

# Producción forrajera de tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) y tres especies de *Teline* cultivadas en Canarias, en un periodo de 10 años

Forage production of Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) and three *Teline* species cultivated in the Canary Islands (Spain), during a period of ten years

E. Chinaea<sup>1</sup>, J.L. Mora<sup>2</sup>, A. García-Ciudad<sup>3</sup> y B. García-Criado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Departamento de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.

<sup>3</sup>Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNASA, CSIC). Salamanca (España).

## Resumen

Desde 1999 a 2008 se han evaluado cuatro especies de leguminosas arbustivas, endémicas de las Islas Canarias (España): tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), *Teline canariensis*, *Teline osyrioides sericea* y *Teline osyrioides osyrioides*. Las especies fueron cultivadas con una densidad de 5142 arbustos.ha<sup>-1</sup> y establecidas en una parcela experimental (La Laguna, Tenerife), usándose un diseño experimental “split-split-plot” con cuatro repeticiones. Se estudió la supervivencia de las plantas, la biometría (altura de arbusto, diámetro de copa y tronco), la relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable (FR/FNR), la producción de materia seca comestible (MSC) y el porcentaje de materia seca comestible, de los arbustos a tres alturas de corte (30, 50, 70 cm desde el suelo). No se fertilizó y se realizaron un total de diecisiete siegas (cuatro en 1999, tres en 2000, dos en 2002 y 2003, y uno en 2001 y desde 2004 a 2008). La producción de tagasaste (8,1 t MSC.ha<sup>-1</sup>) fue significativamente superior (P<0,05), en las tres alturas de corte, a la de las especies del género *Teline*. Las tres especies de *Teline* fueron menos productivas pero mostraron mayor % MSC y fracción ramoneable. Las alturas de

siega más productivas (50 y 70 cm), no presentaron diferencias significativas. Las producciones medias inferiores se obtuvieron en los 14 primeros cortes (oscilando entre 1,00 y 2,82 t MSC.ha<sup>-1</sup>) y las más altas, para las cuatro especies, correspondieron a los tres últimos cortes: invierno de 2006 (3,30 t MSC.ha<sup>-1</sup>), primavera de 2007 (3,96 t MSC.ha<sup>-1</sup>) y primavera de 2008 (3,85 t MSC.ha<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** Leguminosas arbustivas, altura de siega, producción.

## Abstract

Four species of leguminous shrubs endemic to the Canary Islands (Spain): tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), *Teline canariensis*, *Teline osyrioides sericea* and *Teline osyrioides osyrioides*, were evaluated from 1999 to 2008 as a source of animal forage. These species were cultivated with a density of 5142 shrubs.ha<sup>-1</sup> on an experimental plot (La Laguna, Tenerife) using a “split-split-plot” experimental design and four replications. Plants survival, biometry (shrub height, treetop and trunk diameter), edible green matter/inedible green matter ratio (EGM/IGM), edible dry matter production (t EDM.ha<sup>-1</sup>) and percentage of edible dry matter (% EDM) of shrubs at three cutting heights (30, 50 and 70 cm above ground level) were studied. The plot was not fertilized and seventeen reaping were made from 2004 to 2008 (four in 1999, three in 2000, two in 2002 and one in 2001 and from 2004-2008). Production of tagasate (8.1 t EDM.ha<sup>-1</sup>) was significantly higher ( $P < 0.05$ ) at all three cutting heights than that of the three *Teline* species. The three *Teline* species were less productive but showed a higher % EDM and edible green matter fraction. The most productive cutting heights (50 and 70cm) showed no significant differences. The lowest mean production values for the four species were obtained during the first 14 cuts ranging between 1.00 and 2.82 t EDM.ha<sup>-1</sup>. The highest values correspond to the last three cuts: winter 2006 (3.30 t EDM.ha<sup>-1</sup>), spring 2007 (3.96 t EDM.ha<sup>-1</sup>) and spring 2008 (3.85 t EDM.ha<sup>-1</sup>).

**Key words:** Leguminous shrubs, cutting height, forage production.

## Introducción

El encarecimiento de las materias primas se ha trasladado a los precios de los piensos, con el consiguiente incremento de los costes de producción. El resultado es una situación que amenaza con el cierre o recorte de animales en las explotaciones. Para paliar este efecto negativo se plantea estudiar el potencial forrajero de especies vegetales endémicas de alto valor ecológico y paisajístico que, además, contribu-

## Introduction

The increment of the raw matter has been evidenced in the prices of the animal feeds, consequently, with an increment of the production costs. The result is a situation that threatens the shut down or reduction of animals used in the exploitations. In order to ease this negative effect, is thought to study the forage potential of endemic vegetal species with high ecological and environmental value, which at the

yen a coadyuvar a la conservación de los recursos naturales y, en especial, el suelo, mejorar la diversidad biológica, el paisaje y contribuir al desarrollo sostenible de comunidades rurales del entorno (Delgado Enguita, 2012).

Por otra parte, la crisis social y económica actual está ocasionando el abandono de fincas marginales y fácilmente erosionables con el consiguiente riesgo de desertificación. La implantación de cubiertas vegetales de especies de leguminosas arbustivas ha tomado interés dentro de los sistemas de producción, principalmente por su potencial forrajero, pero también por los distintos beneficios que aportan en otros ámbitos. Estas cubiertas pueden prevenir problemas como la erosión del suelo, que se manifiesta en un descenso de la fertilidad y la productividad, pérdida de la estructura, de materia orgánica, y de nutrientes y disminución de la capacidad de retención de agua (Chinea *et al.*, 2004; Zuazo y Pleguezuelo, 2008; Ouvry *et al.*, 2010; De Castro *et al.*, 2011).

El establecimiento de cubiertas vegetales está en sintonía con las tres normas que caracterizan a la agricultura de conservación: perturbación mínima del suelo de forma continuada, cobertura permanente de la superficie del suelo con materiales orgánicos y rotación diversificada de cultivos o una asociación de plantas (FAO, 2012).

La conservación del paisaje se ha convertido en un objetivo de alcance mundial. La potenciación de las cubiertas vegetales es una de las medidas recomendadas para mitigar el cambio climático (Kotschi y Müller-Säman, 2004). El mantenimiento de una diver-

same time contribute to help on the preservation of the natural resources, and specially the soil, to improve the biologic diversity, the landscape and to contribute to the sustainable development of neighbor rural communities (Delgado Enguita, 2012).

On the other hand, the current social and economic is causing the abandon of marginal farms and easily erodible with the subsequent risk towards desertification. The implantation of vegetal covers of shrub legume species is now expanding and causing interest on the production systems, mainly due to their forage potential, but also by the different benefits provided for other areas as well. These covers can prevent problems such as the soil's erosion, which is manifested in a reduction of the fertility and productivity, lost of the structure, the organic matter, nutrients and reduction on the water retention capacity (Chinea *et al.*, 2004; Zuazo and Pleguezuelo, 2008; Ouvry *et al.*, 2010; De Castro *et al.*, 2011).

The establishment of vegetal covers is in synchrony with the three norms that characterize the preservation agriculture: minimum continued perturbation of the soil, permanent cover of the soil's surface with organic matter and diversified rotation of crops or an association of the plants (FAO, 2012).

The preservation of the landscape has become into a worldwide target. The empowerment of the vegetal covers is one of the recommended measures to reduce the weather impact and change (Kotschi and Müller-Säman, 2004). The maintenance of diversity in the agricultural landscape is, at the

sidad en el paisaje agrario es, asimismo, la clave para la conservación y, en ocasiones, la recuperación de una flora y fauna amenazada por la intensificación de las actividades antrópicas (Wolf *et al.*, 2001; Sirami *et al.*, 2008).

En la línea del trabajo que nos ocupa, la mejora de la producción de forraje, puede aportar soluciones que contribuyan a frenar el abandono de fincas, a la vez que se obtiene una fuente de alimentación más económica para la ganadería y se contribuye al mantenimiento de la biodiversidad.

Dos especies y dos subespecies arbustivas endémicas de las Islas Canarias: tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), *Teline canariensis*, *Teline osyrioides osyrioides* y *Teline osyrioides sericea*) han sido seleccionadas para este estudio por las razones que se indican a continuación. El tagasaste (*C. palmensis*) es un cultivo muy extendido (Lambert *et al.*, 1989; Douglas *et al.*, 1996; Lefroy, 2002; Assefa *et al.*, 2012) y se suele tomar como referencia por su alta producción y calidad. *Teline canariensis*, *T. osyrioides sericea* y *T. o. osyrioides* son filogenéticamente especies hermanas (Percy y Cronk, 2002), silvestres y endémicas de Tenerife y su potencial forrajero no ha sido investigado.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar especies arbustivas endémicas de las Islas Canarias y técnicas de cultivo para proporcionar forraje para los rumiantes en los meses estivales (junio-octubre). Además, se intenta proponer un sistema de aprovechamiento de arbustos de interés para regiones áridas y semiáridas.

same time, the key for the conservation, and occasionally, the recovery of a flora and fauna threaten by the intensification of the anthropic activities

In this area of expertise, what matters is the improvement on the production of forage, since it can provide solutions that contribute to reduce the abandon of the farms, at the time that a more economic food source is obtained for cattle which would contribute to the maintenance of the biodiversity.

Two endemic shrubby species and two sub-species from the Canary Islands: tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), *Teline canariensis*, *Teline osyrioides osyrioides* and *Teline osyrioides sericea*) have been selected for this research because of the following reasons. Tagasaste (*C. palmensis*) is a well extended crop (Lambert *et al.*, 1989; Douglas *et al.*, 1996; Lefroy, 2002, Assefa *et al.*, 2012) and is normal taken as a reference due to its high production and quality. *Teline canariensis*, *T. osyrioides sericea* and *T. o. osyrioides* are phylogenetic sisters species (Percy and Cronk, 2002), are wild and endemic in Tenerife, and their forage potential has not yet been evaluated.

The aim of this research has been to study the endemic shrub species of Canary Islands, as well as the crop techniques in order to provide forage for the ruminants during the summer months (June-October). Additionally, is intended to propose a utilization system of shrubs for arid and semi-arid regions.

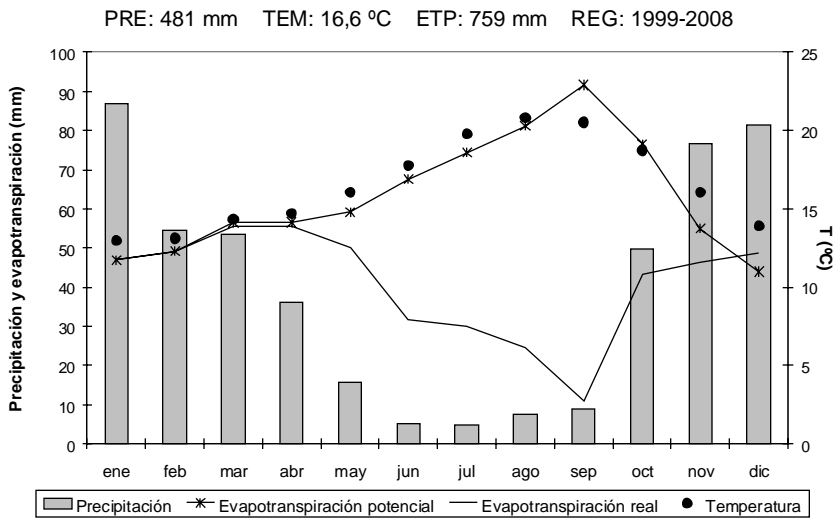
## Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en una finca experimental ubicada en La Laguna (Tenerife, Islas Canarias), a 549 msnm. La precipitación media anual fue 481 mm y la temperatura media del aire fue de 16,6°C (figura 1). El análisis edafológico al inicio del estudio, muestra un suelo fértil, de textura arcillosa, pH=6,6, clasificados como Haplustaf (China *et al.*, 2007). La parcela de ensayo no fue fertilizada durante el experimento. Las plantas anuales se eliminaron con segadora.

Diseño del ensayo y muestreo. El material estudiado se obtuvo de

## Materials and methods

The research was carried in an experimental farm located at La Laguna (Tenerife, Canary Islands) at 549 masl. The annual mean precipitation was of 481 mm and the air mean temperature was of 16.6°C (figure 1), The soil analysis at the beginning of the research shows a fertile soil, with clayey texture, pH=6.6, classified as Haplustad (China *et al.*, 2007). The plot used for the research was not fertilized during the experiment. The annual plants were eliminated with a reaper.



**Figura 1. Características climáticas de la parcela experimental durante el periodo 1999- 2008. Datos tomados en Aeropuerto de los Rodeos (La Laguna) por la Agencia Estatal de Meteorología. <http://www.aemet.es>.**

**Figure 1. Weather characteristics of the experimental plot during 1999-2008. Data taken from the Rodeos Airport (La Laguna) by the Weather State Agency <http://www.aemet.es>.**

germoplasma recolectado en 1998 en poblaciones naturales de la Isla de Tenerife (Chinaea *et al.*, 2007). Para la siembra se emplearon contenedores forestales. Las plántulas se mantuvieron durante cinco meses en un invernadero. El trasplante a la parcela se realizó en febrero de 1999. El diseño experimental fue un "split-split-plot" con cuatro especies x cuatro repeticiones. Aunque se recomienda 1000 arbustos.ha<sup>-1</sup> (Snook, 1996), se procuró una mayor densidad de plantación (5142 arbustos.ha<sup>-1</sup>). Se ha demostrado que la densidad no aumenta la producción de forraje en *C. palmensis* (Milthorpe y Dann, 1991: 780 a 7580 arbustos.ha<sup>-1</sup>; McGowan y Matthews, 1992: 20000 arbustos.ha<sup>-1</sup>). Cada especie estuvo representada por 21 plantas distribuidas en tres líneas. A cada línea de site plantas (parcela elemental), elegida al azar, se le aplicó una altura de corte distinta: 30, 50, y 70 cm, producto de investigaciones anteriores de Chinaea *et al.*, 2007. La distancia entre líneas fue de 1,87 m y la separación entre plantas dentro de cada línea de 1,04 m (5142 arbustos.ha<sup>-1</sup>). Las plantas fueron irrigadas durante los cuatro primeros meses (4 mm.día<sup>-1</sup>).

Contribuyeron al éxito del establecimiento de los plantones: a) el uso de alvéolos de polietileno que en su extremo inferior presentaban unas aberturas laterales; de manera que se impide a las raíces volverse hacia arriba y enroscarse, lo que con el tiempo provocaría la muerte de las plantas trasplantadas y b) la irrigación en los primeros meses del cultivo.

En los años 2002 y 2003 se produjo una ataque (sin causar daños biológicos apreciables para los arbustos)

Field design and sampling. The material studied was obtained from a germplasm collected in 1998, from natural populations of Tenerife Island (Chinaea *et al.*, 2007). For the sow, the forest containers were used. The seedlings kept under threshold for five months. The transplant to the plot was performed in February, 1999. The experimental design was split-split-plot with four species x four replications. Even though it is recommended the use of 1000 shrubs.ha<sup>-1</sup> (Snook, 1998), a higher density of the plantation was aimed (5142 shrubs.ha<sup>-1</sup>). It has been proved that the density does not increment the production of the forage in *C. palmensis* (Milthorpe and Dann, 1991: 780 to 7580 shrubs.ha<sup>-1</sup>; McGowan and Matthews, 1992: 20000 shrubs.ha<sup>-1</sup>). Each specie was represented by 21 plants distributed into three lines. To each line, contained by seven plants (elemental plot) chosen at random, a different reaping height was applied: 30, 50 and 70 cm, product of previous researches carried out by Chinaea *et al.*, 2007. The distance among the lines was of 1.87 m and the separation between the plants on each of the line was of 1.04 m (5142 shrubs.ha<sup>-1</sup>). The plants were irrigated during the first four months (4 mm.day<sup>-1</sup>).

The facts that contributed to the successful establishment of the seedlings were: a) the use of polyethylene alveoli, which on their inferior extreme had lateral apertures; thus obstructing the root to turn upwards and roll, which with the time would cause the death of the transplanted plants and b) the irrigation on the first months of the crop.

por la especie *Empoasca* sp. que se trató con insecticida ecológico aceite de Min.

Los cortes se realizaron cuando los brotes fueron >20 cm. En total se efectuaron diecisiete cortes, durante los diez años (cuatro en 1999, tres en el 2000, dos en 2002 y 2003, y uno en 2001 y desde 2004 a 2008). En los primeros dos años (1999 y 2000) se pudieron realizar siete cortes, dado el crecimiento vigoroso de las plantas; estas podas sirvieron de formación de los arbustos (estas siegas fueron descritas también por Snook, 1996). Los otros diez cortes se realizaron en ocho años (2001 a 2008), dado que los arbustos no presentaron un recrecimiento tan rápido y las siegas muy frecuente podrían afectar a la planta (Snook, 1996).

En el cuadro 1 se refleja el estado fenológico de los arbustos en el momento de las siegas. Antes de hacer los cortes se midió la altura y el diámetro del tronco y la copa de cada planta. El primer corte (primavera 1999) sólo se hizo sobre *C. palmensis* (tagasaste), que había alcanzado una altura mínima de 110 cm; mientras que *T. canariensis*, *T. o. osyrioides* y *T. o. sericea* presentaron de 60 a 70 cm de altura.

La producción total de biomasa de cada altura de corte (parcela elemental) se pesó en fresco. De cada bloque se tomó una muestra de unos 2 kg para separar a mano y pesar la fracción ramoneable (FR) y la fracción no ramoneable (FNR) (leña y palos verdes). De la fracción FR se tomaron 500 g y se secaron a 60°C durante 48 horas para determinar el porcentaje de materia seca (% MSC) y la producción de materia seca comestible (MSC).

In 2002 and 2003 an attack was produced (without any apparent biological damage for the shrubs) by the specie *Empoasca* sp. which was treated with an ecologic oil pesticide of Min.

Reaps were performed when the buds were >20 cm. As a total, seventeen reaps were done during ten years (four in 1999, three in 2000, two in 2002, one in 2003, one in 2001 and from 2004 to 2008). In the first two years (1999 and 2000) seven reaps were performed, because of the vigorous growth of these plants, these pruning techniques worked for the formation of shrubs (these reaps were also described by Snook, 1996). The rest of the ten reaps were carried out within eight years (2001 to 2008), since the shrubs did not present a fast re-growing and the very frequent reaps might affect the plant (Snook, 1996).

In table 1 is shown the age phase of the shrubs at the moment of reaps. Before proceeding to the pruning, the height, the diameter of the trunk and the treetop were measured on each plant. The first reap (spring 1999) was only done on *C. palmensis* (tagasaste), which had reached a minimum height of 110 cm; while *T. canariensis*, *T. o. osyrioides* and *T. o. sericea* presented a height from 60 to 70 cm.

The total production of the biomass from each reap height (elemental plot) was weighted fresh. A 2-kg sample was taken from each plot, to divide and weight the edible fraction (FR) and the non-edible fraction (FNR) (wood and green sticks). From the FR fraction, 500 g were taken and dried at 60°C for 48 hours, to determine the percentage of the dry matter (% MSC)

Cuadro 1. Estado fenológico de los arbustos en la estación de corte (1999-2008). *C.p.*: *Chamaecytisus palmensis*; *T.c.*: *Teline canariensis*; *T.o.s.*: *T. osyrioides sercica*; *T.o.o.*: *T. o. osyrioides*. V: Vegetativo; Fl: Floración; Fr: Fructificación; Pri: Primavera; Ver: verano; Ot: Otoño; Inv: invierno.

Table 1. Age phase of the shrubs in the reap phase (1999-2008). *C.p.*: *Chamaecytisus palmensis*; *T.c.*: *Teline canariensis*; *T.o.s.*: *T. osyrioides sercica*; *T.o.o.*: *T. o. osyrioides*. V: Vegetative; Fl: Flowering; Fr: Fructification; Pri: Spring; Ver: summer; Ot: Fall; Inv: Winter.

	Pri 99	Ver 99	Ot 99	Inv 99	Pri 00	Ver 00	Ot 00	Pri 01	Inv 02	Ver 02
<i>C.p.</i>	V	V	Fl	Fl	Fr	V	Fl	Fr	Fl	V
<i>T.c.</i>	-	V	Fl	Fl	Fr	V	Fl	Fr	Fl	V
<i>T.o.s.</i>	-	V	V	Fl	Fr	V	Fl	Fr	Fl	V
<i>T.o.o.</i>	-	V	V	Fl	Fr	V	Fl	Fr	Fl	V
	Inv 03	Ver 03	Inv 04	Inv 05	Inv 06	Pri 07	Pri 08			
<i>C.p.</i>	Fl	V	Fl	Fl	Fl	Fr	Fr			
<i>T.c.</i>	Fl	V	Fl	Fl	Fl	Fr	Fr			
<i>T.o.s.</i>	Fl	V	Fl	Fl	Fl	Fr	Fr			
<i>T.o.o.</i>	Fl	V	Fl	Fl	Fl	Fr	Fr			



Análisis estadístico. Fue realizado con el programa SPSS 17 (SPSS, 2008). Mediante un Análisis de la Varianza (ANOVA) de medidas repetidas, estudiamos los efectos de la especie y de la altura de corte (factores fijos inter-sujetos) y el transcurso de los diez años del estudio (variable intra-sujetos) sobre los datos biométricos (altura, diámetro del tronco y de la copa), la producción de materia seca comestible (expresada en t MCS.ha<sup>-1</sup>), la relación fracción ramoneable y fracción no ramoneable (FR/FNR) y el porcentaje de materia seca (% MSC). La comparación entre pares de especies, alturas de corte y años del estudio se llevó a cabo post-hoc mediante pruebas de LSD ( $P \leq 0,05$ ). También analizamos la supervivencia de las plantas a lo largo del tiempo para las distintas especies mediante una prueba no-paramétrica de tendencias de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1985), para comparar si las curvas de supervivencia eran idénticas entre las diferentes especies y las diferentes alturas de siega.

## Resultados y discusión

Los análisis de suelos realizados al finalizar el estudio muestran cómo los niveles de fósforo (Olsen) disminuyeron de 49 ppm (China *et al.*, 2007) a 16-8 ppm, así como la materia orgánica de 3% a 2%. El resto de los parámetros mantuvieron niveles adecuados (Hernández-Abreu *et al.*, 1980). Estas plantaciones necesitan una aplicación regular de nutrientes esenciales para mantener la fertilidad del suelo y altos niveles de forraje de calidad (Snook, 1996).

and the production of edible dry matter (MSC).

Statistical analysis. It was done using the software SPSS 17 (SPSS, 2008). Using the Variance analysis (ANOVA) with replicated measures, the authors studied the effects of the specie and the reaping height (inter-subject fixed factors) on the bio-metric data (height, diameter of the trunk and the treetop), the production of dry edible matter (expressed in t MCS.ha<sup>-1</sup>), the edible fraction relation and the non-edible fraction relation (FR/FNR) and the percentage of dry matter (% MSC). The comparison among pair of species, reaping height and years of research was performed post-hoc, using the LSD tests ( $P \leq 0.05$ ). The authors also analyzed the survival of the plants throughout the time for different species using a non-parametric tendency test of Kolmogorov-Smirnov (Sokal and Rohlf, 1985), to compare if the survival curves are identical among the different species and the different reaping height.

## Results and discussion

The soil analyses carried out at the end of the research show how the phosphorous levels (Olsen) reduced from 49 ppm (China *et al.*, 2007) to 16-8 ppm, as well as the organic matter from 3% to 2%. The rest of the parameters kept adequate levels (Hernández-Abreu *et al.*, 1980). These plantations need a regular application of essential nutrients to keep the soil fertility and high-quality forage levels (Snook, 1996).

Survival. The ten-year old results show that the specie determines the

Supervivencia. Los resultados de diez años muestran que la especie determina la supervivencia de las plantas (figura 2). Las especies que mayor diferencia presentan entre sí son *C. palmensis* con *T. canariensis* y *T. o. osyrioides*. No se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre la supervivencia y las distintas alturas de siega (los datos no se muestran). La figura 2 confirma estas diferencias, especialmente llamativas para *C. palmensis* que presenta una supervivencia mucho menor que las demás. Las principales causas de pérdida fueron: a) la muerte natural, como indica Snook, 1996 (los arbustos no fertiliza-

survival of the plants (figure 2). The species with higher difference in between are *C. palmensis* with *T. canariensis* and *T. o. osyrioides*. None significant differences were found ( $P>0.05$ ) among the survival and the different reaping heights (the information is not shown). Figure 2 confirms these differences, especially outstanding for *C. palmensis*, which presents a much lower survival than the rest. The main causes of lost were: a) natural death, as indicated by Snook, 1996 (unfertilized shrubs only kept alive for a few years, meanwhile the fertilized one continue flowering), and b) the attack of rabbits, which feed

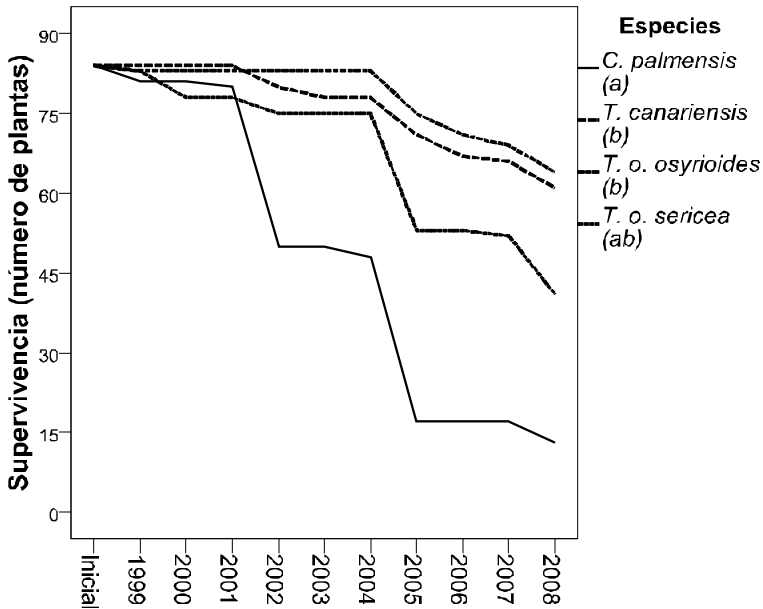


Figura 2. Supervivencia de las plantas de las cuatro especies en el periodo de 1999 a 2008. Las especies seguidas por la misma letra no difieren significativamente a  $P<0,05$ .

Figure 2. Plants survival of the four species during 1999 to 2008. The species followed by the same letter do not differ significantly to  $P<0.05$ .

dos solo se mantenían unos pocos años mientras que los fertilizados seguían florecientes) y b) el ataque de conejos, que se alimentan de la corteza del tronco; cuando se comen todo el floema la planta muere a los pocos meses. Este proceso ocurre en los meses estivales, de junio a septiembre, cuando los arbustos están en parada vegetativa y las ramas tiernas no están a su alcance. Daños similares ocasionados por herbívoros, son comentados por Snook, 1996.

Con este sistema de aprovechamiento, realizado en el presente estudio los arbustos muertos no afectaron al diseño inicial. Son varios los autores (Milthorpe y Dann, 1991; McGowan y Matthews, 1992; Wiley Maughan, 1993) que muestran que la densidad de planta es insensible a la producción con precipitaciones de 450 a 1100 mm.

Son varios los trabajos realizados sobre la supervivencia del tagasaste. Milthorpe y Dann, 1991, obtuvieron un porcentaje de supervivencia en Condobolin (Australia), tras tres años de cultivo de 96%, independientemente de la densidad de plantación (desde 780 a 7580 plantas.ha<sup>-1</sup>). En la región de Yass (Australia), tras tres años y medio de cultivo, obtienen una supervivencia del 81% para la densidad de plantación más baja (1090 plantas.ha<sup>-1</sup>) y una supervivencia del 93% para la densidad de plantación más alta (7580 pl.ha<sup>-1</sup>). En ambas regiones (Yass y Condobolin) la primera siega fue a 30 cm de altura y el resto a 50-60 cm. Chinae *et al.*, 2007, ya publicaron una supervivencia, para el tercer año del experimento en *T. canariensis* (100%); *T. o. osyrioides* (99%); *C. palmensis* (97%) y *T. o. sericea* (95%), en las mis-

themselves from the trunk cortex, when they eat all the phloem, the plant dies within months. This process occurs during summer, from June to September, when all the shrubs are in the vegetative phase and the unripened branches are not reachable. Similar damages caused by herbivorous are mentioned by Snook, 1996. With this utilization system carried out in the current research, the death shrubs did not affect the initial design. Many authors (Milthorpe and Dann, 1991; McGowan and Matthews, 1992; Wiley Maughan, 1993;) show that the density of the plant is insensitive to the production with precipitations from 450 to 1100 mm.

There are different researches about the survival of tagasaste. Milthorpe and Dann, 1991, obtained a survival percentage in Condobolin (Australia) after three years of crop of 96%, independently from the density of the plantation (from 780 to 7580 plants.ha<sup>-1</sup>). In Yass (Australia), after three years and a half of cropping, a survival of 81% is obtained for the smallest plantation (1090 plants.ha<sup>-1</sup>) and a survival of 93% for the biggest plantation's density (7580 plants.ha<sup>-1</sup>). In both regions (Yass and Condobolin), the first reaping was performed at 30 cm of height and the rest from 50-60 cm. Chinae *et al.*, 2007, have published already a survival for the third year of the experiment in *T. canariensis* (100%); *T. o. osyrioides* (99%); *C. palmensis* (97%) and *T. o. sericea* (95%), in the same weather conditions of the current research.

Altura de la planta. La especie determinó muy significativamente la altura de la planta (cuadro 2), obser-

mas condiciones climáticas del presente estudio.

Altura de la planta. La especie determinó muy significativamente la altura de la planta (cuadro 2), observándose diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las cuatro especies estudiadas. La especie que alcanzó mayor altura fue *C. palmensis* el valor máximo registrado (244 cm) lo alcanzó esta especie en primavera de 2008 (figura 3).

También la altura de corte influyó muy significativamente en la altura de las plantas (cuadro 2), encontrándose diferencias significativas entre las tres alturas de corte probadas (figura 4). La siega a 70 cm dio lugar a las mayores alturas de planta, alcanzando los 119 cm de media para todas las especies.

En cuanto al año de siega, obtuvimos diferencias también muy significativas (cuadro 2), observándose las alturas más bajas en los años 1999, 2000 y 2001 (figuras 3 y 4). Estos primeros años se realizaron los cortes de formación de los arbustos que fueron más intensos dado que el recrecimiento era vigoroso (Snook, 1996) y aparecían muchos brotes tiernos después de las podas; mientras que en los últimos cinco años se cortó una sola vez al año, por lo que, al dejar más tiempo a la planta para crecer, es normal que obtengamos registros de mayor altura de planta en estos últimos años.

No hubo interacción significativa entre los factores especie y altura de corte (cuadro 2), es decir, la influencia de la altura de corte en la altura de la planta fue la misma para todas las especies. Sí existieron interacciones significativas entre el año y la especie

vándose diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las cuatro especies estudiadas. La especie que alcanzó mayor altura fue *C. palmensis* el valor máximo registrado (244 cm) lo alcanzó esta especie en primavera de 2008 (figura 3).

Height of the plant. The especie determined significantly the height of the plant (table 2), with significant differences ( $P < 0.05$ ) among the four studied species. The especie which reached higher height was *C. palmensis*, the maximum value registered (244 cm) was reached by this specie in spring of 2008 (figure 3).

Additionally, the reaping height had a significant influence on the height of the plants (table 2), with significant differences among the three tested reaping heights (figure 4). The reaping at 70 cm allowed higher heights of the plant, reaching 119 cm approximately for all the species.

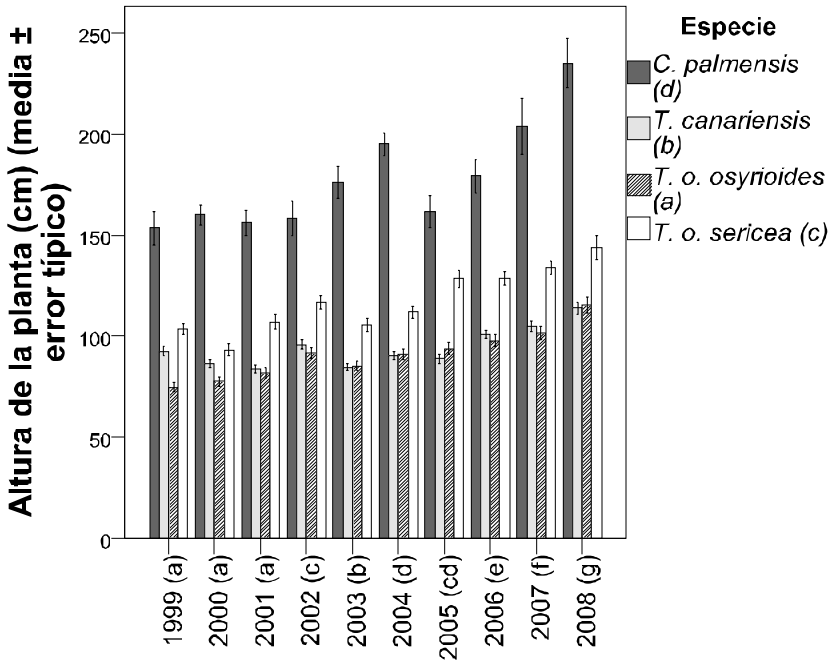
Regarding the reaping year, the authors also obtained very significant differences (table 2), observing the shortest heights in the 1999, 2000 and 2001 (figure 3 and 4). During these first years, the cuts to form the shrubs were done, which were more intense since the re-growing was vigorous (Snook, 1996), and lots of young buds appeared after pruning; meanwhile, in the last five years the plants were only cut once per year, therefore, at allowing the plant more time to grow, it is normal that registers of higher height of the plants are obtained during the last years.

There was not any significant interaction among the especie and reaping height (table 2), that is, the influence of the reaping height in the

**Cuadro 2. Diferencias según la especie, la altura de corte y el año en la altura de la planta, el diámetro del tronco y el diámetro de la copa. Niveles de *P* ajustados para los efectos temporales según la corrección de Greenhouse-Geisser. Se indican en negrita los valores significativos de *P*.**

**Table 2. Differences according to the specie, the reaping height and the year in the plant's height, the trunk's diameter and treetop. Levels of *P* adjusted for the temporal effects, according to the correction done by Greenhouse-Geisser. The significant values of *P* are indicated in bold.**

Fuente	gl	Altura de planta			Diámetro de tronco			Diámetro de planta		
		F	<i>P</i>		F	<i>P</i>		F	<i>P</i>	
<b>Efectos inter-sujetos</b>										
Intersección	1	106691,74	<0,001		5032,71	<0,001		53679,85	<0,001	
Especie	3	81,37	<0,001		27,00	<0,001		40,34	<0,001	
Altura de corte	2	19,32	<0,001		2,36	0,098		2,13	0,122	
Especies x Altura de corte	6	0,75	0,613		1,69	0,125		1,08	0,376	
Error	167									
<b>Efectos intra-sujetos</b>										
Año	9	56,38	<0,001		333,91	<0,001		120,08	<0,001	
Año x Especie	27	5,86	<0,001		2,17	0,005		4,08	<0,001	
Año x Altura de corte	18	5,43	<0,001		1,34	0,198		1,55	0,114	
Año x Especie x Corte	54	1,18	0,223		1,23	0,177		1,43	0,061	
Error	1503									



**Figura 3. Altura de la planta para las cuatro especies entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .**

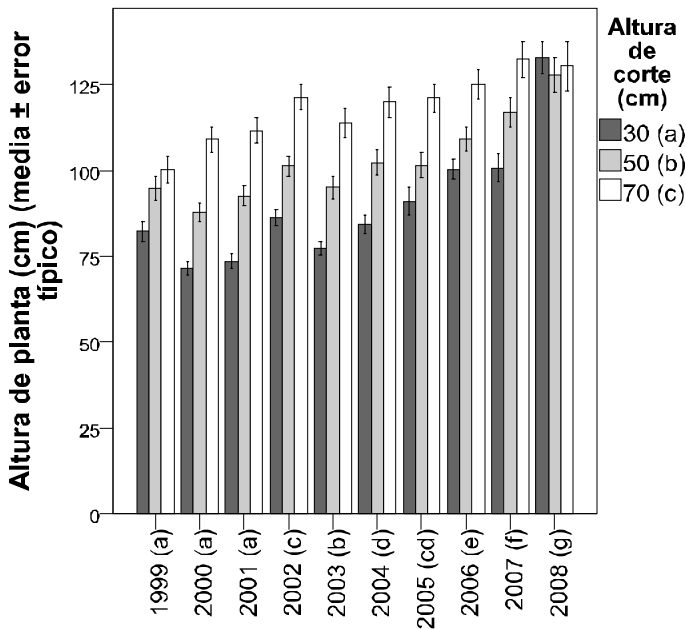
**Figure 3. Height of the plant for the four species from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .**

y entre el año y la altura de corte, indicando que las diferencias entre especies y entre alturas de siega no fueron siempre iguales, sino que variaron con el tiempo. Las mayores alturas de los arbustos (desde 100 a 130 cm) se registraron en primavera de 2007 y 2008, con precipitación de 607 y 605 mm respectivamente. Estos dos años presentaron diferencias significativas entre sí ( $P < 0,05$ ) y los resultados concuerdan con las observaciones realizadas por Snook, 1996.

Diámetro de la copa. No varió significativamente con la altura de sie-

plant was the same for all the species. If there were significant differences between the year and the species, and between the species and the reaping height, these were not always the same, but varied with the time. The highest heights of shrubs (from 100 to 130 cm) registered in spring of 2007 and 2008, with precipitations from 607 and 605 mm respectively. These two years presented significant differences in between ( $P < 0.05$ ) and the results agree to the ones commented by Snook, 1996.

Treetop diameter. It did not vary significantly with the reaping height,



**Figura 4. Variación de la altura de la planta, para tres alturas de corte, entre 1999 y 2008. Las alturas de corte o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .**

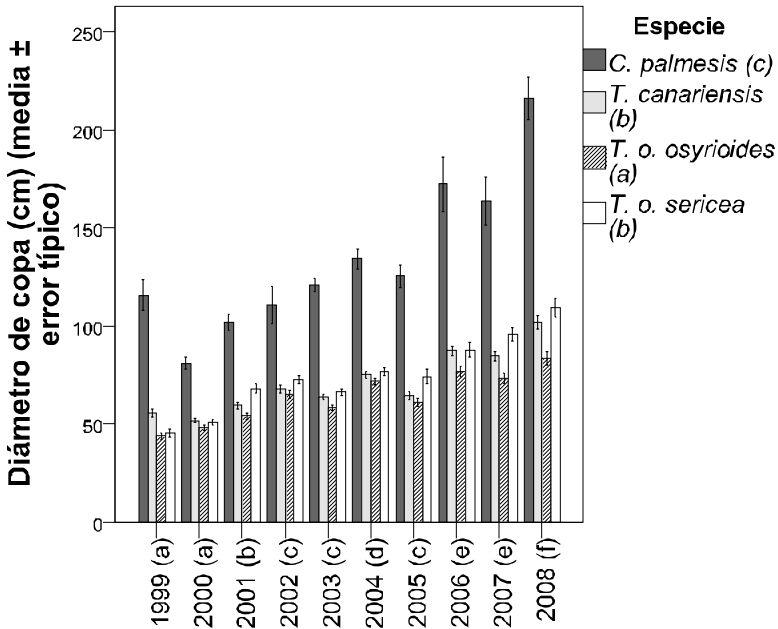
**Figure 4. Variation of the plant's height for three reaping heights from 1999 to 2008. The reaping heights or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .**

ga, pero sí con la especie (cuadro 2). Todas las especies salvo *T. o. sericea* y *T. canariensis* presentaron diferencias entre sí ( $P < 0,05$ ) (figura 5). La especie con mayor diámetro fue *C. palmensis*, que alcanzó su diámetro máximo en primavera de 2008, con un valor de más de 216 cm; en un trabajo anterior (Chinea *et al.*, 2007) ya se puso de manifiesto que *C. palmensis* es al arbusto de mayor diámetro de copa.

El diámetro de copa también fue muy significativamente influenciado por el último año de corte, alcanzando un valor (84-216 cm) máximo significativo ( $P < 0,05$ ) precisamente en pri-

but it did vary with the specie (table 2). All the species, except *T. o. sericea* and *T. canariensis* presented differences in between ( $P < 0.05$ ) (figure 5). The specie with a higher diameters was *C. palmensis*, which reached its maximum diameter in the spring of 2008, with a value of approximately 216 cm; in a previous research (Chinea *et al.*, 2007) mentioned that *C. palmensis* is the shrub with the highest treetop diameter.

The treetop diameter was also significantly influenced by the last reaping year, reaching a significant maximum value (84-216 cm) ( $P < 0.05$ ),



**Figura 5. Diámetro de la copa para las cuatro especies, entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .**

**Figure 5. Treetop diameter for the four species, from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .**

mavera de 2008. Los valores de precipitación fueron muy altos en esta fecha, alcanzando los 605 mm en sólo cuatro meses. Los años 2006 y 2007 también fueron años con diámetros de copa elevados y no presentaron diferencias entre sí; resultados que concuerdan con los de Snook, 1996.

Los años de menor diámetro de copa corresponden a 1999 y 2000, no presentando diferencias significativas entre sí ( $P > 0,05$ ). Corresponde a los años de establecimiento de la plantación y podas de formación.

Diámetro del tronco. Igualmente el diámetro del tronco no se vio

precisely in spring of 2008. The precipitation values were very high in this date, reaching 605 mm in only four months. 2006 and 2007 were also years with elevate treetop diameters and did not present differences in between, results that agree with the ones of Snook, 1996.

The years with the lowest treetop diameter correspond to 1999 and 2000, without differences in between ( $P > 0.05$ ). This corresponds to the establishment years of the plantation and the formation pruning.

Trunk's diameter. The trunk's diameter was not significantly affected



significativamente afectado por la altura de siega, pero sí varió con la especie y con el año de corte (cuadro 2). Tampoco se observó interacción entre los factores año y altura de corte, pero sí entre año y especie. Todas las especies salvo *T. o. osyrioides* y *T. o. sericea* presentaron diferencias significativas entre sí ( $P < 0,05$ ) (figura 6). La especie que mayor diámetro de tronco obtuvo fue *C. palmensis*, con un valor máximo de 9,6 cm para el corte de primavera de 2008. Sería interesante usar maquinaria para cortar los troncos gruesos con ramas secas para facilitar el rebrote.

by the reaping height, but it did vary with the specie and the year of the reaping (table 2). None interaction was observed between the year and the reaping height, but it was observed between the year and the specie. All the species, except *T. o. osyrioides* and *T. o. sericea* presented significant differences in between ( $P < 0,05$ ) (figure 6). The specie with higher trunk's diameter was *C. palmensis*, with a maximum value of 9.6 cm for the ripening performed in spring, 2008. It would be very interesting to use machinery to cut the thick trunks with dry branches in order to facilitate the resurgence.

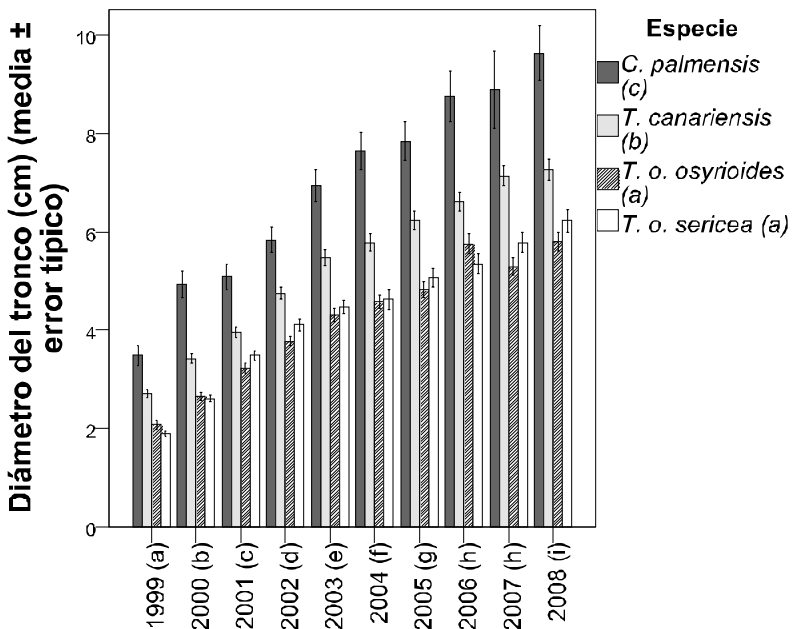


Figura 6. Diámetro del tronco para las cuatro especies, entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .

Figure 6. Trunk's diameter for the four species, from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .

Con respecto al año de corte de corte observamos, como cabía esperar, un aumento paulatino del diámetro a lo largo del tiempo. Con la edad, el crecimiento tiende lógicamente a estabilizarse (Snook, 1996), por lo que las diferencias entre años se reducen (p. ej. 2006 y 2007 no presentaron diferencias significativas entre sí).

Producción de materia seca comestible (t MSC.ha<sup>-1</sup>). El análisis de la producción mostró efectos significativos de la especie, de la altura de siega y de la fecha de corte (cuadro 3). Todas las especies presentaron diferencias entre ellas (figura 7). El valor de pro-

Regarding the reaping year is observed, as expected, a gradual increment of the diameter throughout the time. With the age, the growing logically tends to stabilize (Snook, 1996), thus, the differences among the years reduce (i.e. 2006 and 2007 did not present significant differences in between).

Production of edible dry matter (t MSC.h<sup>-1</sup>). The production analysis showed significant effects of the specie, the reaping height and the reaping date (table 3). All the species presents significant differences in between (figure 7). The highest production value

**Cuadro 3. Diferencias según la especie, la altura de corte y el año en la producción de material seco comestible. Niveles de *P* ajustados para los efectos temporales según la corrección de Greenhouse-Geisser. Se indican en negrita los valores significativos de *P*.**

**Table 3. Differences according to the specie, the reaping height and the year in the production of the edible dry matter. *P* levels adjusted for the temporal effects according to the correction of Greenhouse-Geisser. The significant values of *P* are indicated in bold.**

Fuente	gl	t MSC.ha <sup>-1</sup>	
		F	<i>P</i>
Efectos inter-sujetos			
Intersección	1	171,02	<0,001
Especie	3	23,50	<0,001
Altura de corte	2	3,34	0,047
Especies x Altura de corte	6	0,55	0,766
Error	36		
Efectos intra-sujetos			
Año	9	53,89	<0,001
Año x Especie	27	6,26	<0,001
Año x Altura de corte	18	1,18	0,306
Año x Especie x Corte	54	0,69	0,880
Error	324		

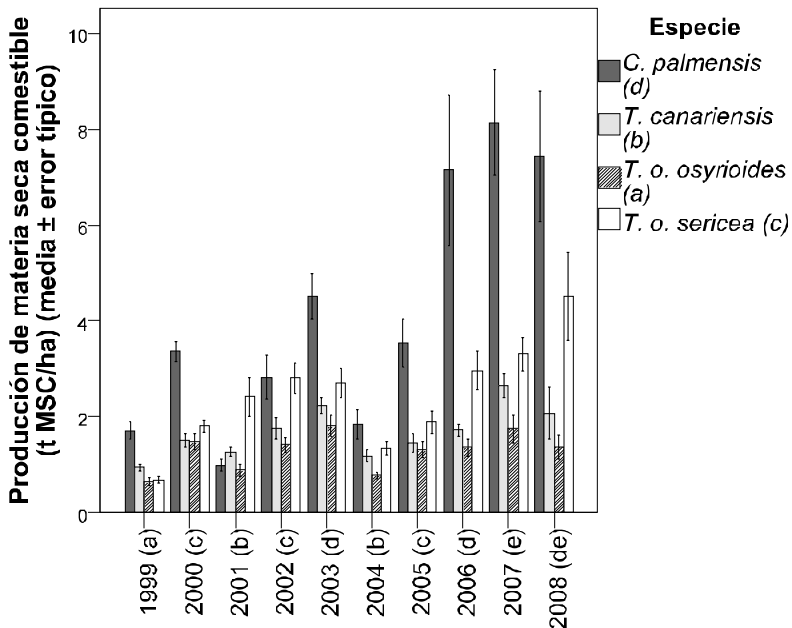


Figura 7. Producción de materia seca comestible de las cuatro especies, entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .

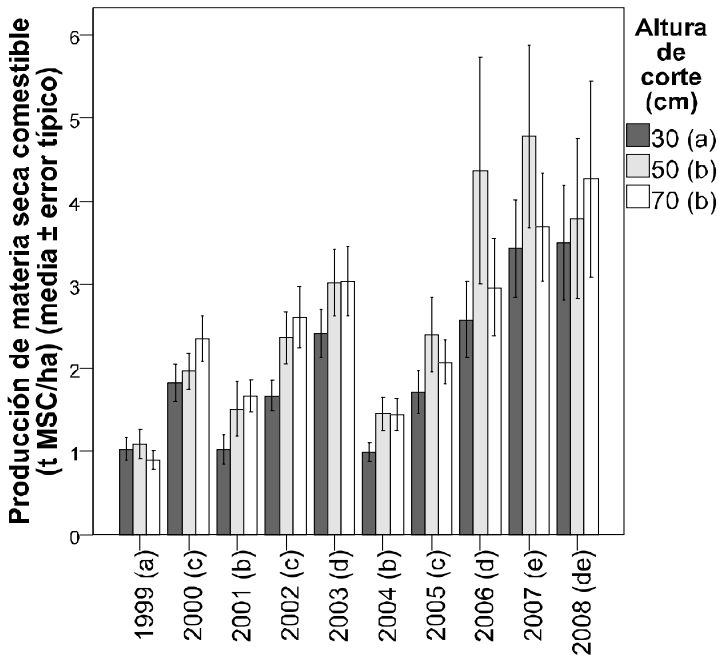
Figure 7. Edible dry matter production of the four species, from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .

ducción de más alto lo obtuvo *C. palmensis*, registrando en invierno de 2007 un valor medio de 8,1 t MSC.ha<sup>-1</sup>. Los valores más bajos en el mismo año fueron para *T. canariensis* y *T. o. osyrioides* que oscilaron entre 2,6 y 1,8 t MSC.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Observamos interacciones significativas entre el año y la especie, indicando que las diferencias entre las especie fueron distintas en diferentes momentos del experimento (cuadro 3). Entre las alturas de siega (figura 8) registramos valores significativamente menores ( $P \leq 0,05$ ) para la altura de cor-

was obtained by *C. palmensis*, registered in winter 2007 a medium value of 8.1 t MSC.h<sup>-1</sup>. The lowest values in the same year were for *T. canariensis* and *T. o. osyrioides* which oscillated from 2.6 to 1.8 t MSC.h<sup>-1</sup> respectively.

Significant interactions are observed between the year and the specie, indicating that the differences among the species varied in different moments of the experiment (table 3). Regarding the reaping height (figure 8) the authors register significantly lower values ( $P \leq 0.05$ ) for the reaping



**Figura 8. Producción total de materia seca comestible para tres alturas de corte: 30 cm, 50 cm y 70 cm, entre 1999 y 2008. Las alturas de corte o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .**

**Figure 8. Total edible dry matter production for the three reaping heights: 30 cm, 50 cm and 70 cm, from 1999 to 2008. The reaping heights or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .**

te de 30 cm, mientras que las alturas más productivas, de 50 y 70 cm, no presentaron diferencias. En el trabajo realizado por Chinaea *et al.*, 2007, para las mismas especies de estudio, no se encontraron diferencias significativas ( $P=0,310$ ) en la producción en función de la altura de corte (30, 50 y 70 cm). Sin embargo, en ese trabajo las especies fueron evaluadas sólo para el período 1999-2000, por lo que la planta probablemente no había alcanzado el desarrollo suficiente para poder apre-

height of 30 cm, while the most productive heights, from 50 to 70 cm, did not present any distinctive differences. In the research carried out by Chinaea *et al.*, 2007, for the same species under research, none significant differences were found ( $P=0.310$ ) in the production in function of the reaping height (30, 50 and 70 cm). However, in that research the differences were evaluated only during 1999-2000, thus, the plant probably had not yet reached the enough

ciar estas diferencias debidas a la altura de siega.

Los valores medios más altos de producción de las cuatro especies (figura 8) se obtienen en los tres últimos cortes: invierno de 2006 (3,30 t MSC.ha<sup>-1</sup>), primavera de 2007 (3,96 t MSC.ha<sup>-1</sup>) y primavera de 2008 (3,85 t MSC.ha<sup>-1</sup>). Según se indicó antes, estos cortes se realizaron una vez por año, con lo cual las plantas disponían de un periodo de crecimiento mucho mayor que en los primeros cortes. Son varios los autores (Chinae *et al.*, 2007; Snook, 1996) que proponen entre tres y cuatro cortes los primeros años cuando el desarrollo es rápido, dada la alta fertilidad del suelo y las condiciones climáticas son idóneas. Estas siegas son aprovechadas como podas de formación cuyo objetivo es obtener arbuscos con varios tallos, no solo así son más productivos sino que los numerosos tallos producen si la planta fuera sobre explotada. Snook, 1996, en su estudio de seis años, muestra que los tagasastes adultos con un corte al año presentan la mayor producción de materia seca comestible. En cualquier caso, las condiciones climáticas de estos años fueron favorables, con precipitaciones suficientes y temperaturas moderadas. La producción anual del tagasaste se ve limitada por las lluvias, siendo las áreas adecuadas las que están entre los 400 y 800 mm (Milthorpe y Dann, 1991).

La producción máxima obtenida para el tagasaste en nuestro trabajo fue de 11,0 y 11,2 t MSC.ha<sup>-1</sup>, alcanzadas en 2006 y 2007 respectivamente, para una altura de corte de 50 cm con una precipitación anual media de 593 mm.

development to appreciate these differences due to the reaping height.

The highest mean production values of the four species (Figure 8) are obtained in the third last costs: winter of 2006 (3.30 t MSC.ha<sup>-1</sup>), spring of 2007 (3.96 t MSC.ha<sup>-1</sup>) and spring of 2008 (3.85 t MSC.ha<sup>-1</sup>). As mentioned before, these reaping were carried out once per year, thus, the plants had the availability of a much higher growing period than in the first reaping. Different authors (Chinae *et al.*, 2007; Snook, 1996) propose from three to four reaping the first years, when the development is fast, due to the high soil fertilization and because the weather conditions are the indicate. These reaping are used as formation pruning, which objective is to obtain shrubs with different stems, these are not only productive but the numerous stems produce the enormous exploitation of the plant. Snook, 1996, in his six-year research, shows that the adult tagasastes, with a one-year reap have the highest production of edible dry matter. In any case, the weather conditions of these years were favorable, with enough precipitations and moderate temperatures. The annual production of tagasaste is limited by the rains, being the adequate areas those located from 400 to 800 mm (Milthorpe and Dann, 1991).

The maximum production obtained for tagasaste in the current research was of 11.0 and 11.2 MSC.ha<sup>-1</sup> obtained in 2006 and 2007, respectively, for a reaping height of 50 cm, with a medium annual precipitation of 593 mm.

The medium production for tagasaste in this research (8.1 t

Nuestra producción media para el tagasaste (8,1 t MSC.ha<sup>-1</sup>, figura 7) resulta mayor que la obtenida por Milthorpe y Dann, 1991, que alcanzaron máximas de 2,0 t MSC.ha<sup>-1</sup> en condiciones de 420 mm de precipitación anual y las 7,9 t MSC.ha<sup>-1</sup> de McGowan y Matthews, 1992, con precipitación de 1100 mm, en arbustos de tres años y dos cortes por años. Los valores más altos encontrados en la bibliografía son los de Snook, 1996, con 18,9 t MSC.ha<sup>-1</sup> (sexto año y un solo corte), con precipitaciones de 1000 mm, fertilización anual de 200 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato de cal y 1000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Respecto a la apetencia de estas especies por los animales, cabe indicar que en ensayos realizados por Chinaea *et al.*, 1998, con chivos, el orden decreciente de apetencia en campo fue *T. canariensis*, *C. palmensis* y *T. o. sericea* mientras que en pesebre fue *C. palmensis* la más aceptada. Trabajos realizados por Snook, 1996, en Australia muestran la aceptación que tiene el tagasaste por los rumiantes, cerdos y caballos.

Fracción ramoneable/fracción no ramoneable (FR/FNR). Se observaron variaciones muy significativas del cociente fracción ramoneable/fracción no ramoneable en función de la especie y el año (cuadro 4), en concordancia con los resultados obtenidos en dos años de estudio por Chinaea *et al.*, 2007. La influencia de la especie varió en función del año, como se deduce de la interacción significativa de ambos factores (P<0,05). La especie *C. palmensis* (figura 9) presentó valores significativamente menores de FR/FNR (0,83-2,31) a los obtenidos para las tres especies de *Teline*.

MSC.ha<sup>-1</sup>, figure 7) results higher than the one obtained by Milthorpe and Dann, 1991, who reached a maxima of 2.0 t MSC.ha<sup>-1</sup> in conditions of 420 mm of annual precipitation, and 7.9 t MSC.ha<sup>-1</sup> of McGowan and Matthews, 1992, with a precipitation of 1100 mm, in three-year-old shrubs and two reaps per year. The highest values found in the bibliography are the ones of Snook, 1996 with 18.9 t MSC.ha<sup>-1</sup> (sixth year and one cut only), with precipitations of 1000 mm, annual fertilization of 200 kg.ha<sup>-1</sup> of lime super-phosphate and 1000 plants.ha<sup>-1</sup>.

Regarding the appetite of these species by the animals, must be said that in the researches carried out by Chinaea *et al.*, 1998 with goats, the decreasing appetite order in the field was *T. canariensis*, *C. palmensis* and *T. o. sericea*, menahile in *C. palmensis* was the most accepted. Previous researches carried out by Snook, 1996, In Australia; show the acceptance of the tagasaste by the ruminants, pigs and horses.

Edible and non-edible fraction (FR/FNR). Very significant variations were observed of the edible and non-edible coefficient fraction in function of the specie and the year (table 4), in concordance with the results obtained in two years of research by Chinaea *et al.*, 2007. The influence of the specie varied in function of the year, as deduced in the significant interaction of both factors (P<0.05). *C. palmensis* (figure 9) presented significantly lower values of FR/FNR (0.83-2.31) to the ones obtained for the three species of *Teline*.

Studying this variable the reaping frequency results to be

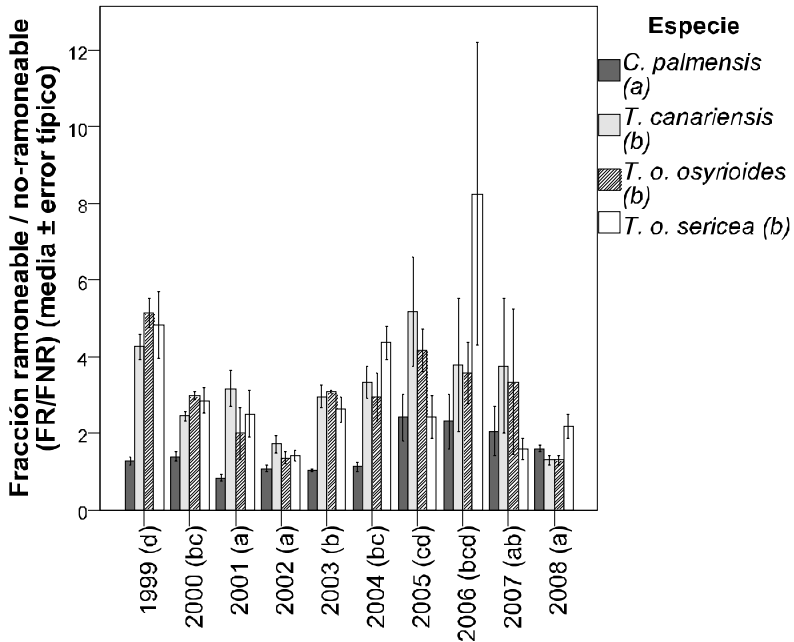


Figura 9. Relación fracción ramoneable/no-ramoneable (FR/FNR) para las cuatro especies, entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .

Figure 9. Edible and non/edible fraction relation (FR/FNR) for the four species, from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .

En el estudio de esta variable, la frecuencia del corte resulta irrelevante, dado que estamos estudiando la magnitud de la parte aprovechable de la producción bruta. Es por ello que en este caso los valores más altos no aparecen exclusivamente para los últimos años, como ocurría en casos anteriores. Los valores más altos se obtuvieron en siegas de invierno y de otoño, cuando la planta se encontraba en estado de floración, coincidiendo con las fechas en que la precipitación es mayor, incluso en el año 2000, que resultó ser el más seco con 341 mm.

irrelevant, since the magnitude of the usable part of the raw production is the one being studied. Consequently, in this case the highest values do not exclusivity appear for the last years, as occurred in the previous cases. The highest values were obtained in reaping done in winter and fall, when the plant was during the flowering phase, agreeing with the dates where the precipitation is higher, even in 2000, which resulted the driest year, with 341 mm.

Douglas *et al.*, 1996, refer to a maximum of 0.4, to which, the ratio

Douglas *et al.*, 1996, refieren una FR máxima de 0,4 con lo cual, el cociente entre ramoneable y no ramoneable quedaría en 0,67 para arbustos forrajeros. Los resultados que hemos obtenido para todas las especies de nuestro estudio: *C. palmensis* (0,83-2,31), *T. o. sericea* (1,58-8,25), *T. canariensis* (1,72-5,17), *T. o. osyrioides* (1,58-8,25) fueron todos superiores a los indicados por Douglas *et al.*, 1996.

Porcentaje de materia seca comestible (% MSC). Como la variable FR/FNR, también el porcentaje de materia seca se vio significativamente influenciado por la especie y la fecha de corte (cuadro 4 y figura 10). Los valores de *C. palmensis* (desde 32,1 a 48,5% MSC) resultaron significativamente

among the edible and non-edible fractions would be in 0.67 for forage shrubs. The results obtained in this research for all the species: *C. palmensis* (0.83-2.31), *T. o. sericea* (1.58-8.25), *T. canariensis* (1.72-5.17), *T. o. osyrioides* (1.58-8.25) were all superior to the ones mentioned by Douglas *et al.*, 1996.

Edible dry matter percentage (% MSC). The dry matter percentage, as well as the FR/FNR variable, was also significantly influenced by the specie and the reap date (table 4 and figure 10). The values of *C. palmensis* (from 32.1 to 48.5% MSC) resulted significantly higher than those of the three species of *Teline* (31-50%). The reap

**Cuadro 4. Diferencias según la especie y el año en la relación fracción ramoneable/no-ramoneable (FR/FNR), y el porcentaje de materia seca comestible (% MSC). Niveles de *P* ajustados para los efectos temporales sobre FR/FNR según la corrección de Greenhouse-Geisser. Se indican en negrita los valores significativos de *P*.**

**Table 4 Differences according to the specie and the year in the edible/non edible fraction relation (FR/FNR), and the percentage of edible dry matter (% MSC). P levels adjusted for the temporal effects on FR/FNR according to the correction of Greenhouse-Geisser. The significant values of *P* are indicated in bold.**

Fuente	gl	FR/FNR		% MSC	
		F	<i>P</i>	F	<i>P</i>
Efectos inter-sujetos					
Intersección	1	7238,82	<0,001	12512,32	<0,001
Especie	3	53,28	<0,001	6,08	0,009
Error	12				
Efectos intra-sujetos					
Año	9	8,58	<0,001	51,60	<0,001
Año x Especie	27	2,37	0,019	1,40	0,114
Error	108				



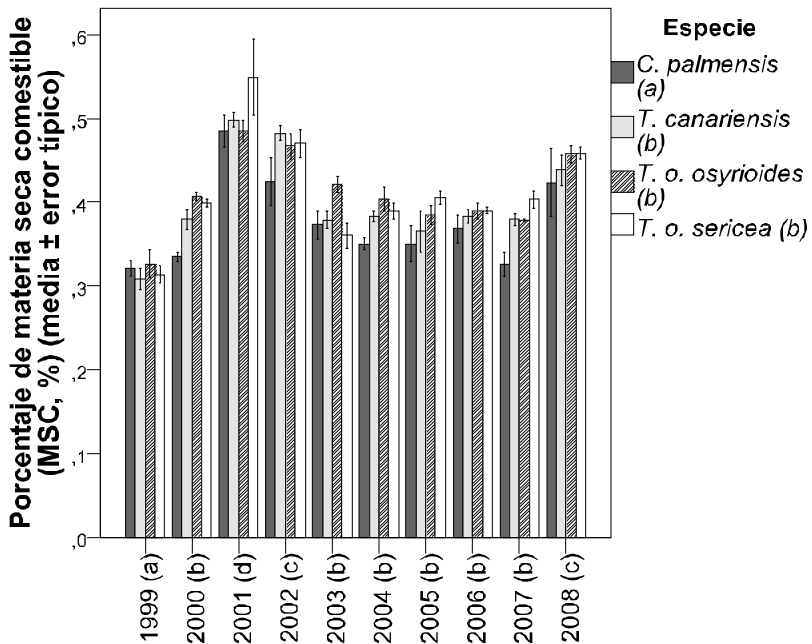


Figura 10. Porcentaje de materia seca comestible para las cuatro especies, entre 1999 y 2008. Las especies o años con la misma letra no difieren significativamente a  $P < 0,05$ .

Figure 10. Edible dry matter percentage for the four species, from 1999 to 2008. The species or years with the same letter do not differ significantly to  $P < 0.05$ .

mayores que los de las tres especies de *Teline* (31-50%). El corte con mayor proporción de materia seca se obtuvo en primavera de 2001, con valores (48,5-54,9% MSC), significativamente mayores a todos los demás cortes ( $P < 0,05$ ), asociado a temperaturas altas y precipitaciones bajas (363 mm). Observamos que los valores de porcentaje de materia seca son inversamente proporcionales a los de producción, registrándose porcentajes altos de materia seca en los cortes en los que la producción fue baja, y viceversa.

with higher proportion of dry matter was obtained in spring, 2001, with values (48.5-54.9% MSC), significantly higher than the rest of the reaps ( $P < 0.05$ ), related to high temperatures and low precipitations (363 mm). The authors observed that the dry matter percentages are inversely proportional to the production, registering high percentages of dry matter in the reaps where the production was low, and vice versa.

## Conclusión

Todas las plantas presentaron una gran facilidad de rebrote entre las siegas. El tagasaste fue la especie de mayor producción y desarrollo, aunque la de menor contenido de fracción ramoneable y porcentaje de materia seca. Las tres especies de *Teline* presentaron menor desarrollo y producción. Los resultados obtenidos apuntan a la idoneidad de estos arbustos para la recuperación de fincas marginales abandonadas, aunque este estudio necesitará de una continuación en forma de análisis de la calidad químico-bromatológica del forraje durante los diez años. Recomendamos como requerimiento básico para establecer las plantaciones de estos arbustos, el vallado para la protección contra los conejos en periodos estivales. Así como realizar estudios de fertilización con superfosfato de cal, que aumentaría la producción y la calidad del forraje. Estimamos que el valor a largo plazo de la cosecha justificaría la inversión. Los resultados obtenidos demuestran el gran interés que tienen estos arbustos para proporcionar un alimento sano y saludable para los animales en periodos estivales. Se propone este sistema de aprovechamiento para estudiar la producción y calidad de otros arbustos endémicos de rápido desarrollo que no han sido estudiados.

## Literatura citada

Assefa, G., C. Kijora, A. Kehaliew, K. Sonder y K.J. Peters. 2012. Effect of pre-feeding forage treatments, harvesting stage, and animal type on preference of tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). *Agroforest. Syst.* 84:25-34.

## Conclusion

All the plants presented an easily re-growth opportunity between reaps. Tagasaste was the specie with higher production and development, and the one with lower edible content fraction and dry matter percentage though. The three species of *Teline* presented a lower development and production. The results obtained indicate the suitability of these shrubs for the recovery of abandoned marginal farms, even though, this research will need to be continued to analyze the chemical-bromatological quality during the ten years. The authors recommend, as a basic requirement, to establish the plantations of these shrubs, the fencing for the protection against the rabbits during summer. Also, to carry out fertilization researches with lime superphosphate that would increase the production and quality of the forage. The authors believe that the long-term value of the crop would justify the inversion. The results obtained show the great interest of these shrubs to provide a healthy food source for the animals during summer. This utilization system is proposed to study the production and quality of other fast-developer endemic shrubs that have not been studied yet.

*End of english version*

---

Chinaea, E., A. García-Ciudad, E. Barquín y B. García-Criado. 2007. Evaluation of endemic leguminous forage shrubs from the Canary Islands. 1 Germplasm characterisation and forage production. *New Zealand J. Agric. Res.* 50: 417-427.

- China, E., A. Rodríguez-Rodríguez y J.L. Mora. 2004. Erosion control on soil with shrub endemic forage legumes from the Canary Islands. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 21: 363-373.
- China, E., E. Barquin, P. Martin, C. Afonso, P. Hita y E. Hernández. 1998. Apetencia por caprino de varias leguminosas arbustivas de Canarias y su análisis químico-bromatológico. Estudio preliminar. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. 325-328.
- De Castro, N.E.A., M.L.N. Siva, D.A.F. De Freitas, G.J. De Carvalho, R.M. Marques y G.F.G. Neto. 2011. Cover plants in water erosion control under natural rainfall. *Biosci. J.* 27: 775-785.
- Delgado Enguita, I. 2012. Abandono de tierras y cubiertas vegetales orientadas a la producción de pastos en zonas áridas y semiáridas de la cuenca media del Ebro. p. 387-400. En: Canals Tresserras, R.M. y L. San Emeterio Garcandía (Eds.). Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción. Pamplona. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- Douglas, G.B., B.T. Bulloch y A.G. Foote. 1996. Cutting management of willows (*Salix* spp.) and leguminous shrubs for forage during summer. *New Zealand J. Agric. Res.* 39: 175-184.
- FAO. 2012. Agricultura de conservación. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ca/es>. (Consulta: 30 de noviembre 2012).
- Hernández-Abreu, J.M., J. Mascarel, S. Duarte, A. Pérez-Regalado, J.L. Santana y A.R. Socorro. 1980. Seminario sobre interpretación de análisis químicos de suelos, aguas y plantas. Centro Regional de Investigación y Desarrollo Agrario de Canarias (ICIA). 143 p.
- Kotschi, J. y K. Müller-Säman. 2004. The Role of organic agriculture in mitigating climate change—A Scopoy Study. Bonn, Alemania: International Federation Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM).
- Lambert, M., G. Jung, H. Harpster y J. Lee. 1989. Forage shrubs in North Island hill country. 4. Chemical composition and conclusions. *New Zealand J. Agric. Res.* 32: 499-506.
- Lefroy, E.C. 2002. Forage trees and shrubs in Australia. Their current use and future potencial. A report for the RIRDC/L&W Australia/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program. Supported by the Natural Heritage Trust. RIRDC Publication No 02/039 RIRDC Project No. UWA-53A. 69 p.
- McGowan, A.A. y G.L. Matthews. 1992. Forage production from hedges of tagasaste in a high rainfall temperate environment, and the effects of plant spacing and frequency of harvesting. *Aust. J. Exp. Agric.* 32: 633-640.
- Milthorpe, P.L. y P.R. Dann. 1991. Production from tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) at four contrasting sites in New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric.* 31: 639-644.
- Ouvry, J.F., Y. Le Bissonnais, P. Martin, O. Bricard, y V. Souchere. 2010. Grass covers as tools for reduction of soil losses by water erosion (a synthesis of knowledge and information gained in Upper Normandy). *Fourrages*. 202: 103-100.
- Percy, D.M., y Q.C.B. Cronk. 2002. Different fates of Island brooms: contrasting evolution evolution in *Adenocarpus*, *Genistas*, and *Teline* (*Genisteeae*, *Fabaceae*) in the Canary Islands and Madeira. *Am. J. Bot.* 89: 854-864.
- Sirami, C., L. Brotons, I. Burfield, J. Fonderflick y J.L. Martin. 2008. Is land abandonment having an impact on biodiversity? A meta-analytical approach to bird distribution changes in the north-wester Mediterranean. *Biol. Conserv.* 141: 450-459.
- Snook, L.C. 1996. Tagasaste. A productive browse shrub for sustainable agriculture. Second Edition. Mansfield Queensland, Australia, Agrovision. 132 p.
- SPSS. 2008. SPSS for Windows V. 17.0. Chicago, Illinois (Estados Unidos), SPSS Inc.

- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1985. *Biometría*. Blume, Barcelona. 832 p.
- Wolff, A., J.P. Paul, J.L. Martin y V. Bretagnolle. 2001. The benefits of extensive agriculture to birds: the case of the little bustard. *J. Appl. Ecol.* 38: 963-975.
- Wiley, T.J. y C. Maughan. 1993. Recent results of a number of management factors thought to affect the productivity of paddocks of tagasaste. p. 37-52. En: C.M. Oldham and G. Allen (Eds). *Advances in research on tagasaste*. Third edition. Animal Science: University of western Australia.
- Zuazo, V.H.D. y C.R.R. Pleguezuelo. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28: 65-86.