N	MPh	med		14
<i>Gonospermum fruticosum</i>	E	H	end		14
<i>Pinus canariensis</i>	E	MPh	end		14
<i>Sonchus acaulis</i>	E	Ch	end		14
<i>Cistus symphytifolius</i>	E	NPh	end		13
<i>Aeonium tabuliforme</i>	E	Ch	end	t	11
<i>Allagopappus dichtotomus</i>	E	NPh	end		11
<i>Echium virescens</i>	E	NPh	end	t	11
<i>Selaginella denticulata</i>	N	Ch	med		10
<i>Cheilanthes pulchella</i>	N	H	mac		9
<i>Phagnalon purpurascens</i>	N	Ch	non-europ		9
<i>Phagnalon saxatile</i>	N	Ch	med		9
<i>Polycarpaea divaricata</i>	E	Ch	end		9
<i>Withania aristata</i>	E	NPh	end		9
<i>Aeonium canariense</i>	E	Ch	end	t	8
<i>Agave americana</i>	I	NPh	non-europ		8
<i>Asparagus arborescens</i>	E	NPh	end		8
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	E	NPh	end		8
<i>Ilex canariensis</i>	N	MPh	mac		8
<i>Cheilanthes catanensis</i>	N	H	med		7
<i>Foeniculum vulgare</i>	I	H	med		7
<i>Oxalis pes-caprae</i>	I	G	non-europ		7
<i>Plantago arborescens</i>	E	Ch	end		7
<i>Silene vulgaris</i>	P	H	euras		7
<i>Tamus edulis</i>	N	G	mac		7
<i>Tolpis laciniata</i>	E	Ch	end		7
<i>Adiantum reniforme</i>	N	H	non-europ		6
<i>Crambe strigosa</i>	E	NPh	end		6
<i>Cheilanthes marantae</i>	N	H	med		6
<i>Euphorbia balsamifera</i>	N	NPh	non-europ		6
<i>Euphorbia canariensis</i>	E	NPh	end		6
<i>Plocama pendula</i>	E	NPh	end		6
<i>Prunus dulcis</i>	P	MPh	non-europ		6
<i>Umbilicus horizontalis</i>	N	G	med		6

Apollonias barbujana	N	MPh	mac		5
Bystropogon canariensis	E	NPh	end		5
Ceropegia dichotoma	E	Ch	end		5
Echium aculeatum	E	NPh	end		5
Hypericum glandulosum	N	NPh	mac		5
Opuntia dillenii	I	NPh	non-europ		5
Pteridium aquilinum	N	H	cosm		5
Sideritis roteneriffae	E	NPh	end	t	5
Sonchus gummifer	E	Ch	end	t	5
Viburnum rigidum	E	MPh	end		5
Allium roseum	N	G	med		4
Andryala pinnatifida	E	Ch	end		4
Argyranthemum gracile	E	NPh	end	t	4
Aristida adscensionis	N	H	med		4
Atalanthus microcarpus	E	NPh	end	t	4
Laurus novocanariensis	N	MPh	mac		4
Lavandula buchii	E	NPh	end	t	4
Monanthes brachycaulon	E	Ch	end		4
Adenocarpus foliolosus	E	NPh	end		3
Aichryson laxum	E	Ch	end		3
Ceballosia fruticosa	E	NPh	end		3
Limonium pectinatum	E	Ch	end		3
Myrica faya	N	MPh	med		3
Neochamaelea pulverulenta	E	NPh	end		3
Picconia excelsa	N	MPh	mac		3
Polycarpaea aristata	E	Ch	end		3
Polypodium macaronesicum	N	H	med		3
Salsola divaricata	E	NPh	end		3
Sanguisorba megacarpa	N	H	mac		3
Schizogyne sericea	N	NPh	mac		3
Aeonium sedifolium	E	Ch	end		2
Arbutus canariensis	E	MPh	end		2
Arundo donax	P	H	med		2
Asplenium filare	N	H	mac		2
Atriplex semibaccata	I	Ch	non-europ		2
Campylanthus salsoloides	E	NPh	end		2
Carlina xeranthemoides	E	NPh	end		2
Critmum maritimum	N	Ch	med-atl		2
Daphne gnidium	N	NPh	med		2
Dittrichia viscosa	I	NPh	med		2
Forskaolea angustifolia	E	Ch	end		2
Lotus sessilifolius	E	Ch	end		2
Monanthes laxiflora	E	Ch	end		2
Monanthes pallens	E	Ch	end		2
Morus alba	I	MPh	non-europ		2
Pelargonium odoratissimum	I	NPh	non-europ		2
Persea indica	N	MPh	mac		2
Reichardia crystallina	E	Ch	end		2
Ruscus aculeatus	I	NPh	euras		2
Ulex europaeus	I	NPh	med-atl		2
Vitis vinifera	I	NPh	non-europ		2
Adiantum capillus-veneris	N	Ch	non-europ		1
Aeonium smithii	E	Ch	end	t	1
Agapanthus praecox	I	G	non-europ		1
Asparagus pastorianus	E	NPh	end		1
Asplenium onopteris	N	H	med-atl		1
Brachypodium sylvaticum	N	H	euras		1
Bryonia verrucosa	E	H	end		1
Canarina canariensis	E	H	end		1
Carex divulsa	N	H	euras		1

Ceropegia fusca	E	Ch	end		1
Einadia nutans	I	H	non-europ		1
Ferula linkii	E	H	end		1
Festuca agustinii	E	H	end		1
Ficus carica	I	MPh	non-europ		1
Galium scabrum	N	H	med-atl		1
Gladiolus italicus	I	G	med		1
Greenovia aizoon	E	Ch	end	t	1
Hypericum grandifolium	N	NPh	mac		1
Isoplexis canariensis	E	NPh	end		1
Juncus effusus	N	H	euras		1
Justicia hyssopifolia	E	NPh	end		1
Kickxia scoparia	E	NPh	end		1
Lotus glaucus	E	Ch	end		1
Lugoa revoluta	E	NPh	end	t	1
Melica canariensis	N	H	mac		1
Micromeria teneriffae	E	Ch	end	t	1
Monanthes polyphylla	E	Ch	end		1
Nicotiana glauca	I	MPh	non-europ		1
Opuntia cilindricum	I	NPh	non-europ		1
Opuntia tomentosa	I	NPh	non-europ		1
Origanum vulgare	P	H	med-atl		1
Parietaria judaica	I	Ch	med		1
Pennisetum setaceum	I	h	non-europ		1
Pericallis tussilaginis	E	H	end		1
Pimpinella dendrotragium	E	Ch	end		1
Plumbago auriculata	I	NPh	non-europ		1
Pteroccephalus lasiospermus	E	NPh	end		1
Scrophularia smithii	E	NPh	end		1
Sideritis cretica	E	Ch	end		1
Teline canariensis	E	NPh	end		1

**Tabla 2.3:** Lista de especies perennes de las poblaciones de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* en Tenerife. Se dan información sobre la presencia en el Bco. de Taburco, el status, la forma de vida, origen, endemismos insulares y frecuencia en los inventarios).

## Composición florística y factores ambientales

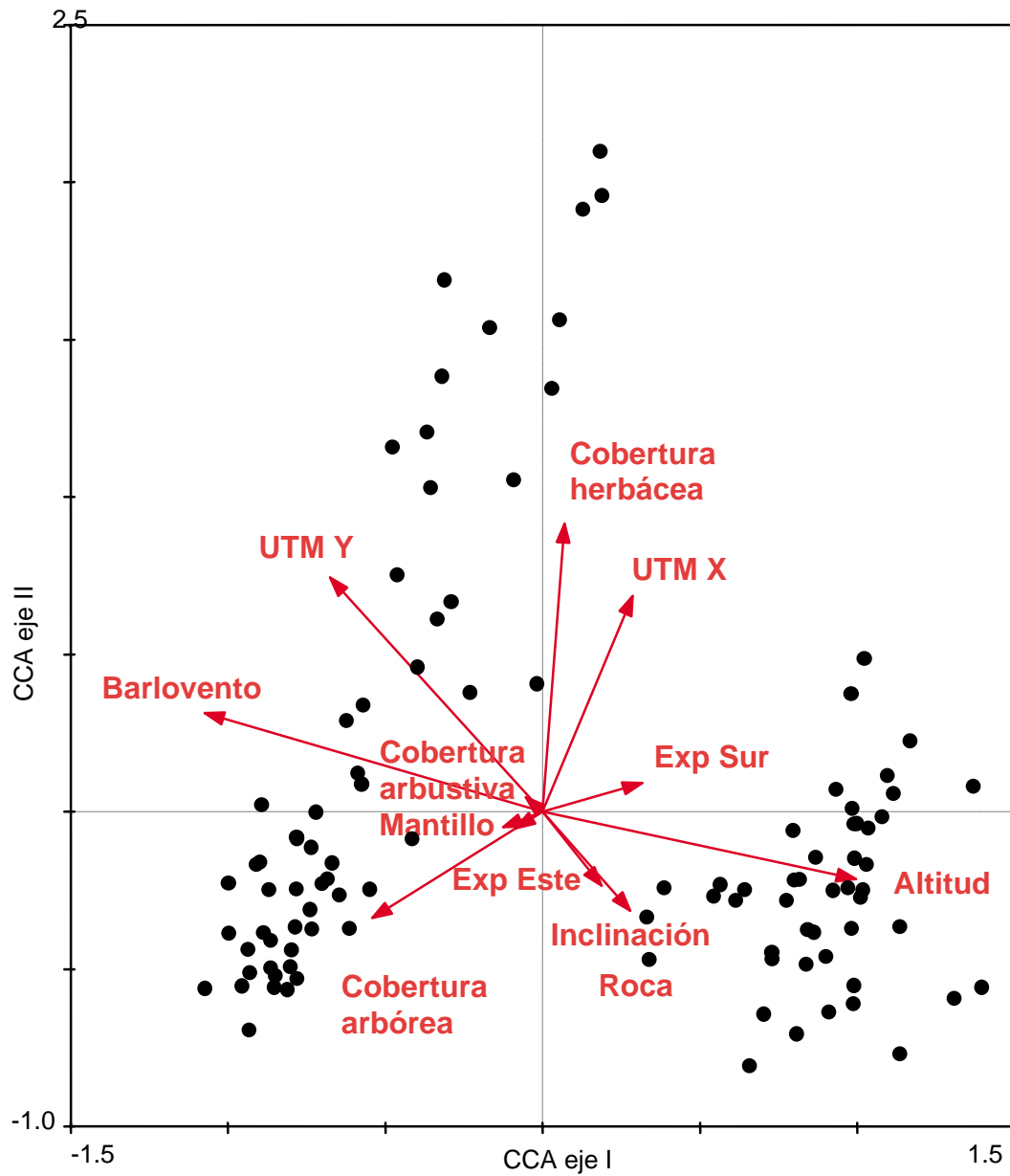
Para analizar la relación entre composición florística y factores ambientales, se aplica el método de análisis multivariante directo de gradientes utilizando CCA (Análisis Canónico de Correspondencias, incluido en el programa CANOCO). Esta técnica está indicada para estudiar la distribución de las especies a lo largo de gradientes ambientales, lo que permite identificar los principales factores ecológicos que determinan la composición florística.

El resultado del CCA se presenta en la tabla 2.4 y en la figura 2.10. Los factores ambientales más importantes que influyen de forma significativa (test de Montecarlo) son: ubicación en la isla, expresado en la variables barlovento/sotavento y las coordenadas geográficas UTM, cobertura herbácea, altitud, exposición Sur, Mantillo,

exposición Este, cobertura arbustiva, cobertura de árboles, pendiente y porcentaje de rocas. El primer eje de la ordenación CCA separa las poblaciones a barlovento de las a sotavento que se distinguen también por la altitud como ya hemos visto. El segundo eje representa un gradiente de cobertura vegetal, en la parte superior de la ordenación están agrupadas las poblaciones con una cobertura alta de herbáceas, mientras en la parte inferior de la ordenación están presentes las poblaciones con una cobertura alta de árboles. La pendiente y la rocosidad influyen también en la composición florística, pero no con la importancia que tiene para la riqueza. Aquí también se observa que las poblaciones a barlovento destacan por una cobertura elevada de árboles y mantillo, mientras las poblaciones a sotavento se encuentran en sitios más rocosos e inclinados. La cobertura arbustiva es alta en general y no explica mucha de la variación florística.

Variable	Eje I	Eje II
Barlovento/sotavento	<b>-0.8771</b>	0.2650
UTM X	0.2344	<b>0.5789</b>
UTM Y	<b>-0.5518</b>	<b>0.6288</b>
Altitud	<b>0.8126</b>	-0.1815
Pendiente	0.1523	-0.1988
Exposición Sur	0.2578	0.0771
Exposición Norte	-0.0696	-0.0446
Porcentaje rocas	0.2271	-0.2657
Cobertura árboles	<b>-0.4421</b>	<b>-0.2857</b>
Cobertura arbustos	-0.0439	0.0383
Cobertura herbácea	0.0567	<b>0.7736</b>
Mantillo	-0.1031	-0.0420

**Tabla 2.4:** Coeficientes de correlación entre variables ambientales y los dos primeros ejes de la ordenación CCA (en negrita, las variables más importantes para cada eje).



**Figura 2.10:** Plano de ordenación definido por los dos primeros ejes de un Análisis de Correspondencia Canónico (CCA) incluyendo 104 inventarios, 198 especies y 12 variable ambientales (los valores propios de los primeros dos ejes son 0,390 y 0,300, respectivamente; los ejes explican 12,8% de la varianza total de los datos florísticos, todos los valores propios canónicos explican 30% del total de varianza).

## La situación del bosque termófilo en Teno

Las masas de bosque termófilo han padecido históricamente de forma constante un deterioro debido a su particular localización, en zonas de medianías de las islas, donde reinan unas condiciones climáticas y edáficas ideales para la actividad agrícola. Por otro lado, estas zonas han sido intensamente pastoreadas lo que ha llevado a la extinción de algunas especies del bosque termófilo. A día de hoy, las formaciones del bosque termófilo existen como pequeños reductos sobre todo en la zona Norte del Macizo de Teno entre 250 y 550 m de altitud cerca de las localidades de Buenavista del Norte, Los Silos y Garachico. Las especies termófilas arbóreas más abundantes en estas zonas son *Heberdenia excelsa* (forma termófila llamada Saquitero), *Maytenus canariensis*, *Pistacia atlantica*, *Phoenix canariensis*, *Visne mocanera* y *Bosea yervamora*. Las dos especies del proyecto LIFE (*Juniperus turbinata* y *Olea cerasiformis*) están presentes con pocos individuos generalmente refugiadas en zonas rocosas y de gran pendiente, muchas veces inaccesibles (véase mapa de vegetación termófila en el Parque Rural de Teno en el Anexo de este documento).

La zona de restauración en el Barranco de Taburco en la vertiente Suroeste del macizo de Teno posee una vegetación potencial de bosques endémicos de *Juniperus turbinata*, lo que se deduce de los factores ecológicos, de la composición florística, del estudio dendrocronológico (la sabina viva más cerca a la zona de restauración tiene aproximadamente 150 años de vida), de algunas toponímias de la zona como “el sabinal”, llamada una zona en el mismo Barranco, y finalmente de los relatos de algunos vecinos mayores de Teno, que nos hablan de sabinares en Taburco en el siglo XIX.

Al ser abandonadas, estas zonas presentan actualmente una vegetación de sustitución por haber sido utilizadas para la sembra de trigo y para el pastoreo de cabras lo que causó unos altos niveles de erosión en el paisaje. Además, algunas especies exóticas están colonizando de una manera intensa estas parcelas. Sin embargo, aún existen elementos dispersos de la vegetación potencial que favorecerían y justificarían claramente una restauración de un sabinar en esta zona.

Hemos encontrado hasta el momento 23 especies que son típicas del bosque termófilo en el Barranco de Taburco y en sus alrededores (Tabla 2.5 y mapas en el Anexo). Muy abundantes son los arbustos *Euphorbia atropurpurea* y *Echium aculeatum* que forma en muchas zonas degradadas, pero abandonadas hace mucho tiempo, matorrales de sustitución. En zonas rocosas están acompañadas por *Carlina salicifolia*,



*Paronychia canariensis* y *Pericallis echinata*. Muchos menos abundantes, pero con un total hasta aproximadamente 100 individuos son especies como *Phyllis viscosa*, *Hypericum reflexum* y *Teline osyroides* que se pueden localizar en riscos en la parte baja del Barranco cerca de los acantilados. De las típicas especies arbóreas del bosque termófilo, entre ellas *Olea cerasiformis*, *Juniperus turbinata*, *Maytenus canariensis* o *Pistacia atlantica*, sólo quedan ejemplares aislados en riscos inaccesibles, sobre todo en la parte inferior del Barranco a una altitud entre 250 y 500 m s.n.m. Del drago (*Dracaena draco*), especie emblemática del termófilo en Canarias, tal vez sólo queden muy pocos ejemplares en todo el Parque Rural de Teno, uno de los cuales se localiza muy cerca del Barranco de Taburco. La retama (*Retama rhodorhizoides*), otra especie seleccionada en el proyecto LIFE, es muy rara en el Barranco de Taburco, pero en el Barranco más cercano al Sureste se encuentran centenares de individuos de esta especie. *Globularia salicina*, un arbusto muy típico y normalmente abundante en formaciones del bosque termófilo, está representada con un solo individuo (Tabla 2.5).

**Tabla 2.5:** Restos de elementos termófilos en la zona de restauración en el Barranco de Taburco en Teno (Clases de abundancia: 1= <5 individuos, 2= 5-30 ind., 3= hasta 100 ind., 4= >100 ind).

<b>Especie termófilas</b>	<b>Clase de abundancia</b>
<i>Euphorbia atropurpurea</i>	4
<i>Echium aculeatum</i>	4
<i>Carlina salicifolia</i>	4
<i>Pericallis echinata</i>	4
<i>Paronychia canariensis</i>	4
<i>Teline osyrioides</i>	3
<i>Phyllis viscosa</i>	3
<i>Hypericum reflexum</i>	3
<i>Dicheranthus plocamoides</i>	3
<i>Convolvulus floridus</i>	3
<i>Todaroa aurea</i>	2
<i>Olea cerasiformis</i>	2
<i>Juniperus tubinata</i> ssp. <i>canariensis</i>	2
<i>Argyranthemum</i> <i>foeniculaceum</i>	2
<i>Sonchus canariensis</i>	1
<i>Rhamnus crenulata</i>	1
<i>Retama rhodorhizoides</i>	1
<i>Pistacia atlantica</i>	1
<i>Maytenus canariensis</i>	1
<i>Hypericum canariense</i>	1
<i>Globularia salicina</i>	1
<i>Dracaena draco</i>	1
<i>Bosea yervamora</i>	1

## Conclusiones

- En los 104 inventarios de las comunidades relícticas dominadas por *Juniperus turbinata ssp. canariensis* en Tenerife se han encontrado un total de 198 plantas vasculares perennes, de las cuales 59% son endémicas de Canarias, 27% nativas y 14% de especies introducidas. La riqueza media por inventario alcanza 20 especies perennes.
- Esta diversidad florística es sin duda extraordinaria, puesto que incluye gran parte de la flora endémica perenne de Tenerife.
- Aunque la participación de plantas perennes exóticas es baja (9%), sin embargo las dos especies de tuneras (*Opuntia maxima* y *O. dillenii*) se encuentran con mucha frecuencia en estas comunidades.
- Las especies nativas tienen principalmente un origen mediterráneo, mientras que las especies introducidas provienen de fuera de Europa.
- Las poblaciones de sabina destacan por un porcentaje muy elevado de arbustos y pequeños arbustos (45% y 22%, respectivamente), mientras las hierbas perennes están poco representadas (17%).
- Los restos de poblaciones de *Juniperus* de Tenerife hoy en día, crecen, por lo general, en sitios caracterizados por una pendiente elevada (35°), un sustrato muy rocoso (51%) y un porcentaje relativamente bajo de suelo superficial (30%). La cobertura de árboles es baja (28%), mientras la cobertura de arbustos es considerable (38%).
- Las poblaciones a barlovento se encuentran en sitios menos inclinados, menos rocosas y con más suelo superficial, mientras la cobertura de árboles es mayor y la cobertura de hierbas es menor comparado con las a sotavento.
- La pendiente y la rocosidad están positiva y significativamente relacionadas con la riqueza florística, mientras que la cobertura de piedras y de herbáceas lo está negativamente.
- La variación florística de las comunidades dominadas por la sabina es extraordinaria, dado que están en contacto con todos los grandes ecosistemas zonales de la isla, con excepción del matorral de cumbre. En su límite inferior (350 m en el sur) se mezcla con elementos del cardonal-tabaibal, en su límite

superior entra en comunidades de pinar (a partir de 750 m en el sur) y con el monteverde (a partir de 500 m en el norte).

- La ubicación en la isla (barlovento/sotavento) y la altitud son los factores más importantes en determinar la composición florística de los restos de sabinares en Tenerife, lo que permite diferenciar entre un sabinar húmedo y uno seco.
- Existen todavía más de 20 especies del bosque termófilo en la zona de restauración en el Barranco de Taburco y sus alrededores.
- Las especies claves del proyecto, *Juniperus turbinata* y *Olea cerasiformis*, son raras en la zona, pero cuentan con más de 20 individuos.
- Otras especies termófilas importantes como *Euphorbia atropurpurea* y *Echium aculeatum* forma matorrales de sustitución en zonas degradadas.
- El estudio de la flora actual, igual que la información histórica nos confirma que la zona de restauración siempre ha sido hábitat para el bosque termófilo, lo que justifica el proyecto LIFE.

### 3. Análisis faunístico de los relictos de bosque termófilo en Tenerife

#### Introducción

Ante la enorme presión que las islas están recibiendo por parte de una población creciente, con mayores necesidades de infraestructuras y espacios urbanos, nos encontramos ante un grave conflicto entre la expansión humana y la conservación de la naturaleza insular. Se llevan actualmente a cabo ciertos esfuerzos en conservación y recuperación de hábitats que se encuentran en peligro o regresión, ejemplo de los cual es el Proyecto LIFE-Naturaleza que nos ocupa sobre restauración de bosques de *Juniperus*. Dichos esfuerzos contribuyen a mejorar el estado actual de los ecosistemas en general y de todos sus componentes, desde una perspectiva integradora, que cuente no sólo con especies discretas sino con comunidades y hábitats representativos completos de modo que se preserven los sistemas ecológicos y las interacciones y dinámica que ocurre en su seno.

Algunos de tales efectos irreversibles sobre los ecosistemas canarios que podrían recibir esfuerzos de recuperación comprenden: 1) la colonización masiva del litoral y las medianías, 2) la presión sobre los espacios naturales protegidos de costa a cumbre –que cada vez más se configuran como pequeños “museos” o “jardines” rodeados de zonas fuertemente humanizadas, perdiendo por tanto su función ecológica de reservas y fuentes de nuevas especies e individuos-, aspecto que se hace cada vez más patente para pequeños reductos de bosque termófilo, como los sabinares; 3) la degradación de todo espacio no protegido, pasiva (p.e. riscos inaccesibles en dominio del sabinar y termófilo asociado) o activamente por parte de la Administración (p.e. espacios de la Red Canaria); 4) contaminación; 5) pérdida, abandono y/o degradación de los espacios agrícolas y pecuarios tradicionales; 6) proliferación de infraestructuras de transporte y áreas residenciales e industriales, aumento de la movilidad, así como el acceso humano a zonas remotas, y efectos acumulativos y sinérgicos de estas actividades sobre el territorio.

Dado que las aves constituyen excelentes especies indicadoras de la salud de un ecosistema y por tanto de su estado general de conservación y sus perspectivas de

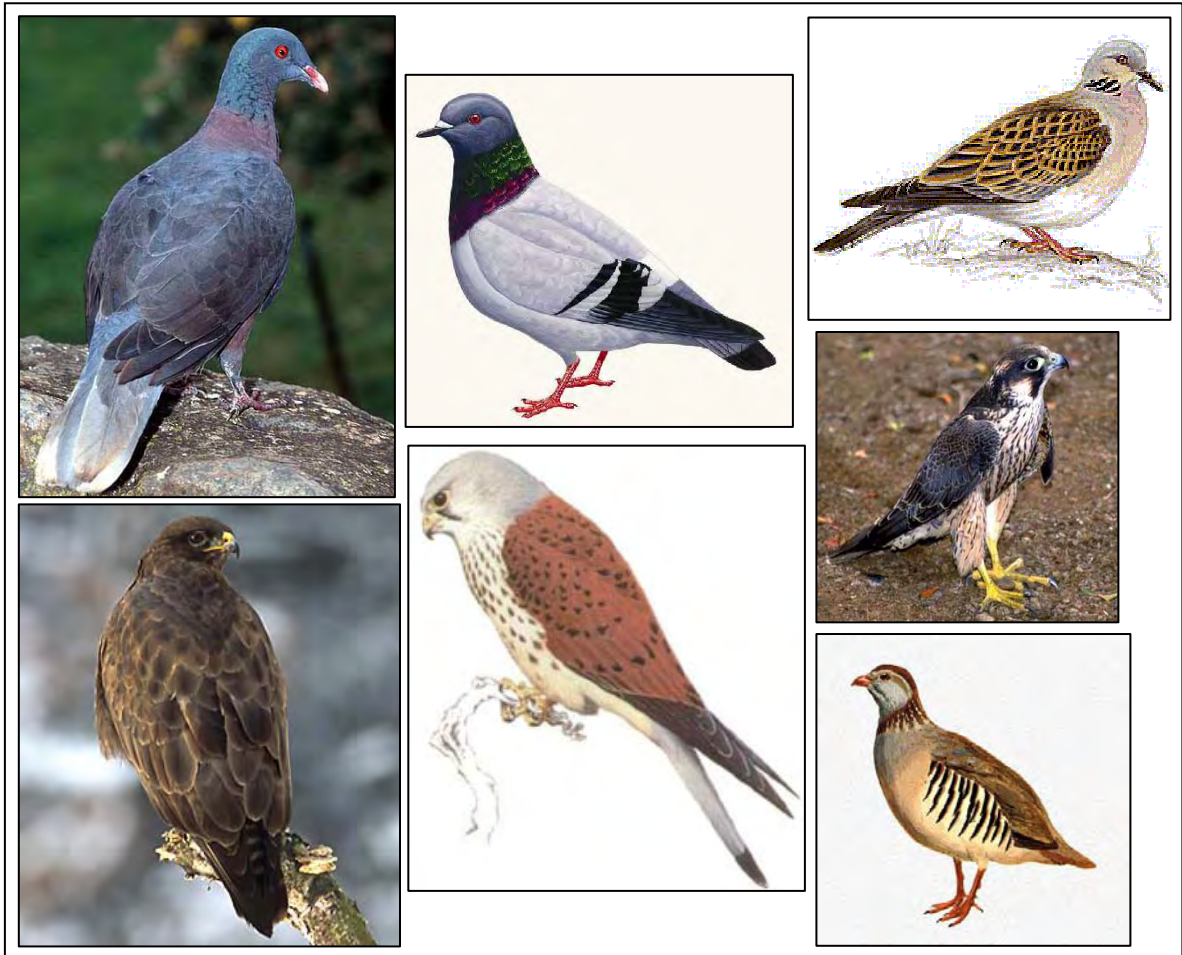
futuro, este estudio pretende abordar el análisis de la situación de la avifauna como señal del estado actual de los reductos de bosque termófilo, en particular los sabinares, y formaciones asociadas, desde una perspectiva integradora, considerando las especies y las comunidades que lo conforman. En este primer estudio se pone énfasis en una descripción de las comunidades orníticas asociadas a los sabinares, incluyendo el área focal de actuación de este proyecto de restauración.

Los objetivos de este proyecto LIFE en el apartado faunístico abordados en esta memoria son: i) investigar y dar a conocer la abundancia, riqueza y diversidad de avifauna que alberga este ecosistema, así como la estructura espacial de la comunidad ornítica asociada a estos restos de vegetación (Figs. 3.1 y 3.2). Esta información ha de servir de referencia para la situación de la avifauna a la hora de afrontar la restauración de la parcela objetivo y el seguimiento de su evolución en el tiempo. Tal cosa no podría realizarse sin tener un marco ecológico de comparación, que en este caso vendrá dado por el estudio científico de los restos de sabinar presentes en Tenerife y ii) Analizar las relaciones entre la comunidad de aves y la estructura y composición florística del hábitat (Fig. 3.3).



**Figura 3.1:** Algunas especies de paseriformes presentes en los sabinares y formaciones termófilas de Canarias. Nótese la diferente funcionalidad que puede ostentar el pico según la estrategia alimentaria (frugívoro, omnívoro, insectívoro, granívoro), así como la coloración

distintiva del plumaje. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Turdus merula*, *Phylloscopus canariensis*, *Regulus regulus* (macho), *Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs* (hembra), *Carduelis cannabina*, *Sylvia melanocephala* (macho), *Motacilla cinerea*, *Sylvia atricapilla* (hembra), *Carduelis carduelis* (macho), *Sylvia atricapilla* (macho).



**Figura 3.2:** Algunas especies de aves no paseriformes presentes en los sabinares y formaciones termófilas de Canarias. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Columba junoniae*, *Columba livia*, *Streptopelia turtur*, *Buteo buteo*, *Falco tinnunculus* (macho), *Falco pelegrinoides*, y *Alectoris barbara*.



**Figura 3.3:** Trabajo de campo en los restos termófilo. En ocasiones se deben estudiar reductos de muy difícil acceso por la elevada pendiente. Izquierda: Roque de Tenejías (Anaga; existen aquí reductos con delfinos y dragos); derecha: zona acantilada en las Fuentes del Guincho, Garachico, con presencia de sabinas y restos de monteverde termófilo.

## Métodos

### Aspectos generales

La comunidad de aves asociada a los sabinares y formaciones asimilables se está estudiando recurriendo a dos metodologías complementarias habituales en los censos de comunidades orníticas. Por una parte, se analiza la comunidad en términos globales mediante una serie de parámetros descriptores univariantes y estimadores no sesgados (p.e. rarefacción), con el doble objetivo de describir la composición de la avifauna, la distribución de abundancias y el componente de riqueza taxonómica ornítica de las zonas de estudio, y segundo, la estructura y dinámica espacio-temporal de la comunidad. Por otra parte, se estudió la relación de cada especie de ave con la estructura y diversidad del hábitat con el fin de obtener una visión objetiva de las comunidades de aves, a saber:

1) Escala de microhábitat; ésta comprende el uso del espacio a pequeña escala, con la evaluación y cuantificación del tipo de sustratos explotados por cada especie de ave en la búsqueda de recursos tróficos, o estrategias de forrajeo a escala local; en este caso, se realizó una aproximación al uso del espacio para aquellas especies de paseriformes en las que la obtención de datos de actividad alimentaria resultó más viable (bien por su mayor abundancia en el área de estudio, bien por la relativa facilidad de registro).

2) Escala de mesohábitat, donde se evalúa el uso del hábitat, describiendo la estructura y diversidad de la vegetación y el paisaje al que se vinculan las especies individuales de aves; en este apartado se describe la estructura de la vegetación y cómo ésta se relaciona con los parámetros ecológicos descriptores, tanto a nivel individual (especies de aves) como para la comunidad ornítica al completo.

Los muestreos se realizaron recogiendo la máxima variabilidad fisionómica y topográfica posible en las zonas de estudio. Asimismo, se procurará realizar un número adecuado de réplicas de las unidades de censo y estudio de la vegetación para que resultaran adecuadas a los análisis estadísticos pertinentes.

### **Censos de aves**

El horario de censo en todos los casos incluye las horas diurnas entre el amanecer y el atardecer, especialmente durante los máximos de actividad de las aves, evitando las condiciones meteorológicas adversas (lluvia, frío o calor en exceso, así como viento fuerte).

### ***Puntos de escucha***

Se calcularon los valores de IPA (Índice Puntual de Abundancia), los cuales computan el número de aves por unidad de tiempo. En cuanto a la densidad, los datos se transformaron de dos formas, considerando las aves detectadas dentro del círculo de radio mayor (25 m), lo que permite calcular la densidad (d) en número de aves/10 ha. La segunda técnica, de mayor precisión, considera los contactos con aves observadas fuera de dicha banda, mediante la fórmula:

Densidad (D) =  $\log_e (n / n_2) \times n / m (\pi r^2)$ , donde n es el número total de aves contadas, n<sub>2</sub> el número de aves que hay fuera del radio fijado (r), y m el número total de estaciones de censo. Los resultados se expresan como a número de aves/10 ha.

Descriptores univariantes de la comunidad ornítica.

Para cada transecto y punto de escucha, se calcularon los siguientes índices y descriptores generales de la comunidad de aves, con el fin de describir con una serie de medidas sintéticas su abundancia, densidad, estructura y composición:

- 1) N = número total de individuos detectados.
- 2) Riqueza de especies (S, número de especies);
- 3) Diversidad (H' de Shannon; véase Magurran 1988, Spellerberg & Fedor 2003), dada por la fórmula:  $H' = -\Sigma$



4)  $d$  = índice de riqueza de Margalef, según la expresión:  $d = (S-1)/\text{Log}(N)$ , donde  $S$  es la riqueza específica y  $N$  es el número total de individuos en cada unidad de censo considerada.

5)  $J'$  = Equitatividad o uniformidad de Pielou, o:  $J' = H'/\text{Log}(S)$ , siendo  $H'$  el índice de diversidad de Shannon, y  $S$  la riqueza específica

Los índices compuestos de diversidad (p.e.  $H'$  de Shannon), pueden presentar cierto sesgo, pese a su utilidad para comparar situaciones, diferentes estratos o sitios en cuanto a composición y densidad variable entre especies. Esto puede ser compensado con el cálculo de curvas de rarefacción como medida robusta y no sesgada, que considera el efecto del esfuerzo muestral en cada estrato del análisis. La rarefacción efectúa un remuestreo probabilístico del número de especies esperado para un número de individuos colectado que se extrae al azar de las muestras tomadas en el campo (censos de aves, con un número de individuos variable entre y dentro de especies). Por tanto, adicionalmente, se dibujaron curvas de riqueza acumulada (rarefacción) para las especies detectadas tanto en los transectos como en las estaciones de escucha, con la finalidad de evaluar visualmente la adecuación del esfuerzo de muestreo. Estas curvas estiman la representatividad de cada especie en el conjunto de la comunidad, ordenándose por importancia numérica creciente en el eje de abscisas, al tiempo que se valora su contribución porcentual a la abundancia total en el eje de ordenadas. Este tipo de gráfica acumulativa permite averiguar en qué medida las especies que componen la comunidad han sido registradas mediante el esfuerzo de muestreo aplicado, lo cual se verifica toda vez que la gráfica muestra una estabilización asintótica (muestreos adicionales no aportan nuevas especies, ni más información sobre sus abundancias comparadas).

El cálculo de los índices univariantes de riqueza y diversidad se realizó mediante el paquete estadístico PRIMER 5 para Windows (PRIMER 2002) y el software BioDiversity-Pro. Los test de comparación entre categorías y contraste de hipótesis se efectuaron con el paquete estadístico SPSS v. 13 para Windows.

## Análisis multivariantes

Para examinar las relaciones multifactoriales que se dan entre el hábitat, en función de su arquitectura, y las densidades de las especies de aves, se aplicará análisis multivariante. Se recurrió al análisis indirecto de gradientes para estudiar las respuestas ecológicas y estructura espacial de la comunidad. Mediante análisis de correspondencias corregido (DCA, Detrended Correspondence Analysis, Hill & Gauch 1980) se ordenaron las especies de aves en función de su abundancia bruta en los puntos de escucha, sin incluir la información ambiental en un primer paso. La presencia de numerosos valores cero en las muestras sugieren el uso de un método unimodal como el DCA (Ter Braak & Smilauer 1998). Se asignó un factor de ponderación a las especies en función de su abundancia relativa y los datos fueron transformados a  $\log(x+1)$ . La interacción especies-hábitat se exploró mediante análisis canónico de correspondencias (CCA) (Ter Braak & Smilauer 1998, Pearman 2002). Se identificaron así las variables con efectos estadísticamente significativos (autovalores de los ejes ambientales) sobre la abundancia de aves en las estaciones de seguimiento. Para ello se aplicó el test de permutación de Monte Carlo, con 500 aleatorizaciones. En el DCA y el CCA las especies se representaron como puntos y los atributos ambientales como vectores.

## Descripción de la estructura y uso del hábitat

La estructura de la vegetación condiciona la segregación espacial de las especies de aves y sus preferencias por el hábitat (Tellería et al. 1992). Para analizar las complejas relaciones existentes a la escala de la comunidad de aves, y de las especies, con el hábitat que las acoge, es necesario obtener variables descriptivas de la estructura del medio que sean, al mismo tiempo, eficientes en su capacidad de indicar una relación con las aves, sintéticas, y que sean lo menos redundantes posible. Para ello, se procedió a la toma sistemática de datos de estructura del hábitat, incluyendo variables abióticas y bióticas (fundamentalmente estructura del sustrato, vegetación –estructura y composición florística-, y perturbaciones con incidencia potencial sobre la comunidad y las especies orníticas) (Tabla 3.1).

<b>VARIABLES DESCRIPTIVAS DEL MACROHÁBITAT</b>	
1.	Punto/muestra n°
2.	Localidad
3.	UTMx
4.	UTMy
5.	Altitud (m)
6.	ORIENTACIÓN (°)
7.	PENDIENTE (°)
<b>VARIABLES DESCRIPTIVAS DEL MICROHÁBITAT</b>	
<b>SUSTRATO</b>	
8.	%ROCA
9.	%SUELO
10.	%MANTILLO
11.	MURO-TALUD (Categoría: PRES=1/AUS=0)
12.	ALTURA MURO (m)
<b>ESTRUCTURA DE VEGETACIÓN</b>	
13.	%COBERTURA VEGETAL TOTAL
14.	%ESTRATO HERBÁCEO (<30 cm altura)
15.	%ESTRATO ARBUSTIVO <2m altura
16.	%ESTRATO ARBUSTIVO >2m altura
17.	%COBERTURA DE ÁRBOLES
<b>DISPERSIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ESTRUCTURAL</b>	
18.	DIST. MEDIA A SABINAS (media, m)
19.	DIST. MEDIA A PALMERAS (media, m)
20.	DIST. MEDIA A PINOS (media, m)
21.	DIST. MEDIA AL BOSQUE (media, m)
22.	LIQUEN/MUSGO (CAT:0-1)
<b>TRANSFORMACIONES E IMPACTOS</b>	
23.	BASURA (CAT:0-3)
24.	ESCOMBROS (CAT:0-1)
25.	Tipo de transformación/alteración
26.	Índice transformación (1-5)
27.	Distancia a ctra.(cat.0= próximo; 1 = medio; 2 = lejano)
<b>COMPOSICIÓN FLORÍSTICA</b>	
28.	Número de especies e individuos por especie de planta (fanerógamas y helechos)

**Tabla 3.1:** Variables descriptivas de la estructura de la vegetación y el hábitat en general tomadas en los puntos de escucha de aves. Los valores de éstas variables serán anotados en un área circular de 10 m de radio centrada en el punto o estación de escucha. La evaluación detallada del hábitat se efectuó sólo en las estaciones de escucha, por lo que en subsiguientes

análisis de relaciones y correspondencias aves-hábitat, se debe tener presente que tanto las variables dependientes (descriptores ornitológicos), como las independientes (descriptores del hábitat, o variables predictoras), corresponden a estas estaciones.

## **Resultados y discusión**

### ***Composición, densidad y abundancia.***

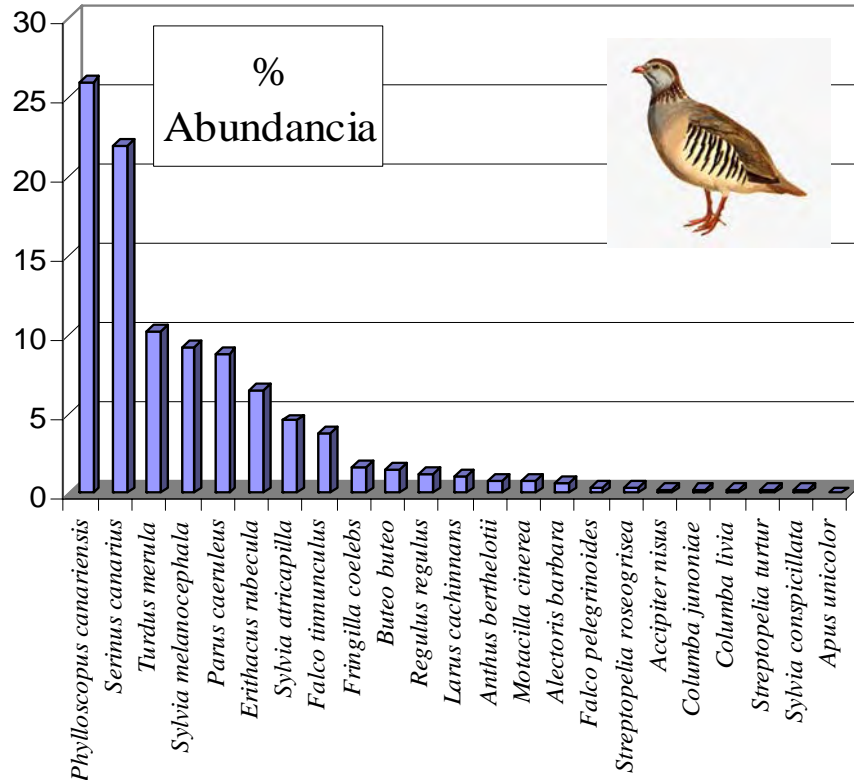
La comunidad ornítica que puebla los restos de bosques termófilos en Tenerife presenta en general elevadas diversidades y densidades poblacionales (Figs. 3.4 y 3.5, Tablas 3.2-3.7). El total de especies (paseriformes más no paseriformes –rapaces, apódidos, columbiformes, fasianiformes y laridos-) registradas durante los censos en estaciones de escucha asciende a 23 (Tabla 3.2). Si sumamos las especies avistadas ocasionalmente en las zonas de seguimiento tenemos 24 especies, incluyendo el Cuervo (*Corvus corax*), especie que frecuente Teno y la parcela objetivo. La curva de acumulación de especies con el número de sitios de muestreo añadidos (Fig. 3.6) revela una cierta estabilización en la riqueza que representa a esta formación. Esto indica que se ha prospectado un número y variedad de situaciones en apariencia suficientes para evaluar la composición de la avifauna en este ecosistema. Por especies, las más abundantes en el conjunto de sitios de seguimiento en situaciones de referencia de sabinar fueron *Phylloscopus canariensis* (Mosquitero canario) (84,4 aves/10ha), el Canario (*Serinus canarius*) (58,6 aves/10ha) y el Mirlo (*Turdus merula*) (31,2 aves/10ha) (Tabla 3). Las dos primeras acaparan el grueso de individuos de la población, existiendo un mayor reparto de la abundancia entre las restantes especies (<10% de abundancia relativa) (Fig. 3.4).

La densidad de Pinzón Común (*Fringilla coelebs*) resultó singularmente alta (35,6 aves/10 ha) sólo puntualmente, pues fue detectada en dos reductos de termófilo con una alta representación de especies vegetales de Monteverde, hábitat que le es propio.

Las especies menos representadas en términos de densidad poblacional en los sabinares tinerfeños estudiados fueron el Bisbita caminero (*Anthus berthelotii*), la Curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*) y el Herrerillo Común (*Parus caeruleus*), todas ellas con menos de 20 aves/10 ha. Para *Apus unicolor* no es posible obtener estimas

precisas de abundancia o densidad poblacional a través de las estaciones de escucha dado que la atención del observador se centra en las aves canoras y otras relativamente dependientes del sustrato –aún las rapaces- más fácilmente enumerables en el lapso de tiempo de censo. Dada la movilidad aérea que impone su estrategia vital y sistema de forrajeo, esta especie presenta dificultades para cuantificar sus efectivos por los métodos de censo convencionales. Aquí presentamos no obstante datos de presencia de esta especie en las localidades donde ha sido detectada y la distancia relativa de detección (asignada los radios de punto de escucha) la primera vez que se observó un bando o individuo aislado (Apéndice 6).


En cuanto al nivel de presencia en dominio del bosque termófilo, la mayor ubicuidad y amplitud ecológica fue la exhibida por *P. canariensis*, presente en todos los reductos examinados, seguido de especies como *S. melanocephala*, *S. canarius*, *P. caeruleus* y *F. tinnunculus*. Para la Curruca cabecinegra, *S. melanocephala*, este parece ser un hábitat prioritario o preferente, si no en términos de densidad, si en cuanto a distribución a escala de los ecosistemas altitudinales, ya que suele ser más escasa en el monteverde o el pinar, lo cual se explica en parte por sus preferencias por ambientes arbustivos densos (Martín & Lorenzo 2001). Sería esperable encontrar densidades apreciables de esta y otras especies de sílvidos en la parcela de restauración a medida que el hábitat regenerado vaya adquiriendo porte y densidad. Algunas especies, particularmente rapaces como el Gavilán Común (*Accipiter nissus*) o el Halcón de Berbería (*Falco pelegrinoides*) fueron observados en sólo 1 localidad. Este fue también el nivel de presencia para especies de columbiformes como la Tórtola Común, la Tórtola de cabeza rosa, la Paloma Rabiche, o la Paloma bravía. No obstante, la paloma bravía y la tórtola común son observables con relativa facilidad en el ámbito del termófilo, y la primera de ellas fue observada con regularidad en casi todos los sitios de estudio (los contactos con esta última especie fueron obtenidos fuera del radio de los puntos de conteo, o bien eran aves que pasaban volando sobre el lugar, por lo que no pudieron ser adscritas al hábitat ni incluidas en el cómputo de densidad poblacional –de ahí las bajas abundancias brutas reseñadas en la Tabla 2). Una de las grandes rapaces, el Ratónero, *Buteo buteo*, resultó relativamente frecuente, registrándose en varios lugares (10 ejemplares avistados en 7 localidades).




**Figura 3.4:** Distribución de la abundancia global entre las especies de aves del bosque termófilo en Tenerife (basado en puntos de escucha de radio fijo).


La tabla 3.4 muestra las especies con la asignación de la categoría de amenaza y sus estatus biogeográfico. Aunque las comunidades se caracterizan por una elevada endemidad a nivel subespecífico y un alto porcentaje de especies nativas, se ha detectado la presencia de especies exóticas e invasoras. Dos especies, *A. barbara* y *S. roseogrisea*, son introducidas y nidifican en Canarias en zonas no urbanas (véase Fig. 10 para la tórtola rosigrís). De las 23 especies censadas, en el CNEA existen 14 incluidas como de Interés Especial (IE), 1 En Peligro de Extinción (E) (*Falco peregrinoides*) y 1 Sensible a la alteración del hábitat (S) (*Columba junoniae*), mientras que en el CEAC, aparte de las especies IE y E, hay dos especies en la categoría S (*C. junoniae* y *Corvus corax*). Por su parte, IUCN Europa cataloga a la subespecie endémica *Buteo buteo insularum* como No evaluado (Ne) mientras que el Libro Rojo de las Aves de España lo clasifica como Casi Amenazado (NT). Se desprende de este resumen somero la importancia que tiene el hábitat objeto de restauración por este proyecto LIFE para estas y otras especies que podrían nidificar en su seno.

**Tabla 3.2:** Composición de la avifauna y abundancias brutas de las especies de aves detectadas en los puntos de conteo de radio fijo en sabinares y formaciones asimilables en Tenerife (2005-2006).

Especies*													Total general			
	Afur	Ctra. Guía de Isora-Arguayo	Ctra. Guía Isora-Taimaimo	El Guincho	El Guincho-costa	El Guincho-Genovés	Finca La Maleza-Buenavista	Güímar	Icod-Canal-La Culata	Icod-La Vega-El Amparo	Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral	Mña. Tejina de Guía de Isora		Ruiz-SJuanRambla	Taimaimo-Mña. del Ángel	Valle Guerra-Picacho Los Lázaros
<i>Accipiter nisus</i>										1						<b>1</b>
<i>Buteo buteo</i>	1			1		1	1	1	3		2					<b>10</b>
<i>Falco tinnunculus</i>	2		1	9		2		2	1	2		2		1	3	<b>25</b>
<i>Falco pelegrinoides</i>													2			<b>2</b>
<i>Alectoris barbara</i>	2							1						1		<b>4</b>
<i>Larus cachinnans</i>			1	1								5				<b>7</b>
<i>Columba livia</i>								1								<b>1</b>
<i>Columba junoniae</i>				1												<b>1</b>
<i>Streptopelia roseogrisea</i>				2												<b>2</b>
<i>Streptopelia turtur</i>												1				<b>1</b>


Especies*																
	Afur	Ctra. Guía de Isora-Arguayo	Ctra. Guía Isora-Tamaimo	El Guincho	El Guincho-costa	El Guincho-Genovés	Finca La Maleza-Buenavista	Güímar	Icod-Canal-La Culata	Icod-La Vega-El Amparo	Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral	Mña. Tejina de Guía de Isora	Ruiz-SJuanRambla	Tamaimo-Mña. del Ángel	Valle Guerra-Picacho Los Lázaros	Total general
<i>Apus unicolor</i>																<b>0</b>
<i>Anthus berthelotii</i>	1							1				3				<b>5</b>
<i>Motacilla cinerea</i>				1	1		3									<b>5</b>
<i>Erithacus rubecula</i>	9			8		16		3	6		1					<b>43</b>
<i>Turdus merula</i>	16			16		20	2	1	4	6			2			<b>67</b>
<i>Sylvia conspicillata</i>								1								<b>1</b>
<i>Sylvia melanocephala</i>	11	2	2	13	1	17	4	3		2	1	4			1	<b>61</b>
<i>Sylvia atricapilla</i>	6			7		9			2	6						<b>30</b>
<i>Phylloscopus canariensis</i>	23	3	4	27	5	39	4	23	8	9	2	13	4	5	2	<b>171</b>
<i>Regulus regulus</i>	7								1							<b>8</b>
<i>Parus caeruleus</i>	10		1	10		19		8	4			2	2	1	1	<b>58</b>



Especies*																
	Afur	Ctra. Guía de Isora-Arguayo	Ctra. Guía Isora-Tamaimo	El Guincho	El Guincho-costa	El Guincho-Genovés	Finca La Maleza-Buenavista	Güímar	Icod-Canal-La Culata	Icod-La Vega-El Amparo	Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral	Mña. Tejina de Guía de Isora	Ruiz-SJuanRambla	Tamaimo-Mña. del Ángel	Valle Guerra-Picacho Los Lázaros	Total general
<i>Fringilla coelebs</i>	9							2								11
<i>Serinus canarius</i>	12			14	9	31	40	11	6	14		6		1		144
<b>Total general</b>	<b>109</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>111</b>	<b>16</b>	<b>154</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>659</b>

\* Ordenadas taxonómicamente.

**Tabla 3.3.** Densidades poblacionales (aves/10ha, media y desviación típica, DT) de las aves paseriformes con suficientes registros para estimar densidades en los reductos de sabinar y formaciones termófilas asociadas en Tenerife.

Especie	Densidad (aves/10ha)	
 <i>Anthus berthelotii</i>	<b>Media</b>	<b>8,83</b>
	DT	17,65
<i>Motacilla cinerea</i>	<b>Media</b>	<b>18,65</b>
	DT	32,30
<i>Erithacus rubecula</i>	<b>Media</b>	<b>19,59</b>
	DT	36,84
<i>Turdus merula</i>	<b>Media</b>	<b>31,24</b>
	DT	43,09
<i>Sylvia melanocephala</i>	<b>Media</b>	<b>11,77</b>
	DT	22,95
<i>Sylvia atricapilla</i>	<b>Media</b>	<b>18,20</b>
	DT	39,49
<i>Phylloscopus canariensis</i>	<b>Media</b>	<b>84,37</b>
	DT	102,51
<i>Regulus regulus</i>	<b>Media</b>	<b>23,85</b>
	DT	36,90
<i>Parus caeruleus</i>	<b>Media</b>	<b>15,18</b>
	DT	32,88
<i>Fringilla coelebs</i>	<b>Media</b>	<b>35,61</b>
	DT	48,90
<i>Serinus canarius</i>	<b>Media</b>	<b>58,63</b>
	DT	67,49
<b>Promedio global de la densidad</b>		<b>29,92</b>
<b>DT global</b>		<b>59,60</b>

## ***Diversidad y riqueza***

En el gráfico de estima de la diversidad ornítica mediante rarefacción (Fig. 3.7), se muestran las tasas de acumulación de especies –índice no sesgado de diversidad- en los reductos termófilos. La pendiente de las curvas es indicativa de su riqueza, de modo que a mayor pendiente superior diversidad. Se pueden apreciar las tendencias básicas en acumulación de especies con el número de muestras, diferenciándose tres grupos de localidades. Las que acumulan riquezas superiores a 10 especies son el sabinar de Afur y la formación de El Guincho (en su parte superior en medianías, en dominio del termófilo), acercándose a estos dos sitios el reducto de Icod-La Culata-Finca de La Reina, pese al predominio de especies distintas a la sabina. Las localidades con menor riqueza son las de Ruiz-San Juan de la Rambla (reducto con muy escaso pies de sabinas dispersos), y el sector costero de El Guincho (sabinar relicto en dominio de cinturón halófilo embebido en una finca de plataneras y frutales). Bajas diversidades muestran también Buenavista e Icod-La Vega-El Amparo, en dominio de termófilo y transición al Monteverde, si bien en estas zonas hay profusión de cultivos.

Es posible que parte del resultado se deba al mayor tamaño muestral de los reductos de Afur y El Guincho (cf. también mayor número de individuos y riqueza absoluta). Sin embargo, la presencia de sabinas y otros elementos arbustivos/arbóreos con suficiente densidad introduzcan heterogeneidad y nichos espaciales (p.e. a través de estratos de vegetación en la vertical, lo que contribuiría al forrajeo de más especies de aves distintas), así como recursos tróficos (frutos, invertebrados del follaje, cuyo efecto último sería favorecer la presencia estable de poblaciones orníticas densas y diversas.

Los resultados de diversidad por rarefacción son coherentes *grosso modo* con los obtenidos mediante índices univariantes (particularmente Shannon,  $H' = 2,17-2,28$ ), en tanto que el índice de Margalef ( $d$ ) asigna diversidad superior a la comunidad de la Ladera de Güímar ( $d = 2,97$ ), donde por otra parte, la importancia constitutiva de la sabina como elemento en el estrato arbóreo y arbustivo es muy alta y similar a la de Afur y El Guincho (Tabla 3.6).

### ***Análisis de similitud***

El dendrograma de la figura 3.5 ordena las localidades de estudio en función de su riqueza composición y abundancia de aves. Los restos con mayor protagonismo de la sabina se segregan del resto a un 53% de similitud, siendo dos subconjuntos de sitios de elevada homogeneidad en cuanto a composición y diversidad; el cluster superior englobaría ante todo a los restos termófilos con sabinas y transición a pinar del SW de la isla; las localidades de mayor diversidad quedan organizadas en un cluster o conjunto homogéneo a la mitad del gráfico, incluyendo a Icod-Canal-La Culata, Afur, El Guincho, Icod-La Vega y Güímar (cerca del 80% de similitud), lo que viene a apoyar el parecido composicional de estas localidades detectada por otros métodos. Los restos termófilos más pobres quedan comprendidos en un conjunto homogéneo prontamente separado hacia el 43,5-47% de similitud con respecto al resto de sitios.

### ***Relaciones aves-hábitat***

La figura 3.8 explora las relaciones multifactoriales entre especies en el espacio de 2 dimensiones generado en el análisis de correspondencias corregido. La proximidad entre los símbolos que representan especies indica su asociación en el hábitat (en qué medida es probable encontrar juntas a tales especies en la misma comunidad). Destaca la separación hacia la parte negativa del eje 1 de dos passeriformes netamente forestales (*R. regulus* y *F. coelebs*), que han sido detectados en formaciones con alta contribución de especies de monteverde. Dos variables ambientales fueron significativamente seleccionadas en un modelo de regresión canónica que relaciona la importancia del hábitat en la comunidad de aves; estas fueron la altitud y la cobertura vegetal global de cada sitio de muestreo (Fig. 3.9, Tabla 3.7). Nótese que estas dos variables están relacionadas positivamente a su vez con la cobertura de plantas de porte arbóreo y con el estrato arbustivo alto (>2m).

Tanto el gradiente de altitud como el gradiente de recubrimiento de la vegetación son variables que predicen en cierta medida la presencia y qué tipo de especies estarán presentes, así como su abundancia relativa. La altitud es una variable que afecta a muchos otros factores ambientales, especialmente el cambio o reemplazamiento de los tipos de formaciones vegetales. Así, es posible que la altitud, *per se*, no sea un factor tan determinante dentro del rango de altitudes difusamente delimitado en que se encuadra el

bosque termófilo, dado que estas formaciones son heterogéneas y su composición muy variable entre sitios en los componentes florístico y faunístico.

### ***Conclusiones***


Los resultados del seguimiento hasta ahora obtenidos apuntan a que, toda vez que se obtenga éxito en las actuaciones de restauración de la cubierta vegetal por el presente LIFE-Naturaleza, esta zona vería incrementada sensiblemente su riqueza, diversidad y densidad ornítica en los estadios avanzados de regeneración. Este logro tendrá efectos positivos sobre la conservación de aves a escala local y regional, desde la perspectiva de continuidad de las interacciones mutualísticas que confieren estructura al ecosistema. Se favorecerían también los movimientos dispersivos y de forrajeo de las aves, tanto en la horizontal como en el gradiente altitudinal, entre distintos pisos de vegetación, al servir la nueva mancha de vegetación como conector de fragmentos previamente aislados, en la medida que el bosque restaurado se aproxime a la situación madura del ecosistema.

Incluso sin alcanzar esta meta ideal, los resultados para estadios intermedios de regeneración no serían en absoluto despreciables, ya que se ha detectado una elevada riqueza de aves también en zonas de matorral de porte medio a alto no estrictamente dominada por la sabina. El esquema de plantación previsto es, por último, potencialmente favorable al establecimiento de una comunidad de aves diversa también en la componente trófica de la estructura del ecosistema. Como se puede comprobar en el estudio de plantación incluido en esta memoria, el elenco de especies vegetales arbustivas y arbóreas comprende algunas especies productoras de frutos carnosos, entre ellas la propia sabina y el acebuche, *Olea cerasiformis*, especies que son aprovechadas por las aves frugívoras (Cuervo, -especie parcialmente frugívora-, Paloma rabiche -ave eminentemente frugívora-, currucas, Petirrojo y Mirlo, etc.). Estas especies, junto con los lagartos (*Gallotia galloti*) contribuirían a dispersar sus semillas a otros sitios de germinación apropiados, sirviendo para ello como fuente el propio núcleo de la plantación, que adquiere así una importancia adicional y una conexión más estrecha con la avifauna, haciendo las veces de fuente de propágulos.

En el aspecto conservacionista, lo encontrado en el estudio de los reductos de sabinar, como referencia para la parcela de restauración, muestra que estas formaciones

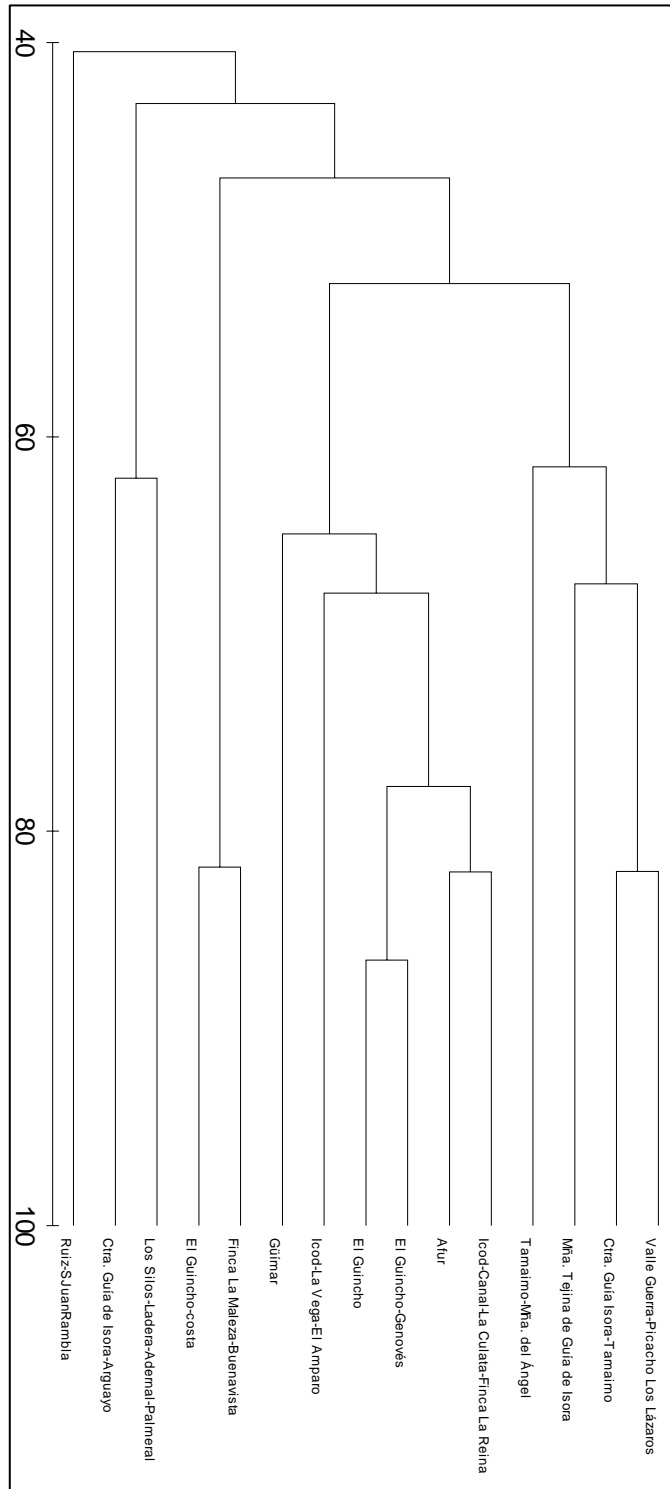
heterogéneas albergan una elevada proporción de especies y subespecies endémicas de aves, algunas de ellas amenazadas en algún grado, por lo que la restauración de este ecosistema en Teno contribuirá sin duda a mejorar su situación de conservación general a todas las escalas (de la regional a la global).

**Tabla 3.4.** Estatus de conservación y biogeográfico de las aves detectadas en los puntos de escucha y localidades adicionales de sabinar y formaciones asimilables. Estatus (sólo aves nidificantes en Canarias): NS = Nativa segura; NP = Nativa probable; NO = Nativa posible; IP = Introducida probable; IS = Introducida segura; II = Introducida invasora. 10. © = Especies y subespecies endémicas de Canarias.; (M) = especies y subespecies endémicas de la Macaronesia. Nid Can = especie nidificante en Canarias.

Nombre común		Nombre científico	Nid Can	Estatus	CNEA	DIRECT.	BERNA	BONN	CITES	CEAC	RD439/1990	D151/2001
						AVES					(Orden	
1. Gavilán común		<i>Accipiter nisus granti</i>	X	NS	IE	I	II	II	C1	IE	IV	IE
2. Ratónero común		<i>Buteo buteo insularum</i> ©	X	NS	IE		II	II	C1	IE	IV	IE
3. Cernícalo vulgar		<i>Falco tinnunculus canariensis</i>	X	NS	IE		II	II	C1	IE	IV	IE
4. Halcón de Berbería		<i>Falco peregrinoides</i>	X	NS	E		II	II	C1	E	I	
5. Perdiz moruna		<i>Alectoris barbara koenigi</i>	X	IS		I,II,III	III					
6. Gaviota patiamarilla		<i>Larus cachinnans</i>	X	NS		II						
7. Paloma bravía		<i>Columba livia canariensis</i> ©	X	NS		II	III					
8. Paloma rabiche		<i>Columba junoniae</i>	X	NS	S	I	II			S		
9. Tórtola común		<i>Streptopelia turtur turtur</i>	X	NS		II	III	II				
10. Tórtola turca*		<i>Streptopelia decaocto</i> *	X	?		II	III					
11. Tórtola de cabeza rosa*		<i>Streptopelia roseogrisea</i> *	X	IS								
12. Vencejo unicolor		<i>Apus unicolor</i> (M)	X	NS	IE		II			IE	IV	IE
13. Bisbita caminero		<i>Anthus berthelotii berthelotii</i>	X	NS	IE		II			IE	IV	IE
14. Lavandera cascadeña		<i>Motacilla cinerea canariensis</i>	X	NS	IE		II			IE	IV	IE
15. Petirrojo		<i>Eritacus rubecula superbus</i>	X	NS	IE		II	II		IE	IV	IE
16. Mirlo común		<i>Turdus merula cabreræ</i>	X	NS		II		II				
17. Curruca tomillera		<i>Sylvia conspicillata orbitalis</i>	X	NS	IE		II	II		IE	IV	IE
18. Curruca cabecinegra		<i>Sylvia melanocephala</i>	X	NS	IE		II	II		IE	IV	IE
19. Curruca capirotada		<i>Sylvia atricapilla heineken</i>	X	NS	IE		II	II		IE	IV	IE
20. Mosquitero canario		<i>Phylloscopus canariensis</i>	X	NS	IE		II	II		IE	IV	E
21. Revezuelo sencillo		<i>Regulus regulus teneriffæ</i> ©	X	NS	IE		II	II		IE	IV	IE
22. Herrerillo común		<i>Parus caeruleus teneriffæ</i> ©	X	NS	IE		II			IE	IV	S
23. Pinzón vulgar		<i>Fringilla coelebs canariensis</i>	X	NS	IE		III			IE		
24. Canario		<i>Serinus canarius</i> (M)	X	NS			III					
25. Cuervo**		<i>Corvus corax canariensis</i> ©	X	NS			III			S		


\* Las tórtolas turca y de cabeza rosa son especies muy difíciles de distinguir en el campo (o aún en mano) y además presentan formas híbridas, por lo que no tenemos absoluta seguridad en cuanto a las identificaciones realizadas respecto a si es una u otra especie. \*\* Observado fuera de los puntos de escucha en algunas localidades de sabinar, incluida la parcela de restauración de la Finca de Siete Fuentes en el Bco. de Taburco (Teno).

**Figura 3.5:** Dendrograma de afinidad jerárquico de las estaciones de censo de aves. Calculado mediante el porcentaje de similitud de Bray-Curtis, con los datos de abundancia global transformados como  $\log(x+1)$  y distanciamiento promedio, en base a la composición y abundancia.




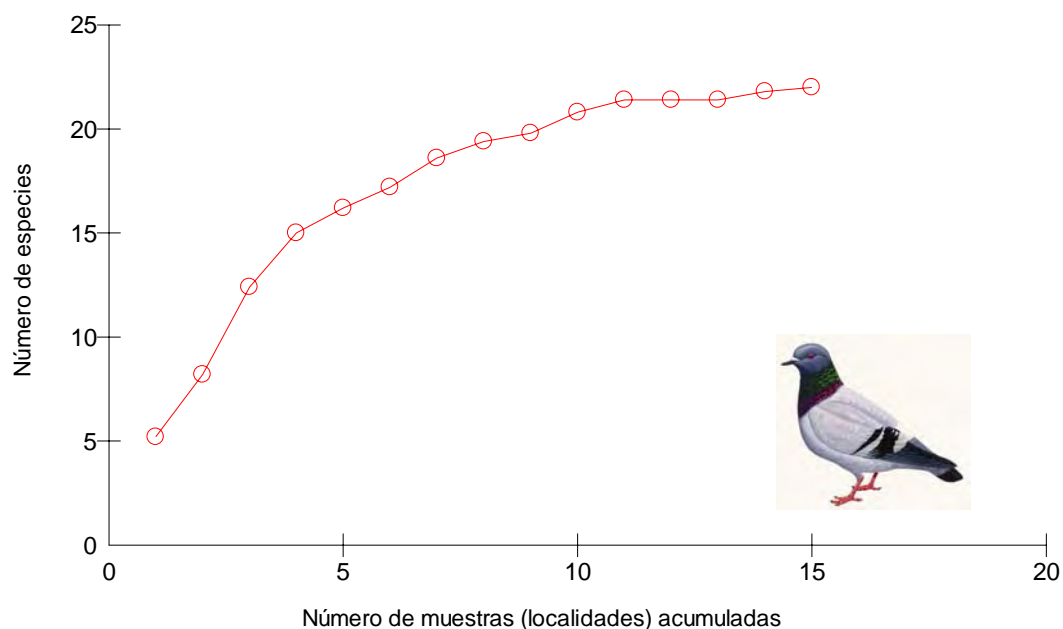


**Tabla 3.5:** Estadísticos descriptivos por localidad de censo de aves en sabinares y otras formaciones termófilas, basados en el conjunto de los puntos de escucha (DT = desviación típica; Var = varianza de los datos; riqueza o número de especies = S; d = índice de riqueza de Margalef; J' = Equitatividad de Pielou; H' = Diversidad de Shannon). Se han ordenado las localidades por orden decreciente de diversidad ornítica.

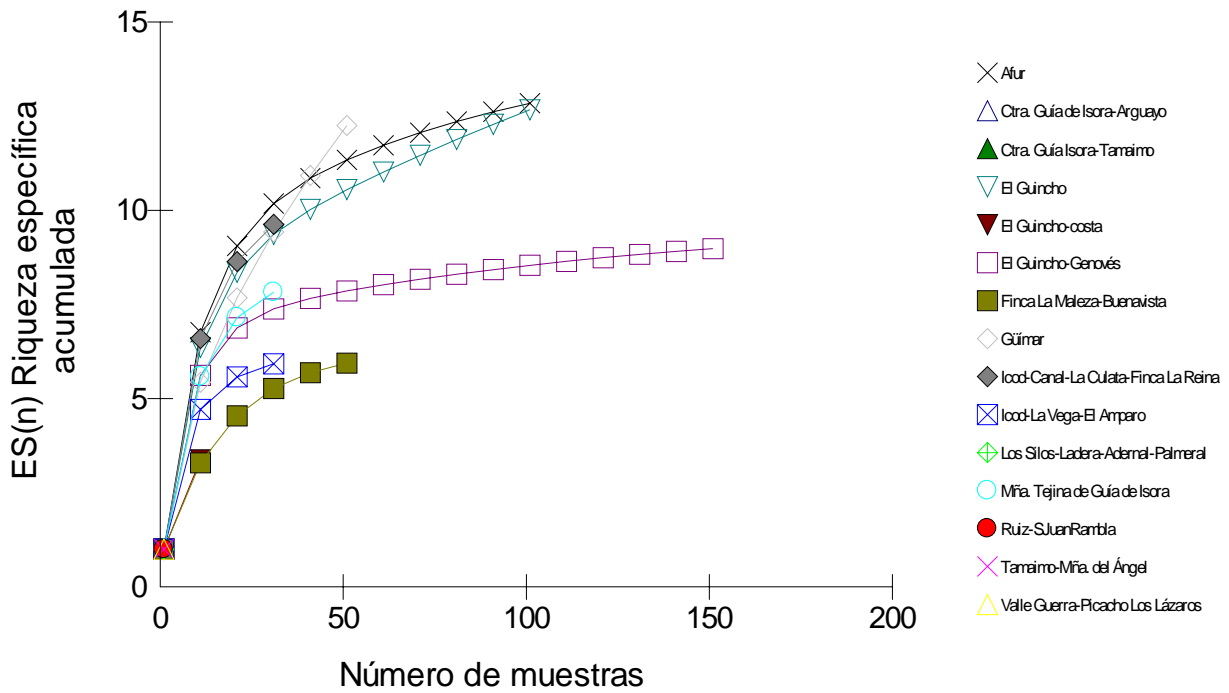
Localidad		Nº medio ind.	DT	Var	Nº máximo ind.	Intervalo de confianza
Afur		4,96	6,43	41,28	23	17,251
Ctra. Guía de Isora-Arguayo		0,23	0,75	0,57	3	0,236
Ctra. Guía Isora-Tamaimo		0,41	0,96	0,92	4	0,384
El Guincho		5,00	7,24	52,48	27	21,928
El Guincho-costa		0,73	2,14	4,59	9	1,918
El Guincho-Genovés		7,00	11,54	133,14	39	55,637
Finca La Maleza-Buenavista		2,46	8,49	72,07	40	30,116
Güímar		2,59	5,32	28,35	23	11,846
Icod-Canal-La Culata-Finca La Reina		1,68	2,44	5,94	8	2,483
Icod-La Vega-El Amparo		1,77	3,70	13,71	14	5,728
Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral		0,27	0,63	0,40	2	0,166
Mña. Tejina de Guía de Isora		1,64	3,13	9,77	13	4,081
Ruiz-SJuanRambla		0,46	1,06	1,12	4	0,467
Tamaimo-Mña. del Ángel		0,41	1,10	1,21	5	0,504
Valle Guerra-Picacho Los Lázaros		0,32	0,78	0,61	3	0,254

**Tabla 3.6.** Valores de abundancia global (N) (todas las especies), e índices de diversidad univariantes por localidad de censo de aves en sabinares y otras formaciones termófilas, basados en el conjunto de los puntos de escucha (riqueza o número de especies = S; d = índice de riqueza de Margalef; J' = Equitatividad de Pielou; H' = Diversidad de Shannon). Se han ordenado las localidades por orden decreciente de diversidad ornítica.

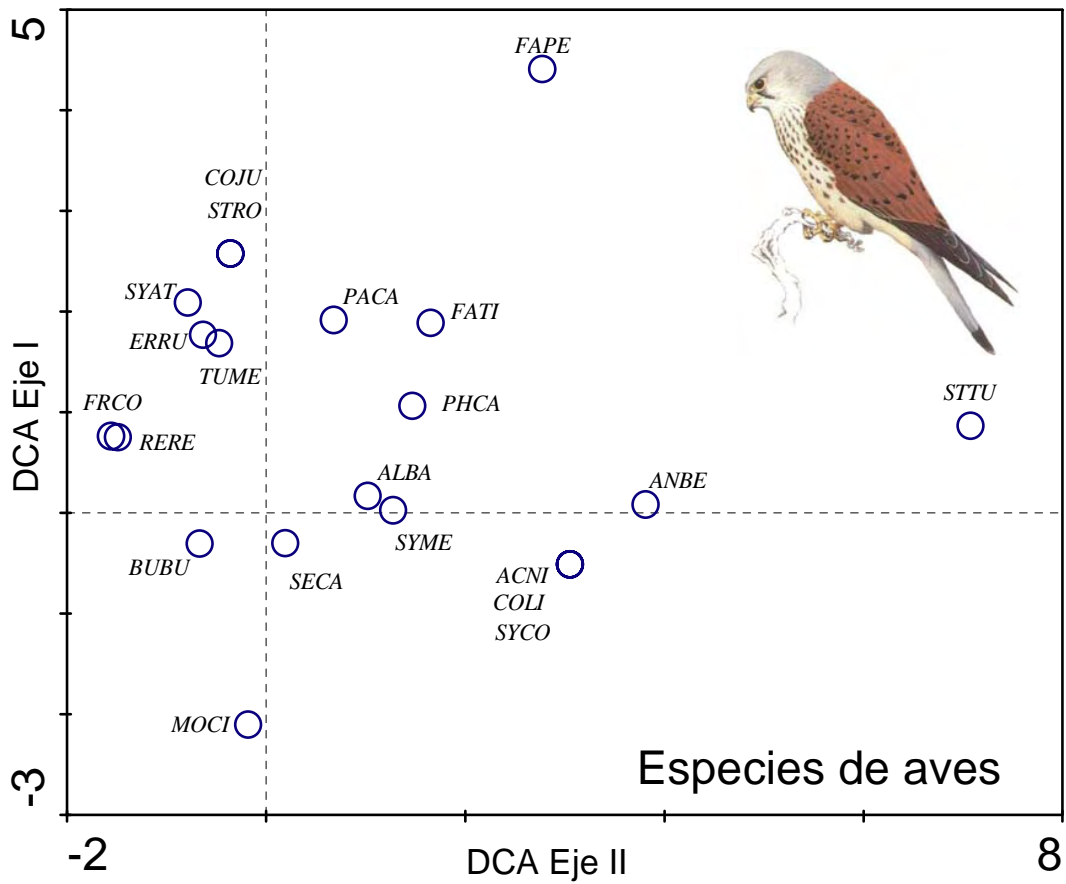
Localidad 	S	Número de individuos	d	J'	H'
Afur	13	109	2,56	0,89	2,28
El Guincho	13	110	2,55	0,85	2,17
Icod-Canal-La Culata-Finca La Reina	10	37	2,49	0,92	2,12
El Guincho-Genovés	9	154	1,59	0,88	1,93
Ladera de Güímar	13	57	2,97	0,73	1,88
Mña. Tejina de Guía de Isora	8	36	1,95	0,87	1,81
Icod-La Vega-El Amparo	6	39	1,36	0,89	1,59
Ctra. Guía Isora-Tamaimo	5	9	1,82	0,89	1,43
Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral	4	6	1,67	0,96	1,33
Bco. Ruiz-S. Juan de la Rambla	4	10	1,30	0,96	1,33
Tamaimo-Mña. del Ángel	5	9	1,82	0,81	1,30
Valle Guerra-Picacho Los Lázaros	4	7	1,54	0,92	1,28
El Guincho-costa	4	16	1,08	0,75	1,03
Finca La Maleza-Buenavista	6	54	1,25	0,54	0,96
<i>Ctra. Guía de Isora-Arguayo</i>	2	5	0,62	0,97	0,67



**Figura 3.6.** Estabilización del número de especies de aves detectado con el esfuerzo de muestreo en sabinares y formaciones termófilas similares de Tenerife.



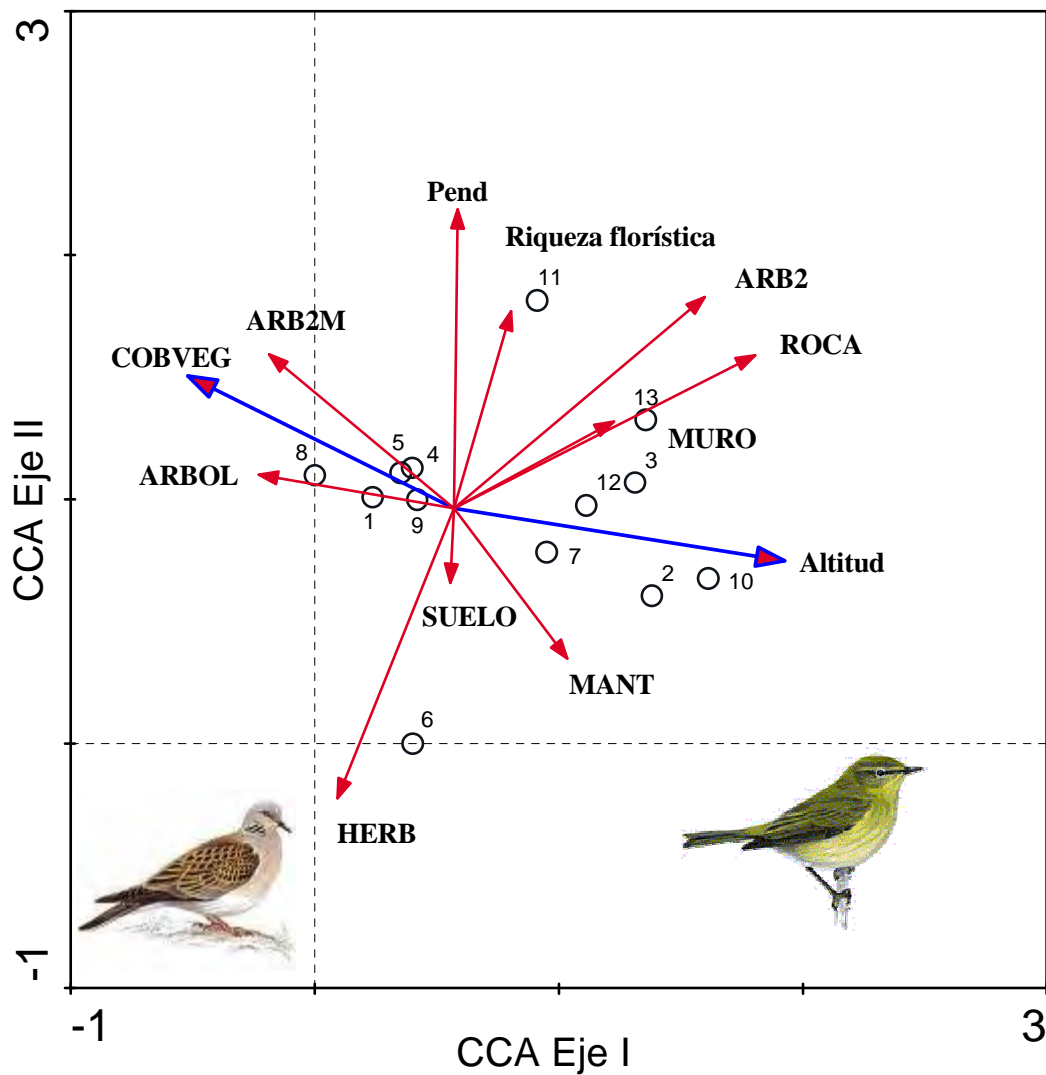
**Figura 3.7.** Rarefacción de las especies de aves detectadas en puntos de escucha en las localidades de seguimiento en sabinares y otros reductos termófilos de Tenerife. Se representa la tasa de aparición de nuevas especies a medida que se acumula un mayor número de registros o muestras (abscisas) –basado en la información obtenida en los puntos de escucha. La estabilización de las curvas hacia una asíntota mostraría el punto en el cual el no se requeriría un mayor tamaño muestral para describir la riqueza de aves (en nº de especies presentes). Con las densidades, se observa una tendencia a la estabilización de las curvas de rarefacción hacia las 100 muestras para algunas localidades. Las curvas superiores muestran una mayor tasa de acumulación de especies y por tanto una mayor diversidad.



**Figura 3.8:** Diagrama bidimensional del análisis de correspondencias corregido para la ornitofauna del bosque termófilo (DCA, ver métodos para detalles). Se muestran las especies ordenadas en el espacio definido por los dos primeros ejes que describen la asociación o similitud entre especies (% de varianza acumulada para los dos ejes = 54,2%). Las distancias de los ejes son unidades de desviación estándar. A mayor distancia menor asociación espacial entre las distintas especies y menor correlación entre las mismas. Códigos de las especies: FAPE = *F. pelegrinoides*; COJU = *C. junoniae*; STRO = *S. roseogrisea*; SYAT = *S. atricapilla*; ERRU = *E. rubecula*; TUME = *T. merula*; PACA = *P. caeruleus*; FATI = *F. tinnunculus*; FRCO = *F. coelebs*; RERE = *R. regulus*; PHCA = *P. canariensis*; ALBA = *A. barbara*; ANBE = *A. berthelotii*; STTU = *S. turtur*; BUBU = *B. buteo*; SECA = *S. canarius*; SYME = *S. melanocephala*; ACNI = *A. nissus*; COLI = *C. livia*; SYCO = *S. conspicillata*; MOCI = *M. cinerea*.

**Tabla 3.7.** Resultado del análisis canónico de correspondencias (CCA) entre la composición y diversidad ornítica y las variables (continuas) que describen el hábitat prospectado. La tabla resume los resultados de la regresión realizada con proceso de selección por pasos de las variables, listando estas en el orden en que van siendo incluidas en el modelo que explica las relaciones aves/hábitat. Se muestra la varianza que explica cada variable (Lambda-A) y el valor del estadístico de regresión  $F$  y su probabilidad o significación estadística  $p$ , computada mediante test de permutación de Monte Carlo con 500 aleatorizaciones en el paquete estadístico Canoco para windows (ver métodos). Nivel de significación: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ . La altitud y la cobertura vegetal total son las dos variables que el modelo ha incluido como significativamente influyentes en la comunidad de aves.

<b>Variable</b>	<b>Código de variable</b>	<b>Nº de variable</b>	<b>Lambda-A</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Altitud</b>	Alt	1	0,12	1,83	0,016*
<b>Cobertura vegetal total</b>	COBVEG	6	0,13	2,06	0,008**
Pendiente	Pend	2	0,09	1,62	0,080
Cobertura herbácea	HERB	7	0,08	1,51	0,140
Interacción Altitud x pendiente	Alt*Pend	14	0,07	1,40	0,210
Altura del muro o talud	MURO	11	0,07	1,44	0,222
Cobertura de suelo	SUELO	4	0,06	1,26	0,300
Interacción Altitud x riqueza florística	Alt*RIQU	15	0,05	1,14	0,338
Cobertura estrato arbustivo >2m altura	ARB2M	9	0,07	1,63	0,240
Cobertura de roca	ROCA	3	0,05	1,70	0,246
Cobertura estrato arbustivo <2m altura	ARB2	8	0,04	1,21	0,412
Cobertura de mantillo	MANT	5	0,02	0,00	1,000



**Figura 3.9:** Análisis canónico de correspondencias (CCA) representando las relaciones entre variables ambientales en las estaciones de censo de aves, en el plano de ordenación definido por los dos primeros ejes del análisis (39% de varianza acumulada). Interpretación del diagrama: las flechas indican la dirección del cambio más intenso en la variable ambiental; su longitud revela la importancia de la variable en la estructura de la comunidad y su capacidad predictiva; su dirección señala su mayor o menor grado de asociación al eje respectivo; el ángulo entre flechas indica la correlación entre las variables (a menor ángulo, mayor asociación entre variables); la posición de las especies respecto a las variables sugiere la asociación preferente de cada especie con determinados rasgos del gradiente. Se señalan en azul los vectores que representan a las dos variables (cobertura vegetal y altitud) que significativamente explican la interacción aves-hábitat en las zonas de estudio (representadas por los números asociados a los círculos). Nótese que la longitud total de gradiente no alcanza más de dos desviaciones típicas en cada uno de los ejes, de donde se deduce que el gradiente ambiental altitudinal y de cobertura vegetal no es muy intenso. Véase Tabla 7 para códigos de las variables.



**Figura 3.10:** La Tórtola de cabeza rosa o de collar es una especie introducida en Canarias que está experimentando una notable expansión en zonas urbanas, periurbanas y rurales, dándose incluso casos de naturalización en ecosistemas naturales. Se trata de una forma doméstica de una especie que es nativa de la franja subsahariana comprendida entre Mauritania y Arabia (Martín & Lorenzo, 2001, p. 434). Durante el seguimiento de la avifauna en este proyecto LIFE hemos detectado la presencia y nidificación de esta tórtola en una localidad de sabinar (El Guincho). De hecho, se encontró una pareja nidificando en una sabina centenaria de este lugar (mayo de 2006, altitud: 172 m; UTM (28RCS- x = 329547; y = 3139568).

## Apéndices

**Apéndice 1:** Estadillo para la toma de datos en estaciones de seguimiento de aves (puntos de escucha) en sabinares.



## CENSO AVES BOSQUE TERMÓFILO

<b>Point count n°</b>	
---------------------------	--

Isla:	Localidad:
Fecha	S

Datos localización general

Observador Mañana: __ Tarde: __	Hora in	Hora fin	UTMx				UTMy				Altitud						
			1														
			2														
			3														
			4														
			5														
			6														
			7														
			8														
			9														
			10														
Tiempo Pto.	Despejado			Nublado			Nubes/claros			Llovizna			Brisa débil		Viento moderado		
<b>SPPaves</b>	<b>1</b>				<b>2</b>				<b>3</b>				<b>4</b>				
	25	50	100	>100	25	50	100	>100	25	50	100	>100	25	50	100	>100	
Phy																	
Reg																	
Par																	
Eri																	
Tur																	
Ser																	
Ant																	
Symel																	
Syatr																	
Sycon																	
Colliv																	
Streptur																	
Motacin																	
Alecbarb																	
Falctin																	



Hábitat	1				2				3				4			
Pte(%)																
Cob.roca																
Cob.suelo																
Cob.mantil																
Cob.herba																
Cob.arbu2																
Cobarbu+2																
Cobarbol																
Muro/Talud (alt)																
Escombros																
Basura																

**Apéndice 2:** Estadillo para la toma de datos en transectos de censo de aves en sabinares.



## ESTADILLO CENSO AVES BOSQUE TERMÓFILO

<i>Line transect</i>	Isla: TENERIFE	Localidad: _____
Transect nº _____	S	

### Datos localización general

Observador	Fecha	Hora in	Hora fin	UTMx	UTMy	Altitud
Mañana: __ Tarde: __				in	in	
				int	int	
				fin	fin	

### Tiempo

Transecto /hora	Despej	Nublado	Nubes /claros	Llovizna	Brisa débil	Viento moder	V. fuerte	UTM	UTM
							UTM+		

Especies	SUBTRANSECTOS (100 X 50 m; 0,5 ha)																			
aves	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Phy																				
Reg																				
Par																				
Eri																				
Tur																				
Fri																				
Ser																				
Ant																				
Symel																				
Syatr																				
Sycon																				
Colliv																				
Streptur																				
Motacin																				
Carcann																				
Carcar																				
Alecbarb																				
Falctin																				

Buteo																				
Hábitat																				
Especies																				
	UTMx									UTMy										

**Apéndice 3:** Localización de enclaves adicionales de sabinar y otros restos termófilos durante los censos de aves en el periodo 2005-2006 (Tenerife). Se muestran las UTM de individuos aislados (en el caso de ejemplares de porte arbóreo) encontrados en los enclaves.

<b>Localidad</b>	<b>UTMx</b>	<b>UTMy</b>	<b>Altitud</b>	<b>Especies vegetales de la flora local</b>
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Globularia salicina</i>
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Ruta pinnata</i>
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Rhamnus crenulata</i>
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Athalanthus pinnatus</i>
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Hypericum canariense</i>
El Guincho	329861	3139517	221	<i>Olea cerasiformis</i>
El Guincho	329861	3139517	221	<i>Pistacia atlantica</i>
El Guincho	329861	3139517	221	<i>Globularia salicina</i>
El Guincho	329613	3139553	206	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
San Juan Rambla	340477	3141629	216	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
San Juan Rambla	340464	3141630	216	<i>Limonium arborescens</i>
San Juan Rambla	340487	3141589	246	<i>Limonium arborescens</i>
Afur	378494	3159734	429	<i>Helianthemum sp.</i>
La Guancha-Hoya de Pablos	336282	3140253	378	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
La Guancha-Hoya de Pablos	336282	3140253	378	<i>Globularia salicina</i>
La Guancha-Hoya de Pablos	336282	3140253	378	<i>Hypericum canariense</i>
Ctra. Guía de Isora-Arguayo	325426	3124217	851	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
Ctra. Arafo	361400	3137880	630	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>


Ctra. Arafo (Los Loros)	361130	3137536	627	<i>Olea cerasiformis</i>
Ctra. Arafo (Los Loros)	361090	3137491	634	<i>Olea cerasiformis</i>
Ctra. Gral. Del Sur Fasnia-Güímar	359557	3126703	485	<i>Olea cerasiformis</i>
Ctra. Gral. Del Sur Fasnia-Güímar	359557	3126703	485	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
Bco. Herques	358909	3125507	504	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
Bco. Herques	358909	3125507	504	<i>Olea cerasiformis</i>
Bco. Herques	358779	3125580	525	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
Bco. Herques	358730	3125562	537	<i>Juniperus turbinata ssp. canariensis</i>
Bco. Herques	358665	3125579	545	<i>Olea cerasiformis</i>
Bco. Herques	359036	3125461	503	<i>Pistacia atlantica</i>
Bco. Herques	359036	3125461	503	<i>Olea cerasiformis</i>


**Apéndice 4:** Avistamientos de especies representativas de la avifauna en localidades adicionales prospectadas durante las labores de seguimiento en sabinar y otros restos termófilos en el periodo 2005-2006 (Tenerife). Se muestran las UTM de las especies avistadas.

Localidad	UTMx	UTMy	Altitud	Especie	n° indiv.	Observaciones
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Buteo buteo</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Columba livia</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Apus unicolor</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Erithacus rubecula</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Phylloscopus canariensis</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Serinus canarius</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Parus caeruleus</i>		
El Guincho	329141	3139364	355	<i>Sylvia melanocephala</i>		
Los Silos-Ladera- Adernal-Palmeral	319361	3138156	314	<i>Alectoris barbara</i>	9	
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Buteo buteo</i>	4	posible grupo familiar
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Falco tinnunculus</i>		
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Alectoris barbara</i>	1	exx levantado
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Anthus berthelotii</i>		
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Phylloscopus canariensis</i>		
Montaña de Taco- Buenavista	319766	3139609	157	<i>Sylvia conspicillata</i>		
Afur	378330	3159595	374	<i>Anthus berthelotii</i>	1	territorial
Afur				<i>Buteo buteo</i>	1	posible nido en Roque Páez
Afur	378408	3159659	382	<i>Alectoris barbara</i>	1	excremento
Afur	378048	3159580	323	<i>Alectoris barbara</i>	2	2 exx
Afur	378048	3159580	323	<i>Serinus canarius</i>		varios exx
Afur	378152	3159600	328	<i>Anthus berthelotii</i>	1	reclamos
Afur	378157	3159611	316	<i>Alectoris barbara</i>	2	
Afur	378157	3159611	316	<i>Columba livia</i>	2	volando
Afur	378262	3159652	319	<i>Falco tinnunculus</i>	1	
Afur	378262	3159652	319	<i>Erithacus rubecula</i>		


Localidad	UTMx	UTMy	Altitud	Especie	n° indiv.	Observaciones
Afur	378262	3159652	319	<i>Phylloscopus canariensis</i>		
Afur				<i>Corvus corax</i>	2	avistadas por cabrero en abril
Afur	378426	3159653	359	<i>Alectoris barbara</i>	2	
Ctra. Tamaimo- Chío-Mña. del Ángel	321534	3127212	630	<i>Corvus corax</i>	1	exx acosado por Falco tin.
Ctra. Tamaimo- Chío-Mña. del Ángel	321534	3127212	630	<i>Falco tinnunculus</i>	1	
Tejina de Guía (Isora)	327125	3119690	694	<i>Anthus berthelotii</i>	1	
Ctra. Arafo- La Esperanza	359678	3139611	1203	<i>Buteo buteo</i>	2	pareja
Ctra. Arafo- La Esperanza	359678	3139611	1203	<i>Falco tinnunculus</i>	1	macho ad.
Bco. Herques	359036	3125461	503	<i>Falco pelegrinoides</i>	1	cazando paloma bravía
Bco. Herques	359036	3125461	503	<i>Falco tinnunculus</i>	1	acosando al Tagarote
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes	3153269	3135589	750	<i>Corvus corax</i>	3	2 juv. + 1 ad. grupo familiar
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes	3153269	3135589	750	<i>Buteo buteo</i>	1	
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes	3153269	3135589	750	<i>Alectoris barbara</i>	7	
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes	3153269	3135589	750	<i>Falco tinnunculus</i>	1	
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes	3153269	3135589	750	<i>Anthus berthelotii</i>	varios	


**Apéndice 5:** Datos de localidades adicionales de sabinas (*Juniperus turbinata ssp. canariensis*) obtenidos durante los inventarios de campo en la isla de Tenerife.

Localidad		UTMx	UTMy	Altitud
El Guincho		329141	3139364	355
Los Silos-Ladera-Adernal-Palmeral		319361	3138156	314
Montaña de Taco-Buenavista		319766	3139609	157
Afur		378330	3159595	374
Afur		378408	3159659	382
Afur		378048	3159580	323
Afur		378152	3159600	328
Afur		378157	3159611	316
Afur		378262	3159652	319
Afur		378426	3159653	359
Ctra. Tamaimo-Chío-Mña. del Ángel		321534	3127212	630
Tejina de Guía de Isora		327125	3119690	694
Ctra. Arafo-La Esperanza		359678	3139611	1203
Bco. Herques		359036	3125461	503
Bco. Taburco, Finca Siete Fuentes		315327	3135589	750
El Guincho		328969	3139315	363
El Guincho		328930	3139319	363
El Guincho		328993	3139306	363
El Guincho-costa		329360	3140231	40
El Guincho-costa		329398	3140429	50
El Guincho		329555	3139552	216
El Guincho		329719	3139526	209
Ruiz-SJuanRambla		340456	3141671	180
Ruiz-SJuanRambla		340488	3141617	240
Afur		377682	3159808	143
Afur		377818	3159809	158
Afur		377967	3159765	171
Afur		378051	3159763	197
Afur		377899	3159674	227
Güímar		360690	3130426	703
Güímar		360564	3130387	740
Güímar		360434	3130451	735


<b>Localidad</b>		<b>UTMx</b>	<b>UTMy</b>	<b>Altitud</b>
Güímar		360249	3130460	790
Güímar		360230	3130493	790
Güímar		360147	3130539	804
Finca La Maleza-Buenavista-Sabina centenaria		318135	3138725	166
Tamaimo-Mña. del Ángel		321904	3127678	660
Ctra. Guía Isora-Tamaimo		323499	3125686	720
Ctra. Guía de Isora-Arguayo		323611	3125807	765
Mña. Tejina de Guía de Isora		327237	3119635	719
Mña. Tejina de Guía de Isora		327321	3119556	781
Mña. Tejina de Guía de Isora		327339	3119529	794
Mña. Tejina de Guía de Isora		327357	3119466	791
Mña. Tejina de Guía de Isora		327480	3119445	836
Mña. Tejina de Guía de Isora		327329	3119383	740
El Guincho-Genovés		329620	3139362	322
El Guincho-Genovés		329606	3139464	268
El Guincho-Genovés		329601	3139533	227
El Guincho-Genovés		329692	3139522	207
El Guincho-Genovés		329886	3139490	223
El Guincho-Genovés		330026	3139558	215
El Guincho-Genovés		330468	3139485	218
El Guincho-Genovés		330607	3139334	218
El Guincho-Genovés		329093	3139308	371
El Guincho-Genovés		328973	3139310	366
El Guincho-Genovés		328914	3139331	360
El Guincho-Genovés		328866	3139264	383
Afur		378351	3159518	360
Afur		378335	3159594	369
Afur		378432	3159731	399
Afur		378623	3159754	429
Afur		378719	3159935	396
Afur		378634	3160015	396
Afur		378506	3160227	435
El Guincho		329231	3139618	106
El Guincho		329048	3139562	159



<b>Localidad</b>		<b>UTMx</b>	<b>UTMy</b>	<b>Altitud</b>
El Guincho		328872	3139522	148
El Guincho		329040	3139542	175
El Guincho		329331	3139533	193
El Guincho		329547	3139568	172
El Guincho		329141	3139364	355
El Guincho		329861	3139517	221
El Guincho		329613	3139553	206
San Juan Rambla		340477	3141629	216
San Juan Rambla		340464	3141630	216
San Juan Rambla		340487	3141589	246
Afur		378494	3159734	429
La Guancha-Hoya de Pablos		336282	3140253	378
Ctra. Guía de Isora-Arguayo		325426	3124217	851
Ctra. Arafo		361400	3137880	630
Ctra. Arafo (Los Loros)		361130	3137536	627
Ctra. Arafo (Los Loros)		361090	3137491	634
Ctra. Gral. Del Sur Fasnía-Güfmar		359557	3126703	485
Ctra. Gral. Del Sur Fasnía-Güfmar		359557	3126703	485
Bco. Herques		358909	3125507	504
Bco. Herques		358779	3125580	525
Bco. Herques		358730	3125562	537
Bco. Herques		358665	3125579	545
Bco. Herques		359036	3125461	503
Tejina Guía de Isora		327263	3119430	725
Tejina Guía de Isora		327352	3119473	785
Tejina Guía de Isora		327374	3119517	810
Tejina Guía de Isora		327340	3119524	775
Tamaimo		322065	3127607	750
Tamaimo		321943	3127550	780
Tamaimo		321924	3127566	750
Tamaimo		321915	3127574	730
Bco. Tamadaya		352283	3119635	555
Bco. Tamadaya		352368	3119461	550
Arico		354792	3119067	395

<b>Localidad</b>		<b>UTMx</b>	<b>UTMy</b>	<b>Altitud</b>
Arico		354745	3118988	385
Bco. Lere		354054	3117950	415
Bco. Rio		350092	3113933	458
Las Vegas		348492	3114423	650
La Sabinita		351558	3119135	820
La Sabinita		351587	3119124	810
La Sabinita		351693	3119091	775
Bco. Tamadaya		352930	3118583	570
Bco. Tamadaya		352961	3118570	575
Bco. Icor		356776	3120943	395
Taburco, Rocas de la Galera		314667	3134647	565
Mña. Taco, Buenavista		319872	3139736	230
Mña. Taco, Buenavista		319992	3139756	250
Bco. de las Goteras, Güfmar		361482	3139470	850
Bco. de las Vigas Güfmar		362246	3139311	715
Bco. Añavingo, Güfmar		358866	3136404	770
Bco. Añavingo, Güfmar		358866	3136402	785
Afur Sur		378350	3159900	320
Afur Sur		378400	3160030	360
Afur Norte Mar		378330	3160210	420
Bco. Piedra Cumplida, Arafo		359675	3137244	820
Güfmar		361106	3137341	635
Bco. de las Ovejas, Güfmar		359065	3133267	710
Ladera de Güfmar		361835	3130472	480
Ladera de Güfmar		360962	3130538	555
Playa San Marcos		331362	3140541	95
Bco. Taburco, Teno		315080	3134945	550

**Apéndice 6:** Observaciones de *Apus unicolor* (Apodidae) en el área de influencia de puntos de escucha en sabinares y restos termófilos en Tenerife.

Localidad 	UTMx	UTMy	Altitud (m)	Mes	Año	<25 50 100 >100			
						Radio del punto de escucha (m)			
El Guincho	329555	3139552	216	6	2006	x			
Ruiz-SJuanRambla	340456	3141671	180	6	2006	x			
Ruiz-SJuanRambla	340488	3141617	240	6	2006	x			
Güímar	360690	3130426	703	6	2006	x	x	x	
Güímar	360564	3130387	740	6	2006	x	x		
Güímar	360434	3130451	735	6	2006	x	x	x	
Güímar	360249	3130460	790	6	2006	x	x	x	x
Güímar	360230	3130493	790	6	2006	x	x	x	x
Güímar	360147	3130539	804	6	2006	x	x	x	x
Ctra. Guía de Isora- Arguayo	323611	3125807	765	4	2006	x	x	x	x
Mña. Tejina de Guía de Isora	327357	3119466	791	5	2006		x		
Mña. Tejina de Guía de Isora	327480	3119445	836	5	2006		x		
Mña. Tejina de Guía de Isora	327329	3119383	740	5	2006	x			
El Guincho-Genovés	329620	3139362	322	5	2006		x		
El Guincho-Genovés	329601	3139533	227	5	2006			x	
El Guincho-Genovés	330468	3139485	218	5	2006		x		
El Guincho-Genovés	329093	3139308	371	4	2006		x		
El Guincho-Genovés	328973	3139310	366	4	2006		x		
El Guincho-Genovés	328914	3139331	360	4	2006		x		
El Guincho-Genovés	328866	3139264	383	4	2006		x		
Afur	378623	3159754	429	4	2006				x
Afur	378506	3160227	435	4	2006		x		

**Apéndice 7:** Resumen de las variables ambientales descriptivas (sólo variables continuas) del hábitat usadas en los análisis multivariantes del uso del hábitat por las aves.

<b>Variab</b>	<b>Afur</b>	<b>Ctra. Guía de Isora-Arguayo</b>	<b>Ctra. Guía Isora-Tamaimo</b>	<b>El Guincho</b>	<b>El Guincho-Genovés</b>	<b>Finca La Maleza-Buenavista</b>	<b>Güümar</b>	<b>Icod-Canal-La Culata-Finca La Reina</b>	<b>Icod-La Vega-El Amparo</b>	<b>Mña. Tejina de Guía de Isora</b>	<b>Ruiz-SJuanRambla</b>	<b>Tamaimo-Mña. del Ángel</b>	<b>Valle Guerra-Picacho Los Lázaros</b>
Altitud (m)	306,67	765,00	720,00	172,25	281,50	166,00	760,33	454,67	413,75	776,83	210,00	660,00	270,00
Pendiente(°)	34,58	16,00	15,00	31,25	35,83	0,00	40,00	38,33	30,00	33,33	37,50	45,00	25,00
Cobertura de roca	30,92	50,00	80,00	64,38	51,67	10,00	65,83	11,67	8,75	72,50	67,50	30,00	40,00
Cobertura de suelo	35,83	50,00	20,00	50,00	39,17	60,00	34,17	8,67	1,00	9,50	32,50	70,00	60,00
Cobertura de mantillo	11,00	25,00	10,00	16,88	17,92	40,00	17,17	13,33	0,50	17,50	7,50	15,00	70,00
Cobertura vegetal total	80,83	70,00	70,00	76,25	82,50	70,00	81,67	90,00	80,00	72,50	75,00	85,00	70,00
Cobertura estrato herbáceo	47,08	40,00	10,00	4,44	6,83	65,00	4,67	13,33	7,25	18,33	3,00	35,00	1,00
Cobertura estrato arbustivo <2m altura	42,08	50,00	60,00	46,25	38,75	5,00	60,00	13,33	50,00	48,33	75,00	60,00	15,00
Cobertura estrato arbustivo >2m altura	18,33	10,00	1,00	41,88	41,25	25,00	26,33	50,00	27,50	6,33	25,00	35,00	75,00
Cobertura de árboles	9,33	20,00	2,00	7,50	17,50	5,00	14,50	23,33	3,75	4,17	0,00	5,00	10,00
Altura de muro o talud (m)	6,40	1,50	1,50	2,50	6,25	2,00	41,60	5,00	5,25	1,50	40,00	4,00	25,00
Riqueza de especies vegetales (n°)	16,17	12,00	14,00	18,38	22,33	10,00	25,00	12,00	12,50	12,00	22,00	18,00	19,00

#### **4. Seguimiento ecológico de la plantación de febrero 2006**

El objetivo del seguimiento de la primera plantación en la zona de restauración en el Barranco de Taburco consiste en el análisis de la tasa de supervivencia de la plantación, del estado de los pies plantados y de los factores microambientales que podrían influir en la supervivencia de las plántulas. De esta forma, se intenta obtener información de gran importancia sobre la adaptación de las especies restauradas y, en general, sobre la evolución y el posible éxito del proyecto LIFE.

#### **Métodos**

##### *Toma de datos*

En febrero de 2006 se plantaron en la zona de restauración del proyecto LIFE en el Barranco de Taburco en Teno Alto 232 pies de sabina (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) y 105 pies de acebuche (*Olea cerasiformis*), haciendo un total de 337 pies plantados. La parcela de plantación se ubica en la parte central del Barranco de Taburco, aproximadamente entre los 730 y 780 m sobre el nivel del mar. El seguimiento de la plantación se efectuó en noviembre de 2006, inmediatamente después de las primeras lluvias invernales. De esta manera, la planta ha tenido tiempo para reaccionar y rebrotar, lo que facilita la clasificación de su estado vital. Durante el seguimiento se tomaron datos vitales, florísticos y ambientales de cada pie plantado. La información florística y ambiental hace referencia a un círculo de 1 m de radio alrededor de cada plántula. Los datos tomados fueron los siguientes:

##### *Datos vitales del individuo plantado*

- Altura de la plántula (cm).
- Diámetro máximo y diámetro perpendicular al primero (cm). Con estos datos se calcula el diámetro medio del individuo y, utilizando la altura, el biovolumen del individuo (cilindro mínimo en el que encaja el individuo formado multiplicando el círculo por la altura).
- Estado vital de la plántula, estimado visualmente. Un individuo vivo es aquel que aún posee hojas verdes, mientras que un individuo se considera muerto

cuando sólo posee hojas marrones secas o ha perdido todas las hojas y no muestra rebrotes.

- Porcentaje de hojas verdes. Se estima visualmente el porcentaje de hojas verdes en relación con la parte marrón y seca del individuo.

#### *Datos microambientales*

- Presencia / ausencia del protector. Se controla si el protector (malla de plástico negro) está aún presente o se ha perdido.
- Señales de depredación. Se anota si la plántula muestra señales de depredación (hojas o ramitas comidas) y, en su caso, se intenta averiguar de qué depredador (cabra, conejo, roedores, etc.).
- Pendiente, en grados.
- Porcentaje de rocas en la superficie. Se estima visualmente el % de rocas en el círculo que rodea a cada plántula no teniendo en cuenta si están cubiertas o no por vegetación.
- Porcentaje de pedregosidad. Estimado de la misma forma.
- Porcentaje de suelo. Estimado de la misma forma. El total de las tres últimas variables ha de ser siempre igual a 100%.
- Exposición. Se distinguen dos exposiciones: E y SO, puesto que la parcela de plantación está ubicada en una pequeña vaguada.

#### *Datos florísticos*

- Composición florística. Se realiza el catálogo de todas las especies vegetales perennes leñosas o con bulbo situadas dentro del círculo de 1 m alrededor del individuo plantado. Para cada especie se estima visualmente su porcentaje de abundancia. Las hierbas anuales y perennes no se incluyen de momento, dado que estas especies crecen y se desarrollan en diferentes momentos del año, por lo que no es posible tener un listado completo con un seguimiento puntual.
- Riqueza y cobertura vegetal total. A partir de los datos anteriores se calcula por un lado la riqueza o número total de especies presentes en el círculo y la cobertura vegetal total sumando las abundancias de todas las especies presentes.

## *Análisis de datos*

Para comparar el grupo de los pies muertos con el grupo de los pies vivos respecto a los variables ambientales y florísticos se aplicó el test estadístico “t” de Student, para dos muestras independientes. Con este test se pueden comprobar la existencia de diferencias entre las medias de dos grupos o poblaciones. Para relacionar otras variables de vitalidad como el porcentaje de hojas verdes o la altura de la plántula con factores ambientales se utilizaron regresiones lineales.

La composición florística alrededor de los pies plantados se analizó utilizando dos tipos de análisis multivariante, el Análisis de Correspondencia Corregido (DCA, de sus siglas en inglés *Detrended Correspondence Analysis*) y el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA, de sus siglas en inglés *Canonical Correspondance Analysis*). El primer método consiste en un análisis indirecto de gradientes y nos permite descubrir gradientes florísticos presentes en la base de datos, mientras en el segundo método incluye los factores ambientales anotados para explorar los gradientes a lo largo de gradientes ambientales.

## **Resultados**

### *Tasa de supervivencia y vitalidad de las plántulas*

La tasa de supervivencia de todos los individuos plantados de sabina (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en el Barranco de Taburco es de un 29%, mientras esta cifra aumenta hasta un 41% para el acebuche. *Olea cerasiformis* (Tabla x+1). Se puede considerar que estas tasas son bastante elevadas máxime si tenemos en consideración que la fecha de plantación (febrero/marzo), casi al final de la época de lluvias, no era la más adecuada, y que el verano 2006 fue especialmente caluroso. Este resultado puede deberse a alguna o varias de las siguientes razones: i) el terreno es adecuado para el desarrollo de estas dos especies termófilas, ii) las especies elegidas tienen una capacidad muy grande de adaptación al medio de Taburco, o por último, iii) las plántulas utilizadas ya estaban fuertes y muy vitales al salir del vivero.

Los pies de *Juniperus* tienen como promedio una altura de 20.9 cm, mientras que la altura media para *Olea* es ligeramente más baja, 20.4 cm (Tabla 4.1). Pero las dos

especies se diferencian respecto a la variación (desviación típica) y al rango de la altura. La primera de las especies cuenta con individuos de hasta 55 cm de altura, que supone individuos con una edad mucho mayor de dos años, edad que era en principio la prevista para la plantación. Por su parte, el individuo más alto de *Olea* sólo tiene 38 cm. El diámetro de las plántulas, o crecimiento horizontal también varía bastante entre las dos especies analizadas entre pocos centímetros y un máximo de 20 y 17 cm, respectivamente. Los valores medios son, además, significativamente diferentes.

Analizando el biovolumen, expresado en cm<sup>3</sup>, se puede constatar que *Juniperus* cuenta, en general, con individuos un 33% más grandes que *Olea*. Esta diferencia, altamente significativa, puede interpretarse en términos de una mayor edad para los pies de *Juniperus*. También la variación es considerable, sobre todo para *Juniperus*. Sin embargo, los pies vivos de *Olea* muestran una vitalidad media significativamente mayor que los de *Juniperus*, alcanzando un valor de 83% de hojas verdes, frente a sólo 41,3% para *Juniperus*.

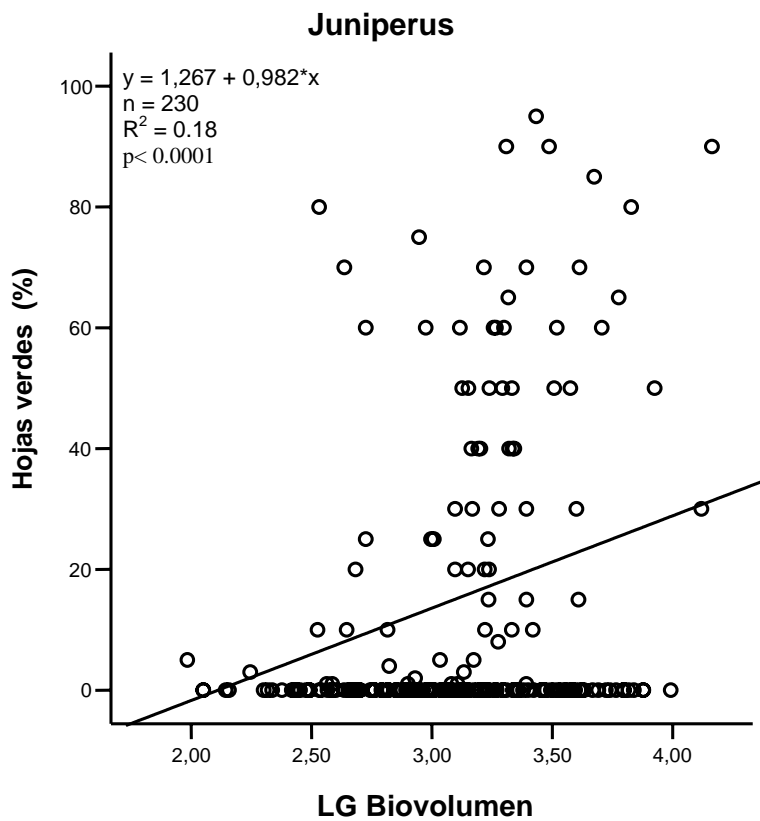
Ello quiere decir que, en comparación con *Juniperus*, los pies plantados de *Olea* tienen: i) una probabilidad más alta de supervivencia, por lo que los pies vivos gozan relativamente de buena salud, o ii) que esta especie se ha adaptado mejor a la plantación. Además, hemos encontrado una relación significativa entre el porcentaje de hojas verdes de los pies y su biovolumen para las dos especies (Figs. 4.1 y 4.3). Esta relación es especialmente fuerte, significativa y exponencial entre los pies vivos de *Juniperus* y su biovolumen (transformación logarítmica, Fig. 4.2), lo que significa que los pies vivos más grandes están en mucho mejor estado.

**Tabla 4.1:** Estadística descriptiva (media, desviación típica, mínimo, máximo) de las variables de vitalidad y de los factores ambientales para los individuos plantados de sabina (*Juniperus turbinata ssp.canariensis*) y acebuche (*Olea cerasiformis*) en el Barranco de Taburco (Teno).

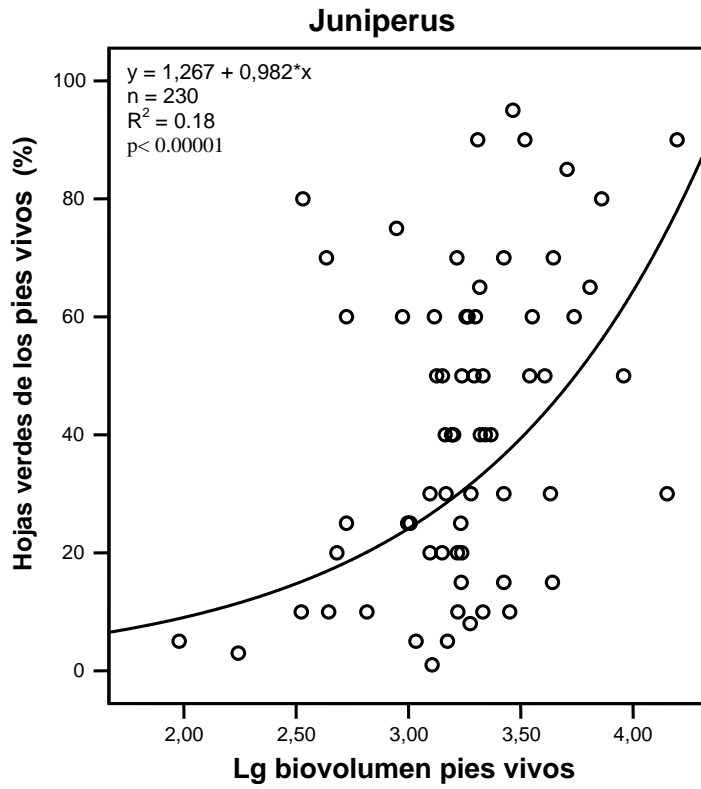
	<i>Juniperus turbinata</i>				<i>Olea cerasiformis</i>			
	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
<b>Vitalidad</b>								
Altura (cm)	20,9	9,51	6	55	20,4	5,05	9	38
Diámetro medio (cm)	9,6 **	3,18	4	20	8,6	2,61	1	16,5
Biovolumen (cm cúbicos)	1968,4 ***	2203,82	95,4	15700,0	1313,5	861,46	50,2	3847,3
Hojas verdes (vivos, %)	41,3 ***	26,04	1	95	83,0	29,08	5	100
Tasa de supervivencia (%)	29,0 *				41,0			
<b>Factores ambientales</b>								



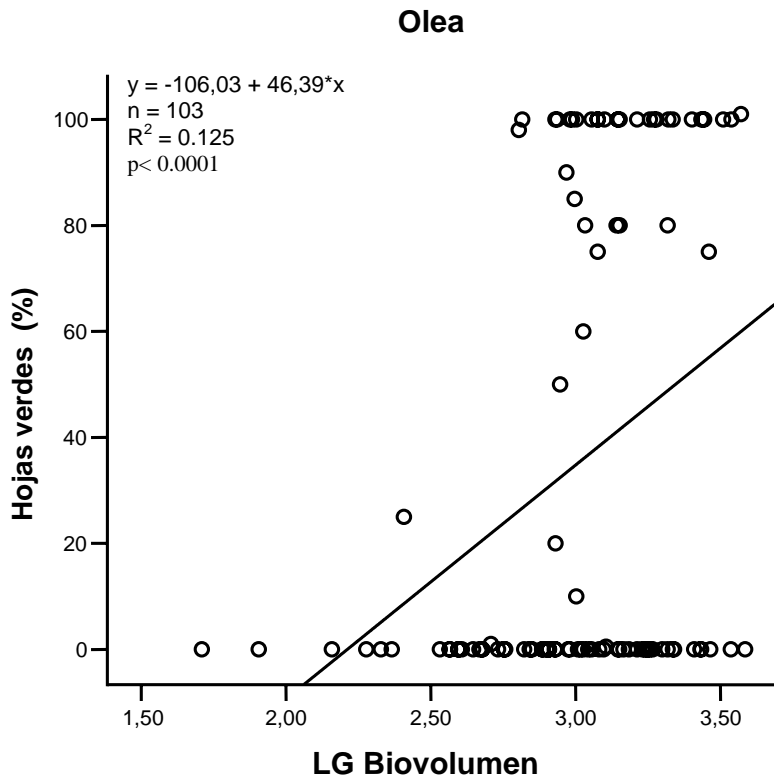
Presencia de protector (%)	76,0				81,0			
Depredación (%)	6,0				10,0			
Exposición E (%)	61,0				60,0			
Exposición SO (%)	39,0				40,0			
Pendiente (°)	22,2 ***	10,00	0	40	17,5	9,63	0	35
Rocas (%)	4,7 *	8,10	0	45	2,9	5,01	0	20
Piedras (%)	39,9 **	13,62	10	85	33,5	19,92	2	85
Suelo (%)	55,6 ***	13,46	15	85	63,6	20,85	15	95
Cobertura arbustiva (%)	20,9	20,46	0	83	20,8	23,76	0	102



**Figura 4.1:** Regresión del logaritmo del biovolumen de *Juniperus* frente al porcentaje de hojas verdes. La regresión es altamente significativa.



**Figura 4.2:** Regresión del logaritmo del biovolumen de los pies vivos de *Juniperus* frente a su porcentaje de hojas verdes. La regresión es altamente significativa



**Figura 4.3:** Regresión del logaritmo del biovolumen de los pies vivos de *Olea* frente a su porcentaje de hojas verdes. La regresión es altamente significativa.

#### *Factores ambientales*

Distinguimos dos tipos de exposición según la ubicación de los pies dentro de la pequeña vaguada de la zona de actuación. La exposición Suroeste (SO) representa la parte más expuesta al sol y es un poco más llana que la zona de exposición Este (E) que recibe más sombra por la tarde sobre todo en verano, dado que está protegida por el risco. La pendiente es, además, un poco más elevada. Para las dos especies, alrededor de 60% de los pies se encuentran en la zona con exposición Este (Tabla 4.1). Entre 76% (*Juniperus*) y 81% (*Olea*) de los pies seguían protegidos por una malla en el momento del seguimiento en noviembre. El nivel de depredación sobre las plántulas es bastante bajo (entre 6% y 10%, respectivamente). No se pudo averiguar en todos casos el depredador, pero posiblemente se trate de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Existe una relación altamente significativa ( $p < 0.0001$ ) entre depredación y la protección por malla.

Aunque los pies de las dos especies fueron plantados en la misma parcela y de la misma manera (principalmente alternándolos en función de su proporción), existen

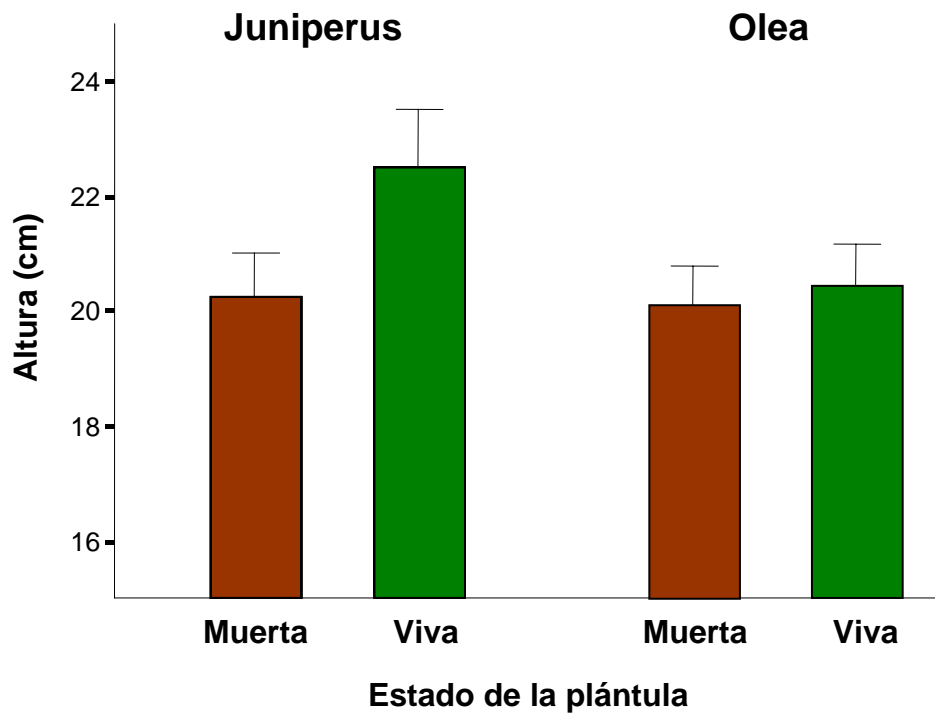
diferencias significativas respecto a la pendiente, porcentaje de rocas, piedras y suelo superficial (Tabla 4.1). En general, los pies de *Juniperus* están plantados en zonas más pendientes, más rocosas, más pedregosas y con menos suelo. También hay que destacar que los valores para el suelos son bastante altos para las dos especies (56% para *Juniperus* y 64% para *Olea*) y el porcentaje de rocas muy bajo, si comparamos con los valores para las poblaciones de *Juniperus* en otros lugares de Tenerife donde el porcentaje de rocas puede alcanzar hasta el 51%, mientras que el de suelo sólo llega al 30%. El porcentaje de cobertura de especies arbustivas alrededor de los pies no muestra diferencias significativas entre las especies analizadas y ronda el 21%.

#### *Relación entre supervivencia y variables vitales y ambientales*

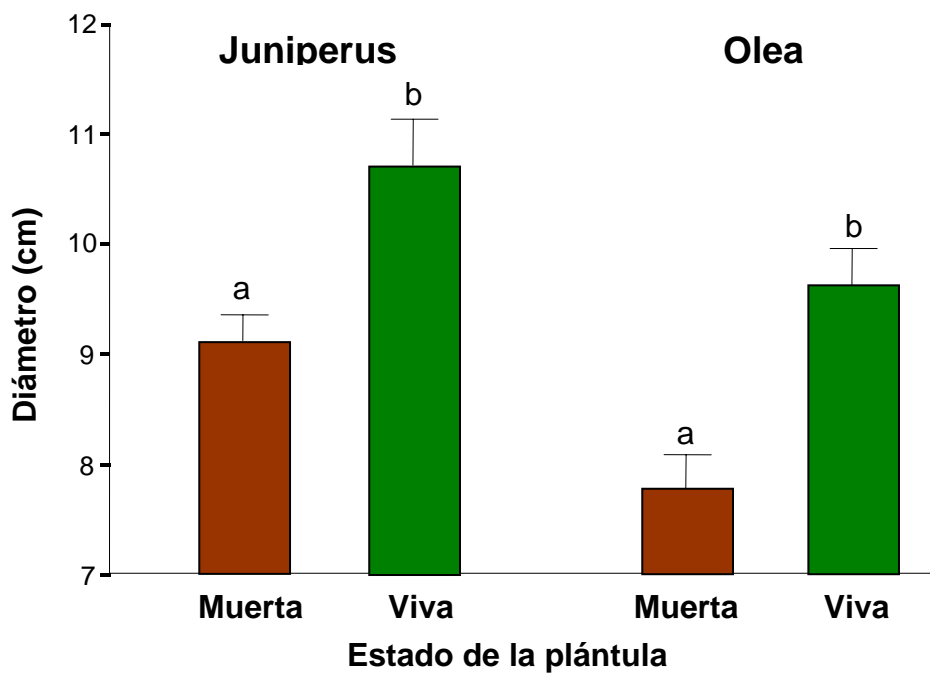
En el siguiente apartado se intenta relacionar el estado de los pies (muerto o vivo) con los variables vitales y ambientales. Estos resultados podrían ser muy útiles en la segunda fase del proyecto y para futuros proyecto de restauración con las dos especies.

#### *Variables vitales*

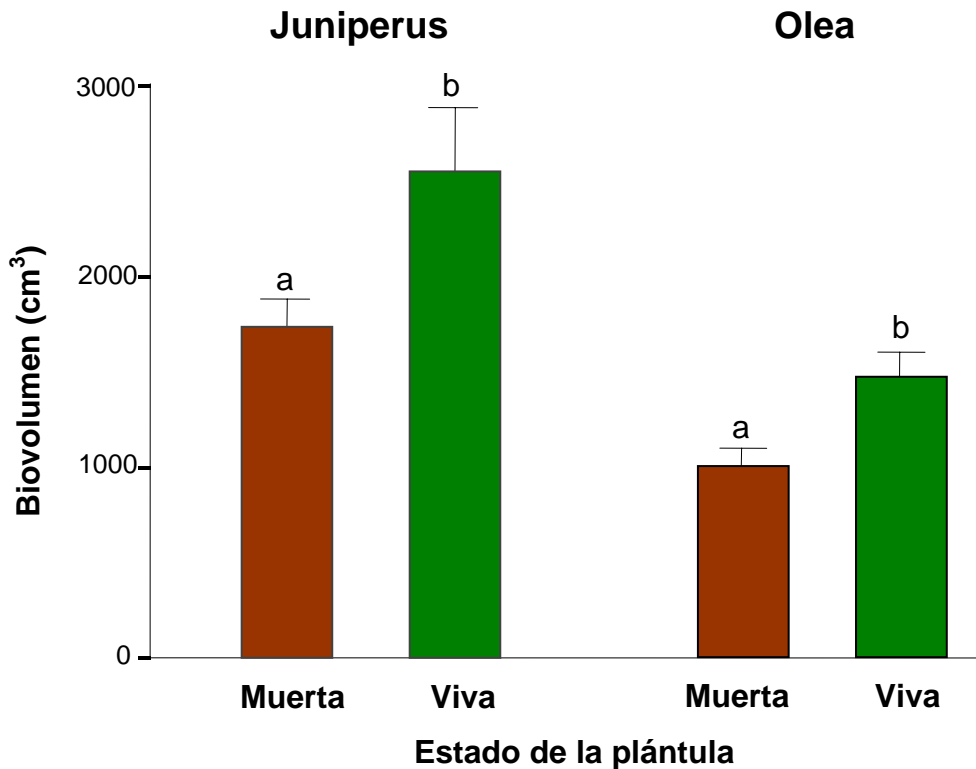
Aunque la altura de los pies vivos es por término medio ligeramente mayor que la altura de los pies muertos, este factor no influye significativamente en la tasa de supervivencia (Fig. 4.4). Sin embargo, sí hemos detectado una diferencia significativa entre pies muertos y pies vivos para el diámetro máximo (Fig. 4.5) y el biovolumen (Fig. 4.6), lo que indica que el tamaño de los pies en el momento de la plantación influye claramente en la supervivencia. Este patrón es coherente para las dos especies analizadas.



**Figura 4.4:** Variación de la altura de la planta con su estado vital para *Juniperus* y *Olea*. No se aprecian diferencias significativas entre la altura de los individuos vivos y muertos en ninguna de las dos especies.



**Figura 4.5:** Variación del diámetro de la planta con su estado vital para *Juniperus* y *Olea*. En ambas especies el diámetro de la plántula muerta es significativamente menor que el de la viva.



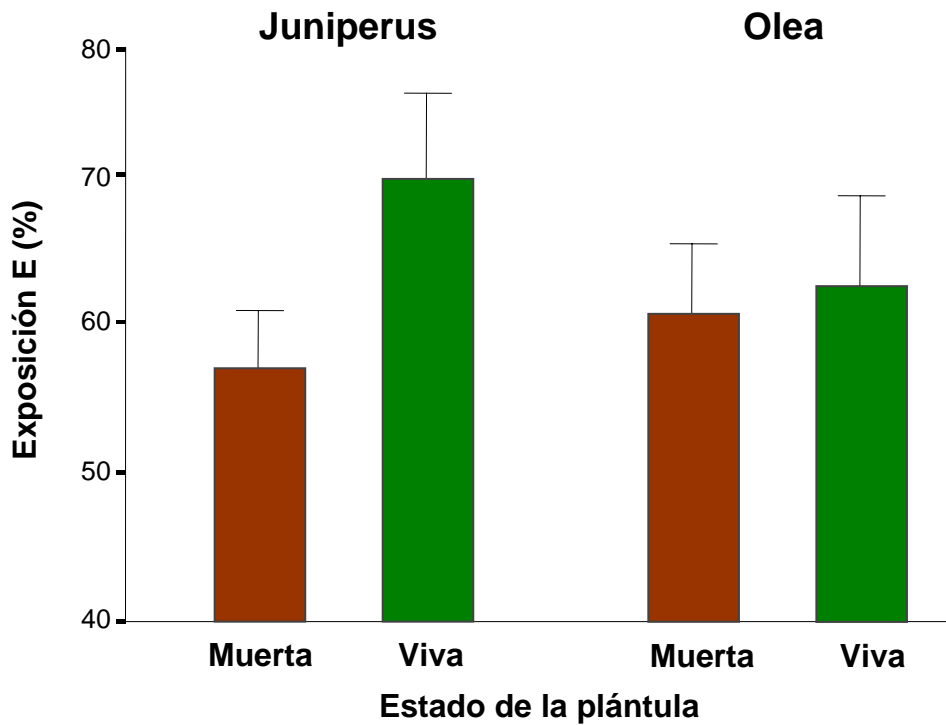
**Figura 4.6:** Variación del biovolumen de la plántula con su estado vital para *Juniperus* y *Olea*. En ambas especies el biovolumen de la plántula muerta es significativamente menor que el de la viva.

#### *Factores ambientales*

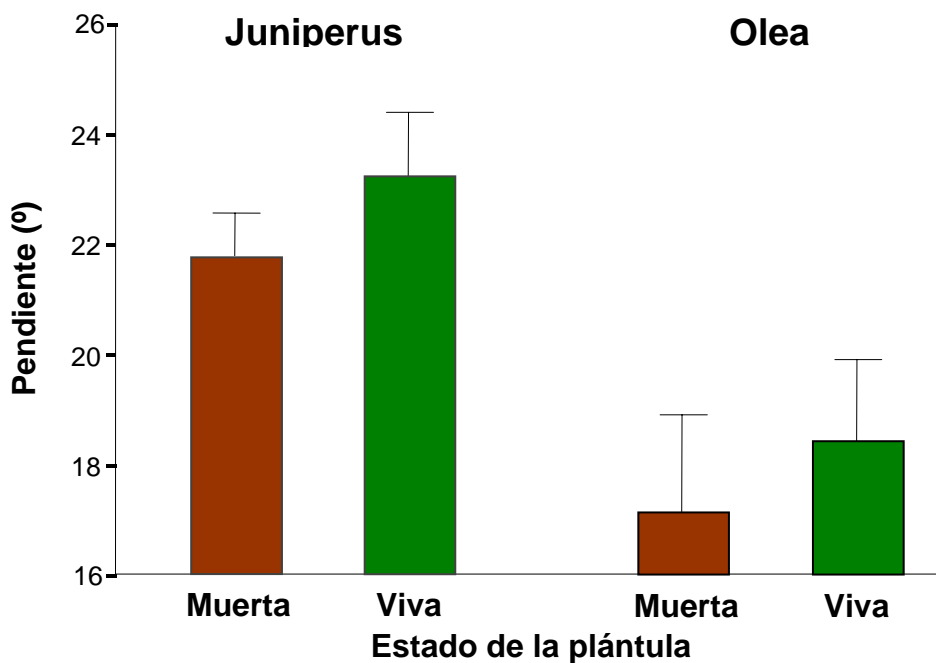
Los pies de *Juniperus* con exposición E parecen mostrar una supervivencia elevada, puesto que 70% de los pies que han sobrevivido se encuentran en zonas con exposición E, frente al 61% que fueron plantados, aunque no alcanzan el umbral de la significación. Para *Olea*, sin embargo, no se observan grandes diferencia en la supervivencia en función de la exposición (Fig. 4.7). Con respecto a la pendiente, se notan diferencias en los dos grupos de individuos (muerto/vivos) para las dos especies, pero estas relaciones no llegan a ser significativas (Fig. 4.8). Combinamos los dos factores exposición y pendiente, para *Juniperus* se encuentran de forma significativa más individuos vivos en zonas con exposición E y con una pendiente de más de 20° (Fig. 4.9). Es decir, los pies plantados en estas zonas muestran una supervivencia elevada. Sin embargo, esta diferencia no resulta significativa para *Olea*.

En lo que a las variables ligadas al sustrato respecta, los dos grupos vitales considerados (muertos/vivos) no se diferencian con respecto a porcentaje de rocas (Fig. 4.10), de pedregosidad (Fig. 4.11) y de suelo (Fig. 4.12). Aunque la supervivencia en

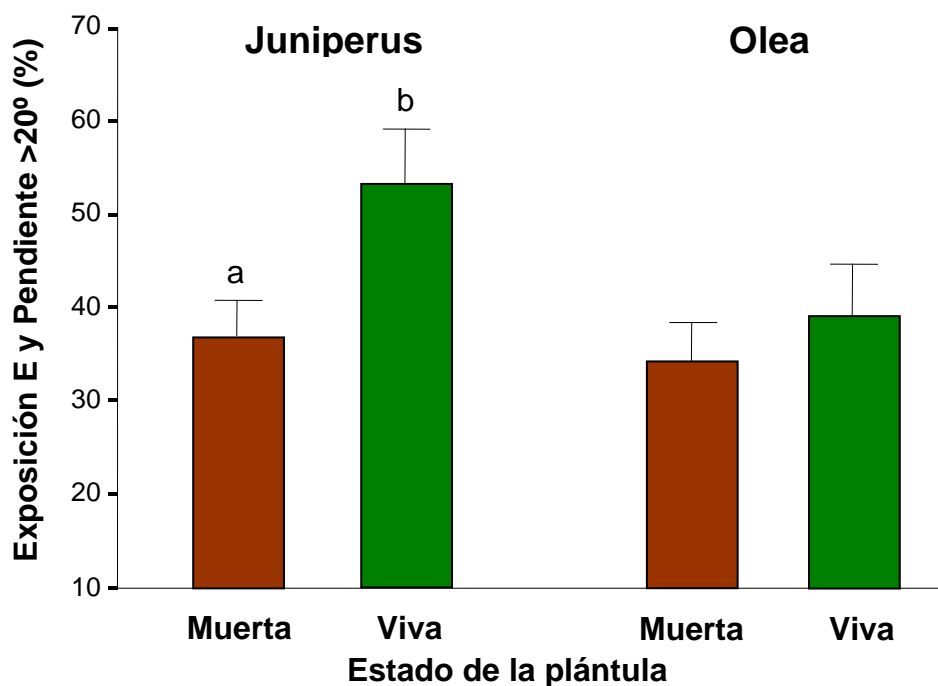
ambas especies tiende a ser mayor a menor porcentaje de rocas y a mayor porcentaje de piedras y de suelo, las diferencias encontradas no son significativas.



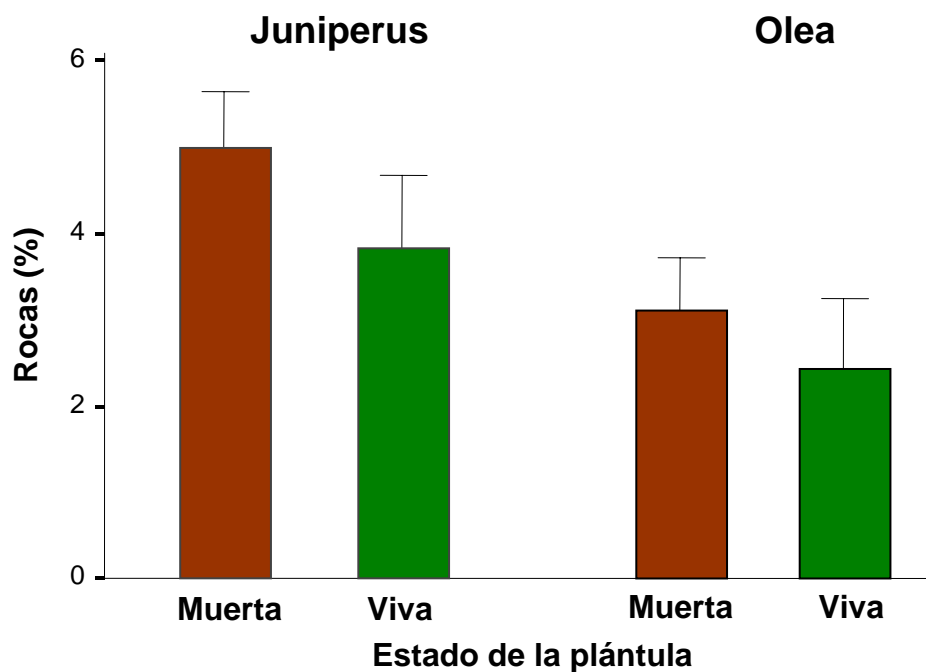
**Figura 4.7:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función de la exposición en la que fue plantada. Aunque para ambas especies predominan las plántulas vivas en esta exposición, las diferencias existentes no son significativas.



**Figura 4.8:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función de la pendiente a la que fue plantada. Aunque para ambas especies la vitalidad aumenta con la pendiente, las diferencias existentes no son significativas.

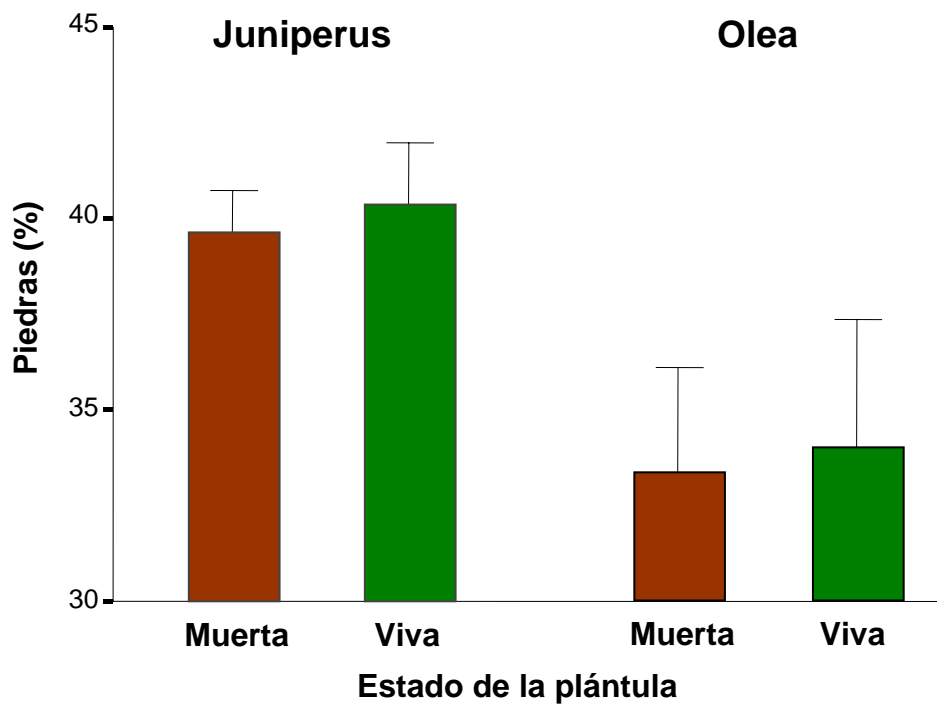


**Figura 4.9:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función de la exposición y la pendiente en la que fue plantada. Aunque para *Olea* no existen diferencias significativas, éstas sí son patentes en las plántulas de *Juniperus*.

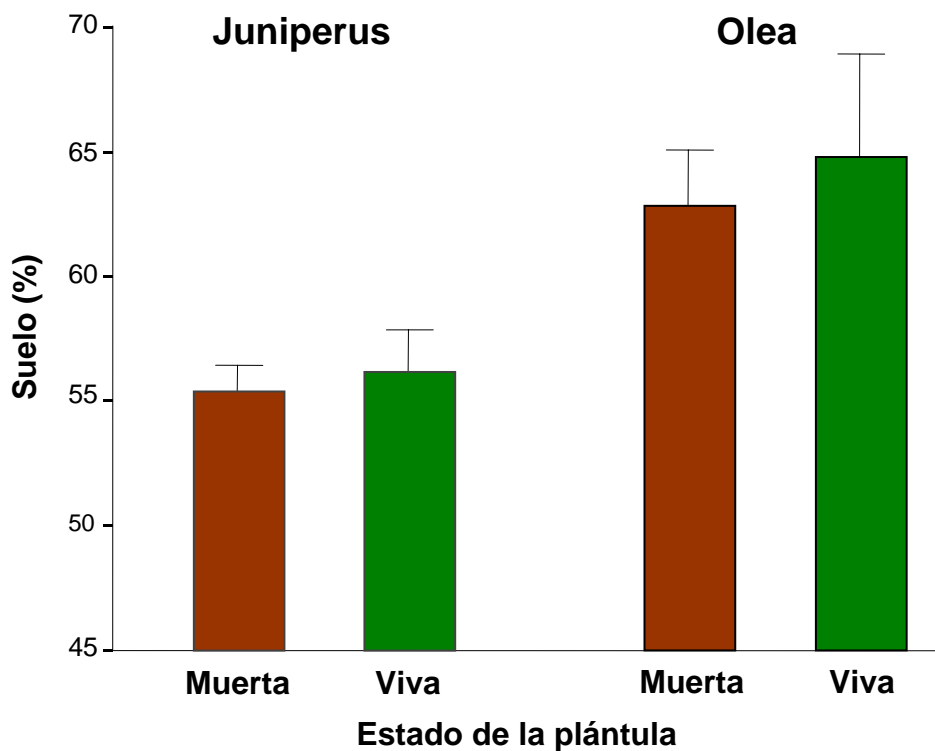




**Figura 4.10:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función del porcentaje de rocas del lugar donde fue plantada. Aunque para ambas especies la vitalidad disminuye con el porcentaje de rocas, las diferencias existentes no son significativas.



**Figura 4.11:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función del porcentaje de pedregosidad del lugar donde fue plantada. Aunque para ambas especies la vitalidad aumenta con el porcentaje de piedras, las diferencias existentes no son significativas.

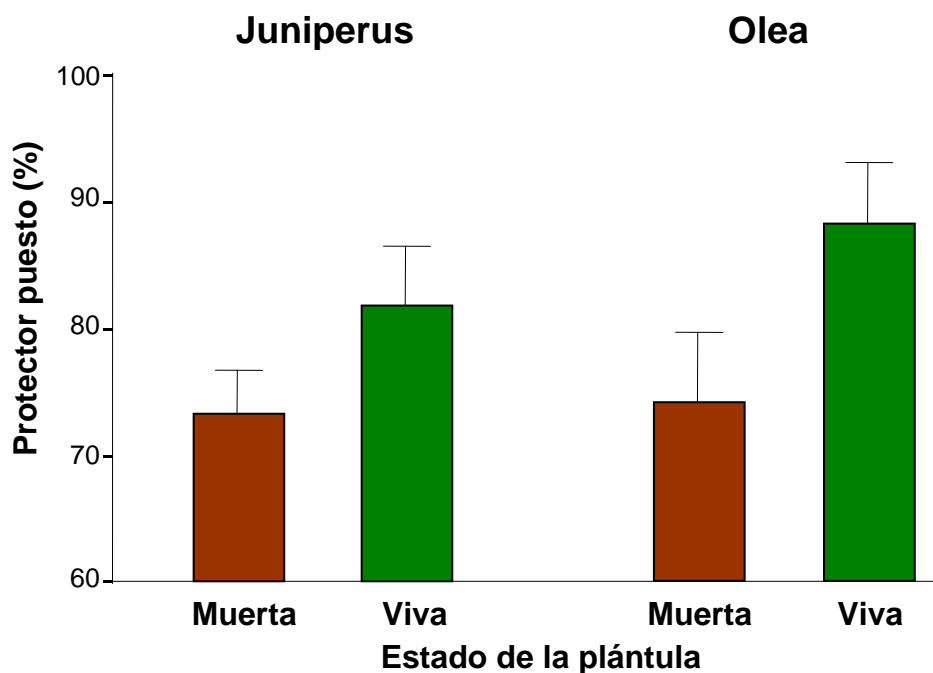


**Figura 4.12:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función del porcentaje de suelo del lugar donde fue plantada. Aunque para ambas especies la vitalidad aumenta con el porcentaje de suelo, las diferencias existentes no son significativas.

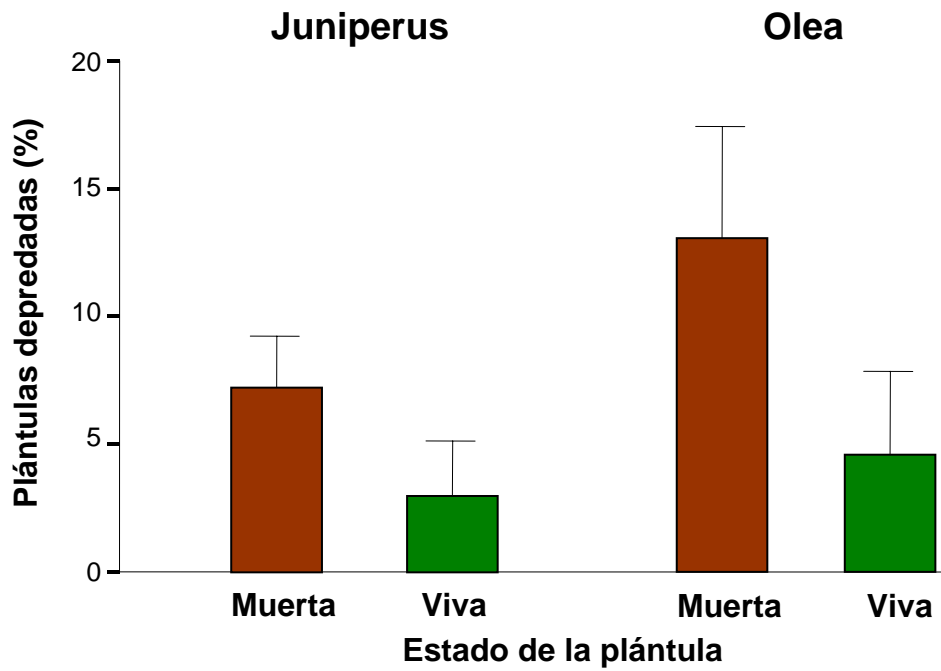
Por otra parte, un 82% y un 90% respectivamente, de los pies encontrados vivos de las dos especies tenían aún protector puesto, mientras que solamente un 75% de los pies muertos llevaban protector en el momento del seguimiento (Fig. 4.13). Dado que estas diferencias no son significativas no podemos concluir que este factor influya positivamente en la supervivencia. Lo mismo ocurre con la depredación, aunque en general baja, es porcentualmente más alta en los pies muertos que en los vivos (Fig. 4.14). La baja incidencia de la depredación nos hace dudar acerca de si este factor realmente influye en la supervivencia.

Por último, la cobertura de las especies arbustivas situadas alrededor de los pies plantados muestra diferencias según el estado de las plántulas. Para los pies muertos de *Juniperus* se observa una cobertura más elevada, mientras que sin embargo ocurre lo contrario para *Olea*. De cualquier manera, estas relaciones no son significativas, por lo tanto no podemos confirmar la influencia de este factor en la supervivencia. Combinando los factores exposición, pendiente y cobertura arbustiva, podemos observar la existencia de una diferencia significativa entre pies muertos y vivos para

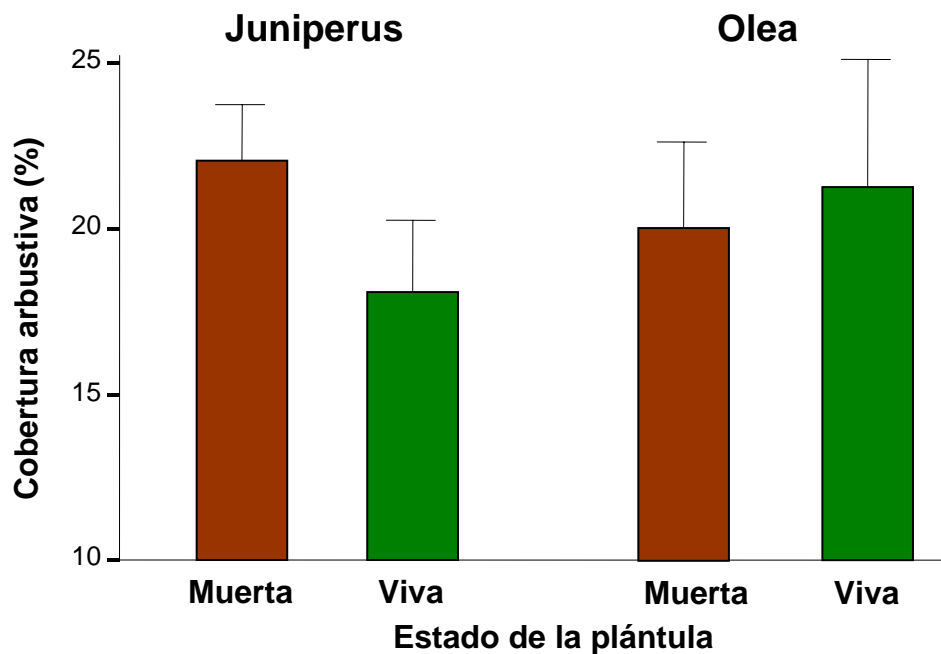
*Juniperus* (Fig. 4.15) Esto nos indica que en zonas con exposición E, con una pendiente  $>20^\circ$  y con una cobertura arbustiva  $<30\%$ , encontramos significativamente más pies vivos que muertos (Fig. 4.16). La influencia de la cobertura arbustiva no tan fácil de interpretar, pues podría considerarse que la competencia por los recursos hídricos ejercida por los arbustos influye negativamente en la supervivencia de la plántula. Por el otro lado, no es muy probable que las raíces de las plántulas ya estén en contacto con las de las especies cercanas, dado que el hoyo mide 40 cm y el tiempo para desarrollar el sistema radicular es muy corto después de un año.



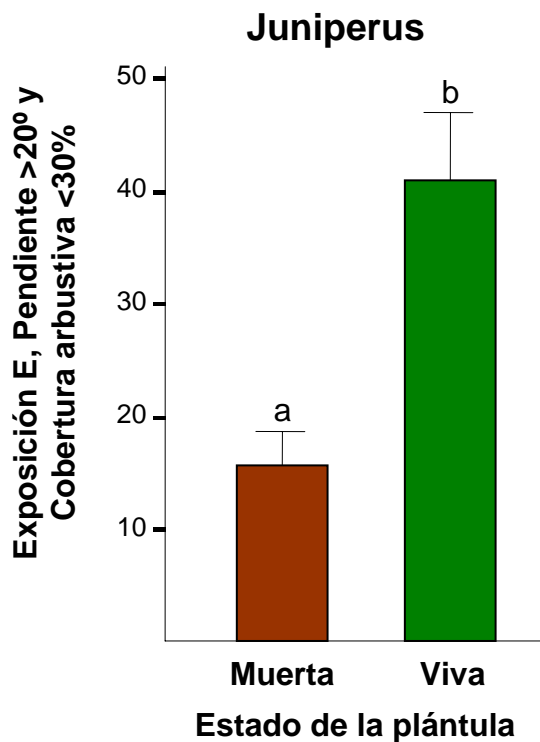
**Figura 4.13:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función de la presencia del protector. Aunque para ambas especies la vitalidad aumenta con la presencia del protector, las diferencias existentes no son significativas.



**Figura 4.14:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función del porcentaje de plántulas depredadas. Aunque para ambas especies la vitalidad disminuye con el porcentaje de depredación, las diferencias existentes no son significativas.

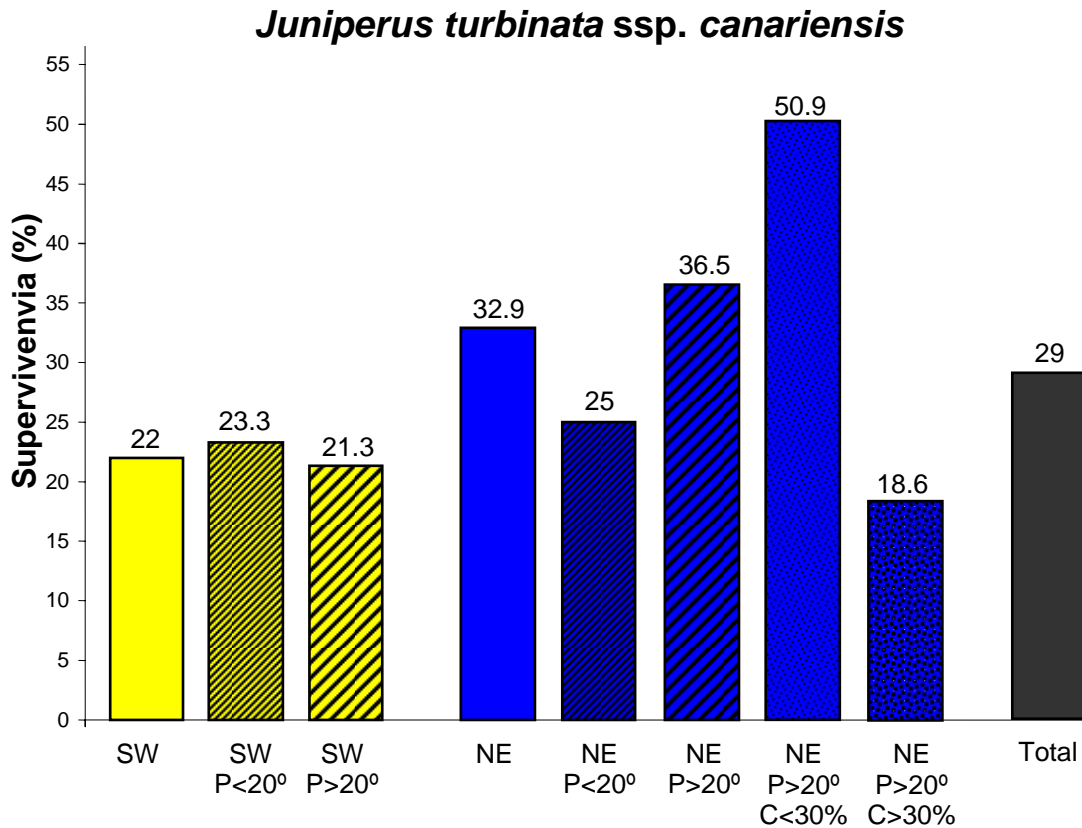


**Figura 4.15:** Variación del estado vital de la plántula para *Juniperus* y *Olea* en función del porcentaje de cobertura arbustiva del lugar donde fue plantada. Aunque el patrón que siguen ambas especies es contradictorio, con una mayor supervivencia en *Juniperus* a menor cobertura de arbustos y lo contrario para *Olea*, lo cierto es que las diferencias existentes no son significativas.



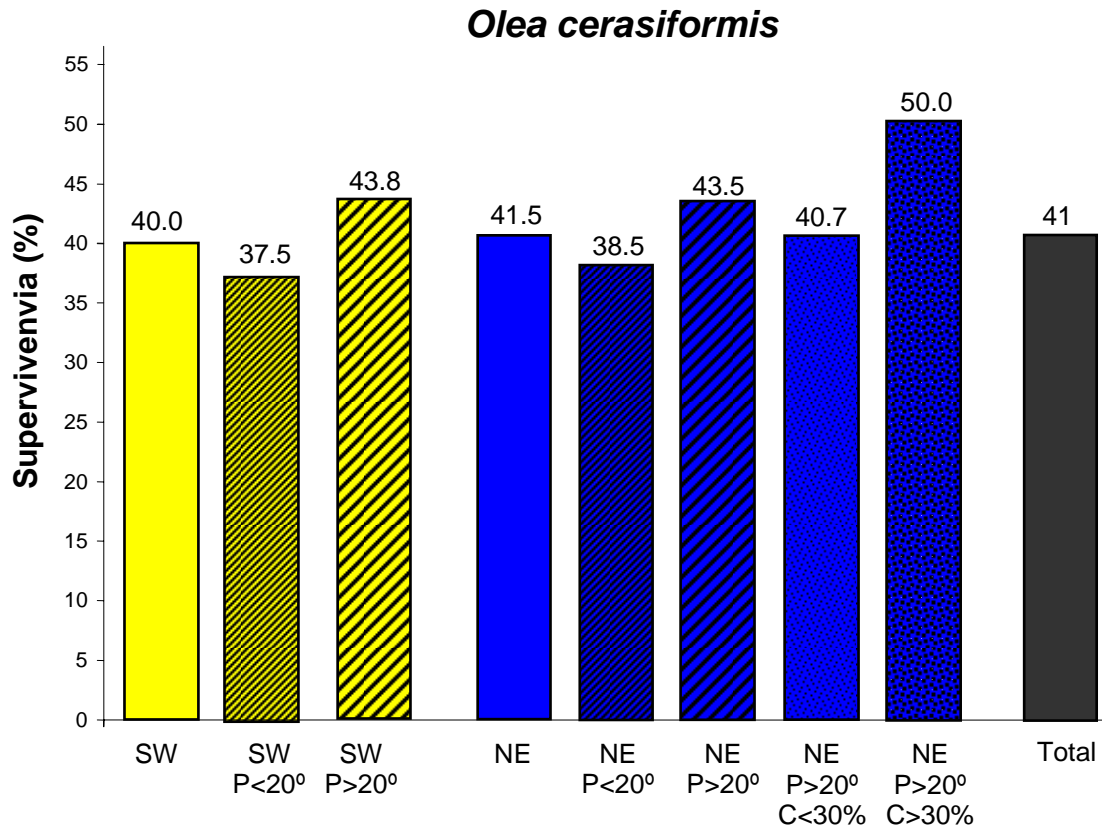
**Figura 4.16:** Variación del estado vital de la plántula de *Juniperus* en función de la exposición, pendiente y cobertura arbustiva del lugar donde fue plantada. Existen diferencias significativas en la supervivencia cuando las plántulas fueron plantadas en exposición NE, con pendientes > 20° y coberturas arbustivas < a 30%.

Como resumen, en la figura 4.17 se representada la supervivencia de las plántulas de *Juniperus* con respecto a los factores ambientales más importantes. En general, la tasa promedio de supervivencia es del 29%, llegando a disminuir al 22% en zonas con exposición SO y aumentando hasta el 33% en zonas con exposición Este. Si añadimos el factor pendiente, la supervivencia para los pies plantados en zonas con exposición E y con pendiente >20° se eleva hasta el 36.5%. Finalmente, si incluimos también un porcentaje de cobertura arbustiva inferior al 30%, la tasa de supervivencia de *Juniperus* llega a 51%.



**Figura 4.17:** Variación del porcentaje de supervivencia para plántulas de *Juniperus* en función de la exposición, pendiente y cobertura arbustiva del lugar donde fueron plantadas. Los valores más altos de supervivencia, que alcanzan el 51%, se obtienen en exposición Noreste, en pendientes > 20° y coberturas arbustivas < 30%.

Para *Olea*, los factores exposición, pendiente y cobertura arbustiva no influyen de la misma forma en la supervivencia (Fig. 4.18). Mientras que la tasa global de supervivencia total es superior a la de *Juniperus*, del 41%, ni la exposición, ni la pendiente aumentan mucho esta cifra. En el caso de la cobertura vegetal, podemos observar un patrón contrario, pues una cobertura arbustiva >30% aumenta hasta un 50% la tasa de supervivencia.



**Figura 4.18:** Variación del porcentaje de supervivencia para plántulas de *Olea* en función de la exposición, pendiente y cobertura arbustiva del lugar donde fueron plantadas. Los valores más altos de supervivencia, que alcanzan el 50%, se obtienen en exposición Este, en pendientes > 20° y coberturas arbustivas > 30%.

#### *Riqueza y composición florística*

En las 337 parcelas (radio de 1 m alrededor de la plántula) en las que se realizó el estudio florístico se han encontrado un total de 20 especies arbustivas o geófitas (con bulbo) diferentes (Tabla 4.2). Como se indicó en los métodos no se consideraron las hierbas anuales y perennes en el presente análisis. La composición florística es muy parecida para las dos especies plantadas, dominando entre los nanofanerófitos suculentos las dos tabaibas, la amarga (*Euphorbia lamarckii*) y la majorera o roja (*E. atropurpurea*), y estando también presente el verode (*Kleinia neriifolia*). Bajo de estos arbustos crecen arbustos pequeños como un tajinaste (*Echium aculeatum*), *Phagnalon purpurascens*, *Lotus glaucus*, *Polycarpha divaricata*, *Lobularia canariensis*, *Micromeria varia* o *Andryala pinnatifida*. Además, podemos encontrar especies geófitas como la gamona (*Asphodelus aestivus*) o *Drimia maritima*. Como elementos típicos del

bosque termófilo destacamos la presencia de la tabaiba majorera y la malpica (*Carlina salicifolia*). La primera es muy común en el Barranco de Taburco, mientras que la segunda se refugia en zonas rocosas.

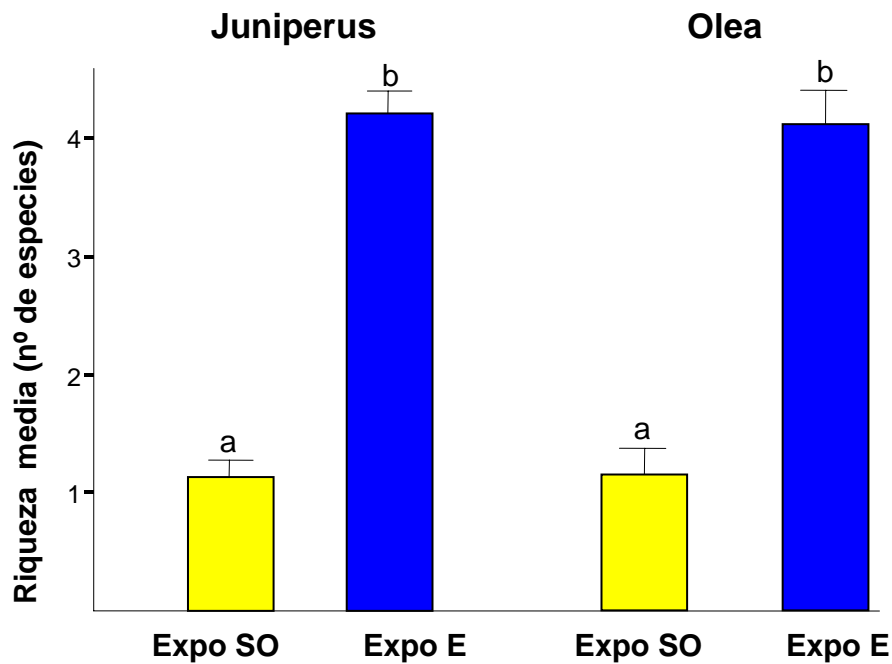
**Tabla 4.2:** Listado de especies perennes no herbáceas encontradas en las parcelas, ordenadas por su frecuencia en las parcelas de *Juniperus*.

Especies	<i>Juniperus</i> (323)		<i>Olea</i> (105)	
	Presencias	%	Presencias	%
<i>Echium aculeatum</i>	111	34.4	49	46.7
<i>Phagnalon parparescens</i>	107	33.1	50	47.6
<i>Lobularia canariensis</i>	98	30.3	44	41.9
<i>Euphorbia atropurpurea</i>	75	23.2	40	38.1
<i>Euphorbia lamarkii</i>	72	22.3	28	26.7
<i>Asphodelus aestivus</i>	61	18.9	27	25.7
<i>Andryala pinnatifida</i>	42	13.0	17	16.2
<i>Micromeria varia</i>	41	12.7	18	17.1
<i>Drimia maritima</i>	21	6.5	6	5.7
<i>Lotus glaucus</i>	18	5.6	7	6.7
<i>Kleinia neriifolia</i>	11	3.4	9	8.6
<i>Polycarpha divaricata</i>	9	2.8	5	4.8
<i>Artemisia thuscula</i>	7	2.2	4	3.8
<i>Carlina salicifolia</i>	7	2.2	0	0
<i>Bituminaria bituminosa</i>	4	1.2	1	0.9
<i>Rubia fruticosa</i>	4	1.2	1	0.9
<i>Forsskaolea angustifolia</i>	1	0.3	1	0.9
<i>Opuntia maxima</i>	1	0.3	1	0.9
<i>Erica arborea</i>	1	0.3	0	0
<i>Monanthes pallens</i>	0	0	1	0.9

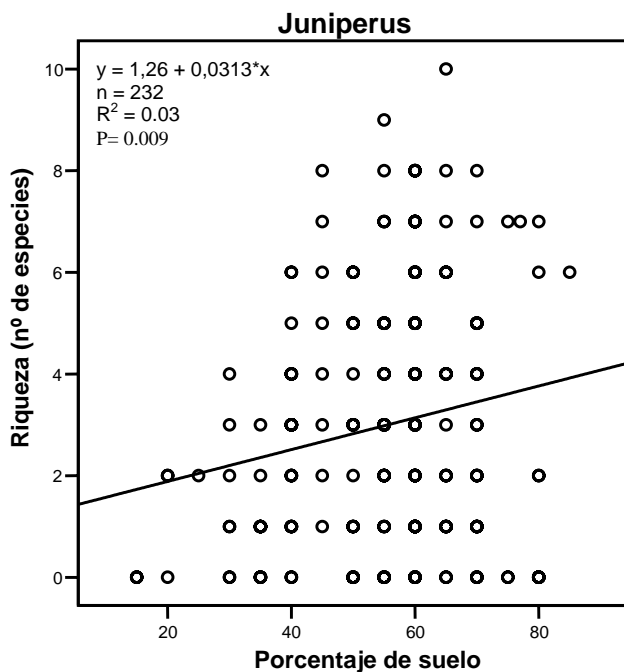
### Riqueza

La riqueza media de las parcelas es casi idéntica para *Juniperus* y *Olea* (3.00 y 2.99, respectivamente). De los factores ambientales, la exposición determina de forma significativa la riqueza, alcanzando los valores más altos en las zonas expuestas al Este (Fig. 4.19). Este patrón se observa para las dos especies plantadas. La cantidad de suelo superficial también parece influir significativamente la riqueza tanto en las parcelas de *Juniperus* (Fig. 4.20), como en las de *Olea* (Fig. 4.21), pero la relación no es tan fuerte. Finalmente, no encontramos diferencias en la riqueza para el estado de vitalidad de la plántula (muerto/vivo), lo que nos indica que la riqueza florística no influye significativamente en la supervivencia de las plántulas.

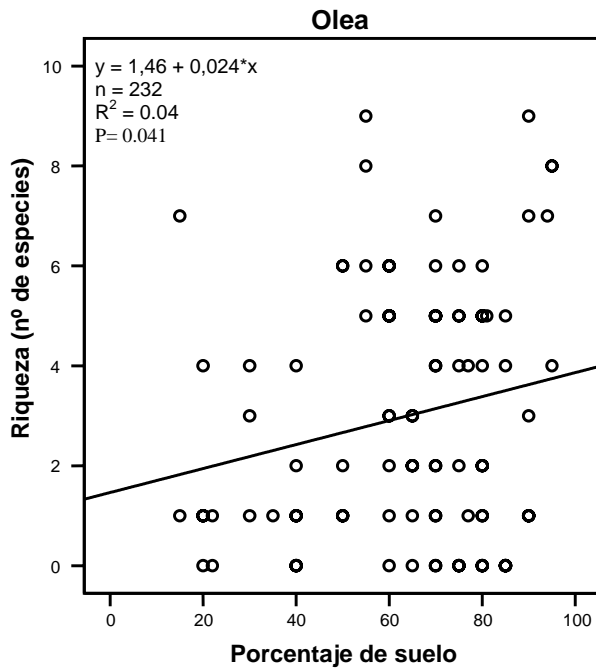




**Figura 4.19:** Variación de la riqueza florística media en función de la exposición de las parcelas. Los valores más altos de riqueza se dan para ambas especies de forma significativa en exposición Este.



**Figura 4.20:** Variación de la riqueza florística media en las parcelas de *Juniperus* en función del porcentaje de suelo de la parcela. La correlación es positiva y significativa.



**Figura 4.21:** Variación de la riqueza florística media en las parcelas de *Olea* en función del porcentaje de suelo de la parcela. La correlación es positiva y significativa.

### *Composición florística*

En la tabla 4.3 están representados los parámetros de los análisis multivariantes efectuados. En la figuras 40 (para *Juniperus*) y 41 (para *Olea*) se puede observar la ordenación según los ejes del análisis DCA de las especies y las parcelas. Aunque la longitud del gradiente para las dos especies es bastante elevada, no se puede detectar un gradiente florístico claro. Las muestras están distribuidas de forma más o menos homogénea. Tampoco se nota una agregación de los pies muertos o vivos en una parte del gráfico.

El test de Montecarlo del CCA con una sola variable ambiental nos indica que la composición florística cambia de forma significativa según la exposición para las dos especies y según la pendiente para *Olea* (Tabla 4.4). El estado de vitalidad las plántulas (muerto/vivo) no parece estar relacionado con la composición florística. Los resultados del CCA (Figuras 4.22 (*Juniperus*) y 4.23 (*Olea*)) nos indican que los factores exposición y porcentaje de pedregosidad determinan de forma significativa la composición florística en el caso de *Juniperus*, lo que separa las parcelas a lo largo del primer eje de la ordenación. Exposición y pendiente son los factores significativos para

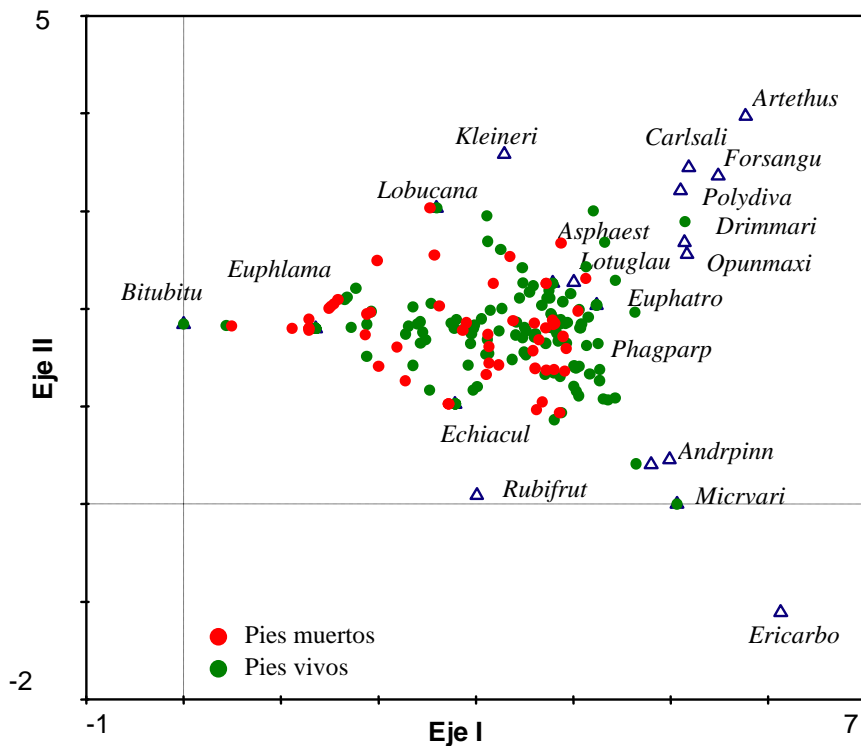
*Olea*. De todas formas, hay que añadir que estos factores, aunque significativos, explican poco de la varianza total de los datos florísticos. En las ordenaciones del CCA, (Figs. 4.24 y 4.25) se puede observar que especies como *Andryala pinnatifida* (especie de laurisilva y pinar), *Euphorbia atropurpurea* (elemento termófilo) o *Micromeria varia* (zonas rocosas) son más abundantes en la zona con exposición E, mientras la tabaiba amarga (*Euphorbia lamarckii*) y el verode (*Kleinia neriifolia*), especies típicos del cardonal-tabaibal, se encuentran con más frecuencia en la zona expuesta al SO. Estos son indicios que existe un microclima según la exposición que está probablemente relacionado con la abundancia de recursos hídricos dentro de la parcela de actuación.

**Tabla 4.3:** Parámetros de los análisis multivariantes (DCA y CCA) de la composición florística de las parcelas de plántulas.

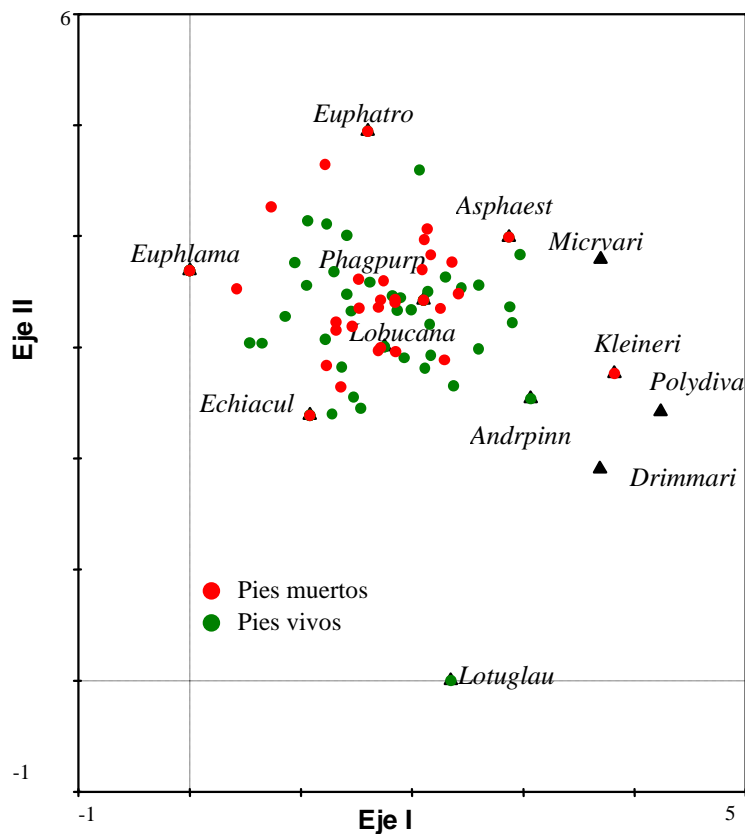
	<b>DCA</b>			<b>Olea</b>		
	<b>Eje 1</b>	<b>Eje 2</b>	<b>Inercia total</b>	<b>Eje 1</b>	<b>Eje 2</b>	<b>Inercia total</b>
Valor propio	0.614	0.196	1.883	0.450	0.267	2.001
Longitud del gradiente	3.986	2.958		3.818	4.945	
Porcentaje de varianza de los datos florísticos	32.6	43.0		22.5	35.8	
Suma de todos los valores propios			1.883			2.001
	<b>CCA</b>			<b>Olea</b>		
Valor propio	0.226	0.016	1.883	0.120	0.035	1.802
Correlaciones especie-ambiente	0.625	0.281		0.553	0.402	
Porcentaje de varianza de los datos florísticos	12.0	12.9		6.6	8.6	
Porcentaje de varianza de la relación especie-ambiente	87.4	93.6		72.7	94.2	
Suma de todos los valores propios canónicos			0.259			0.164

**Tabla 4.4:** Parámetros del test de Montecarlo incluido en el programa CANOCO con una sola variable explorativa. En negrita se representan los valores significativos.

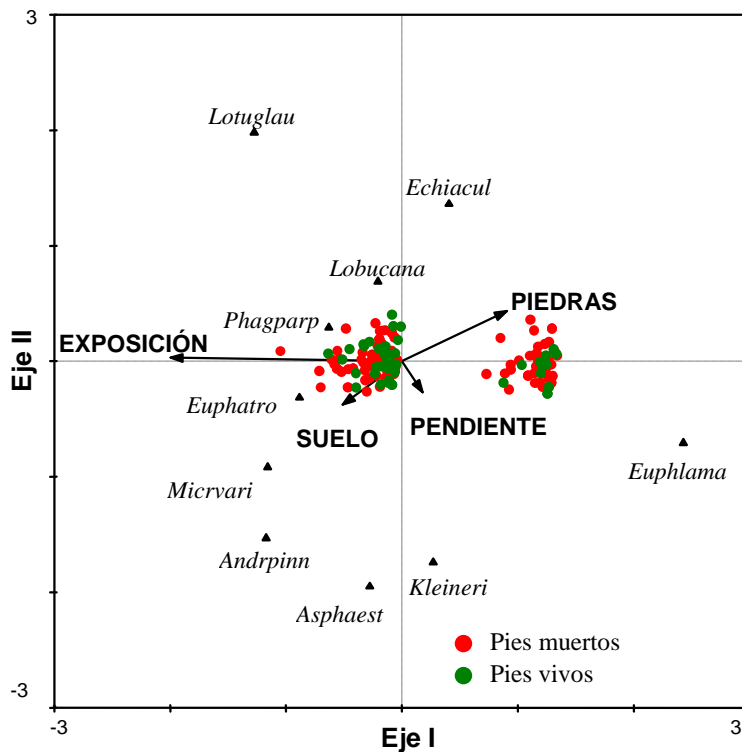
Variable	<b>Juniperus</b>		<b>Olea</b>	
	F-ratio	P	F-ratio	P
Exposición	22,917	<b>0,002</b>	3,945	<b>0,002</b>
Pendiente	1,175	0,282	2	<b>0,02</b>
Estado (muerto/vivo)	0,914	0,474	1,107	0,292



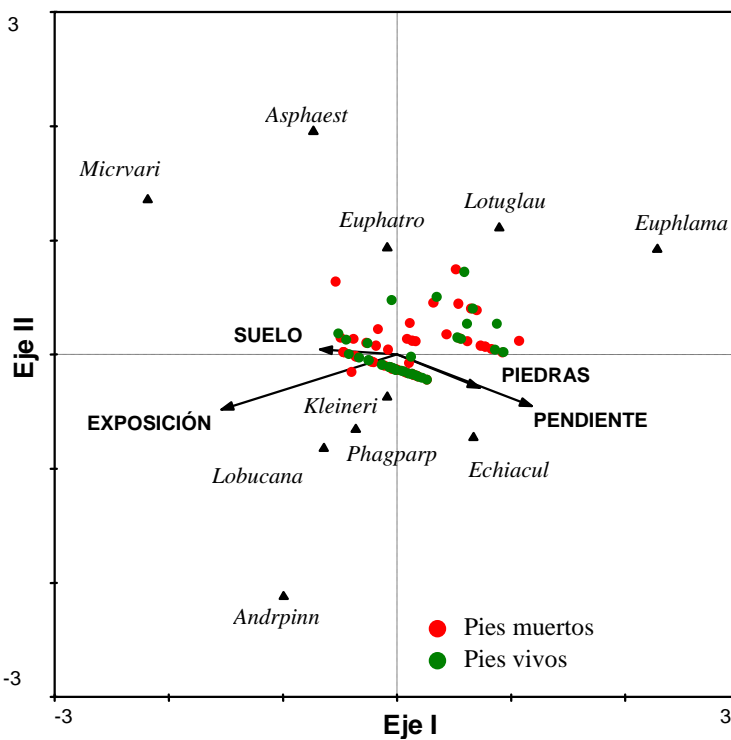
**Figura 4.22:** Posiciones de las parcelas de *Juniperus* en el plano formado por los dos primeros ejes del DCA.



**Figura 4.23:** Posiciones de las parcelas de *Olea* en el plano formado por los dos primeros ejes del DCA.



**Figura 4.24:** Posiciones de las parcelas de *Juniperus* en el plano formado por los dos primeros ejes del CCA.



**Figura 4.25:** Posiciones de las parcelas de *Olea* en el plano formado por los dos primeros ejes del CCA.

## Análisis edáficos

Con el objetivo de caracterizar inicialmente las características edafológicas de los suelos se procedió a una primera toma de muestras de suelo aleatoria en zonas de las parcelas donde se iniciarán las repoblaciones. Las muestras de suelo se tomaron de 0-10 cm de profundidad con un sacamuestras de 2.5 cm de diámetro y fueron analizadas en nuestro laboratorio y en los laboratorios del Instituto de Productos Naturales y Agroalimentarios. Los análisis efectuados han englobado el pH, el porcentaje de materia orgánica y los nutrientes siguientes: fósforo (fósforo Olsen y fósforo total), calcio, sodio, potasio y magnesio.

## Resultados

Los resultados de los análisis se muestran en la tabla 4.5.

Muestra	pH	Materia orgánica (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)
1	6.5	2.3	18	11	10.2	1.1	2
2	6.4	2.5	16	9.2	9.4	1.2	1.8
3	6.3	1.8	10	9	9.6	1.4	2
4	6.6	2.3	16	9	10	1.1	2.1
5	6.6	2.6	16	9	9.4	1	1.8
6	6.9	3.1	16	9.8	10.2	1	2.1
7	6.8	1.1	16	9.8	15.2	0.7	3.6
8	7	1.3	8	9.2	15.2	0.8	3.4
9	6.9	1.9	14	14	14	0.5	1.4
10	6.9	1.9	10	12.2	12.6	0.5	1.2
11	7	1.8	18	16.4	17.6	0.7	1.5
12	7	2.6	16	15.2	13.8	0.7	1.2
13	6.2	1.1	24	10	18.6	0.8	3.2
14	6.7	1.7	12	13.6	21	0.9	3.4
15	6.5	2.4	14	13	18.8	0.9	2.8
16	6.7	1.6	12	13.8	20	0.9	3.4

**Tabla 4.5:** Resultados de los análisis edáficos realizados en la zona de estudio.

El pH de las muestras de suelo tomadas en la parcela se mantiene en unos niveles neutros, típico de zonas de basaltos altamente lavadas, como corresponde al macizo de Teno, de una antigüedad superior a los ocho millones de años. El contenido en materia orgánica es muy bajo, apenas del 2.5 % en los casos donde más materia orgánica se encuentra. Ello indica que los suelos son pobres para el mantenimiento de una biomasa elevada. Posiblemente, el uso al que han sido sometidos en los últimos 200 años con ganadería caprina y la eliminación del matorral han provocado una erosión manifestada con pérdida de suelo.

El fósforo también mantiene unos niveles similares a lo largo de todas las muestras, indicando que la fertilidad provocada por el mismo es estable. El complejo de intercambio (sodio, potasio, magnesio y calcio) indica una salinidad elevada en el caso de algunas muestras, pero sin que se alcance el grado de suelos altamente salinizados. Posiblemente las lluvias y la estructura del suelo provocan un lavado eficiente que hace que no aumente el nivel de salinidad hasta niveles que pudieran comprometer la producción de biomasa.

Como conclusión más importante, podemos decir, que en la zona de la parcela, los suelos son pobres en nutrientes esenciales, posee una estructura equilibrada que les permite cierta estabilidad y una salinidad alta aunque no importante. Esperamos que con las labores de repoblación, aumente la capa de horizonte orgánico, y con ella los nutrientes disponibles para las plantas, posibilitando un aumento de la capacidad de carga para la biomasa, y a su vez, que este aumento sea posible mantener con el tiempo a través de su estabilización.

## **Conclusiones**

Después de analizar los resultados del seguimiento de la primera plantación de 337 pies (232 de *Juniperus* y 105 de *Olea*) en la zona de restauración de un sabinar en el Barranco de Taburco, Teno Alto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Las tasas de supervivencia (29% para *Juniperus* y 41% para *Olea*) se pueden considerar como bastante altas especialmente en el caso de *Olea*, teniendo en cuenta que el momento de la plantación en febrero/marzo no fue el más adecuado.
- Esto nos indica que la zona a 750 m s.n.m. y con un porcentaje alto de suelo superficial (50-60%) es adecuada para la restauración y también que las plántulas se adaptaron relativamente bien al entorno.

- Existe relaciones muy fuertes y significativas entre el tamaño (biovolumen, diámetro) de las plántulas y la supervivencia, y entre el tamaño y vitalidad de las plántulas vivas, es decir, la plántula tiene una probabilidad de sobrevivir mucho más alta si es grande. Este patrón se da en las dos especies, lo que confirma la importancia de este factor.
- El porcentaje de pies con protector es alto (85-90%), pero no podemos concluir que el protector influya de forma decisiva en la supervivencia, dado que un 75% de los pies muertos también llevaban protector.
- El nivel de depredación es bajo (5-10% de los pies) sin que existan diferencias significativas entre plántulas vivas y muertas en función de éste. Ello nos lleva a considerar que la depredación no es un factor decisivo para la supervivencia en este caso. El depredador más probable es el conejo.
- La exposición (E o SO) y la pendiente influyen significativamente en la tasa de supervivencia en el caso de *Juniperus*, pero no para *Olea*. En zonas con exposición E y con una elevada pendiente la tasa de supervivencia aumenta un 25%. Esto se explica probablemente con la variación de microclimas y de los niveles de recursos hídricos que existen dentro de la parcela.
- El sustrato (porcentaje de rocas, piedras y suelo) no parece determinar la supervivencia de las dos especies, puesto que el porcentaje de suelo superficial es alto (50-60%).
- Las diferencias en exposición y microclima influyen de forma significativa en la riqueza y la composición florística alrededor de las plántulas. La composición florística no influye en el estado de vitalidad las plántulas (muerto o vivo).



## 5. Seguimiento de la regeneración natural del sabinar de Afur, Anaga

El seguimiento de las plántulas de regeneración natural en el sabinar de Afur, Tenerife, tiene como objetivo analizar la tasa de supervivencia de las plántulas que han se han establecido de forma natural procedentes del banco de semillas del ecosistema y estudiar los factores abióticos y bióticos que podrían influir en la supervivencia de las plántulas. De tal manera, se intenta obtener información sobre la dinámica natural de un ecosistema poco conocido.

### Método

#### Toma de datos

En mayo de 2006 se marcaron todas las plántulas (un total de 50) de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* localizadas dentro de dos parcelas rectangulares de 20 x 100 m (2000 m<sup>2</sup>) dispuestas a lo largo de un gradiente altitudinal en una ladera con exposición Sur en el sabinar de Afur ubicado en el Parque Rural de Anaga. Durante la anotación se tomaron datos vitales, florísticos y ambientales de cada plántula. La información florística y ambiental hace referencia a sendos círculos con radio de 30 cm y 1 m alrededor de la plántula. En septiembre/octubre 2006 se realizó el primer seguimiento que consistió en medir las plántulas y estimar su estado vital. A continuación se relacionan los datos tomados:

#### *Datos vitales*

- Altura de la plántula.
- Ramificación. Se cuenta el número de ramas.
- Estado vital: Se estima visualmente el estado vital de la plántula. Un individuo vivo muestra todavía o de nuevo hojas verdes, un individuo se considera muerto si sólo tiene hojas marrones secas o ha perdido todas las hojas y no muestra rebrotes.
- Porcentaje de hojas marrones. Se estima visualmente el porcentaje de hojas marrones y secas en relación con la parte verde del individuo.

### *Datos microambientales*

- Depredación. Se apunta si la plántula muestra señales de depredación (hojas o ramitas comidas) y, en su caso, se intenta identificar al depredador.
- Rocas. Se estima el porcentaje de rocas en la superficie, no teniendo en cuenta la vegetación.
- Pedregosidad. Estimada de la misma forma.
- Suelo. Se estima de la misma forma. El total de las tres variables de sustrato siempre es 100%.
- Mantillo. Se estima el porcentaje de mantillo en la superficie.
- Distancia al tronco de la sabina más cerca (individuo > 2 de altura).
- Ubicación respecto al borde de la copa de la sabina más próxima (debajo, en el borde, fuera de la copa).
- Profundidad de suelo. La medida se realizó utilizando un palo metálico de 4 mm de diámetro y de 45 cm de longitud, que se clavó de forma vertical en el suelo, en cuatro puntos (arriba, abajo, a la derecha y a la izquierda) a una distancia de 30 cm de la plántula. El desfronde contaba como suelo. Si el punto de medida tocaba en una roca o una raíz se anotaba un cero.

### *Datos florísticos*

- Composición florística. Se realizó un catálogo de todas las especies perennes leñosas o con bulbo existentes dentro del círculo con 1 m de radio alrededor de la plántula. Para cada especie se estimó visualmente el porcentaje de abundancia. Las hierbas anuales y perennes no se incluyeron de momento dado que estas especies crecen y se desarrollan en diferentes momentos del invierno de forma que no es posible tener un listado completo con un seguimiento en noviembre.
- Cobertura arbórea. Se estima la cobertura de los árboles dentro de la parcela. En este caso será siempre la sabina, dado que es un bosque monoespecífico.

### Análisis de datos

Para comparar el grupo de las plántulas muertas con el grupo de las plántulas vivas respecto a las variables ambientales y florísticas se aplica el test estadístico de la prueba “t” de Student con dos muestras independientes. Con este test se pueden comprobar

diferencias entre las medias de dos grupos o poblaciones. Para relacionar otras variables de vitalidad como el porcentaje de hojas verdes o la altura con factores ambientales se utilizaron regresiones lineales.

La composición florística alrededor de los pies plantados se analizó utilizando dos variantes multivariantes, el Análisis de Correspondencia Corregido (DCA) y el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA). El primer método corresponde a un análisis indirecto de gradientes y nos permite descubrir gradientes florísticos en la base de datos, mientras en el segundo método incluye los factores ambientales para explorar los gradientes a lo largo de gradientes ambientales.

## **Resultados**

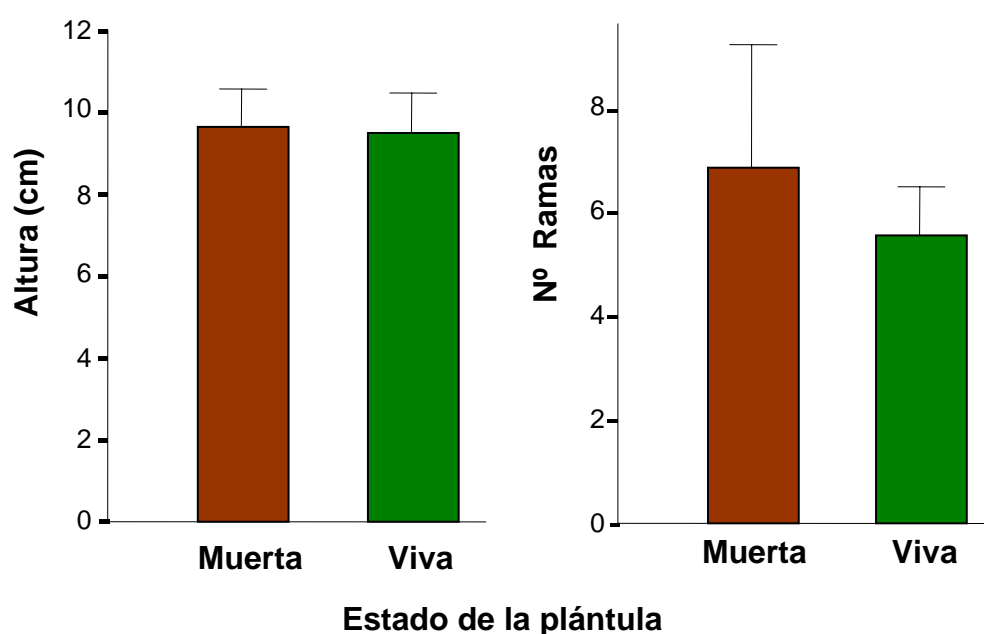
### Tasa de supervivencia y vitalidad de las plántulas

Después de un verano bastante caluroso, 64% de las 50 plántulas marcadas en mayo 2006 estaban todavía vivas en septiembre 2006 aunque con una vitalidad baja (Tabla 5.1). Clasificamos las plántulas según su altura y ramificación para averiguar si el tamaño influye en la supervivencia. Las plántulas con una altura  $\geq 10$  cm probablemente no son de la cohorte del 2005/2006 y, por lo tanto tienen 2 ó más años, lo que nos hace sospechar de que poseerán una supervivencia mayor. Lo mismo ocurre con la ramificación. Una plántula germinada en un entorno natural, no se ramifica de forma excesiva en el primer año, lo que supondría la existencia de diferencias de edades en la comunidad de plántulas analizado. Sin embargo, las cifras no confirman esta hipótesis, ya que la tasa de supervivencia se mantiene casi igual. Resultados en la misma línea se obtienen de la prueba de la “t” de Student al comparar los dos grupos de plántulas, muertas y vivas (Fig. 5.1).

Las plántulas de *Juniperus* marcadas en Afur tienen una altura media de 9,6 cm, muestran una distancia media al tronco de la sabina más próxima de 138,4 cm y se ubican en un 76% debajo de la copa de un adulto, mientras sólo 14% crecen justo en el borde de la copa y 10% fuera de la copa (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1:** Supervivencia de las plántulas durante el seguimiento en el sabinar de Afur.

Grupo de plántulas	Super- vivencia (%)	Hojas marrones Mayo 2006	Hojas marrones Oct 2006	Número plántulas
Todas las plántulas	64,0	53,7	88,8	50
Plántulas < 10 cm de altura	64,5	55,2	88,9	31
Plántulas ≥ 10 cm de altura	59,0	51,4	88,5	19
Plántulas < 5 ramas	66,7	55,4	88,1	27
Plántulas ≥ 5 ramas	64,0	53,7	88,8	23



**Figura 5.1:** Relación entre el estado vital y el tamaño (altura, ramificación) de las plántulas de *Juniperus* en el sabinar de Afur.

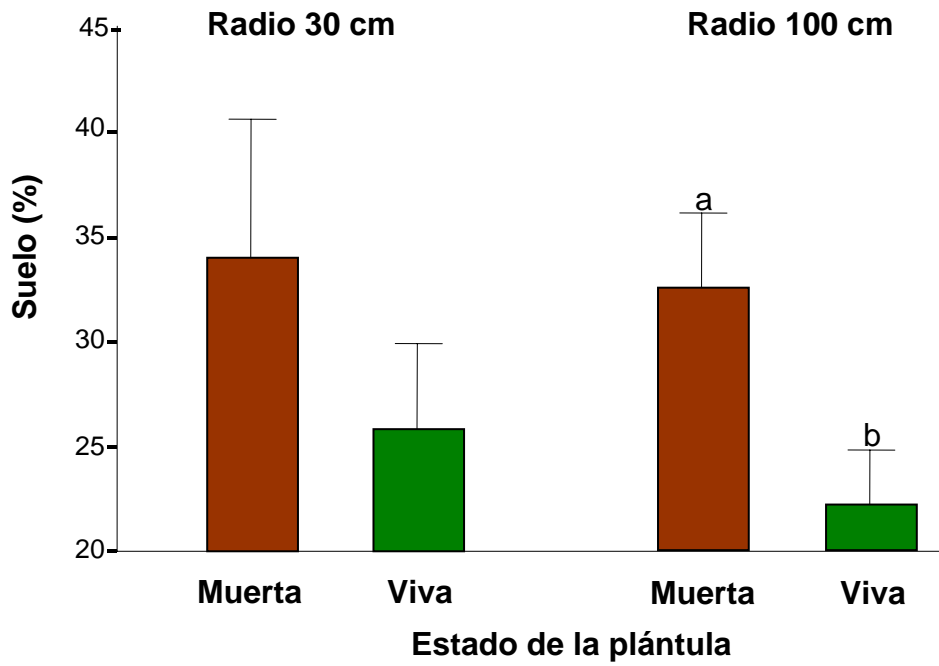
### Supervivencia y factores ambientales

La zona de estudio en la ladera expuesta al Sur del sabinar de Afur se caracteriza por poseer un sustrato muy pedregoso, con poco suelo (25-28%), pero con bastante mantillo (21-36%) (Tabla 5.2). La profundidad del suelo es escasa (9,6 cm), lo que indica que se trata de suelos poco desarrollados. El porcentaje de plántulas vivas es más alto en sitios donde hay menos suelo superficial, más rocas y más mantillo (Figs. 5.2, 5.3 y 5.4, respectivamente). Este patrón se confirma para las dos tipos de parcelas

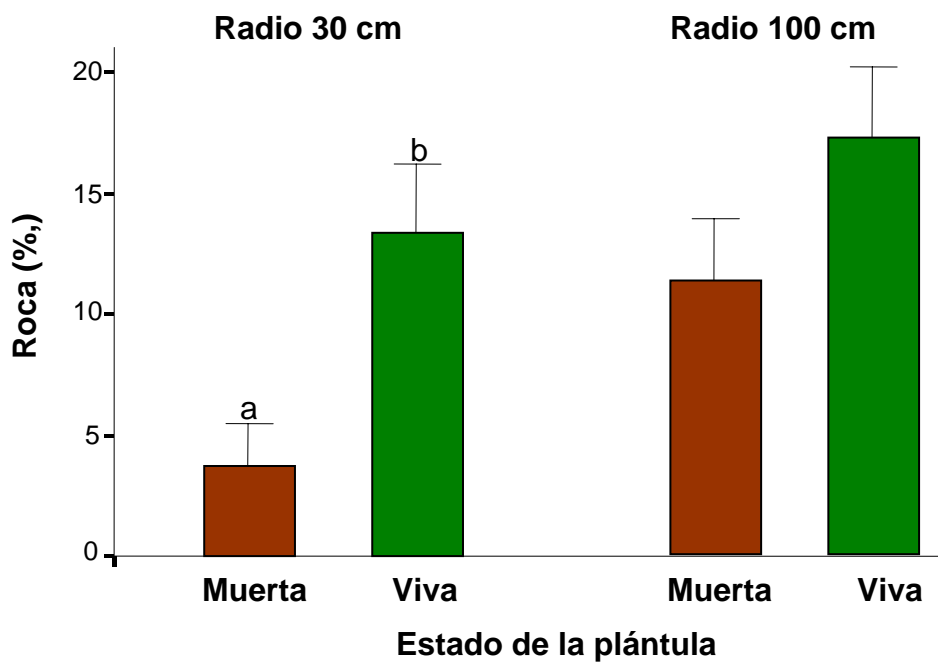
circulares (radio 30 cm y radio 100 cm), mostrándose en algunos casos esta relación significativa. El efecto del mantillo en la supervivencia es explicable por la retención de humedad y aislamiento de temperaturas altas en verano y por el nivel de materia orgánica y nutrientes probablemente elevado. La relación entre supervivencia y rocosidad no es tan obvia, de todas formas, el porcentaje de rocas no es muy alto en general. La existencia de rocas porosas mezcladas con suelo podría aumentar incluso la retención de agua en el suelo. Sin embargo, un nivel alto de rocas está siempre relacionado con poca capacidad de retención de agua en superficie.

**Tabla 5.2:** Estadística descriptiva de los factores vitales y ambientales y diferencias entre el grupo de plántulas muertas o vivas (test de t de Student, \* = diferencias significativas).

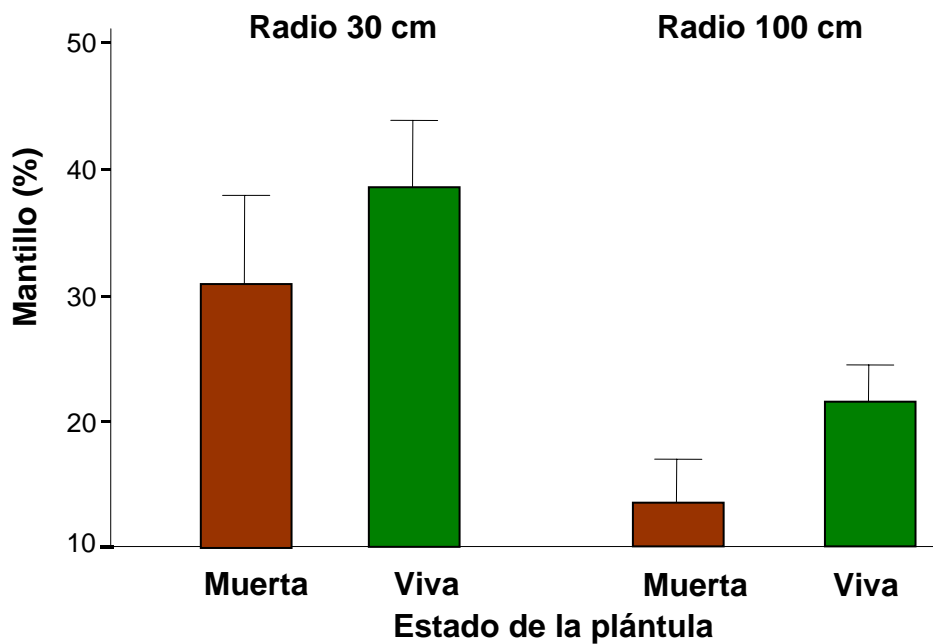
Factor ambiental	Estado	Media	Desviación típ.	valor t	p
Altura (cm)	<b>total</b>	<b>9,6</b>	<b>4,9</b>		
	muerto	9,6	3,9	0,084	0,933
	vivo	9,5	5,5		
Distancia al tronco (cm)	<b>total</b>	<b>138,4</b>	<b>86,0</b>		
	muerto	135,6	112,2	0,605	0,548
	vivo	140,0	69,2		
Ubicación borde	<b>total</b>	<b>1,34</b>	<b>0,6</b>		
	muerto	1,4	0,8	0,839	0,406
	vivo	1,3	0,6		
Profundidad de suelo (cm)	<b>total</b>	<b>9,6</b>	<b>4,5</b>		
	muerto	9,5	3,5	-0,106	0,916
	vivo	9,7	5,0		
Suelo % (30 cm)	<b>total</b>	<b>28,8</b>	<b>24,9</b>		
	muerto	34,0	28,1	1,109	0,273
	vivo	25,9	22,9		
Rocas % (30 cm)	<b>total</b>	<b>9,8</b>	<b>14,1</b>		
	muerto	3,7	7,5	-2,413	<b>0,020*</b>
	vivo	13,4	15,9		
Piedras % (30 cm)	<b>total</b>	<b>61,5</b>	<b>27,5</b>		
	muerto	62,3	26,6	0,133	0,895
	vivo	61,2	28,5		
Mantillo % (30 cm)	<b>total</b>	<b>35,78</b>	<b>30,0</b>		
	muerto	30,8	30,1	-0,872	0,387
	vivo	38,6	30,1		
Suelo % (100 cm)	<b>total</b>	<b>25,9</b>	<b>15,4</b>		
	muerto	32,5	15,3	2,371	<b>0,022*</b>
	vivo	22,3	14,3		
Roca s% (100 cm)	<b>total</b>	<b>15,0</b>	<b>14,9</b>		
	muerto	11,2	10,7	-1,341	0,186
	vivo	17,1	16,6		
Piedras% (100 cm)	<b>total</b>	<b>59,1</b>	<b>20,0</b>		
	muerto	56,3	18,4	-0,744	0,461
	vivo	60,7	21,0		
Mantillo% (100 cm)	<b>total</b>	<b>21,1</b>	<b>20,5</b>		
	muerto	14,4	18,9	-1,751	<b>0,086</b>
	vivo	24,8	20,7		



**Figura 5.2:** Relación entre el estado vital de la plántula y el porcentaje de suelo existente en las parcelas analizadas del sabinar de Afur.



**Figura 5.3:** Relación entre el estado vital de la plántula y el porcentaje de rocas existente en las parcelas analizadas del sabinar de Afur.

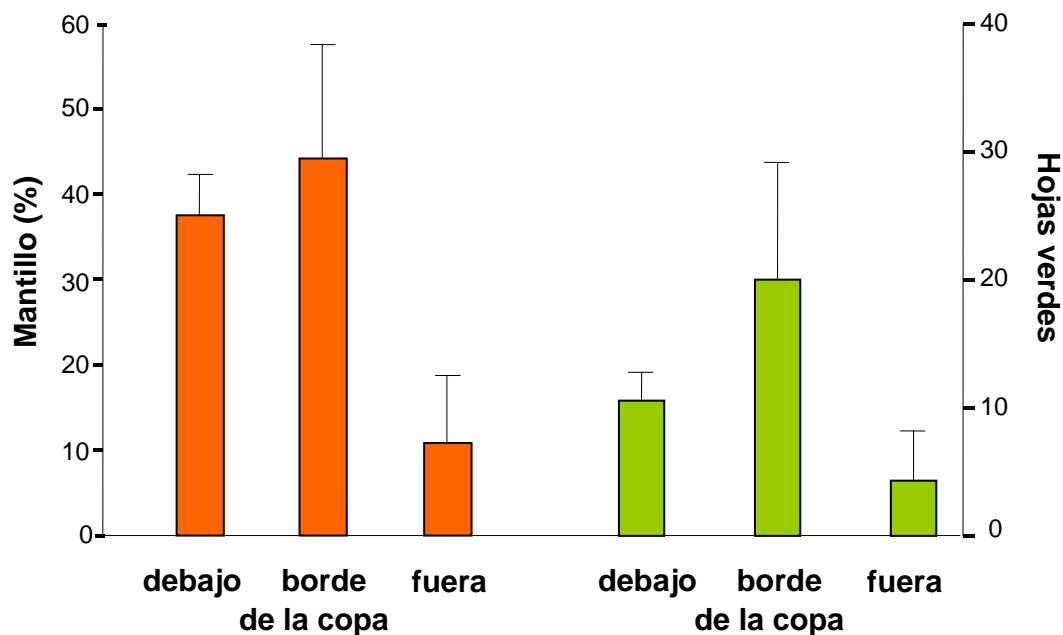


**Figura 5.4:** Relación entre el estado vital de la plántula y el porcentaje de mantillo existente en las parcelas analizadas del sabinar de Afur.

Interesante es la distribución del mantillo en relación con la copa de los árboles (Fig. 5.5). Analizando las parcelas pequeñas (30 cm de radio), se observa que el mantillo alcanza su cobertura máxima (45%) en el borde de la copa, siendo su valor también alto bajo copa (38%), mientras que fuera de la copa sólo se registró un 10%. El mismo patrón sigue la vitalidad de las plántulas aunque las relaciones no son significativas dado el número bajo de muestras, sobre todo fuera de la copa (10 individuos).

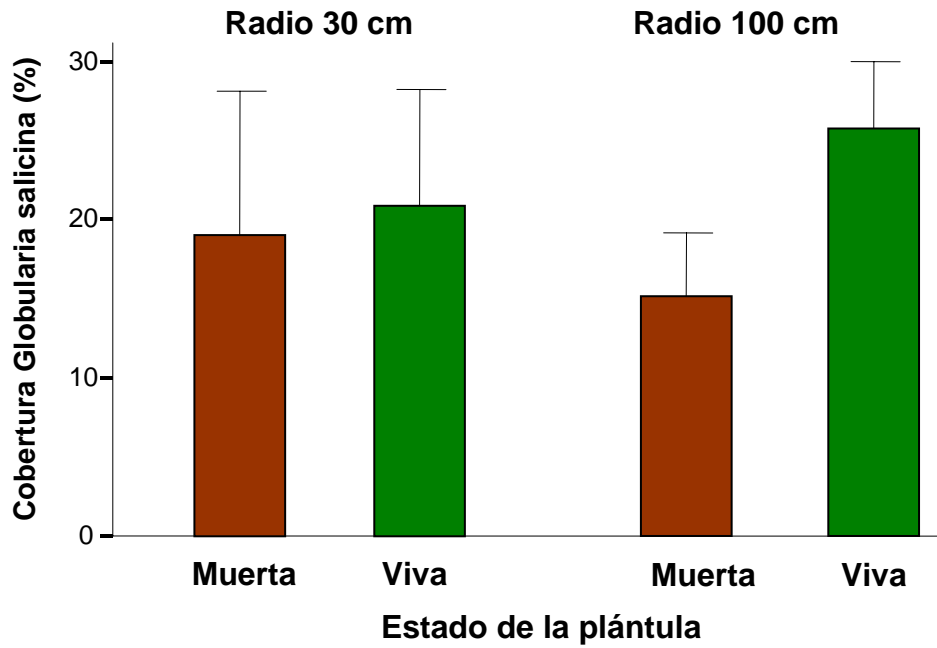
Estudios anteriores han revelado que el arbusto *Globularia salicina*, una de las especies más abundantes en el bosque termófilo de Tenerife, podría beneficiar a las plántulas de *Juniperus*, bien sea por crearle un microclima o por un aumento de mantillo y nutrientes. Hemos tratado de testar esta hipótesis comparando la cobertura de *Globularia salicina* de las parcelas de plántulas muertas con las de las plántulas vivas (Fig. 5.6). En el caso de la parcela grande (1 m de radio), se puede observar una diferencia entre 17% para las muertas y 27% para las vivas, lo que parece confirmar nuestra hipótesis. No obstante, esta diferencia no es significativa. Tendríamos que aumentar el número de muestras para averiguar si este patrón se confirma.

Otra hipótesis relaciona la supervivencia y vitalidad de plántulas de árboles con la cantidad de luz o sombra que reciben. En regiones áridas, un nivel moderado de sombra puede suavizar el estrés hídrico, sin embargo, un nivel muy bajo de luz puede impedir el crecimiento y el desarrollo de la plántula. Por lo tanto, nos interesa saber si la sombra o cobertura de un individuo adulto puede influir en la supervivencia de sus plántulas. El resultado (Fig. 5.7) indica que no hay grandes diferencias respecto a cobertura de *Juniperus* adulto entre plántulas muertas y vivas, lo significa que el nivel de sombra no influye de forma significativa en la supervivencia de las plántulas. De todas maneras, la base de datos todavía es bastante reducida (50 plántulas) y los resultados podrían ser bastante diferentes con un alto número de muestras (>200). Ello nos anima a seguir con el estudio de la regeneración natural de la sabina canaria.

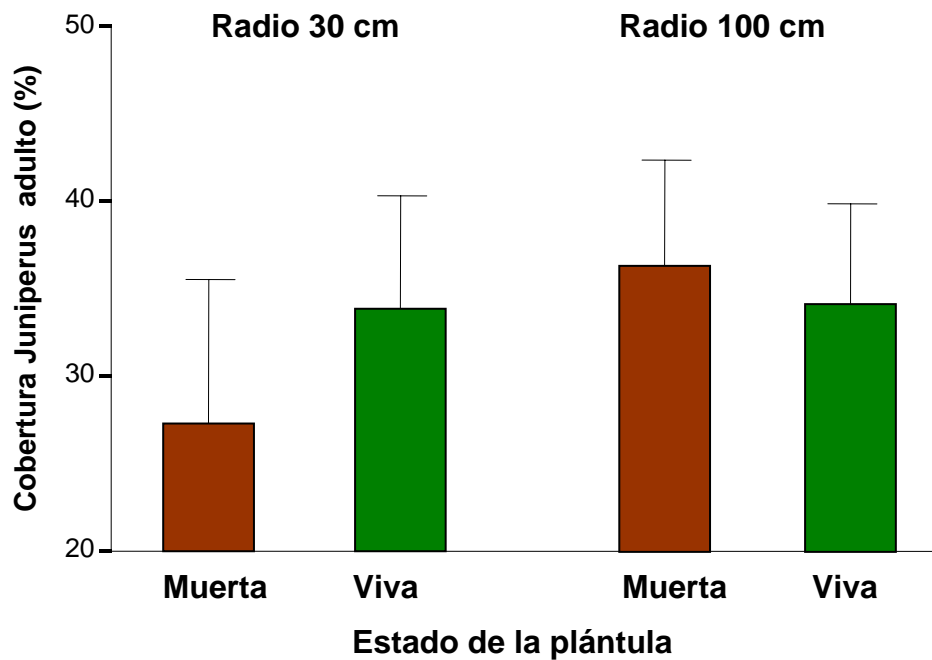


**Figura 5.5:** Porcentaje de mantillo y de hojas verdes de las plántulas según su ubicación debajo, en el borde o fuera de la copa de un adulto.





**Figura 5.6:** Influencia de la cobertura de *Globularia salicina* sobre el estado vital de las plántulas de *Juniperus*, en los dos tipos de parcelas consideradas en el estudio.



**Figura 5.7:** Influencia de la cobertura de los individuos de *Juniperus* sobre el estado vital de las plántulas de *Juniperus*, en los dos tipos de parcelas consideradas en el estudio.

## Conclusiones

Después de analizar el seguimiento de 50 plántulas marcadas de *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* en el sabinar de Afur en Anaga, y teniendo en cuenta que se trata de un estudio preliminar con una base de datos todavía muy reducida, podemos llegar a las siguientes conclusiones.

- La tasa de supervivencia de las plántulas de regeneración natural es alta (64%).
- No se encuentran señales de depredación sobre las plántulas.
- El tamaño o la edad de la plántula no parece influir en la supervivencia. Es decir las plántulas muy pequeñas (<10 cm, < 5 ramas) no muestran una tasa de supervivencia reducida.
- 76% de las plántulas crecen bajo la copa de un adulto y sólo 10% lo hace fuera, lo que podría explicar la alta supervivencia.
- El sabinar con exposición Sur en Afur se caracteriza por suelos poco profundos, y muy pedregosos.
- La rocosidad parece aumentar la supervivencia de las plántulas.
- El porcentaje de mantillo alrededor de las plántulas es alto, especialmente en el borde de la copa de un adulto (45%), y bajo o fuera de la copa.
- La presencia del arbusto *Globularia salicina* en la cercanías de una plántula de *Juniperus* podría aumentar la supervivencia de la última y actuar como una protección (“nurse plant”). Futuros estudios tienen que confirmar esta tendencia.

## 6. Protocolo de restauración

### Introducción

El Parque Rural de Teno es un macizo montañoso que alberga abundantes valores de interés científico con cuantiosas masas forestales en las cumbres, las cuales ejercen un papel importante en la captación de aguas y en la protección de los suelos. Los ecosistemas dominantes son la laurisilva y el bosque termófilo, importantes por su carácter relíctico, escasez, y gran biodiversidad de flora y fauna endémica. Dicha importancia se extiende también a la vegetación del cardonal-tabaibal y a las comunidades rupícolas que albergan numerosos elementos de flora termófila relevante para el presente proyecto, como son sabinas, acebuches, etc. Entre las especies endémicas y amenazadas de fauna del macizo de Teno se encuentran las que se circunscriben exclusivamente a la isla de Tenerife, como el Lagarto Canario Moteado, *Gallotia intermedia*, y algunas especies de aves que encuentran aquí zonas de gran importancia para su ciclo vital como son *Columba bollii* (Paloma Turqué) y *Columba junoniae* (Paloma Rabiche), o el Cuervo (*Corvus corax*). Las estructuras geomorfológicas están representadas por espectaculares barrancos, abruptos acantilados y elementos de interés científico que configuran un peculiar paisaje lleno de contrastes y belleza. A tales valores, hay que sumar aquellos de tipo cultural e histórico derivados de la importancia arqueológica de la Comarca, con pueblos donde la arquitectura tradicional todavía marca la tónica edificatoria.

La zona de trabajo se localiza en las laderas suroeste del Parque, dentro del LIC de Teno. Posee una vegetación potencial de bosque termófilo, el cual se encuentra escasamente representado no sólo en el Parque sino a nivel general en la isla de Tenerife al tratarse de zonas de medianías utilizadas tradicionalmente para la agricultura y ganadería. Estas zonas abandonadas, cuando dejan de cultivarse, presentan una vegetación de sustitución que junto con los altos niveles de erosión recomiendan una actuación restauradora sobre ella. Por otro lado, el hecho de que aún existan elementos dispersos de la vegetación potencial, implica además, que se favorezca una restauración con material vegetal de la misma o similar procedencia.

Actualmente, las formaciones de *Juniperus turbinata* están escasamente representadas en el archipiélago canario. Se encuentran sus mayores representaciones en

las islas de La Gomera y El Hierro. En Tenerife, la mancha de sabinar de mayor entidad es la de Afur (macizo de Anaga), aunque a todo lo largo de la franja sur y suroeste de la isla, de forma interrumpida, se aprecian aún restos o fragmentos muy interesantes de sabinares mezclados con otras especies termófilas como acebuches, almácigos, etc. En Tenerife, no obstante, su escasez y estado de degradación le confieren a esta formación un interés científico que conjuntamente con su restringida distribución en la Macaronesia, justifican nuevamente un proyecto de restauración de este ecosistema.

De todo ello se desprende la necesidad de acometer este proyecto de plantación con el múltiple objetivo de iniciar la recuperación de la cubierta vegetal correspondiente a las formaciones termófilas, evitar la erosión y degradación del suelo en la zona y promover la restauración ecológica integral de dicho ecosistema insular amenazado.

### **Localización y situación de conservación de la zona de actuación**

#### Ubicación propiedad y usos

La zona a restaurar se incluye en la Finca de Siete Fuentes, sita por completo dentro del LIC de TENO, comprendiendo una superficie total afectada de unas 53,5 Ha en el Barranco de Taburco, Teno Alto (ver ANEXO 1. CARTOGRAFÍA). Su delimitación cartográfica es la siguiente en unidades UTM (28RCS): al norte: 3161865; 3136559; al sur: 3149981; 3134969; al oeste: 3150540; 3136176; y al este: 3166471; 3135716. Los límites altitudinales de la finca se encuentran entre los aproximadamente 500 m y los 955 m sobre el nivel del mar. Dentro de estos límites, la zona de afección de la plantación a efectuar discurre desde los 500 hasta los 850 m de altitud aproximadamente. La finca es propiedad del Cabildo de Tenerife y está constituida por antiguas terrazas de cultivo de secano (cereales), abandonadas hace mucho tiempo. La finca alberga además vegetación arbustiva degradada por un excesivo pastoreo de ovicaprinos.

#### Conservación de la vegetación de la zona

La intensa explotación secular de estas formaciones termófilas por parte del hombre hace que su representación en la isla sea muy reducida, con menos de un 5% del área potencial. En el área del proyecto de restauración en el Barranco de Taburco, la

mayor parte de los elementos vegetales de esta formación se han visto relegados a las zonas menos accesibles para el ganado y el hombre, como riscos y acantilados.

Como se muestra en la cartografía adjunta (ver ANEXO I), aún existe al oeste y sur de la finca de Siete Fuentes una representación termófila potencial importante -que justifica la elección de las especies candidatas para la plantación-, dominada por sabinas, acebuches y algunas especies arbustivas como retamas (incluyendo el endemismo local *Teline osyroides*), tabaiba majorera, moralitos (*Rhamnus integrifolia*), lengua de pájaro (*Globularia salicina*), jazmín (*Jasminum odoratissimum*), granadillo (*Hypericum canariense*), así como se encuentran algunos escasos dragos, peralillos (*Maytenus canariensis*) y almácigos (*Pistacia atlantica*), entre otros. La presencia de estos elementos florísticos en el ámbito de restauración justifica la inclusión de las cuatro especies propuestas como núcleo o eje del proyecto (sabina, acebuche, tabaiba majorera y retama), más una serie de unidades correspondientes al séquito de especies acompañantes (lengua de pájaro, saquitero, peralillo, jazmín, granadillo, etc.). Estas otras plantas se han seleccionado con el doble objetivo de a) hacer de la plantación una representación más rica del ecosistema terrestre más diverso de Canarias, consiguiendo así asimilar lo más posible el elenco plantado al ecosistema a restaurar en cuanto a estructura y composición, y b) conseguir un cierto efecto de nodriza o de “tamponamiento” de las condiciones de estrés ambiental reinantes en la zona de afección, por parte de las propias plantas; esto implica en teoría que las especies en crecimiento cooperarán mutuamente en su establecimiento haciendo el microclima más favorable localmente (p.e. disminuyendo la velocidad del viento, aumentando la recepción de humedad, protegiendo frente a depredadores, etc.).

La zona presenta por todo lo visto anteriormente una situación ideal para abordar la restauración de la vegetación potencial. Además, la experiencia servirá como proyecto piloto y aprovechable al afrontar con más garantías la restauración de otras áreas degradadas de bosque termófilo.

## **Antecedentes**

### Ensayos y proyectos previos

Los intentos de repoblación en distintas zonas del archipiélago han conllevado, por lo general, importantes fracasos en cuanto al porcentaje de planta capaz de

establecerse. Existen casos donde los resultados han sido óptimos, pero la poca atención que se dio al seguimiento de las mismas, no permitió establecer unas pautas mínimas de trabajo que determinaran qué actuaciones fueron las responsables del aumento del porcentaje de éxito. En el año 2000, el Cabildo de Tenerife realizó un ensayo de repoblación de pino canario con el uso de diferentes técnicas y que supuso el primer paso de exploración del por qué de los malos resultados que se venían dando. Además se realizó un diseño experimental que permitió la extracción de conclusiones de forma estadística. Estos resultados (Anon. 2000) han sido útiles a la hora de establecer el diseño de trabajo para el presente estudio. También, y la vez que con el pino canario, se realizaron otros ensayos de repoblación con otras especies tales como *Juniperus turbinata* (sabina) y *Juniperus cedrus* (cedro); cuyos resultados igualmente constituyen una información básica y útil para utilizar en este y otros futuros programas de restauración.

#### Procedencia de las unidades de planta

La procedencia genética de la planta es uno de los factores a los que se le ha prestado poca atención, existiendo en el pasado situaciones en las que se desplazaba planta de una isla a otra, con el consecuente riesgo de pérdida de diversidad genética. Ello ha dado lugar a que en este diseño se haya incluido como factor el uso de plantas de similar procedencia geográfica y genética. En el caso del pino, las procedencias pueden ser de una a varias por isla; sin embargo, en el caso de otras leñosas, caso del cedro y la sabina, se considera a día de hoy, que la región de procedencia es la de la isla en cuestión. En el caso de la finca de Siete Fuentes se ha tratado de seleccionar las unidades vegetales a plantar bajo el criterio de una procedencia similar en lo posible a la región de Teno, seleccionando dichas unidades a partir del banco de plántulas mantenido por el Cabildo Insular.

#### Uso de agentes fertilizantes y geles

De los resultados obtenidos de las repoblaciones anteriormente mencionadas, se ha optado por realizar un diseño experimental que no considera la fertilización ni los geles. El fertilizante de liberación lenta NPK añadido en las repoblaciones supone generalmente un factor negativo. Ello se debe al propio diseño de estos fertilizantes,

destinados a su uso en invernaderos donde el riego es continuo. En ese caso, la liberación de nutrientes es lenta y no se dan peligros de salinización de los suelos. Sin embargo, en los suelos de las parcelas donde se va a realizar el ensayo, las lluvias son raras y cuando aparecen, lo hacen de forma abundante, lo cual implica una alta tasa de liberación de nutrientes que podría dar lugar a la salinización del suelo, con el consecuente problema añadido por parte de las raíces de las plántulas a la hora de obtener agua.

Respecto a los geles, se puede llegar a relacionar su efecto con el producido por la adición de nutrientes. La retención de agua que realizan los mismos es de un agua salina (igual resultado de la salinización provocada por la adición de fertilizantes). En periodos de baja humedad, los geles liberan el agua retenida, un agua salina que afectará negativamente al balance hídrico de las plantas. Se han de tener en cuenta también los estudios que han determinado la alta carga salina que mantienen las lluvias y rocíos en la isla (Aboal 1998) como consecuencia de su cercanía al agua de mar, que da lugar a una gran cantidad de aerosoles en el ambiente, efectos que son aún más palpables en vertientes con orientación sur. A todo ello se une la capacidad condensadora del rocío de los protectores plásticos debido a su pequeño ojo de malla.

#### Protección mecánica

Finalmente, en lo que respecta a los protectores mecánicos a utilizar en este proyecto, se optará por los de malla plástica, de color negro, 2 mm de ojo o luz de malla, con unos 45 cm de altura.

El uso de este tipo de protector se fundamenta en experiencias anteriores realizadas en Tenerife y Gran Canaria. De estos ensayos, los protectores de esparto, goros de piedra, u de otro tipo dieron los peores resultados. Por ejemplo, los goros desprendían a lo largo del año algunas piedras hacia el interior del recinto, lo que provocaba la muerte de la planta. Algunas de las peculiaridades positivas de este protector de plástico es que es capaz condensar gran parte del agua de la humedad matinal, y que protege bien contra el conejo (principal herbívoro que afecta a las repoblaciones en Canarias, aparte de la cabra).

## Especies utilizadas

### *Juniperus turbinata* ssp. *canariensis* (Sabina)

Será la especie más utilizada en la zona de trabajo, con un 50% de los pies a utilizar correspondiendo a esta especie, ya que la zona se ha revelado en estudios previos como un área potencial de sabinar. La subespecie endémica de la sabina de distribución mediterránea se encuentra en las islas de El Hierro y La Gomera con cierta abundancia, siendo escasa en las otras islas centrales y occidentales, ausente hoy en día en las islas orientales. Las perturbaciones en las poblaciones de esta especie han venido dadas por su eliminación total para proveer de zonas de pasto al ganado (como es el caso de la zona de estudio) y por el uso excesivo en condiciones de dehesa con ganado caprino y por la falta de control de basuras.

La especie está presente en la zona de proyecto con pocos individuos aislados y refugiados en los acantilados a altitudes entre 400 y 600 m. Algunos individuos deben tener una edad considerable a juzgar por el diámetro de sus troncos.



### *Olea cerasiformis* (Acebuche)

Se plantará en unas proporciones de 20-25%, favoreciendo esa estructura de bosque termófilo típica de la zona. Los resultados de restauración con esta especie en otras zonas del archipiélago han sido siempre satisfactorios, dado el adecuado ambiente,



cuasi-mediterráneo del archipiélago y la dureza de la especies para superar las condiciones más adversas. La especie endémica de Canarias está presente en todas las islas, pero es en Gran Canaria donde mejor está representada. Esta especie se halla incluida en el anexo II de la Orden de 20 de febrero de 1991, sobre protección de especies de la flora vascular silvestre de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Es un elemento característico de las comunidades termoesclerófilas. Su distribución altitudinal se halla entre los 200 y 1.000 m. Se puede describir como un pequeño árbol que puede alcanzar los 12 m de altura, aunque es más frecuente con un porte arbustivo. Tronco con la corteza gris oscura y rajada; copa alta y densa. Hojas simples, lanceoladas, coriáceas y lustrosas por la cara superior, opuestas y de hasta 8 cm. de largo por 1 de ancho. Las flores son pequeñas, blanquecinas, y se agrupan en inflorescencias axilares cortas. El fruto es una pequeña aceituna, poco carnosa y con una semilla. Esta especie se encuentra presente en las proximidades de la parcela a restaurar, refugiada en zonas rocosas e inaccesibles y muchas veces con una estructura achaparrada fruto del fuerte viento presente la mayoría del año.



*Retama rhodorhizoides* (Retama)

Se utilizará también en un 20-25% del total de las plantas puesto que al igual que se comentó con el acebuche, la estructura de la composición se asimila más a un bosque termófilo, diversificando a la vez las fuentes de alimento para la avifauna frugívora e insectívora. Por otro lado, el crecimiento más rápido de esta especie favorecerá el control de la erosión en menor tiempo. Se incluye esta especie arbustiva debido a su presencia natural en la zona. Se trata de un arbusto afile o subáfile, muy ramoso, de 2-3

metros de altura; follaje verde grisáceo, ramillas estriadas, delgadas y péndulas. Flores aromáticas, blancas. Fruto, una legumbre aovada (globosa), rugosa, amarillenta y con 1 (2) semillas negras. Es una especie común en España, Italia y norte de África (Burkart, 1943; Dimitri, 1987). Según observaciones en ejemplares estudiados, esta especie crece bien en suelos franco-arcillosos, no ácidos, y es resistente a la falta de agua (riego) estival.



*Euphorbia atropurpurea* (Tabaiba mejorera)

Se trata de una especie endémica de Tenerife, siendo exclusiva de la zona entre Teno y Güímar. Es un arbusto con tallos y ramas suculentas, marrón-rojizas. Hojas linear-lanceoladas verde-glaucas, a veces teñido de rojo, agrupadas en las puntas de las ramas. Inflorescencia rojo-marrón en forma de umbela. Frutos (cápsulas) rojos, glabros. Aunque presente en la zona de restauración, sobre todo en las zonas más rocosas, se incluye en la lista de especies a plantar por su carácter termófilo y la importancia cuantitativa que tiene en Teno.



*Globularia salicina* (Lengua de pájaro)

Esta especie arbustiva y endémica de Canarias y Madeira es un elemento muy típico de todas las formaciones del bosque termófilo. La planta alcanza los 1,5 m de altura y tiene hojas alternas, enteras, linear-lanceoladas, verde-brillantes, un poco carnosas, glabras, hasta 8 cm de largo. La inflorescencia es axilar globosa, formada por pequeñas flores azules o blanquecinas. Con esta especie se diversifica la composición florística, su crecimiento rápido favorece la sucesión ecológica y frena la erosión del suelo. Se va a plantar en toda la zona de restauración.



*Jasminum odoratissimum* (Jazmín)

Arbusto endémico de Canarias y Madeira. Altura hasta 5 m, con hojas alternas, pinnadas con 3-5 hojitas ovadas. La inflorescencia tiene entre 1-4 flores amarillas. El fruto es una baya negra al madurar, frecuentemente buscada por las aves y lagartos como alimento. Esta especie también forma parte del sotobosque de las comunidades termófilas y aumenta también la diversidad del sabinar restaurado. Esta especie también se va a plantar en toda la zona de restauración (subparcelas A y B).



*Rhamnus crenulata* (Espinero, Espinero negro)

Es un endemismo canario presente en todas las islas y abunda las comunidades termófilas y en el cardonal-tabaibal húmedo en contacto con el termófilo. Es un arbusto hasta 2 m de altura con hojas ovadas o lanceoladas, bordes crenadas, glabras brillantes. Inflorescencia con pequeñas flores verdosas axilares. Frutos verdes o rojizos a negros al madurar, glabros en forma de pequeñas peras (hasta 8 mm), muy consumidos por las aves frugívoras, especialmente pequeños passeriformes. Siendo una especie bastante bien adaptada a condiciones de estrés hídrico, se plantará preferentemente en la zona baja de la finca de Siete Fuentes (subparcela A).



*Hypericum canariense* (Granadillo)

Otra especie endémica de los archipiélagos de Canarias y Madeira. Arbusto localmente muy común en comunidades termófilas de las islas occidentales. Tiene una altura hasta 4 m de altura, hojas opuestas, enteras, lanceoladas de 2-7 cm de largo. Las flores son amarillas en panículas densas, terminales. El fruto es una cápsula marrón, carnosa. El granadillo se va a plantar en toda la zona y con densidad similar a las otras especies del sotobosque.



*Maytenus canariensis* (Peralillo)

Pequeño árbol endémico de Canarias y presente en todas las islas menos en Lanzarote. El tronco alcanza 4 m y es muy ramificado. La planta tiene hojas de color verde-oscuro, ovadas o espatuladas. Flores son pequeñas amarillo-blancas y el fruto es una cápsula con tres segmentos y 6 costillas, de color verde o marrón. Es también elemento del termófilo, pero de las vertientes más húmedas puesto que presenta una mayor higrofilia. En Teno se encuentra con individuos aislados en la vertiente sur y con bastante frecuencia en barlovento encima de Buenavista y Los Silos. Esta especie se va a plantar en la zona alta con menor densidad que las especies arbóreas “eje” (sabina y acebuche).



*Sideroxylon canariense* (Marmolán)

Esta especie, conocida anteriormente como *Sideroxylon marmulano*, se ha descrito recientemente como especie endémica de Canarias (Lobin et al. 2005). Es un árbol de hasta 15 m de altura, con hojas grandes hasta 10 cm de largo, alternas, gruesas, pecioladas, con nervios laterales prominentes. Las flores son pequeñas axilares, la corola blanca o rosada con tubo corto y 5 lóbulos. El fruto es una baya negra al madurar. Esta planta es sumamente rara en el archipiélago y figura en la lista de especies amenazadas de Canarias con la categoría “vulnerable”. Se va a plantar en bajas densidades en la zona más alta, en contacto con el monteverde, puesto que es un elemento del bosque termófilo húmedo así como de la laurisilva seca.



*Heberdenia excelsa* (Saquitero: forma termófila)

Es un árbol endémico de Canarias y Madeira y existe una forma (o especie) termófila y una forma (o especie) morfológicamente diferenciable en la laurisilva que en la actualidad se está estudiando morfológica y genéticamente. Alcanza 10 m de altura y tiene hojas coriáceas, romboidales con pecíolo corto. La flor pequeña es blanca o rosada en grupos axilares. El fruto mide unos 5 mm y es de color marrón-oscuro, muy consumido por aves frugívoras como la paloma rabiche y el mirlo, entre otros. Las mejores poblaciones de esta especie en Tenerife se encuentran en la vertiente norte de Teno (encima de Buenavista), por lo tanto posiblemente forma parte del bosque termófilo de esta región. Se planta en la zona alta donde hay más recursos hídricos.



## **Método de plantación**

Disposición y número de hoyos.

Se dispondrán los hoyos de plantación a una distancia de 3 metros unos de otros<sup>1</sup>, con una densidad máxima de 700 hoyos/ha. En total, se procederá a la realización de 20.000 hoyos, para otras tantas plantas (siempre en función de la fuerte pedregosidad del terreno, con zonas donde no será posible el ahoyado, aunque precisamente debido a ello, los bordes de las parcelas se consideraron flexibles). Inicialmente se utilizará el sistema denominado “al bolillo” de forma que se maximice la captación de agua a través de la escorrentía. Ello parte como recomendación principal, ya que en muchos casos el terreno no va a permitir seguir este tipo de replanteo, al existir piedras de gran tamaño y canchales, que obligan en determinados lugares a sortear este tipo de obstáculos. En cualquier caso se procurará seguir el diseño inicialmente elaborado.

Procedimiento de plantación y maquinaria de ahoyado

Para la realización de los hoyos, con unas dimensiones de 60 x 60 x 60 cm, se efectuará la remoción mecánica del terreno con una retroaraña, básicamente, una

---

<sup>1</sup> Se espera que esta distancia de separación atenúe la competencia tanto intraespecífica como la interespecífica.



retroexcavadora (Foto 6.1) sobre sustrato suelto y hasta donde la pendiente lo permita<sup>2</sup>. La profundidad de la poceta ha de ser tal que facilite el crecimiento de las raíces los dos primeros años, dado el escaso suelo existente en algunos puntos. Las pocetas tendrán dos brazos de 50 cm de longitud en dirección perpendicular a la pendiente de unos 10 cm. de profundidad que sirven para recoger el agua que se pueda dar en pequeñas escorrentías.



**Fotografía 6.1:** Un modelo de retroaraña.

En caso de que las condiciones meteorológicas no acompañen a la repoblación, se procederá a realizar un riego de tempero o establecimiento (Foto 6.2). Por cada poceta u hoyo, se añadirán unos 30-40 litros de agua, tanto en el fondo como en los laterales de la boca del agujero. Inmediatamente al riego se procederá a plantar. Posteriormente a la plantación se colocarán los protectores de plástico, que deben quedar a unos 40cm sobre el nivel del suelo y poseer de guías que ayuden a su estabilización y eviten que sean arrancados por el fuerte viento de la zona. Para ello será necesario un camión con tracción a las cuatro ruedas y, al menos, unos 400 metros de manga para favorecer el acceso a todos los puntos de la parcela. En anteriores ocasiones se ha contado con los propios vehículos con los que cuenta el Cabildo de Tenerife, ofreciéndose unos resultados satisfactorios.

---

<sup>2</sup> En aquellas zonas donde el ahoyado con retroaraña no sea posible o esté desaconsejado por la densidad de la vegetación natural se procederá al ahoyado manual.



**Fotografía 6.2:** Riegos en una parcela de repoblación.

Número de unidades a plantar y su distribución por sectores.

Los sectores donde se plantará dentro de la parcela del proyecto se recogen en la cartografía (ANEXO I). El Barranco de Taburco impone sus propias condiciones micro y mesoambientales. Existe por tanto una división patente entre la zona superior del barranco cerca de las cresterías más húmedas y hasta donde llega la pista de acceso superior, que presenta unas condiciones de mayor humedad y efecto del viento, al tiempo que ostenta la mayor potencia edáfica. La zona inferior por el contrario es más xerofítica, rocosa y pedregosa.

Por ello, la parcela de actuación en la finca de Siete Fuentes se dividirá en dos sectores (de 500-700 m de altitud y de 700-850 m de altitud), a efectos de diferenciar de algún modo cuáles serán los mejores destinos para las distintas unidades vegetales de las distintas especies a plantar, según sus necesidades ecológicas previstas. Estas encajarán mejor dentro de las comunidades vegetales que se proyecta obtener una vez alcanzada una etapa avanzada en el proceso de asentamiento de la nueva comunidad vegetal recreada en la parcela objetivo.

En la tabla 6.1 se desglosan las especies y unidades a plantar en los dos sectores altitudinales, diferenciados como subparcelas A y B, dentro de la zona de actuación. La subparcela A ocupa las zonas inferiores de la finca y la subparcela B las superiores (ver cartografía, ANEXO I). Se ha tratado de asignar números de unidades a plantar de modo proporcional al área disponible en cada subparcela.

SECTOR DE PLANTACIÓN	ESPECIES	Nº unidades a plantar	
SUBPARCELA A COTA INFERIOR 500-700 m	<i>Juniperus turbinata</i> *	4500	
	<i>Olea cerasiformis</i> *	1200	
	Nº unidades:	<i>Pistacia atlantica</i>	300
	9000	<i>Retama rhodorhizoides</i> *	700
		<i>Euphorbia atropurpurea</i> *	500
		<i>Rhamnus crenulata/Rhamnus integrifolia</i>	500
		<i>Globularia salicina</i>	500
		<i>Jasminum odoratissimum</i>	500
		<i>Hypericum canariense</i>	300
		<b>SUMA DE UDS.</b>	<b>9000</b>
	SUBPARCELA B COTA SUPERIOR 700-850 m	<i>Juniperus turbinata</i> *	5500
<i>Olea cerasiformis</i> *		1200	
Nº unidades:		<i>Pistacia atlantica</i>	600
11.000		<i>Retama rhodorhizoides</i> *	500
		<i>Globularia salicina</i>	500
		<i>Jasminum odoratissimum</i>	500
		<i>Hypericum canariense</i>	600
		<i>Maytenus canariensis</i>	700
		<i>Heberdenia excelsa</i> (saquitero)	700
		<i>Sideroxylon canariense</i>	200
		<b>SUMA DE UDS.</b>	<b>11.000</b>

**Tabla 6.1:** Distribución de las unidades a plantar en la parcela. Véase ANEXO I para detalles de ubicación de los sectores de plantación.\* especies eje de la plantación (contempladas en el proyecto original).

Como observación a esta distribución, se evitará plantar unidades de especies ya presentes espontáneamente en densidades notables, como por ejemplo, en caso de que en la zona ya exista cobertura importante de tabaiba mayorera, en cuyo caso se optará por plantar seleccionando de entre las especies alternativas (p.e. *Hypericum*, *Rhamnus*, *Globularia*).

En cuanto a la distribución de las especies sobre el terreno, se tratará de seguir el patrón de agregación de especies encontrado en poblaciones naturales, es decir con alternancia de unas especies y otras, formando bosquetes con las dos especies arbóreas principales, y parches intermedios con las especies arbustivas.

### Seguimiento de la repoblación

Se realizará un seguimiento inmediato a la repoblación a partir de los 20-30 días. Con ello se valorará el estado de la planta y el cuidado de la misma en la repoblación, así como una serie de variables que describan las condiciones microambientales de cada

planta. Debido a su sensibilidad, muchas plantas no suelen soportar los primeros días de la repoblación si no son tratadas con cuidado. También se estimará del porcentaje de marras y la altura de las mismas (entre otros parámetros), lo cual va a permitir valorar en el futuro las tasas de crecimiento.

### Protocolo de plantación de la parcela de 1 ha

#### Superficie y localización de la parcela

La parcela de plantación se ubicará en la sección oriental de la Finca de Siete Fuentes en el P.R. de Teno, entre las cotas extremas de 810 y 865 m de altitud y las referencias UTM siguientes localizando las esquinas de la parcela (ver Cartografía en Anexos 1 y 2): NW: 31610259; 313567919 (Cota: 865 m); NE: 31622582; 313565133 (Cota: 845 m); E: 31620646; 313559326 (Cota: 830 m); SE: 31615028; 313556540 (Cota: 815 m); SW: 31606576; 313558240 (Cota: 810 m).

La finca es propiedad del Cabildo de Tenerife y está constituida por antiguas terrazas de cultivo de secano. Dentro de la parcela de plantación seleccionada en esta ocasión, existen algunas superficies rocosas que deberán evitarse en la plantación, seleccionando las áreas más llanas y con más soporte edáfico sobre los bancales.

#### Especies a plantar

Se han seleccionado ocho especies vegetales del bosque termófilo, hasta un total de 900 pies para la plantación en 1 ha de terreno. El número de pies por especie se desglosa en la tabla 6.2.

**Tabla 6.2.** Distribución numérica de las especies e individuos o pies a plantar.

<b>Especie</b>	<b>Número de pies</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Juniperus turbinata</i> (sabina)	210	<b>30</b>
<i>Olea cerasiformis</i> (acebuche)	140	<b>20</b>
<i>Heberdenia excelsa</i> (saquitero)	70	<b>10</b>
<i>Pistacia atlantica</i> (almácigo)	70	<b>10</b>
<i>Visnea mocanera</i> (mocán)	70	<b>10</b>
<i>Hypericum canariense</i> (granadillo)	56	<b>5</b>
<i>Jasminum odoratissimum</i> (jazmín)	49	<b>7</b>
<i>Maytenus canariensis</i> (peralillo)	35	<b>8</b>
<b>Total</b>	<b>700</b>	<b>100</b>

Disposición de los pies de planta/especies en la parcela.

La plantación se realizará siguiendo un patrón regular con una separación de 3 m entre las especies arbóreas, es decir, plantando alternativamente pies de distintas especies siguiendo su abundancia proporcional disponible, utilizándolas según el esquema general siguiente:

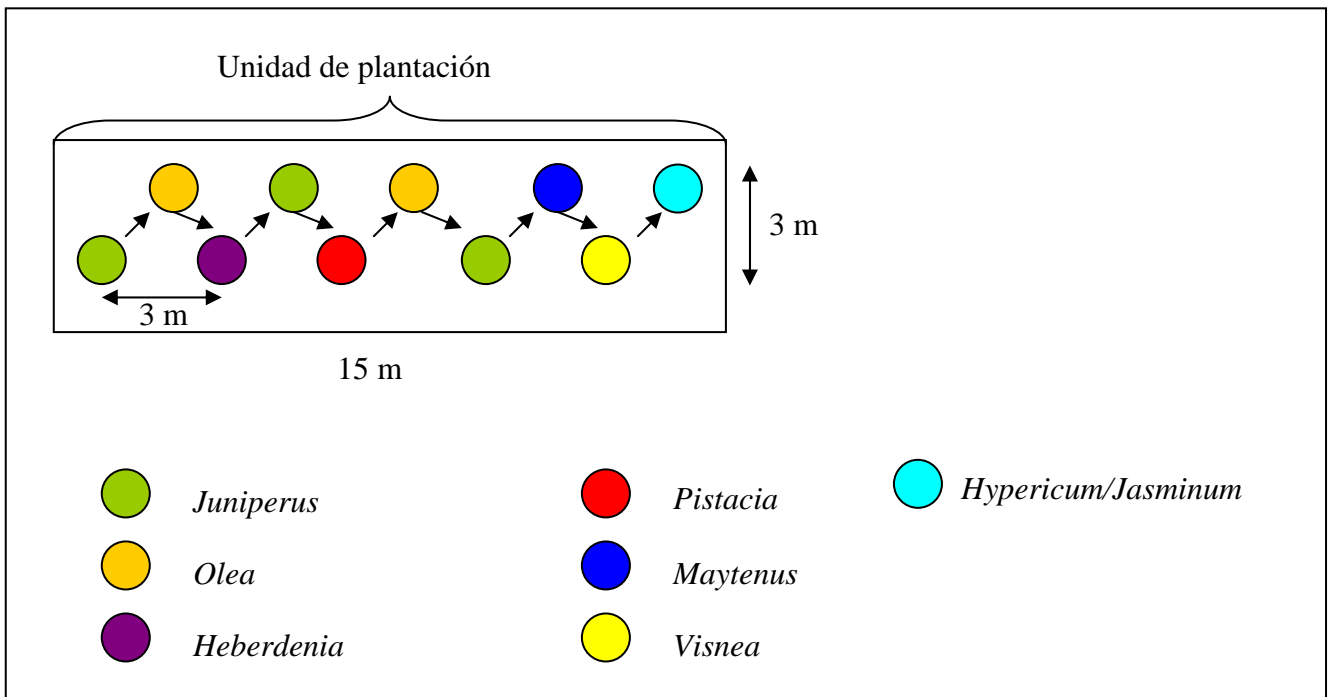
1º) sabinas y acebuches como especies arbóreas “eje” que proveerán la estructura de la plantación,

2º) sacateros, almácigos, peralillos y mocanes, (*Hypericum* y *Jasminum*) como especies arbóreas y arbustivas secundarias.

Para facilitar el modelo a seguir en la plantación, la proporción de arbóreas “eje” y arbóreas/arbustivas secundarias podría quedar en una secuencia de plantación como sigue<sup>3</sup>:

*Juniperus* → *Olea* → *Heberdenia* → *Juniperus* → *Pistacia* → *Olea* → *Juniperus* → *Maytenus* → *Visnea* → *Hypericum*... El orden de plantación de esas unidades en una hilera, que podría comenzarse paralela a la pista o curva de nivel superior, se esquematiza en la figura 6.1.

**Figura 6.1:** Esquema de la plantación.



<sup>3</sup> Este esquema se podrá modificar *in situ*, dado que la estructura de la parcela no permitirá probablemente la aplicación estricta de este esquema debido a la heterogeneidad de la parcela (proximidad al barranco, salientes rocosos, etc.).

De estas unidades de plantación esquematizadas se habría de plantar 70 en la parcela de 1 ha. Así, quedaría una proporción en cada unidad de 3 *Juniperus*, 2 *Olea* y 5 pies pertenecientes de los otros 4 árboles/arbustos secundarios. Las 2 especies arbustivas (*Jasminum* e *Hypericum*) se alternarían para que no caigan siempre los pies de la misma especie juntos. Las propias marras y la supervivencia diferencial que pueda ocurrir tras el establecimiento inicial conducirán a un patrón de agregación de las especies en rodales, muy probablemente con distinta composición porcentual, a la regular prevista en el esquema inicial.

## 7. Referencias

- Aboal, J.R. 1998. Los flujos netos hidrológicos y químicos asociados de un bosque de laurisilva en Tenerife. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna. La Laguna.
- Anon. 1980. Atlas básico de Canarias. Editorial Interinsular Canaria, S/C de Tenerife.
- Anon. 1986. SPSS/PC+ V.6.0. *Base manual*. SPSS Inc., Chicago, IL.
- Anon. 2000a. Diseño y replanteo de parcelas de ensayo permanentes en plantaciones de pino canario (Fasnia y Arico). Informe del Servicio de Montes del Cabildo de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- Anon. 2000b. Análisis de gradiente en plantaciones de pinos exóticos (*Pinus radiata*) en Tenerife (Islas Canarias). Informe del Servicio de Montes del Cabildo de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- Arco (del), M.J., Pérez de Paz, P.L., Rodríguez, O., Salas, M. & Wildpret, W. 1992. Atlas cartográfico de los pinares canarios. I: La Palma. Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Tenerife.
- Báez, M. 1992. Zoogeography and evolution of the avifauna of the Canary Islands. Pp 425-431, In: Campbell, K.E. Jr. (ed). Papers in Avian Paleontology, Science Series 36, Natural History Museum of Los Angeles County.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. & Hill, D.A. 1992. Bird census techniques, BTO-RSPB, Academic Press, London.
- Bierregaard, R.O.Jr. 1990. Avian communities in the understory of Amazonian forest fragments. In: Keast, A. (ed.), Biogeography and ecology of forest bird communities, pp: 333-343. SPB Academic Publ. The Hague, The Netherlands.
- Blanco, A., Castroviejo, M., Fraile, J.L. Gandullo, J.M., Muñoz, L.A. & Sánchez, O. 1989. Estudio ecológico del pino canario. ICONA, Madrid.
- Brotons, L. & Herrando, S. 2001. Reduced bird occurrence in pine forest fragments associated with road proximity in a Mediterranean agricultural area. *Landscape and Urban Planning* 57: 77-89.
- Carrascal, L. M. & J. L. Tellería. 1990. Impacto de las repoblaciones de *Pinus radiata* sobre la avifauna forestal del Norte de España. *Ardeola* 37: 247-266.
- Carrascal, L.M. 1984. Análisis comparativo de cinco sistemas de muestreo del uso del espacio en aves forestales. *Ardeola* 30: 45-55.
- Carrascal, L.M. 1987. Relación entre avifauna y estructura de la vegetación en las repoblaciones de coníferas de Tenerife (Islas Canarias). *Ardeola* 34: 193-224.

- Carrascal, L.M., Tellería, J.L. & Valido, A. 1992. Habitat distribution of canary chaffinches among islands: competitive exclusion or species-specific habitat preferences? *Journal of Biogeography* 19: 383-390.
- Ceballos, L. and Ortuño, F. 1974. *Vegetación y flora forestal de las Islas Occidentales*. Cabildo Insular de Tenerife. S/C de Tenerife.
- Cuadras, C.M. 1991. *Métodos de Análisis Multivariable*. PPU, Barcelona.
- Delgado, J.D. & Valido, A. 1997. Organización trófica de la comunidad de aves de la laurisilva de Tenerife. V Jornadas de la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET), Córdoba.
- Delgado, J.D. & Valido, A. 1998. Dieta del Mirlo (*Turdus merula*) en la laurisilva de Tenerife. XIV Jornadas Ornitológicas (Aves en Islas). Puerto de la Cruz, Tenerife.
- Delgado, J.D., J.R. Arévalo & J.M. Fernández-Palacios. 2004. Consecuencias de la fragmentación viaria: efectos de borde de las carreteras en la laurisilva y el pinar de Tenerife (Islas canarias). In: Fernández-Palacios, J.M. & Morici, C. (eds.). *Ecología Insular/Island Ecology, Symposium de Ecología Insular*, Noviembre 2002, Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET), Excmo. Ayto. de Santa Cruz de La Palma.
- Díaz, R., García, J.E., Loague, K. 1996. Leaching potentials of four pesticides used for bananas in the Canary Islands. *Journal of Environmental Quality* 27: 562-572.
- Edminster, C.B. and Olson, W.K. 1996. Thinning as a tool in restoring and maintaining diverse structure in stands of south western ponderosa pine. In *Conference on Adaptive Ecosystem Restoration and Management*, Flagstaff, Ariz. Ed. Covington, W.W. and Wagner, P.K. USDA, For. Serv. Gen. Tech. Rep. No. RM-GTR-278. pp. 62-68.
- Emmerson, K.W., A. Martín, J.J. Bacallado & J.A. Lorenzo. 1994. *Catálogo y bibliografía de la avifauna canaria*. Museo de Ciencias Naturales, Cabildo Insular de Tenerife.
- Fernández-Caldas, E., Tejedor, M. & Quantin, P. 1985. *Los suelos volcánicos de Canarias*. Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna. La Laguna.
- Fernández-Palacios, J.M. & Arévalo, J.R. 1998. Tree strategies regeneration of the trees in the laurel forest of Anaga. Tenerife. *Plant Ecology* 137: 21-29.
- García, J. 1995. *Manual de Repoblaciones Forestales – II*. E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid.
- Gauch, H.G. Jr., 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gil, J., García, E. & Rodríguez, G. 2001. *Análisis discriminante*. Cuadernos de estadística. Hespérides, Madrid.



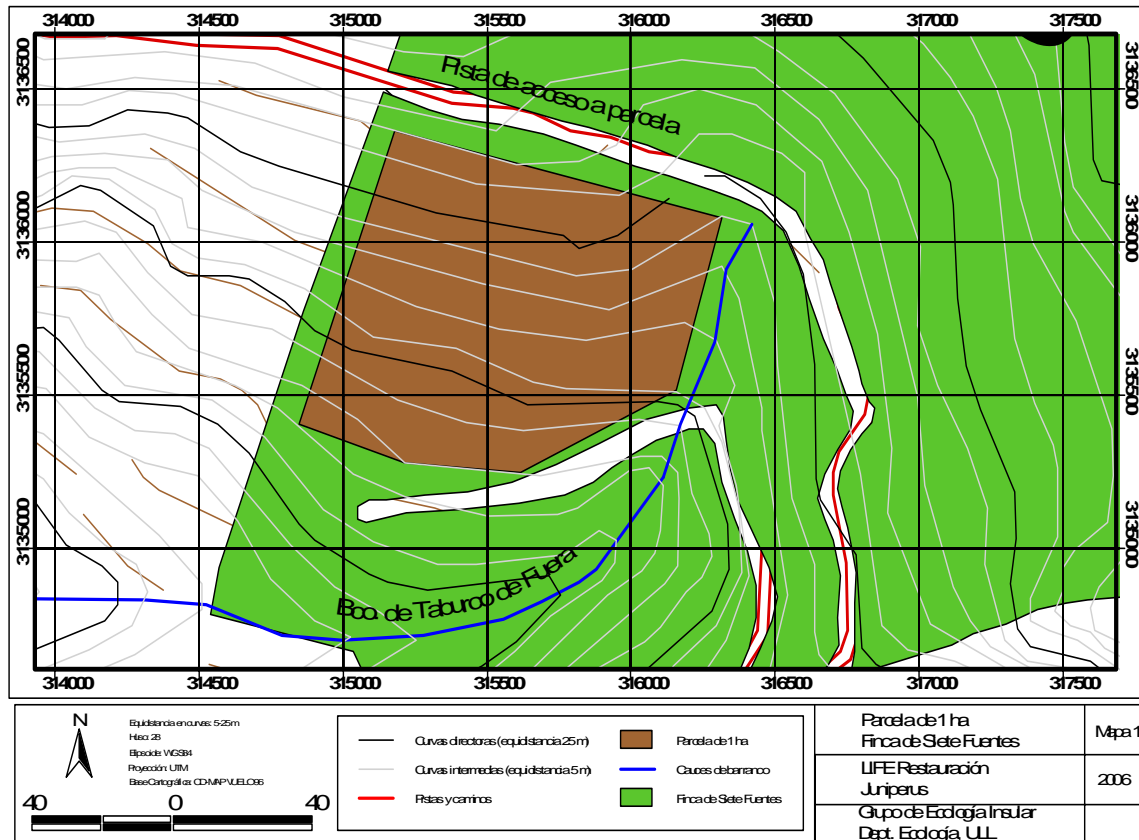
- Gilbert, G., Gibbons, D.W. & Evans, J. 1998. Bird monitoring methods. RSPB, Bedfordshire, UK.
- Hansen, A. & Sunding, P., 1985. Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. 3rd ed. Sommerfeldtia 1: 1-167.
- Hernández, M.A., Martín, A. & Nogales, M. 1999. Breeding success and predation on artificial nests of the endemic pigeons Bolle's laurel pigeon *Columba bollii* and white-tailed laurel pigeon *Columba junoniae* in the laurel forest of Tenerife (Canary Islands). *Ibis* 141: 52-59.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hilty, J. & Merenlender, A. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92: 185-197.
- Höllermann, P. 2000. The impact of fire in canarian ecosystems 1983-1998. *Erkunde* 54: 70-75.
- Holmes, R.T. & Recher, H.F. 1986. Determinants of guild structure in forest bird communities: an intercontinental comparison. *Condor* 88: 427-439
- Jiménez, M.J. 1999. Plan Forestal de Canarias. Consejería de Política Territorial. S/C de Tenerife.
- Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. & Tongeren, O.F.R. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen, The Netherlands.
- Legendré, P. & Legendré, L. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam.
- MacArthur, R.H. & J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A.E. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Vedral, Barcelona.
- Martín, A. 1987. Atlas de las aves nidificantes en la isla de Tenerife. Instituto de Estudios Canarios. Monografía 32. Santa Cruz de Tenerife.
- Martín, A., Hernández, M.A., Lorenzo, J.A., Nogales, M. and González, C. 2000. Las palomas endémicas de Canarias. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente de Canarias, SEO-Birdlife, Tenerife.
- Morrison, M. L. 1986. Bird populations as indicators of environmental change. *Current ornithology* 3: 429-451.
- Morrison, M.L., Ralph, C.J., Verner, J. & Jehl, jr. J.R. (Eds.). 1990. Avian foraging: theory, methodology, and applications. *Studies in Avian Biology* 13: 1-515.
- Moskát, C. & Waliczky, Z. 1992. Bird-vegetation relationships along ecological gradients: ordination and plexus analysis. *Ornis Hungarica* 2: 45-60.

- Nour, N., Van Damme, R., Matthysen, E. & Dhondt, A.A. 1999. Forest birds in forest fragments: are fragmentation effects independent of season? *Bird Study* 46: 279-288.
- Ohsawa, M. 1999. Comparative ecology of laurel forest in western and eastern hemispheres. In: A comparative study on evergreen broad-leaved forest and tress of the Canary Islands and Japan. In *Anaga cloud forest* (Eds.) Ohsawa, M., Wildprett, W. & del Arco, M. pp. 3-7. Chiva University, Chiva.
- Otto, R., Krüsi, B.O., Schaffner, S., Meuwly, P., Delgado, J.D., Arévalo, J.R. & Fernández-Palacios, J.M. (2006). Ecología, estructura y dinámica de las poblaciones de la Sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en Tenerife y La Gomera. *Actas del III Coloquio Internacional sobre los sabinares y enebrales (Género Juniperus): Ecología y Gestión Forestal Sostenible*. Soria, 24-26 Mayo de 2006. Tomo I. pp. 151-159.
- Parsons, J.J. 1981. Human influences on the pine and laurel forests of the Canary Islands. *Geographic Review* 71: 253-271.
- Pearman, P.B. 2002. The scale of community structure: habitat variation and avian guilds in tropical forest understory. *Ecological Monographs* 72: 19-39.
- Pemán, J. & Navarro, R. 1998. *Repoblaciones Forestales*. EINES, Lleida.
- Ricklefs, R.E. 1989. Spatial and temporal patterns and processes in communities of forest birds. *Ostrich Suppl.* 14: 85-95.
- Robinson, S.K. & Holmes, R.T. 1984. Effects of plant species and foliage structure on the foraging behavior of forest birds. *The Auk* 101: 672-684.
- Robinson, S.K. 1998. Another threat posed by forest fragmentation: reduced food supply. *The Auk* 115: 1-3.
- Rodríguez, A. *Mapa de Suelos de Gran Canaria*. No publicado.
- Rolstad, J. 1991. Consequences of forest fragmentation for the dynamics of bird populations: conceptual issues and the evidence. *Biological Journal of the Linnean Society* 42: 149-163.
- Santos, T. & J. L. Tellería. 1997. Efectos de la fragmentación sobre las aves insectívoras forestales de dos localidades europeas. *Ardeola* 44: 113-117.
- Santos, T. & Tellería, J.L. (eds.) 1998. *Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los vertebrados de las mesetas ibéricas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Santos, T., Tellería, J.L., Carbonell, R., García, F. & López, M. 1998. Patrones de distribución de las aves en encinares fragmentados de la meseta. In: Santos, T. & Tellería, J.L. (eds.). *Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los vertebrados en las mesetas ibéricas*. Colección Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

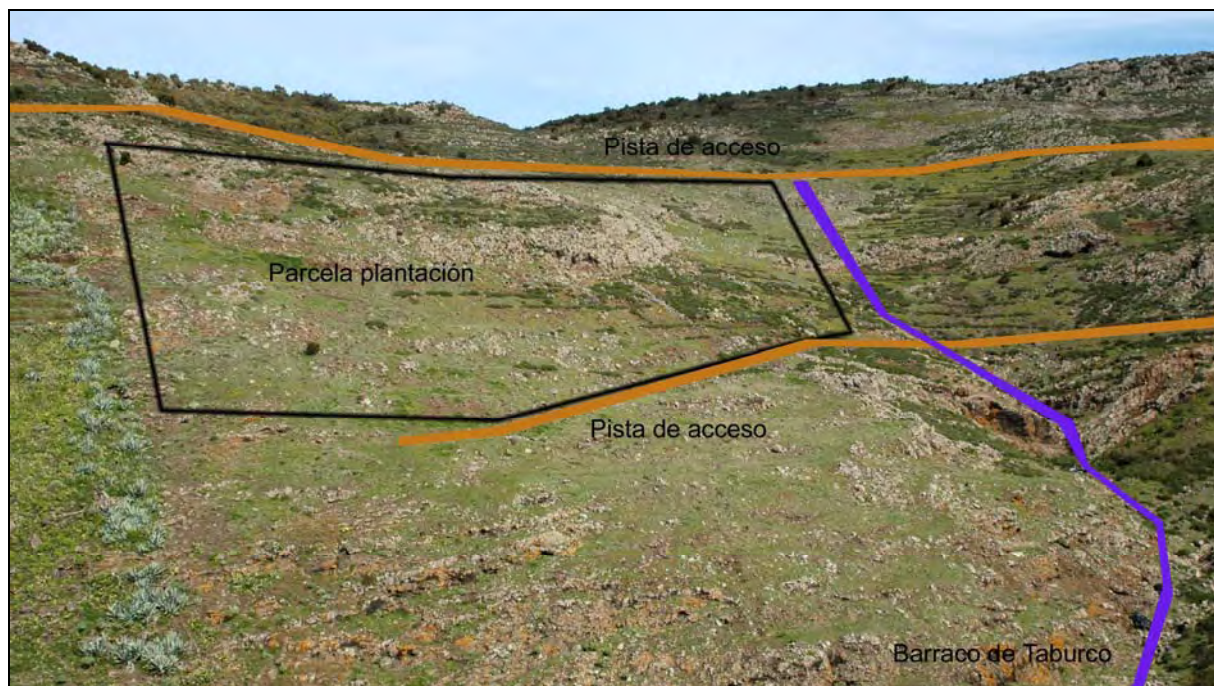
- Smilauer, P. 1992. Canodraw User's Guide v.30. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. Biometry. Freeman & Co., New York.
- Spellerberg, I.F. & Fedor, P.J. 2003. A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the "Shannon-Wiener" index. *Global Ecology & Biogeography* 12: 177-179.
- SPSS/PC+. 1989-2001. V.11.0. Base manual. SPSS Inc.
- Stone, C.P. & Loope, L.L. 1987. Reducing negative effects of introduced animals on native biotas in Hawaii: what is being done, what needs doing, and the role of national parks. *Environmental Conservation* 14: 245-258.
- Tellería, J.L. 1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Raíces, Santander
- Tellería, J.L. 1992. Gestión forestal y conservación de las aves en España peninsular. *Ardeola* 39: 99-114.
- Tellería, J.L., Santos, T., Sánchez, A. & Galarza, A. 1992. Habitat structure predicts bird diversity distribution better than climate. *Bird Study* 39: 63-68.
- 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). Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA.
- Valido, A. & Delgado, J.D. 1996. Estudio sobre la comunidad de aves de la laurisilva en la Isla de Tenerife (Islas Canarias). SEO-Birdlife. Viceconsejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias. Informe no publicado. 144 pp.
- Valido, A., Tellería, J.L. & Carrascal, L.M. 1994. Between and within habitat distribution of the Canary Common Chaffinch (*Fringilla coelebs*): a test of the food abundance hypothesis. *Ardeola* 41: 29-35.
- Verner, J. 1981. Measuring responses of birds to habitat manipulation. In: Ralph, C. J. & J. M. Scott (Eds.). Estimating the numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* 6: 559-565.
- Welsh, D. A. 1987. Birds as indicators of forest stand condition in boreal forests of eastern Canada. ICBP Technical Publication 6: 259-267.
- Wiens, J.A. & Rotenberry, J.T. 1981. Habitat associations and community structure of birds in shrubsteppe environments. *Ecological Monographs* 51: 21-41.
- Wiens, J.A. 1989. The ecology of bird communities. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wright, S. J. 1980. Density compensation in island avifaunas. *Oecologia* 45: 385-389.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

## 8. Anexos cartográficos

Anexo 1. Mapa de la parcela de plantación en la Finca de Siete Fuentes. (ver detalle en fotografía adjunta en Anexo 2).

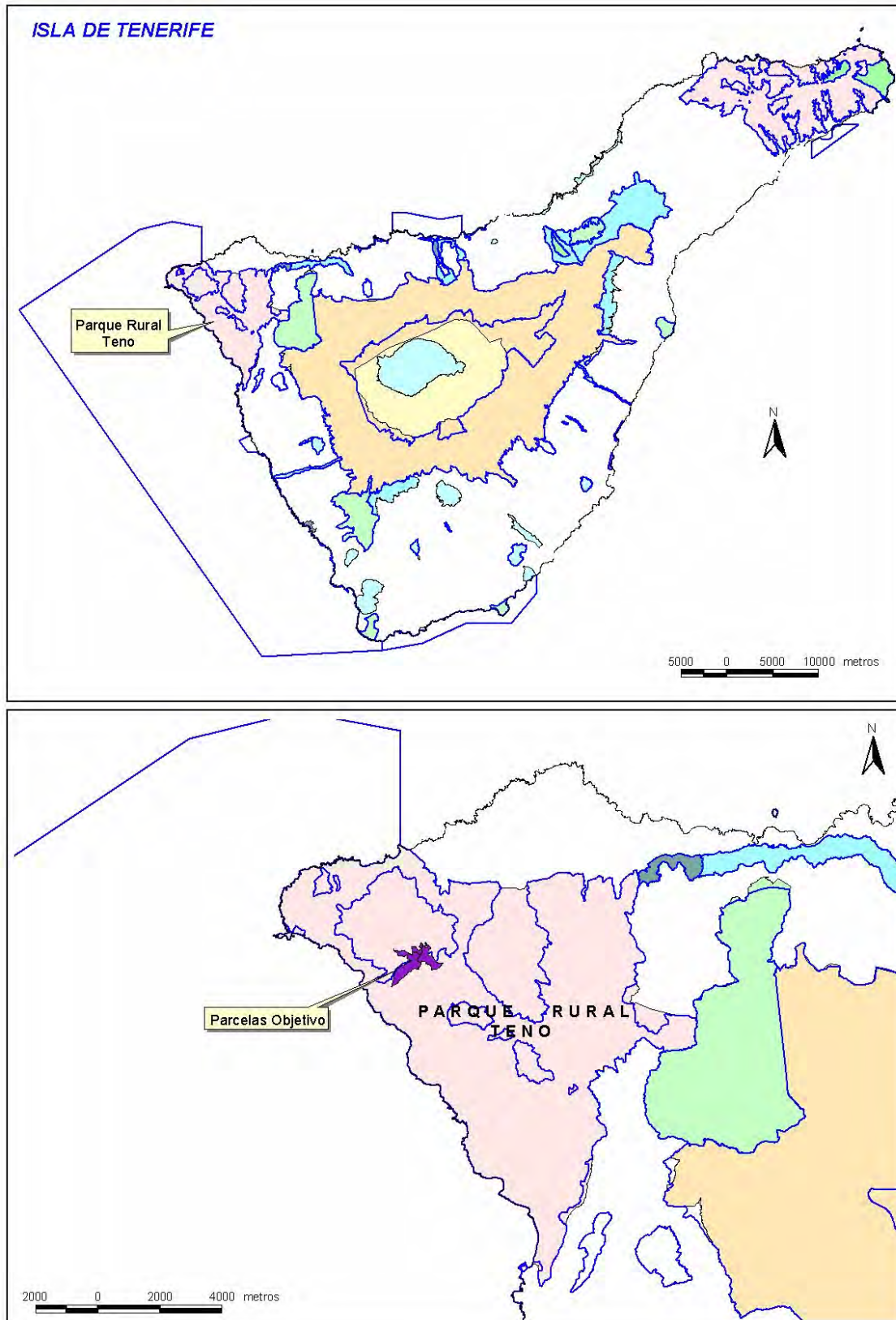


Anexo 2. Situación de la parcela de plantación en la Finca de Siete Fuentes. Comparar con mapa del Anexo 1.



ANEXO 3

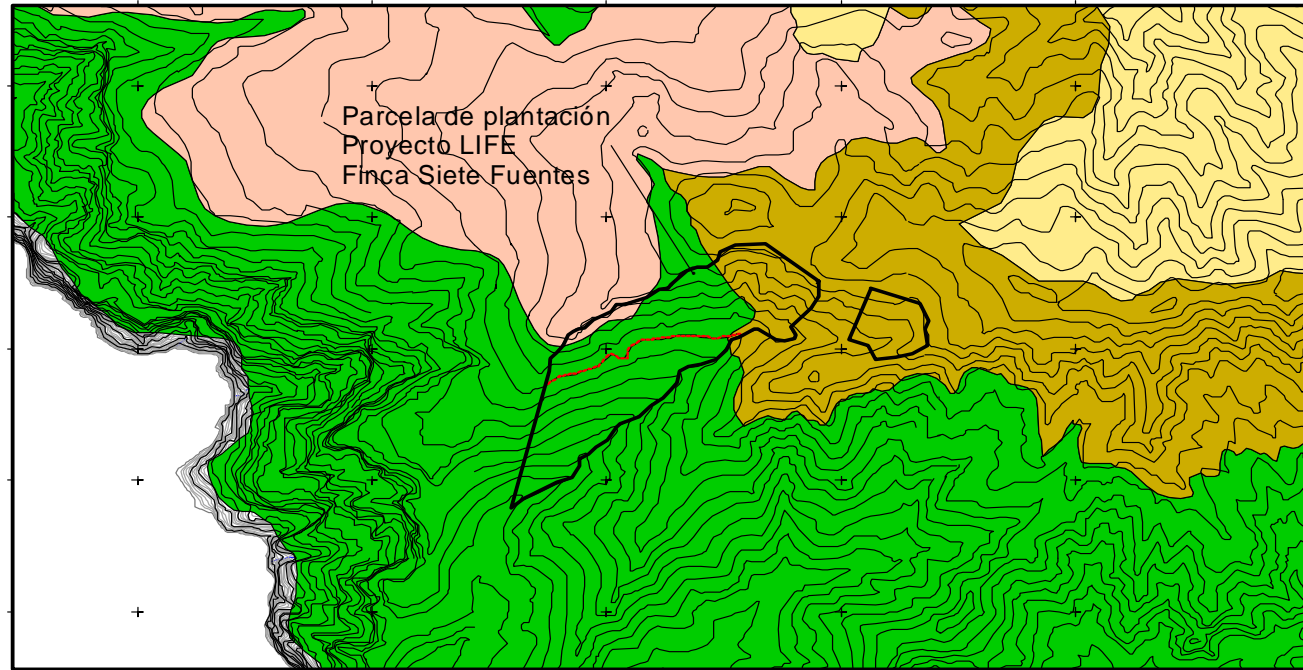
MAPA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO (FINCA DE SIETE FUENTES) EN TENERIFE Y EL MACIZO DE TENO (BARRANCO DE TABURCO).



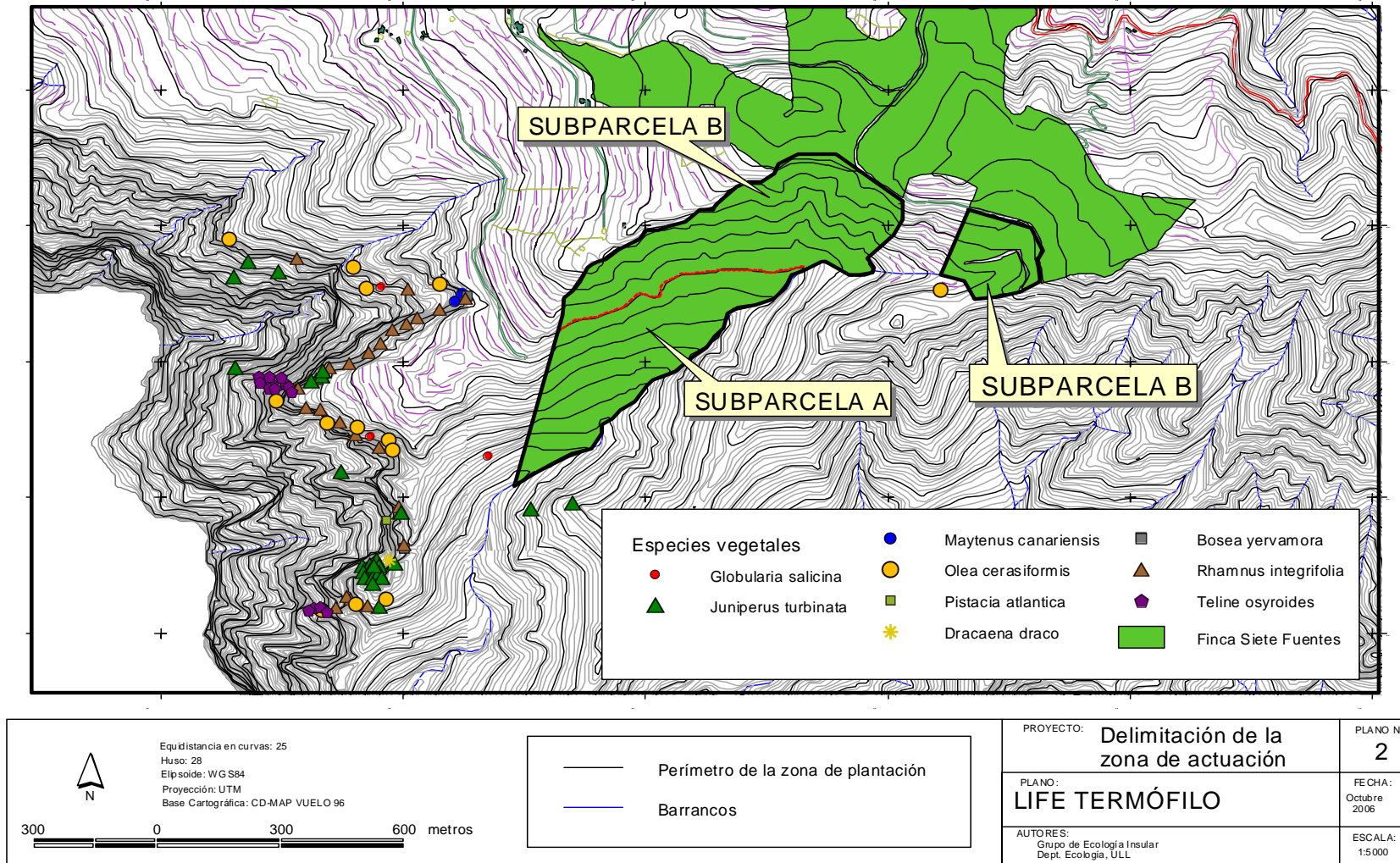
MAPA 2. DETALLE DE LA FINCA DE SIETE FUENTES (ÁREA GENERAL DE ACTUACIÓN, PARCELA OBJETIVO EN VIOLETA).



MAPA 3. PARCELA OBJETIVO EN TENO (FINCA SIETE FUENTES) Y UNIDADES DE VEGETACIÓN ACTUAL.

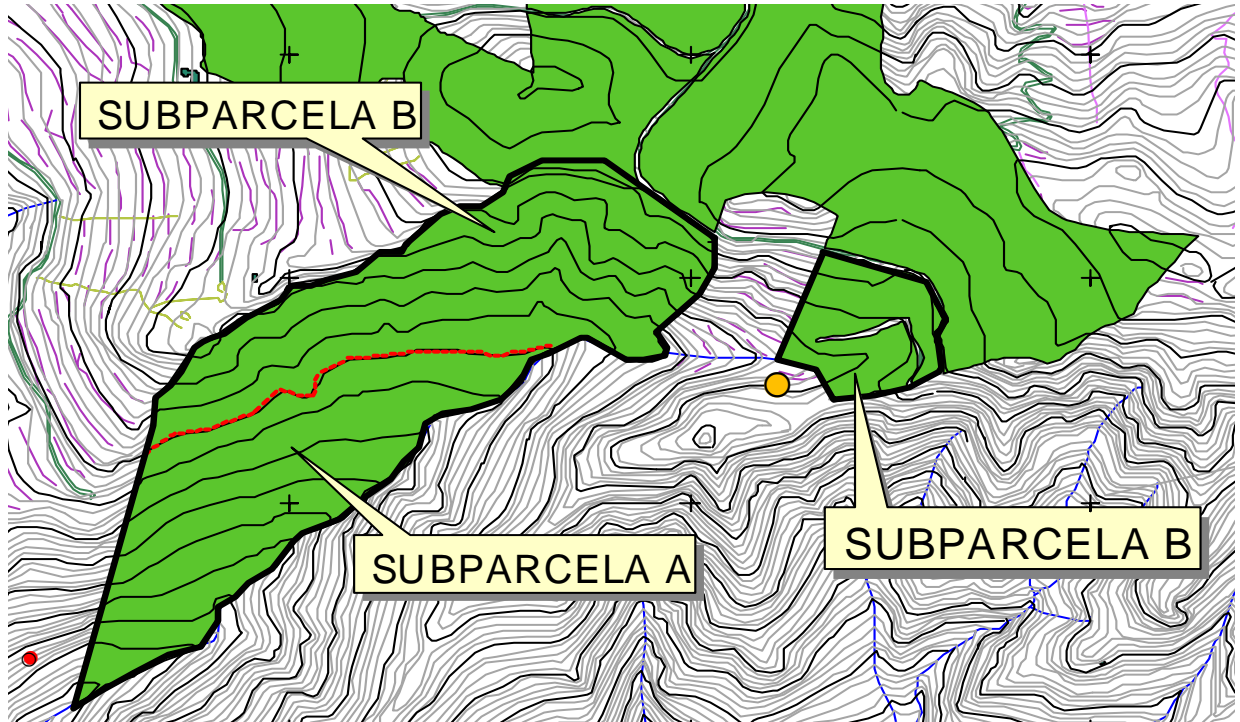


MAPA 4. PARCELA OBJETIVO EN TENO (FINCA SIETE FUENTES) CON LA ZONA DE ACTUACIÓN Y ELEMENTOS VEGETALES TERMÓFILOS PRESENTES.

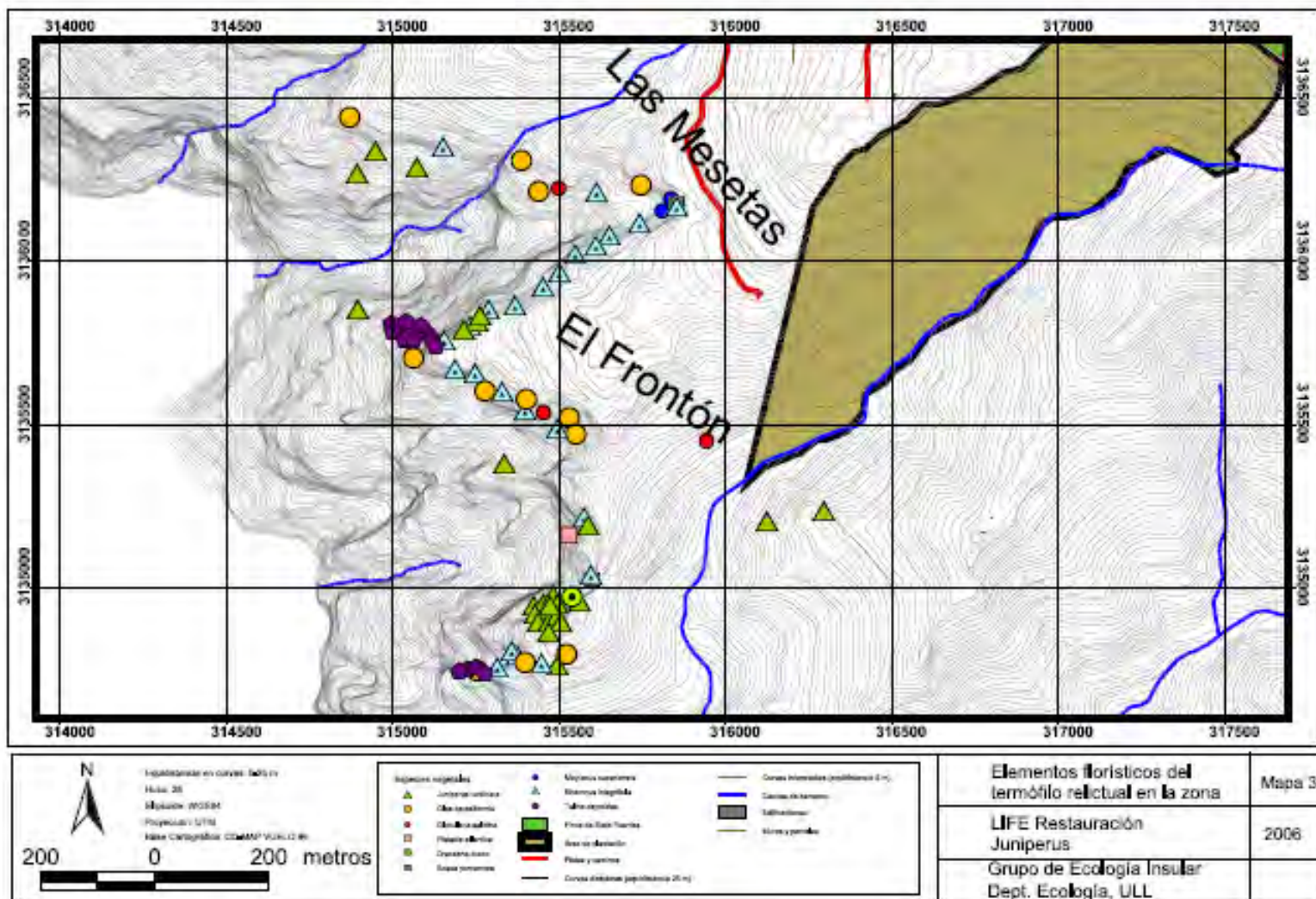




MAPA 5. DETALLE DE LA ZONA DE ACTUACIÓN DIVIDIDA EN DOS SECTORES. LA LÍNEA ROJA SITUADA A 700 M DE ALTITUD SEPARA LAS SUBPARCELAS A Y B, ZONAS DE PLANTACIÓN DIFERENCIADAS. SUBPARCELA A: COTA DE 500-700 M ALTITUD; SUBPARCELA B: COTA DE 700-850 M ALTITUD. LAS DOS SUBPARCELAS CONTENDRÁN UN NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES DIFERENTE (COTEJAR CON TABLA 1).



MAPA 6. DETALLE DE LA ZONA DE ACTUACIÓN CON ELEMENTOS DE LA FLORA DEL TERMÓFILO.



MAPA 7. RESTOS TERMÓFILOS EN EL ÁREA PRÓXIMA A LA ZONA DE RESTAURACIÓN (NW TENERIFE)

