

Calidad nutritiva de especies autóctonas de Canarias con interés forrajero para zonas áridas

Nutritive quality of native species from Canary Islands (Spain) with forage value for dry areas

E. Chinaea¹, C. Batista¹, J.L. Mora² y A. García-Ciudad³

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

²Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza, España

³Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNASA, CSIC). Salamanca, España.

Resumen

Se estudió la calidad químico-bromatológica de cinco especies autóctonas de la Isla de Lanzarote (Islas Canarias, España), mediante el muestreo de 16 poblaciones naturales distribuidas por toda la Isla y se investigaron las características edafoclimáticas de las zonas muestreadas. Las especies estudiadas fueron *Atriplex halimus*, *Bituminaria bituminosa*, *Echium decaisnei*, *Coronilla viminalis* y *Lotus lancerottensis*. Se seleccionaron al azar cinco plantas por especie y población con tres repeticiones (poblaciones) para cada especie salvo para *B. bituminosa*, en la que se llevaron a cabo cuatro. Se realizaron tres muestreos de material vegetal (Primavera/2008, Verano/2008 e Invierno/2009) y un muestreo de suelos. Durante el periodo de ensayo (2008-2009) se registró una temperatura media de 20,6°C y una precipitación de 120 mm. Los resultados mostraron suelos alcalinos (pH 8,2-8,5) con bajo contenido en materia orgánica (0,27-1,47%) y la conductividad eléctrica osciló entre 0,65 y 1,9 dS m⁻¹. Las especies *A. halimus* y *E. decaisnei* presentaron alto contenido en cenizas (32,7 y 25,8% respectivamente) y todas las especies mostraron niveles de minerales adecuados de P (0,15-0,21%), K (0,37-2,10%), Ca (0,37-0,61%), Na (0,08-0,36%) y Mg (0,15-0,39%), como forraje. Los contenidos medios de fibra neutro-detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD)

en *L. lancerottensis* fueron notablemente más altos (46,6% y 39,5% respectivamente) que en el resto de las especies. Se obtuvo un alto contenido medio de proteína en *C. viminalis* (15,6%), oscilando en el resto de las especies entre 8,8% y 13,9%. Los resultados indicaron que las especies estudiadas son idóneas para su cultivo y uso como forraje.

Palabras clave: *Atriplex halimus*, *Echium decaisnei*, leguminosas, forraje, zonas secas.

Abstract

The chemical-bromatological quality of five native species from Lanzarote (Canary Islands, Spain) was investigated. Sixteen natural populations all around the island were studied. Both the edaphic and climatic features of sampled zones were observed. The following species were studied: *Atriplex halimus*, *Bituminaria bituminosa*, *Echium decaisnei*, *Coronilla viminalis* and *Lotus lancerottensis*. Five plants for each specie and population were randomly selected (with three repetitions) except for *B. bituminosa* (four plants). Three samplings of vegetal material were carried out (Spring/2008, Summer/2008 and Winter/2009) and one soil sampling. During the studied period (2008-2009) a mean air temperature of 20.6°C and an average rainfall of 120 mm were measured. The obtained results show alkaline soils (pH 8.2-8.5) with low contents of organic matter (0.27-1.47%) and electric conductivity between 0.65 and 1.9 dS.m⁻¹. *Atriplex halimus* and *E. decaisnei* showed interest due to the high ash content (32.7% and 25,8% respectively). All the species present appropriate mineral contents of P (0.15-0.21%), K (0.37-2.10%), Ca (0.37-0.61%), Na (0.08-0.36%) and Mg (0.15-0.39%) for forage use. The mean values of neutral detergent fibre (NDF) and acid detergent fibre (ADF) in *L. lancerottensis* specie (46.6% and 39.5% respectively) were considerably higher than in the other species. A high mean protein content was obtained in *C. viminalis* (15.6%) while in the other species it varies from 8.8% and 13.9%. These results indicated that the studied species are suitable to be growth and used as forage.

Key words: *Atriplex halimus*, *Echium decaisnei*, leguminous, forage, dry zones.

Introducción

Los estudios de especies forrajeras son muy relevantes económica y socialmente porque constituyen el recurso alimentario principal en los sistemas ganaderos tradicionales en muchas zonas del mundo y ofrecen por tanto un medio de vida a millones de personas (Lund, 2007; Caballero, 2007).

Introduction

Researches of forage species have an economic and social importance, because these species constitute the main food resource in the traditional farm systems worldwide providing a job for millions of people (Lund, 2007; Caballero, 2007). The forage capacity to feed the ruminants is normally

La capacidad del forraje para alimentar a los rumiantes se expresa habitualmente como un balance entre el aporte de comida y la demanda del animal (Mauttz, 1978). Conocer el valor nutritivo de los vegetales es esencial para evaluar los recursos disponibles por los animales. La calidad nutritiva del forraje para los animales ramoneadores depende de la especie, parte de la planta consumida, factores genéticos, ambientales, estacionales y madurez (Van Soest, 1982). Parámetros como la proteína, digestibilidad, contenido en minerales y fibra reflejan la calidad nutricional del forraje (Ulyatt, 1973). La digestibilidad (relacionada negativamente con los contenidos de fibra) y los niveles de proteína son los componentes más importantes de la calidad en la dieta de rumiantes (Willms, 1978; Van Soest, 1982). Para los animales la calidad del forraje es mayor cuando se alimentan de las porciones apicales de las ramas. Sin embargo, a veces se ven forzados a consumir algo más que las porciones terminales, aumentando la celulosa y lignina, con la consiguiente reducción de la digestibilidad y los niveles de otros nutrientes y proteína (Van Soest, 1982).

La Isla de Lanzarote es la más oriental y septentrional de las Islas Canaria (España) y fue declarada Reserva de la Biosfera en 1993 por la UNESCO. La cabaña ganadera de la Isla cuenta con unas 40.000 cabezas (AEL, 2013) cuya alimentación se realiza con alimentos fibrosos (paja y alfalfa) y granos (maíz), cuyas 2/3 partes son importados. El estudio de la vegetación autóctona para su posible

expressed as a balance between the provision of food and the animal's demand (Mauttz, 1978). It is very important to know the nutritive value of the vegetables to evaluate the available resources for the animals. The nutritive quality of the forage for ruminants depend on the specie, part of the plant consumed, genetic, environmental, season and ripening factors (Van Soest, 1982).

Parameters such as the protein, digestibility, content in minerals and fiber reflect the nutritional quality of the forage (Ulyatt, 1973). The digestibility (negatively related to the fiber contents) and the levels of protein are the most important quality components in the diet of ruminants (Willms, 1978; Van Soest, 1982). For the animals, the quality of the forage is higher when are fed with the apex portions of the branches. However, animals are sometimes forced to eat more than terminal portions, increasing the cellulose and lignin, with a consequent reduction of the digestibility and the levels of other nutrients and protein (Van Soest, 1982).

Lanzarote is in the east-northern area of the Canary Islands (Spain) and was declared as Biosphere Reservoir in 1993 by the UNESCO. The livestock area of the island has 40.000 animals (AEL, 2013) which food relies on fiber food (straw and alfalfa) and grains (corn) which 2/3 parts are imported. The research of the autochthonous vegetation for its possible use as forage can limit the introduction of invader species destined to the animal food.

This improvement is ever more evident in an island territory, with a

uso como forraje, puede limitar la introducción de especies invasoras destinadas a la alimentación animal. Esta mejora se hace aún más evidente cuando nos encontramos en un territorio insular con un considerable grado de aislamiento y elevada sensibilidad a la introducción de nuevas especies, viéndose negativamente afectados muchos de sus procesos ecológicos (Arévalo *et al.*, 2012). Además, las especies nativas de zonas áridas y de baja fertilidad crecen y se desarrollan con mayor facilidad en estas zonas que la mayoría de especies invasoras (Chinae *et al.*, 2007). De cara a futuros escenarios climáticos con mayor sequía o con periodos secos más largos, las islas más secas del Archipiélago Canario, como es el caso de Lanzarote, constituyen una reserva de material vegetal de gran interés para otras zonas geográficas del planeta que pueden verse amenazadas por graves problemas de sequía, de ahí el interés del estudio para zonas áridas y semiáridas.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la composición química de cinco especies autóctonas de la Reserva de la Biosfera de Lanzarote (*Atriplex halimus* L., *Echium decaisnei* Webb ssp. *purpuricense* Bramwell y las leguminosas *Bituminaria bituminosa* (L.) C. H. Stirt. var. *albomarginata*, *Coronilla viminalis* Salisb y *Lotus lancerottensis* Webb & Berthel. (Acebes Ginovés *et al.*, 2010)), para determinar su posible aprovechamiento como forraje para el ganado. Asimismo, se estudiaron las características de los suelos y del clima en que se desarrollaron estas especies durante el periodo de estudio.

considerable isolation degree and high sensitivity to the introduction of new species, and many of the ecological processes are affected (Arévalo *et al.*, 2012). Also, the native species of arid areas with low fertility grow and develop more easily in these areas than most of the invader species (Chinae *et al.*, 2007). Since Lanzarote is the driest of the Canary, with a futuristic scenery of droughts and longer dry seasons, it constitutes an important reservoir of vegetal material for other geographic places of the planet, which might be threaten by serious drought problems, thus the interest of carrying out the research in arid and semi-arid areas.

The aim of this research was to study the chemical composition of five autochthonous species of the Biosphere Reservoir of Lanzarote (*Atriplex halimus* L., *Echium decaisnei* Webb ssp. *purpuricense* Bramwell and the legumes *Bituminaria bituminosa* (L.) C. H. Stirt. var. *albomarginata*, *Coronilla viminalis* Salisb and *Lotus lancerottensis* Webb & Berthel. (Acebes Ginovés *et al.*, 2010)), to determine their possible use as forage for cattle. Likewise, the soil and weather characteristics were studied in these species during the research.

Materials and methods

This research was carried out in Lanzarote (29°2'56''N, 13°37'12''W) which is one of the Canary Island closest to the African Continent, and presents a mean rainfall of 150 mm/year. Arid and drought periods cause the existence of an active desertification

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en la isla de Lanzarote (29°2'56''N, 13°37'12''O) que es una de las Islas Canarias más próximas al continente africano y presenta una precipitación media de 150 mm/año. La aridez y los periodos de sequía provocan la existencia de un activo proceso de desertificación, que afecta a un 31% de la superficie de la Isla (Rodríguez Rodríguez, 2001).

Climatología. Durante el periodo de estudio (abril de 2008-marzo de 2009), se tomaron los datos de temperatura y precipitación (Aeropuerto de Guacimeta, Lanzarote). Las evapotranspiraciones de referencia y real fueron calculadas según el procedimiento de cálculo propuesto por FAO-56 (Allen et al., 2006).

Poblaciones naturales muestreadas. Se estudiaron en su hábitat cinco especies (cuadro 1) en un total de 16 poblaciones naturales (cuadro 2). De las *A. halimus*, *E. decaisnei*, *C. viminalis* y *L. lancerottensis* se muestrearon tres repeticiones (poblaciones) por especie y de *B. bituminosa* se muestrearon cuatro.

Análisis de suelo. El muestreo de los suelos se realizó en febrero de 2009 en las mismas zonas donde se desarrollan las cinco especies estudiadas. Las muestras, formadas por diez submuestras cogidas en distintos puntos representativos de cada zona, se tomaron a 0-25 cm de profundidad, se secaron y tamizaron a 2 mm. La textura se determinó con un hidrómetro de Bouyoucos. El porcentaje de saturación (PS), el pH y la conductividad eléctrica (CE) del suelo se determinaron por el método de la pasta satura-

process, which affects 31% of the surface of the island (Rodríguez Rodríguez, 2001).

Climatology. During the research (April 2008-March 2009) were taken the temperature and rainfall data (Guacimeta airport, Lanzarote). The reference and real evapotranspiration were measured following the calculus proposed by FAO-56 (Allen et al., 2006).

Natural populations sampled. Five species were studied in their habitat (table 1) for a total of 16 natural populations (table 2). Three replications (populations) for specie were sampled in *A. halimus*, *E. decaisnei*, *C. viminalis* and *L. lancerottensis*, and four for *B. bituminosa*

Soil analysis. The soil sampling was done in February 2009 in the same areas where were developed the five studied species. The samples, formed by ten sub-samples chosen in different representative points of each area, were taken at 0-25 cm of depth, were dried and sift at 2mm. The texture was determined with a Bouyoucos hydrometer. The saturation percentage (SP), the pH and the soil electrical conductivity (EC) were determined by the method of the saturated paste. For determining the organic matter (OG), the Walkley and Black method was used (1934). The assimilable P was determined according to the adapted method of Watanabe and Olsen (1965).

The assimilable cations (Na, K, Ca and Mg) and the cationic interchange capacity were obtained using the method of Bower et al. (1952). Na and K cations were determined by

Cuadro 1. Especies estudiadas y nomenclatura según Acebes Ginovés et al. (2010).**Table 1. Studied species and nomenclatures according to Acebes Ginovés et al. (2010).**

Familia	Especie	Nombre común
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> L.	Salado blanco
Leguminosae	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C. H. Stirt. var. <i>albomarginata</i>	Tedera
	<i>Coronilla viminalis</i> Salisb.	Mata moruna
	<i>Lotus lancerottensis</i> Webb & Berthel.	Corazoncillo
Boraginaceae	<i>Echium decaisnei</i> Webb ssp. <i>purpuricense</i> Bramwell.	Tajinaste blanco

da. Para la determinación de la materia orgánica (MO) se utilizó el método de Walkley y Black (1934). El P asimilable se determinó según método adaptado de Watanabe y Olsen (1965). Los cationes asimilables (Na, K, Ca y Mg) y la capacidad de intercambio catiónico se obtuvieron por el método de Bower *et al.* (1952). Los cationes Na y K se determinaron por espectrofotometría de emisión y Ca y Mg mediante espectrofotometría de absorción atómica. Los microelementos asimilables (Fe, Cu, Mn y Zn) fueron determinados por la metodología indicada por Sillanpää (1982). Los tipos de suelos estudiados, según WRB (2006), se detallan en el cuadro 2.

Análisis foliar. El muestreo se realizó en junio (Primavera/2008), en septiembre (Verano/2008) y en febrero (Invierno/2009). Se seleccionaron al azar cinco plantas por especie y población, de las cuales se tomaron unos 200 g de material fresco y ramoneable. Se secó hasta peso constante a 60°C en

emission spectrophotometry, and Ca and Mg by atomic absorption spectrophotometry. The assimilable microelements (Fe, Cu, Mn and Zn) were determined using the methodology indicated by Sillanpää (1982). The types of soils studied according to WRB (2006) are detailed in table 2.

Foliar analysis. The sampling process was carried out in June (Spring/2008), September (Summer/2008) and February (winter/2009). Five plants were selected at random per specie and population, out of which were chosen 200 g of fresh and browsing material. It was dried until obtaining a constant weight at 60°C in a stove with forced air, the percentage of dry matter (DM%) was determined and sift with a hammer miller (Culatti Mod. DFH 48). The ashes percentage was determined with an incineration procedure at a temperature of 550°C in a muffle oven (Carbolite Furnaces CSF 1110) for approximately 5 hours (AOAC, 2012).

Cuadro 2. Localidades estudiadas, localización y tipos de suelo según WRB (2006).
Table 2. Studied locations, localization and types of soils according to WRB (2006).

Localidad	Localización	Tipo de suelo	Especie
Barranco de Tenegüime	X:646.439; Y:3.218.690	Leptosoles hiperesqueléticos	<i>B. bituminosa</i>
Caletón Blanco	X:652.209; Y:3.232.084	Arenosoles calcáricos	<i>A. halimus</i>
Castillo de Guanapay	X:641.670; Y:3.215.944	Calcisoles pétricos	<i>C. viminalis</i>
Charco del Palo	X:650.707; Y:3.218.094	Arenosoles calcáricos	<i>L. lancerottiensis</i>
Cortijo Señor Eusebio	X:644.700; Y:3.221.399	Cambisoles vérticos	<i>B. bituminosa</i>
Femés	X:619.268; Y:3.199.156	Luvisoles cálcicos	<i>E. decaisnei</i>
Mácher	X:627.357; Y:3.202.801	Luvisoles cálcicos	<i>E. decaisnei</i>
Galería Chafarí	X:645.202; Y:3.222.566	Leptosoles hiperesqueléticos	<i>B. bituminosa</i>
Los Valles	X:643.535; Y:3.217.715	Luvisoles cálcicos	<i>L. lancerottiensis</i>
Punta Mujeres	X:651.442; Y:3.225.411	Arenosoles calcáricos	<i>C. viminalis</i>
Pie de Famara	X:643.054; Y:3.223.061	Leptosoles hiperesqueléticos	<i>A. halimus</i>
			<i>B. bituminosa</i>
			<i>C. viminalis</i>
			<i>E. decaisnei</i>
Uga	X:624.024; Y:3.203.084	Calcisoles pétricos	<i>L. lancerottiensis</i>

estufa de aire forzado, se determinó el porcentaje de materia seca (MS%) y se molió con un molinillo de martillo (Culatti Mod. DFH 48). El porcentaje de cenizas se determinó mediante un procedimiento de incineración a temperatura de 550°C en un horno mufla (Carbolite Furnaces CSF 1110) durante 5 horas aproximadamente (AOAC, 2012). Posteriormente se determinaron los niveles de P, K, Ca, Mg y Na con un espectrofotómetro (VARIAN ICP OES Mod. 720).

Los contenidos de fibra neutro-detergente (FND) y fibra ácido-detergente (FAD) fueron determinados usando la metodología descrita por Goering y Van Soest (1970) y la proteína bruta (PB) a partir del contenido en N obtenido mediante el método Kjeldahl ($PB = N \cdot Kjeldahl \times 6,25$).

Análisis estadístico de los resultados. Con los resultados obtenidos del análisis de suelo, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando el programa *Canoco for Windows* (version 4.5, Biometrics-Plant Research International, Wageningen, Países Bajos). Asimismo, se compararon las propiedades de los suelos mediante una prueba de Kruskal-Wallis, y se utilizó un Análisis de la Varianza (ANOVA), seguido de un test LSD para comparar los resultados del análisis foliar entre las distintas especies y periodos de muestreo. En ambos casos, las pruebas estadísticas se llevaron a cabo mediante el programa SPSS para Windows (versión 17, SPSS Inc., Chicago IL, EE. UU.), siendo $P < 0,05$ el criterio de significación.

Later, the P, K, Ca, Mg and Na levels were determined with a spectrophotometer (VARIAN ICP OES Mod. 720). The neutral-detergent fiber contents (NDF) and acid-detergent fiber (ADF) were determined using the methodology described by Goering and Van Soest (1970) and the crude protein (CP) after the N content obtained by the Kjeldahl method ($PB = N \cdot Kjeldahl \times 6,25$).

Statistical analysis of the results. With the analysis obtained of the soil, was carried an analysis of the main components (AMC) using the *Canoco* software for Windows (version 4.5, Biometrics-Plant Research International, Wageningen, The Netherlands). Likewise, the properties of the soils were compared with the Kruskal-Wallis test, and the Variance analyses was used (ANOVA), followed by the LSD test to compare the results of the foliar analysis among the different species and sampling season. In both cases, the statistical tests were performed using the SPSS software for Windows (version 17, SPSS Inc., Chicago IL, EE. UU.), being $P < 0.05$ the signification criteria.

Results and discussion

Climatology. A mean temperature of 20.6°C and a total precipitation of 120 mm were registered. The reference evapotranspiration surpassed all the rainfall months, thus the real monthly evapotranspiration resulted to be equal to the monthly precipitation (figure 1).

Soils. The soil's properties (table 3) did not differ significantly according

Resultados y discusión

Climatología. Se registró una temperatura media de 20,6°C y una precipitación total de 120 mm. La evapotranspiración de referencia superó todos los meses a la pluviometría, por lo que la evapotranspiración real mensual resultó igual a la precipitación mensual (figura 1).

Suelos. Las propiedades del suelo (cuadro 3) no alcanzaron a diferir significativamente según las especies establecidas. Los suelos en los que se desarrollan las poblaciones naturales presentan de forma general carácter alcalino y bajo contenido en materia orgánica coincidiendo con los niveles obtenidos por Hernández *et al.*, 1991. También presentan contenidos de sales bajos, salvo las poblaciones de *L. lancerottensis* que se localizaron en suelos con CE 1,9 dS m⁻¹ (cuadro 3), valor inferior a los obtenidos por Rodríguez Rodríguez *et al.*, 1991.

Los dos primeros ejes del ACP (figura 2) representaron un 57,9% de la variación total observada en las propiedades de los suelos. El primer eje separó en su tramo positivo localidades con suelos arenosos, de una cierta alcalinidad, donde prospera *A. halimus*, mientras que en el semieje negativo se localizaron los suelos más ricos en arcilla, limo y materia orgánica y por ello dotados de una mayor capacidad de retención de agua, condiciones más favorables que aprovechan *C. viminialis* y, en menor medida, *E. decaisnei*. El segundo eje del ACP (figura 2) segregó aquellos suelos de mayor sodicidad y ricos en bases asimilables, donde son típicas *B. bituminosa* y *L. lancerottensis*, de

to the established species. The soils, where the natural populations develop, are generally alkaline and have low content in organic matter, this agree to the levels obtained by Hernández *et al.*, 1991. These soils also present low salt content, except the population of *L. lancerottensis*, where soils with CE 1.9 dS.m⁻¹ were found (table 3), inferior value to those found by Rodríguez Rodríguez *et al.*, 1991.

The first two axis of the AMC (figure 2) represented 57.9% of the total variation observed in the properties of the soils. The first axis divided on its positive extreme locations with sandy soils, with some alkalinity and where *A. halimus* grows, meanwhile, in the negative semi-axis where located the soils richest in clay, loam and organic matter, thus, with a higher water retention, favorable conditions advantaged by *C. viminialis* and *E. decaisnei*. The second AMC axis (figure 2) segregated those soils with more sodium and rich in assimilable foundations, where *B. bituminosa* and *L. lancerottensis* are common from those with a lower pH and richer in micronutrients.

Foliar analysis. The ANOVA of the foliar analysis showed significant differences among the studied species for all the analyzed characteristics (table 4). Very significant differences were observed among the different sampling periods, except for P and FAD (table 5). The interaction among the species and sampling (table 5) did not result significant in most of the analyzed parameters (only for MG and P), out of which is deduced an elevate independence of the effects in both factors.

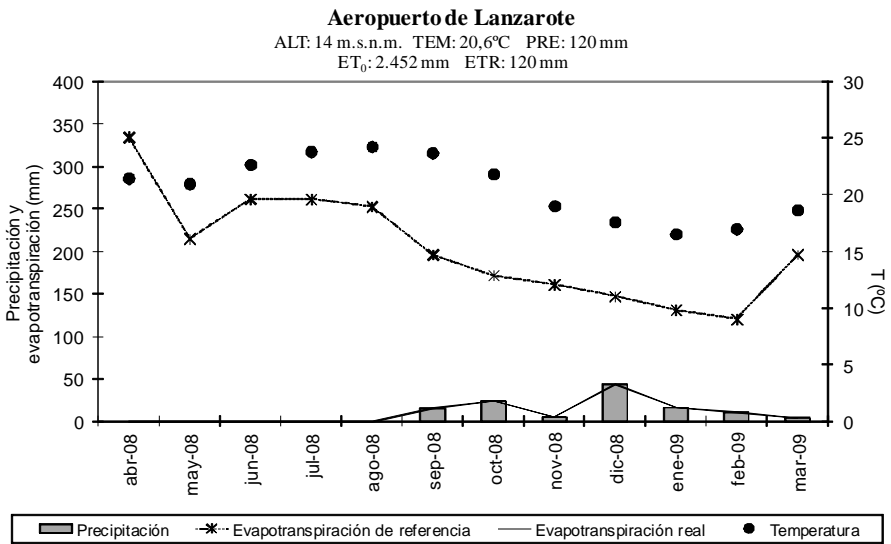


Figura 1. Características climáticas de la Isla de Lanzarote (Aeropuerto de Guacimeta: periodo 2008-2009). Datos de Agencia Estatal de Meteorología. <http://www.aemet.es>.

Figure 1. Climatic characteristics of Lanzarote (Guacimeta Airport: 2008-2009). Data of the state meteorology agency <http://www.aemet.es>.

aquellos con menor pH y más ricos en micronutrientes.

Análisis foliar. El ANOVA del análisis foliar mostró diferencias significativas entre las distintas especies estudiadas para todas las características analizadas (cuadro 4). Se observaron diferencias muy significativas entre los distintos periodos de muestreo, salvo para P y FAD (cuadro 5). La interacción entre especie y muestreo (cuadro 5) no resultó significativa en la mayoría de los parámetros analizados (sólo para Mg y P), de lo cual se deduce una elevada independencia de los efectos de ambos factores.

El valor medio más alto del porcentaje de MS fue de $29,7 \pm 3,4\%$ (media \pm error típico) y lo presentó A.

The highest mean value of the DM percentage was of $297 \pm 3.4\%$ (mean \pm typical error), and was presented by *A. halimus* (table 4 and figure 3) similar to the one cited by China *et al.* (2009), but inferior to Álvarez *et al.* (2005), who practically duplicates it. The specie *E. decaisnei* presented a low percentage in DM ($19.1 \pm 2.2\%$), thus its production of edible dry matter can be affected. The sampling carried out in spring 2008 presented the highest DM percentage (table 5). This circumstance might be due to the drought in that season, with relatively high rainfall values (5.84 mm) and relative humidity before gathering the samples in summer/2008 (figure 1).

Cuadro 3. Análisis de la fertilidad físico-química de los suelos. Valores medios±errores típicos, significaciones y suma de cuadrados de las variables estudiadas. n=3, excepto: *Bituminaria bituminosa* var. *albomarginata* (n=4).

Table 3. Analysis of the physical-chemical soil fertility. Typical mean±errors values, significances and squared sums of the studied variables. n=3, except *Bituminaria bituminosa* var. *albomarginata* (n=4).

	χ^2_4	Sig.	<i>Atriplex halimus</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Coronilla viminalis</i>	<i>Echium decaisnei</i>	<i>Lotus lancerottensis</i>
Arcilla (%)	4,36	0,359	24,0±6,4	33,3±4,4	41,0±5,9	33,7±5,8	30,3±4,1
Limo (%)	3,77	0,438	14,0±2,0	17,5±2,3	18,3±2,2	24,0±6,7	12,3±4,7
Arena (%)	3,97	0,411	62,0±8,3	49,3±6,5	42,0±9,0	42,3±8,3	57,3±8,5
pH	6,50	0,165	8,5±0,1	8,2±0,1	8,2±0,1	8,4±0,0	8,3±0,1
CE (dS m ⁻¹)	7,89	0,096	0,65±0,09	0,47±0,08	0,48±0,08	0,95±0,35	1,90±0,88
Materia Orgánica (%)	3,69	0,450	0,40±0,15	0,78±0,24	0,53±0,09	0,27±0,09	1,47±1,12
P Olsen (ppm)	0,75	0,945	19,7±3,8	18,0±3,8	14,7±4,8	20,7±6,6	20,0±6,9
Na (meq/100g)	3,86	0,425	1,80±1,00	2,03±0,71	2,23±0,75	0,42±1,10	6,63±4,49
K (meq/100g)	3,72	0,446	1,77±1,24	2,98±0,52	3,70±0,31	4,17±0,81	4,97±2,29
Ca (meq/100g)	5,39	0,249	16,8±1,4	22,6±2,3	20,8±0,9	16,5±1,9	20,4±3,1
Mg (meq/100g)	5,39	0,250	3,27±1,55	6,73±0,26	7,57±0,76	6,67±0,35	7,13±3,23
ClC (meq/100g)	5,32	0,256	23,7±5,0	34,4±2,1	34,3±0,8	31,5±1,5	39,1±12,3
Fe asimilable (mg L ⁻¹)	4,84	0,305	3,37±1,04	6,25±0,82	6,00±0,90	5,80±0,35	4,83±2,03
Cu asimilable (mg L ⁻¹)	3,99	0,407	0,33±0,15	1,01±0,47	1,30±0,55	1,10±0,57	0,63±0,38
Mn asimilable (mg L ⁻¹)	6,82	0,146	1,57±1,07	4,58±0,56	5,87±1,05	6,40±2,05	3,20±1,18
Zn asimilable (mg L ⁻¹)	2,58	0,631	1,00±0,56	0,68±0,18	0,73±0,19	0,70±0,00	0,47±0,09

Nota: CE= Conductividad Eléctrica; ClC= Capacidad de Intercambio Catiónico; PS= Porcentaje de Saturación

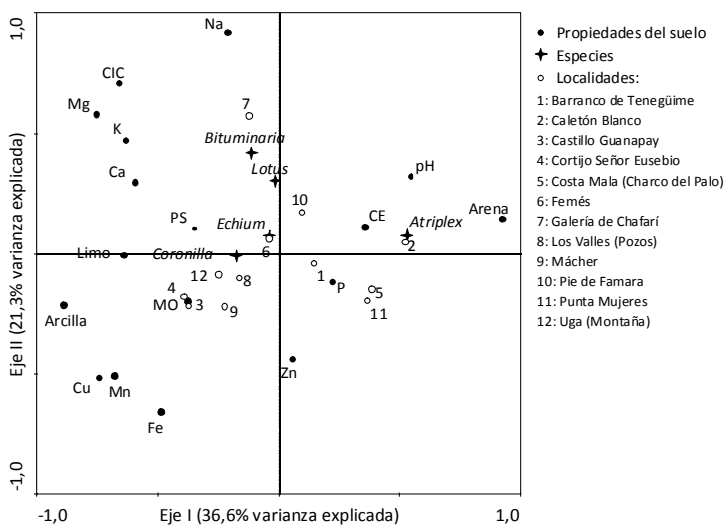


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (ACP) de los suelos.

Figure 2. Analysis of the main components of the soils (AMC).

halimus (cuadro 4 y figura 3) siendo similar al citado por Chinae *et al.* (2009), aunque inferior al citado por Álvarez *et al.* (2005), que prácticamente lo duplica. La especie *E. decaisnei* presentó un bajo porcentaje en MS ($19,1 \pm 2,2\%$), por lo que su producción de materia seca comestible puede ser afectada. El muestreo de Primavera/2008 presentó los valores más altos del porcentaje de MS (cuadro 5). Esta circunstancia puede deberse a la sequía reinante en ese periodo, dándose valores relativamente altos de pluviometría (5,84 mm) y de humedad relativa unos días antes de la recogida de muestras en Verano/2008 (figura 1).

El porcentaje medio de cenizas en las especies estudiadas varió desde $32,7 \pm 1,2\%$, correspondiente a *A. halimus*, hasta $8,7 \pm 0,4\%$, que correspondió a *L. lancerottensis* (cuadro 4). No existie-

The mean ashes percentage in the evaluated species varied from $32.7 \pm 1.2\%$, corresponding to *A. halimus*, to $8.7 \pm 0.4\%$, which corresponded to *L. lancerottensis* (table 4). There were not significant differences among the mean values obtained in spring 2008 and summer 2008, but the ones corresponding to winter 2009 resulted significantly lower (table 5 and figure 4). The species *A. halimus* ($32.7 \pm 1.2\%$) and *E. decaisnei* ($25.8 \pm 1.3\%$) presented considerably high mean ashes values, which indicate its chemical-bromatological quality.

The highest contents of P were detected in *E. decaisnei* ($0.21 \pm 0.01\%$) and *B. bituminosa* ($0.21 \pm 0.01\%$) (table 4 and figure 5). On the other hand, *L. lancerottensis*, presented the lowest value of P ($0.15 \pm 0.01\%$), but did not

Cuadro 4. Contenido en MS, cenizas, elementos minerales, fibras (FND y FAD) y proteína (media±error típico) según la especie. Nota: n=9, excepto *B. bituminosa* (n=12).

Table 4. Content in DM, ashes, mineral elements, fibers (FND and FAD) and protein (typical mean±error) according to the specie. Note: n=9, except *B. bituminosa* (n=12).

	Especie					
	$F_{gl=4}$	<i>Atriplex halimus</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Coronilla Viminalis</i>	<i>Echium decaisnei</i>	<i>Lotus lancerottensis</i>
MS (%)	5,01*	29,7±3,4 ^a	28,9±1,7 ^a	23,7±2,6 ^{ab}	19,1±2,2 ^b	27,2±2,3 ^a
Cenizas (%)	90,61**	32,7±1,2 ^a	10,0±0,4 ^d	13,9±1,0 ^c	25,8±1,3 ^b	8,7±0,4 ^d
P (%)	4,39*	0,18±0,01 ^{ab}	0,21±0,01 ^a	0,16±0,01 ^b	0,21±0,01 ^a	0,15±0,01 ^b
K (%)	8,86*	0,86±0,15 ^{ab}	0,69±0,09 ^{bc}	0,58±0,09 ^{bc}	2,10±0,57 ^a	0,37±0,04 ^c
Ca (%)	8,91*	0,40±0,04 ^b	0,45±0,05 ^b	0,61±0,12 ^a	0,56±0,09 ^a	0,37±0,06 ^b
Na (%)	42,08**	0,36±0,05 ^a	0,08±0,03 ^d	0,12±0,03 ^{bc}	0,18±0,04 ^b	0,11±0,02 ^{cd}
Mg (%)	19,24**	0,39±0,05 ^a	0,21±0,01 ^c	0,29±0,03 ^b	0,15±0,02 ^d	0,20±0,01 ^c
FND (%)	18,20**	26,7±0,9 ^c	37,0±1,5 ^b	28,6±1,8 ^c	35,6±2,2 ^b	46,6±1,2 ^a
FAD (%)	17,04**	20,0±1,0 ^c	27,7±1,3 ^b	19,8±1,1 ^c	31,7±1,9 ^b	39,5±2,2 ^a
PB (%)	10,50**	12,4±1,4 ^b	13,9±0,7 ^{ab}	15,6±0,9 ^a	8,8±1,0 ^c	13,1±0,4 ^b

*P≤0,05, **P≤0,01. Los valores seguidos en la misma fila por distintos superíndices presentan diferencias significativas.

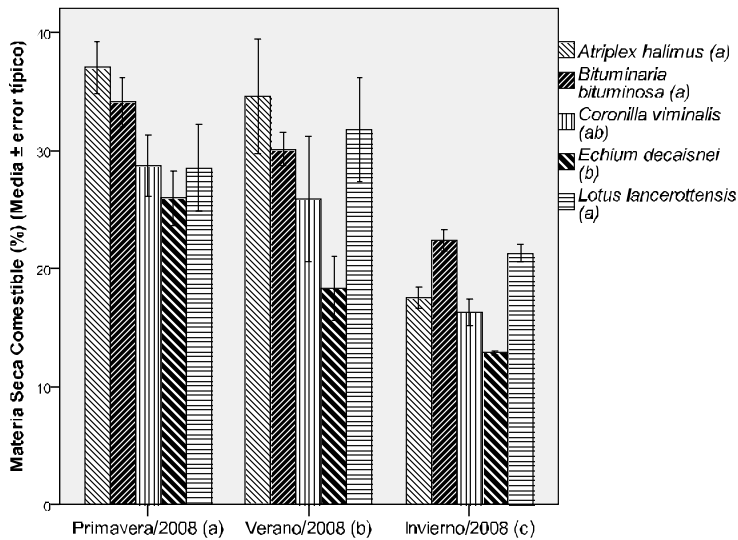


Figura 3. Materia seca (%) de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 3. Dry matter (%) of the five species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

ron diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en Primavera/2008 y Verano/2008, pero los correspondientes a Invierno/2009 resultaron ser significativamente más bajos (cuadro 5 y figura 4). Las especies *A. halimus* ($32,7 \pm 1,2\%$) y *E. decaisnei* ($25,8 \pm 1,3\%$) presentaron niveles medios de cenizas considerablemente altos, siendo esta circunstancia indicadora de su calidad químico-bromatológica.

Los mayores contenidos de P se detectaron en *E. decaisnei* ($0,21 \pm 0,01\%$) y *B. bituminosa* ($0,21 \pm 0,01\%$) (cuadro 4 y figura 5). Por otro lado, *L. lancerottensis*, presentó el valor más bajo de P ($0,15 \pm 0,01\%$), si

present significant differences with *C. viminalis* ($0.16 \pm 0.01\%$) or *A. halimus* ($0.18 \pm 0.01\%$). The mean P content obtained for the specie *A. halimus* was considerably superior to the ones cited by Álvarez *et al.* (2005) (0.03%) and Chinae *et al.* (2009) (0.07%), however, was considerably lower to the one cited by Salcedo *et al.* (1998) (1.61%). The mean P content corresponding to *B. bituminosa* was inferior to the one mentioned by Álvarez *et al.* (2004) (0.42%).

None significant differences were observed among the P contents of the three stations (table 5 and figure 5).

The specie that presented higher levels of K was *E. decaisnei*, with a

Cuadro 5. Contenido en MS, cenizas, elementos minerales, fibras (FND y FAD) y proteína (media±error típico) según la estación (n=16) e interacción especie/estación.

Table 5. Content in DM, ashes, mineral elements, fibers (FND and FAD) and protein (typical mean±error) according to the station (N=16) and interaction specie/station.

	F _{gl=2}	Estación			Estación x especie
		Primavera 2008	Verano 2008	Invierno 2009	
MS (%)	43,36**	30,9±1,2 ^a	28,2±1,7 ^b	18,1±0,4 ^c	1,65
Cenizas (%)	13,54**	18,2±2,6 ^a	18,9±2,7 ^a	16,3±2,4 ^b	1,06
P (%)	0,09	0,18±0,01	0,18±0,01	0,19±0,02	2,53*
K (%)	26,86**	0,78±0,27 ^b	0,77±0,24 ^b	1,21±0,13 ^a	1,70
Ca (%)	450,38**	0,35±0,01 ^b	0,36±0,01 ^b	0,78±0,07 ^a	0,61
Na (%)	78,32**	0,21±0,03 ^a	0,22±0,03 ^a	0,05±0,02 ^b	0,88
Mg (%)	12,75**	0,22±0,01 ^b	0,22±0,01 ^b	0,33±0,05 ^a	19,20**
FND (%)	20,48**	35,8±1,7 ^b	39,1±1,9 ^a	29,3±1,7 ^c	0,49
FAD (%)	2,74	26,3±2,1	29,1±2,3	25,8±2,0	2,28
PB (%)	13,84**	12,2±0,7 ^b	11,3±0,9 ^b	15,8±0,7 ^a	1,66

*P≤0,05, **P≤0,01. Los valores seguidos en la misma fila por distintos superíndices presentan diferencias significativas.

bien no presentó diferencias significativas con *C. viminalis* (0,16±0,01%) ni con *A. halimus* (0,18±0,01%). El contenido medio de P obtenido para la especie *A. halimus* fue muy superior a los citados por Álvarez *et al.* (2005) (0,03%) y China *et al.* (2009) (0,07%), y sin embargo fue considerablemente menor al citado por Salcedo *et al.* (1998) (1,61%). El contenido medio en P correspondiente a *B. bituminosa* fue muy inferior al citado por Álvarez *et al.* (2004) (0,42%).

No se observaron diferencias significativas entre los contenidos de P de las tres estaciones (cuadro 5 y figura 5).

mean in the three stations of 2.10±0.57% (table 4), and its content in K was lower to the one cited by China *et al.* (2009) (5.07%). The specie that presented a lower K level was *L. lancerottensis* (0.37±0.04%) (figure 6). All the species presented levels inside the requirement rank for ruminants, cited by McDowell and Arthington, 2005 (0.5 to 1.0%), except *E. decaisnei*, which surpassed such values without being toxic.

Winter 2009 was the station where the highest mean values of K were registered (table 5), in some species, as in *E. decaisnei*, the situation was the opposite. On the

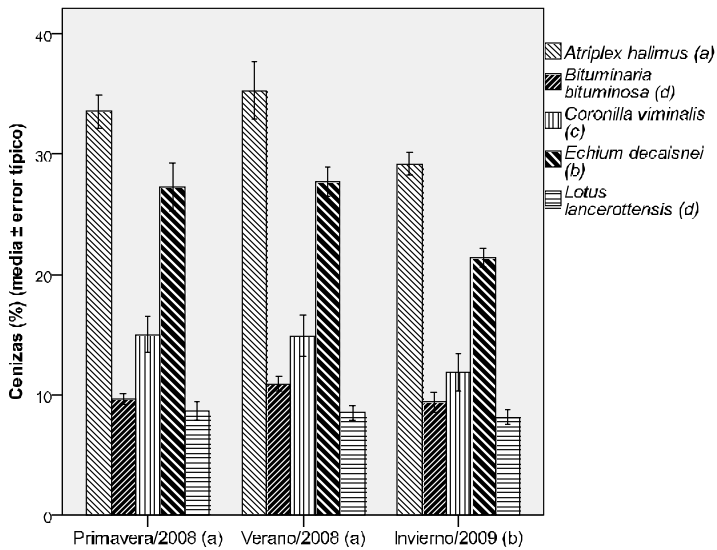


Figura 4. Contenido en cenizas de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 4. Ashes content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

La especie que presentó mayor niveles de K fue *E. decaisnei*, con una media de las tres estaciones de $2,10 \pm 0,57\%$ (cuadro 4), y su contenido en K fue menor al citado por Chinae *et al.* (2009) ($5,07\%$). La especie que presentó un nivel de K menor fue *L. lancerottensis* ($0,37 \pm 0,04\%$) (figura 6). Todas las especies presentaron niveles dentro del rango de requerimientos para rumiantes, citados por McDowell y Arthington, 2005 ($0,5$ a $1,0\%$), excepto *E. decaisnei*, que superó dichos valores sin llegar a ser tóxica.

Invierno/2009 fue la estación en la que se registraron mayores niveles

other hand, none significant differences were detected among the results obtained in spring 2008 and summer 2008. The young tissues are capable of retaining the K energetically, but in the old tissues losses can be produced (Navarro-Blaya and Navarro-García, 2000). This fact explains the highest concentration of this element in the samples taken in winter 2009, station where most of the populations were on their vegetative growth.

The highest mean content of Ca was presented by the specie *C. viminalis* (table 4) with a dry matter percentage of $0.61 \pm 0.12\%$, followed by

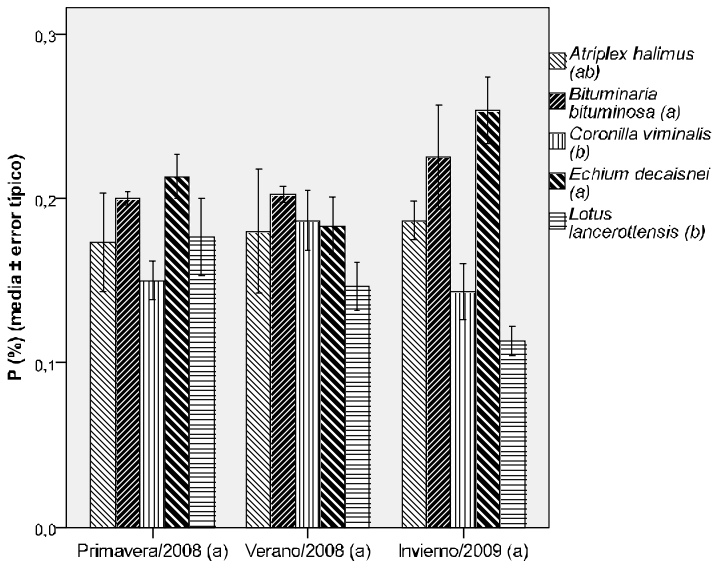


Figura 5. Contenido en P de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 5. P content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

medios de K (cuadro 5), si bien en alguna de las especies, como es el caso de *E. decaisnei*, la situación fue a la inversa. Por otro lado, no se detectaron diferencias significativas entre los resultados obtenidos en Primavera/2008 y Verano/2008. Los tejidos jóvenes son capaces de retener energicamente el K, pero en los tejidos viejos se pueden producir pérdidas (Navarro-Blaya y Navarro-García, 2000). Este hecho explica la mayor concentración de este elemento en las muestras tomadas en Invierno/2009, estación en la que las poblaciones se encontraban mayoritariamente en fase de crecimiento vegetativo.

E. decaisnei with $0.56 \pm 0.09\%$, without any significant differences in between. *Lotus lancerottensis* resulted to be the species with the lowest calcium content ($0.37 \pm 0.06\%$), followed by *A. halimus* ($0.40 \pm 0.04\%$) and *B. bituminosa* ($0.45 \pm 0.06\%$), without significant differences among these species. McDowell and Arthington (2005) establish an ideal Ca:P relation between 1:1 and 2:1. The studied species have superior relations to 2:1, due to the low levels of P in relation to Ca; but it does not show toxicity in relation to the last element presented, since in any case it surpasses the maximum tolerable value of 2% of Ca

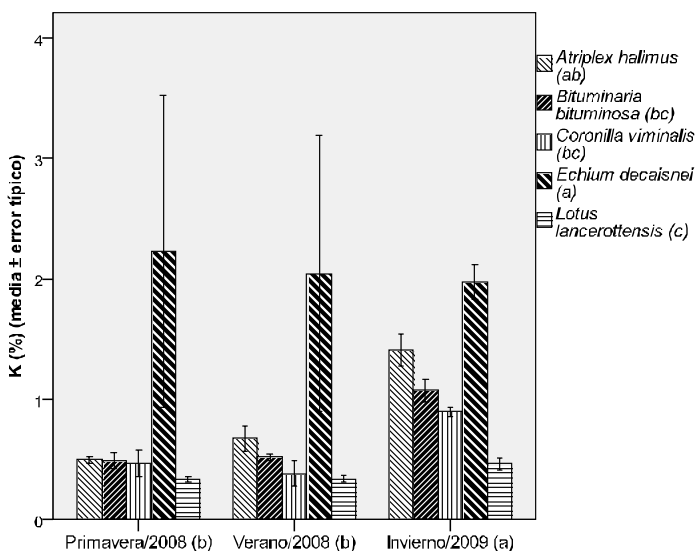


Figura 6. Contenido en K de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 6. K content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

El mayor contenido medio de calcio lo presentó la especie *C. viminalis* (cuadro 4) con un porcentaje sobre materia seca de $0,61 \pm 0,12\%$, seguida de *E. decaisnei* con $0,56 \pm 0,09\%$, sin presentarse diferencias significativas entre ambas. *Lotus lancerottensis* resultó ser la especie con menor contenido en calcio ($0,37 \pm 0,06\%$), seguida de *A. halimus* ($0,40 \pm 0,04\%$) y *B. bituminosa* ($0,45 \pm 0,06\%$), sin que se detectasen diferencias significativas entre estas especies. McDowell y Arthington (2005), establecen una relación ideal Ca:P entre 1:1 y 2:1. Las especies estudiadas presentan relaciones superiores a 2:1, debido a los bajos niveles de

established by McDowell and Arthington (2005).

The season that presented the highest mean Ca levels was winter 2009, meanwhile, spring 2008 and summer 2008 did not present significant differences in between (figure 7).

The highest mean level of Mg was determined in *A. halimus* ($0.39 \pm 0.05\%$) (table 4), with significant differences regarding the other species. This value is similar to the one cited by Chinae *et al.* (2009) (0.37%), Álvarez *et al.* (2005) (0.13%), Salcedo *et al.* (1998) (1.44%) and Wills *et al.* (1990) ($0.9-1.6\%$). The specie with the lowest Mg content was

P en relación con los de Ca; si bien no muestran toxicidad con respecto a este último elemento puesto que en ningún caso se supera el valor máximo tolerable de 2% de Ca establecido por McDowell y Arthington (2005).

La estación que presentó niveles medios de Ca mayores fue el Invierno/2009, mientras que Primavera/2008 y Verano/2008 no presentaron diferencias significativas entre sí (figura 7).

El nivel medio de Mg más elevado fue determinado en *A. halimus* ($0,39\pm 0,05\%$) (cuadro 4), existiendo diferencias significativas con el resto de las especies. Este valor se aproxima de manera notable al citado por Chinae

E. decaisnei with $0.15\pm 0.02\%$, with significant differences in relation to the other.

The mean values of Mg of the five species are similar or superior to the ones indicated by McDowell and Arthington, 2005, as minimum requirements for ruminants ($0.10-0.20\%$). The season where the samples with highest content of Mg were taken was in winter 2009 (figure 8), without any significant difference from Summer 2008 and Spring 2008 ($P>0.05$).

The fact that Mg and Ca accumulate mostly in the leaves, might explain that in spring 2009 occur

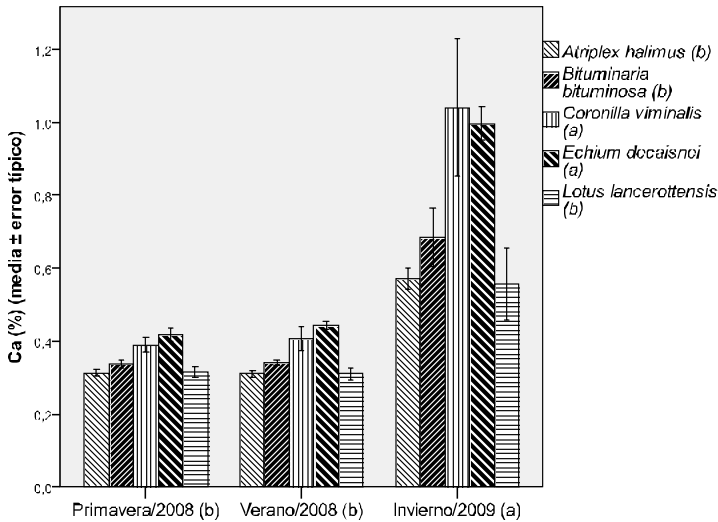


Figura 7. Contenido en Ca de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P<0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 7. Ca content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P<0.05$) among species and/or samples.

et al. (2009) (0,37%), y queda ubicado entre el citado por Álvarez *et al.* (2005) (0,13%) y los citados por Salcedo *et al.* (1998) (1,44%) y Wills *et al.* (1990) (0,9-1,6%). La especie con menor contenido de Mg resultó ser *E. decaisnei* con $0,15\pm 0,02\%$, también con diferencias significativas respecto al resto. Los niveles medios de Mg de las cinco especies son similares o superiores a los indicados por McDowell y Arthington, 2005, como requerimientos mínimos de rumiantes (0,10-0,20%). La estación en la que se tomaron muestras con mayores contenidos en Mg fue Invierno/2009 (figura 8), sin existir diferencias significativas entre Verano/2008 y Primavera/2008 ($P>0,05$).

the highest concentrations of these minerals, since this period, most of the populations were during the vegetative growing phase, where it is evident the predominance of these leaves towards woody stems.

The mean content of Na reached a maximum level for *A. halimus* ($0.36\pm 0.05\%$) (table 4), being it significantly higher than the ones of the other four species and surpassing the levels cited by McDowell and Arthington (2005), as a requirement for ruminants (0.04-0.25%). The lowest content was presented by *B. bituminosa*, with a value of $0.08\pm 0.03\%$ found on the rank already mentioned for food for ruminants

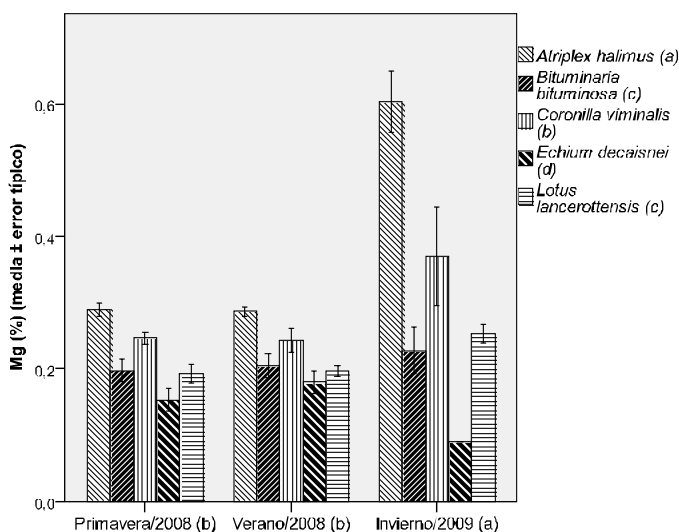


Figura 8. Contenido en Mg de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P<0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 8. Mg content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P<0.05$) among species and/or samples.

El hecho de que Mg y Ca se acumulen mayoritariamente en las hojas, puede explicar que en Invierno/2009 se registrasen las mayores concentraciones de estos minerales, ya que durante este periodo la mayoría de las poblaciones se encontraban en fase de crecimiento vegetativo, en la que es evidente el predominio de hojas frente a tallos leñosos.

El contenido medio en Na alcanzó un valor máximo para la especie *A. halimus* ($0,36 \pm 0,05\%$) (cuadro 4), siendo éste significativamente mayor que los de las otras cuatro especies y superando los niveles citados por McDowell y Arthington (2005), como requerimiento de rumiantes ($0,04-0,25\%$). El contenido más bajo lo presentó *B. bituminosa*, tomando un valor de $0,08 \pm 0,03\%$ que se encuentra dentro del rango ya mencionado para alimentación de rumiantes (McDowell y Arthington, 2005), al igual que *C. viminalis*, *E. decaisnei* y *L. lancerottensis*. Los contenidos de Na obtenidos en las muestras de *A. halimus*, *B. bituminosa*, *E. decaisnei* y *L. lancerottensis* fueron considerablemente inferiores a los citados para estas cuatro especies por Chinaea *et al.* (2009) (8,68; 0,20; 1,06 y 1,10%, respectivamente).

La estación que presentó menores niveles de Na fue Invierno/2009, al igual que en el caso del Mg y del Ca. Por su parte, los contenidos determinados en las muestras tomadas en Primavera/2008 y Verano/2008 no presentaron diferencias significativas entre sí (figura 9).

Los valores medios de FND variaron según la especie, desde $46,6 \pm 1,2\%$ perteneciente a *L.*

(McDowell and Arthington, 2005), as well as *C. viminalis*, *E. decaisnei* and *L. lancerottensis*. The contents of Na obtained in the samples of *A. halimus*, *B. bituminosa*, *E. decaisnei* and *L. lancerottensis* were considerably inferior to those cited by Chinaea *et al.* (2009) for these four species (8.68; 0.20; 1.06 and 1.10%, respectively).

The season that showed the lowest Na levels was Winter 2009, as well as for Mg and Ca. On the other hand, the contents determined in the samples taken in Spring 2009 and Summer 2008 did not present significant differences in between (figure 9).

The mean values of FND varied according to the specie from $46.6 \pm 1.2\%$ belonging to *lancerottensis*, which presented the highest content, until a minimum value of $26.7 \pm 0.9\%$ in *A. halimus* (table 4 and figure 10). In the specific case of *E. decaisnei*, ($35.6 \pm 2.2\%$) the FND value obtained was similar to the one cited by Rodríguez Marcos *et al.* (2002) (30.1%) and Chinaea *et al.* (2009) (41.8%). The FND content already mentioned for *L. lancerottensis* is superior to the one cited by Chinaea *et al.* (2009) for this specie (41.2%) and to those cited by Vázquez-Aldana *et al.* (2009) for *Lotus corniculatus* (31.9%), Chipatecua *et al.* (2007) in *Lotus uliginosus* (24.8%) and Schiller and Ayres (1993) in *Lotus pedunculatus* (30-55%). The highest values registered in Summer 2008, followed by spring 2008 and Winter 2009 (table 5).

The mean contents in FAD varied from a maximum of $39.5 \pm 2.2\%$ in *L. lancerottensis*, and in FND, to a minimum of $19.8 \pm 1.1\%$ corresponding

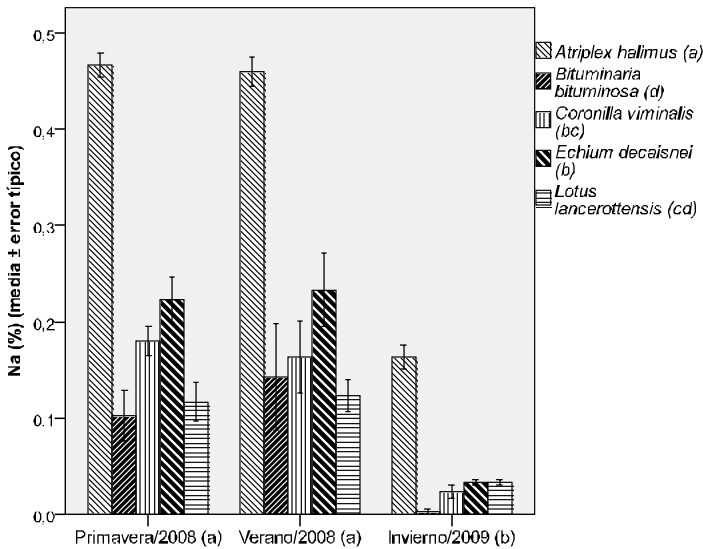


Figura 9. Contenido en Na de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 9. Na content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

lancerottensis, que presentó el contenido más alto, hasta un valor mínimo de $26,7 \pm 0,9\%$ en *A. halimus* (cuadro 4 y figura 10). En el caso de la especie *E. decaisnei*, ($35,6 \pm 2,2\%$) el valor de FND obtenido se encuentra entre el valor citado por Rodríguez Marcos *et al.* (2002) ($30,1\%$) y el citado por Chinae *et al.* (2009) ($41,8\%$). El contenido en FND ya mencionado para *L. lancerottensis*, es superior al citado por Chinae *et al.* (2009) para esta especie ($41,2\%$) y a los citados por Vázquez-Aldana *et al.* (2009) para *Lotus corniculatus* ($31,9\%$), Chipatecua *et al.* (2007) en *Lotus uliginosus* ($24,8\%$) y Schiller y Ayres (1993) en *Lotus*

to *C. viminalis* (table 4). *L. lancerottensis* presented a higher FAD content compared to the one cited by Chinae *et al.* (2009) for the same specie ($34,4\%$).

None significant differences were obtained among the FAD values determined in the three stations (figure 11).

The mean contents of FND and FAD of *L. lancerottensis* approximate to the ones cited by García-Criado *et al.* (1986) for dehydrated alfalfa ($49,12$ and $37,25\%$ respectively), meanwhile the rest of the species presented considerably inferior values.

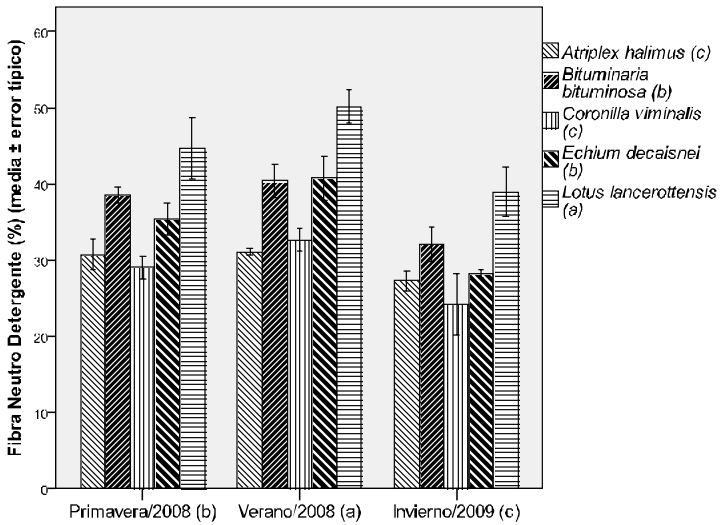


Figura 10. Contenido en FND de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 10. FND content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

pedunculatus (30-55%). Los valores más altos se registraron en Verano/2008, seguido de Primavera/2008 e Invierno/2009 (cuadro 5).

Los contenidos medios en FAD variaron desde un máximo de $39,5 \pm 2,2\%$ dado en *L. lancerottensis*, al igual que en el caso de FND, hasta un mínimo de $19,8 \pm 1,1\%$ correspondiente a *C. viminalis* (cuadro 4). La especie *L. lancerottensis* presentó un contenido medio en FAD algo superior al contenido citado por Chinaea et al. (2009) para esta misma especie (34,4%).

No se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de FAD

The maximum mean value in PB of the five sampled species was presented by *C. viminalis* and was of $15.6 \pm 0.9\%$ (table 4), without any significant difference among this value and *B. bituminosa* ($13.9 \pm 0.7\%$). *E. decaisnei* resulted to be the one with the lowest PB content ($8.8 \pm 1.0\%$). Legumes (*B. bituminosa*, *C. viminalis* and *L. lancerottensis*), presented in all the cases, higher mean values of PB than non-legumes. For *B. bituminosa*, the value obtained approximates to the one cited by Méndez et al. (2006) for the area of Famara (Lanzarote) (11.5%) and Chinaea et al. (2009) (12.0%). However, Ventura et al. (1995) cite a

determinados en las tres estaciones (figura 11).

Los contenidos medios de FND y FAD de *L. lancerottensis* se aproximan a los citados por García-Criado *et al.* (1986) para alfalfa deshidratada (49,12 y 37,25% respectivamente), mientras que el resto de especies presentaron valores considerablemente inferiores.

El valor medio máximo del contenido en PB de las cinco especies muestreadas lo presentó *C. viminalis* y fue $15,6 \pm 0,9\%$ (cuadro 4), si bien no existieron diferencias significativas entre este valor y el de *B. bituminosa* ($13,9 \pm 0,7\%$). La especie *E. decaisnei* resultó ser la de menor contenido en

content of 18.8% that surpasses the value obtained in this research. In the *E. decaisnei*, the value obtained ($8.76 \pm 0.95\%$) is on the interval cited by Rodríguez Marcos *et al.* (2002) (9.8%) and Chinae *et al.* (2009) (6.69%).

Considering the mean values obtained in the three stations, can be affirmed that in Winter 2009, were registered the highest levels of PB (figure 12). In Spring 2008 and Summer 2008, were registered the lowest concentrations, but the differences were not significant in these two sampling season stations (table 5). The PB levels are directly related to the nitrogen concentration, which is

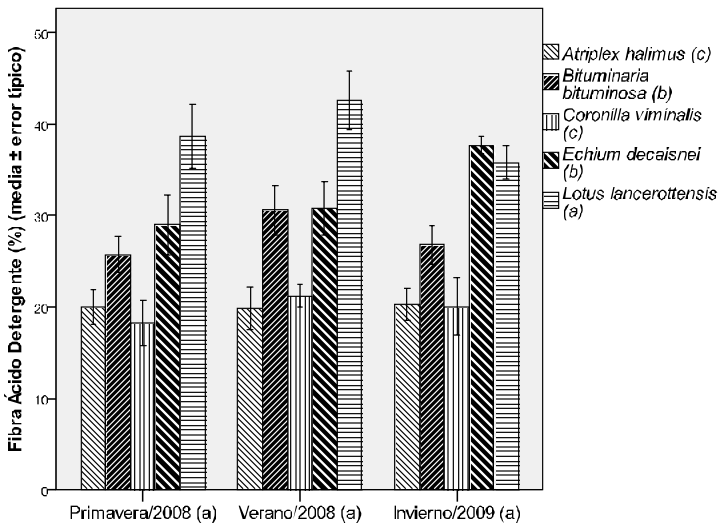


Figura 11. Contenido en FAD de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 11. FAD content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

PB (8,8±1,0%). Las leguminosas (*B. bituminosa*, *C. viminalis* y *L. lancerottensis*), presentaron en todos los casos mayores niveles medios de PB que las no-leguminosas. Para la especie *B. bituminosa*, el valor obtenido se aproxima a los citados por Méndez *et al.* (2006) para la zona de Famara (Lanzarote) (11,5%) y Chinaea *et al.* (2009) (12,0%). Sin embargo, Ventura *et al.* (1995) citan un contenido de 18,8%, que supera el valor obtenido en este trabajo. En el caso de *E. decaisnei*, el valor obtenido (8,76±0,95%) se encuentra en el intervalo citado por Rodríguez Marcos *et al.* (2002) (9,8%) y por Chinaea *et al.* (2009) (6,69%).

Teniendo en cuenta los valores medios obtenidos en las tres estaciones, se puede afirmar que en Invierno/2009 se registraron mayores niveles de PB (figura 12). En Primavera/2008 y Verano/2008 se registraron concentraciones menores, no siendo significativas las diferencias entre estas dos estaciones de muestreo (cuadro 5). Los niveles de PB están directamente relacionados con la concentración de nitrógeno, la cual es mayor en los tejidos jóvenes (Navarro-Blaya y Navarro-García, 2000). Teniendo en cuenta que durante la toma de muestras realizada en Invierno/2009, las poblaciones se encontraban en crecimiento vegetativo, resulta lógico que, debido a la mayor proporción de material vegetal joven, existiesen mayores niveles en PB.

Los niveles de PB de las especies estudiadas, exceptuando el de *E. decaisnei*, se consideran apropiados, especialmente el de *C. viminalis*, que supera el 14,8% citado para un forraje proteico como la alfalfa (García-Criado *et al.*, 1986), lo que puede conferirle

higher in the young tissues (Navarro-Blaya and Navarro-García, 2000). Considering that during the sampling-taking process carried out in Spring 2009, the populations were under vegetative growth, it is then logical to think that due to the highest proportion of young vegetal matter, there are higher levels in PB.

The PB levels of the studied species, excepting the one of *E. decaisnei*, are considered appropriate, specially the one of *C. viminalis*, which surpasses 14.8%, cited for protean forage such as alfalfa (García-Criado *et al.*, 1986), which makes it interesting as forage for the provision of proteins.

Conclusion

A. halimus and *E. decaisnei* showed the highest content of mineral elements, since all the species present adequate levels for the alimentation of ruminants. Also, considerably high contents of K, Ca and Mg were obtained in winter, regarding the other two stations.

C. viminalis presented considerably high protein levels, offering a high usage potential as protean forage. The highest content in fibers (FND and FAD) was obtained in *L. lancerottensis*, approximating to the levels of dehydrated alfalfa, while the rest of the species presented notorious inferior values.

Due to the adaptation to the edaphic-climatic conditions of Lanzarote, and the chemical-bromatological quality studied in the five species, can be concluded that these species are ideal to be cropped in

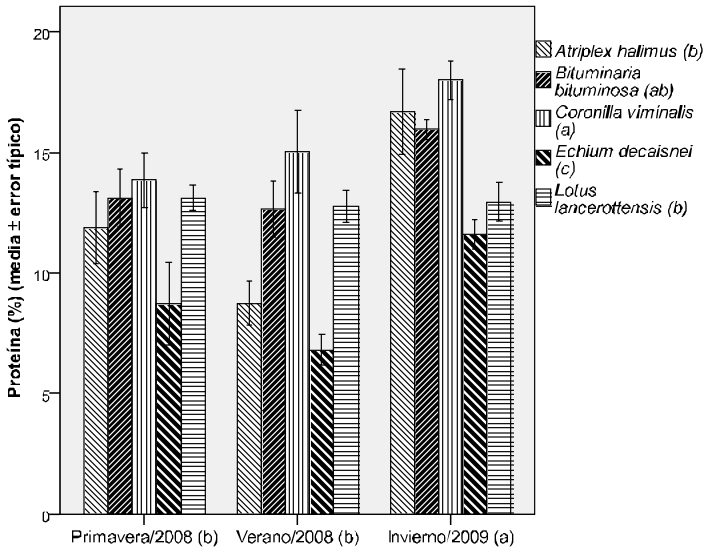


Figura 12. Contenido en proteína de las cinco especies en las tres estaciones de muestreo. Letras diferentes a continuación de las etiquetas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies y/o muestreos.

Figure 12. Protein content of the five evaluated species in the three sampling stations. Different letters mean significant differences ($P < 0.05$) among species and/or samples.

interés como forraje para el aporte de proteínas.

Conclusión

Las especies *A. halimus* y *E. decaisnei* mostraron el mayor contenido en elementos minerales, si bien todas las especies presentan niveles adecuados para la alimentación de rumiantes. Se obtuvieron contenidos notablemente altos de K, Ca y Mg en invierno, con respecto a las otras dos estaciones.

La especie *C. viminalis* presentó niveles de proteína considerablemente altos, por lo que ofrece un gran poten-

arid and semi-arid areas. Initially, it is proposed to establish experimental plots in Lanzarote to study the production and quality of fast-development autochthonous plants.

Acknowledgement

This research has been financially supported by the “Biodiversity Foundation” (MARM) and the Council of Lanzarote. The authors acknowledge the help provided by Ana Carrasco, from the Reservoir Biosphere Board of Lanzarote, also to María del Mar Duarte, by her academic counseling, and Alejandro Perdomo

cial para su uso como forraje proteico. El contenido más alto en fibras (FND y FAD) se obtuvo en *L. lancerottensis*, aproximándose a los niveles de la alfalfa deshidratada, mientras que el resto de especies presentaron valores notablemente inferiores. Dada su adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la Isla de Lanzarote y la calidad químico-bromatológica estudiada en las cinco especies, se puede concluir que éstas son idóneas para su cultivo en zonas áridas y semiáridas. Se propone inicialmente establecer parcelas experimentales en la Isla de Lanzarote para estudiar la producción y calidad de plantas autóctonas de rápido desarrollo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por Fundación Biodiversidad (MARM) y el Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote. Los autores agradecen el apoyo prestado por Ana Carrasco, del Consejo Reserva de la Biosfera de Lanzarote, a María del Mar Duarte por su asesoramiento y a Alejandro Perdomo Placeres por su ayuda en el trabajo de campo.

Literatura citada

Acebes Ginovés, J.R., M.C. León Arencibia, M.L. Rodríguez Navarro, M. del Arco Aguilar, A. García Gallo, P.L. Pérez de Paz, O. Rodríguez Delgado, V.E. Martín Osorio y W. Wildpret de la Torre. 2010. Pteridophyta, Spermatophyta. Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009. p. 119-172. En: Arachavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita, y A. García (Eds). Gobierno de Canarias (España).

Placeres, by his help provided in the field's work.

End of english version

AEL, 2013. Anuario Estadístico de Lanzarote. Cabildo de Lanzarote, Centro de Datos. <http://www.datosdelanzarote.com> (accedido 20 de junio de 2013).

Agencia Estatal de Meteorología. <http://www.aemet.es> (accedido 17 de mayo de 2013).

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. Italia. 298 p.

Álvarez, S., P. Méndez, C. Díaz y M. Fresno. 2004. Ingestión, composición química y digestibilidad in vivo de tederá (*Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton). p. 337-340. En: García Criado, B., A. García Ciudad, B.R. Vázquez de Aldana y I. Zabalgoeazcoa (Eds.). Pastos y ganadería Extensiva. Salamanca. España.

Álvarez, S., P. Méndez, C. Díaz, y M. Fresno. 2005. Valoración nutritiva de forrajes adaptados a zonas áridas y su utilización en la alimentación del ganado caprino. p. 229-235. En: Osoro, K., A. Argamentería, y A. Larraceleta (Eds.). Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. Gijón. España.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. AOAC International. Arlington. USA.

Arévalo, J.R., J.L. Mora y E. Chinae. 2012. Forage quality of native pastures on Lanzarote Island (Canary Islands). *J. Food Agric. Environ.* 10 (1), 696-701.

Bower, C.A., F.F. Reitemeier y M. Fireman. 1952. Exchangeable cation analysis

- of alkaline and saline soil. *Soil Sci.* 73, 251-261.
- Caballero, R. 2007. High Nature Value (HNV) grazing systems in Europe: a link between biodiversity and farm economics. *Open Agric. J.* 1: 11-19.
- China, E., A. García-Ciudad, E. Barquín y B. García-Criado. 2007. Evaluation of endemic leguminous forage shrubs from the Canary Islands. 1 Germplasm characterization and forage production. *New Zealand J. Agric. Res.* 50, 417-427.
- China, E., R. Mesa, J.L. Mora y H.A. Rodríguez. 2009. Especies forrajeras autóctonas de la Isla de Lanzarote. p. 359-365. En: Reiné, R., O. Barrantes, A. Broca y C. Ferrer (Eds.). *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas.* Huesca. España.
- Chipatecua, M.R., M.L. Pabón, E.A. Cárdenas y J.E. Carulla. 2007. Efecto de la combinación de una leguminosa tanigera (*Lotus uliginosus* cv. Maku) con *Pennisetum clandestinum*, sobre la degradación in vitro de proteína y materia seca. *Rev. Colombiana Cienc. Pecu.* 20: 40-48.
- García-Criado, B., A. García Ciudad, M. Rico Rodríguez y M.S. García Carabias. 1986. Composición químico-bromatológica de alfalfa deshidratada destinada al comercio exterior. p. 71-87. En: XXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Oviedo. España.
- Goering, H. K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *ARS-USDA Agric. Handbook n° 379.* 20 p.
- Hernández, L.A., M.C. González, C.C. Jiménez, M.J. Ortega, P.A. Padrón, A. Rodríguez Rodríguez, J.M. Torres y G.E. Vargas. 1991. Suelos de la Isla de Lanzarote. Características generales. XVIII Reunión Nacional de Suelos. 311-330.
- Lund, H.G. 2007. Accounting for the World's rangelands. *Rangelands.* 29: 3-10.
- Mauttz, W.W. 1978. Nutrition and carrying capacity. p. 321-348. En: Schmidt, J.L. y D.L. Gilbert (Eds.). *Big game of North America.* Stackpole. Harrisburg. USA.
- McDowell, L.R. y J.D. Arthington. 2005. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales.* 4ª Edición. Universidad de Florida. Gainesville, Florida, E.E.U.U. 94 p.
- Méndez, P., A. Santos, E. Correal y S. Ríos. 2006. Agronomic traits as forage crops of nineteen population of *Bituminaria bituminosa*. p. 300-302. En: Lloveras, J., A. González-Rodríguez, O. Vázquez-Yañez, J. Piñero, O. Santamaría, L. Olea y M.J. Poblaciones (Eds.). *Sustainable Grassland Productivity.* 21st General Meeting of the European Grassland Federation. Badajoz. España.
- Navarro Blaya, S. y G. Navarro García. 2000. *Química Agrícola.* Ediciones Mundi-Prensa Madrid. España. 488 p.
- Rodríguez Marcos, R., A. Hernández Cordero, F. Mújica Padilla, M. Viera Viera, M. Rodríguez Ventura y M.P. Flores Mengual. 2002. Resultados preliminares sobre la evaluación de los recursos pastables de una explotación caprina semiextensiva en el Parque Rural del Nublo, Gran Canaria. p. 609-613. En: Chocarro, C., F. Santiveri, R. Fanlo, I. Bovet y J. Lloveras (Eds.). *Producción de pastos, forrajes y céspedes.* Lleida. España.
- Rodríguez Rodríguez, A. 2001. Erosión y desertificación. p 317-321. En: Fernández Palacios, J.M. y J.L. Martín Esquivel (Eds). *Naturaleza de las Islas Canarias.* Ecología y conservación. Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Rodríguez Rodríguez, A., C.C. Jiménez, M.C. González, L.A. Hernández, M.J. Ortega, P.A. Padrón, J.M. Torres y G.E. Vargas. 1991. *Agricultura de conservación en zonas áridas: erosión-salinización en suelos de Lanzarote.* Curso Erosión de suelos y procesos de desertización. Cursos Internacionales de Verano de la Universidad de La Laguna. Lanzarote. España. 42 p.

- Salcedo, G., M. Samiento, V. Alcolado y J. Ota. 1998. Composición química y degradabilidad ruminal de arbustos forrajeros. Actas de XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Soria. España. 245-248.
- Schiller, K.N. y J.F. Ayres. 1993. The effects of winter conditions on the nutritive value of *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku and *Trifolium repens* cv. Haifa. Trop. Grasslands. 27: 43-47.
- Sillanpää, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. FAO Soils Bulletin 48 Roma. Italia. 444 p.
- Ulyatt, M. J. 1973. The feeding value of herbage. p. 131-178. En: Butler, G. W. y R.W. Bailey (Eds.). Chemistry and biochemistry of herbage. Academic Press. Londres. UK.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibres. Cornell University Press, USA.
- Vázquez-Aldana, B.R., A. García Ciudad y B. García Criado. 2009. Relación entre compuestos fenólicos y calidad nutritiva en especies pratenses. p. 273-278. En: Reimé, R., O. Barrantes, A. Broca y C. Ferrer (Eds.). La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas. Huesca. España.
- Ventura, M.R., M.C. Pieltain, P. Méndez, M.P. Flores y J.I.R. Castañón. 1995. Aproximación al valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios: vinagrera (*Rumex lunaria* L.) y tederá común (*Bituminaria bituminosa* ssp. *bituminosa*). Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Tenerife. España. 301-303.
- Walkley, A. y A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. Soc. Am. J. 37: 29-38.
- Watanabe, F. S. y S.R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining P in water and NaHCO₃ extract from soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 29: 667-668.
- Willms, W. 1978. Spring forage selection by tame mule deer on Big Sagebrush range, British Columbia. J. Range Manage. 31: 192-199.
- Wills, B.J., J.S.C. Begg y M. Brosnan. 1990. Forage shrubs for the South Island dry hill country: 1. *Atriplex halimus* L. (Mediterranean saltbush). New Zealand Grassland Assoc. 52: 161-165.
- WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources. FAO-ISRIC-ISSS. Roma. Italia. 88 p.