

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA**

**Leguminosas arbustivas endémicas de Canarias.  
Interés como recurso forrajero y  
para la conservación del suelo**

**Autor: China Correa, Eduardo A.**

**Directores: Balbino García Criado  
y Eduardo Barquín Díez**

**Departamento de Edafología y Geología**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a los Directores de esta Tesis el Dr. Balbino García Criado y el Dr. Eduardo Barquín Díez, por todo el tiempo, esfuerzo y ganas que han dedicado no solo en los trabajos de campo y laboratorio sino también durante todo el desarrollo de la elaboración de la memoria.

A la Dra. Antonia García Ciudad, Científico Titular del CSIC del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca, por su colaboración y ayuda prestada que han sido imprescindibles para la realización de este trabajo.

A Don José Luis Ceresuela y a los Dres. Jesús M. Ortiz, Fernando González-Andrés del Dpto. de Biología Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid por poner a mi disposición la bibliografía reunida durante una década de esfuerzo, así como por sus valiosos consejos.

A los Dres. Marcelino J. del Arco y Juan Ramón Acebes del Dpto. de Biología Vegetal (ULL), que me proporcionaron semillas, bibliografía y aclaraciones taxonómicas de las especies arbustivas.

Al Dr. Antonio Rodríguez del Dpto. Edafología y Geología (ULL) por la bibliografía y ayuda en los trabajos de erosión del suelos.

A la Dra. Milagros León del Dpto. de Microbiología y Biología Celular (ULL) que me suministró el *Bradyrhizobium BTA-1*.

A los Dres. Elena M<sup>a</sup> Rodríguez y Juan Camacho por sus consejos en lo tratamientos estadísticos.

A la Dra. Agustina Ahijado por su ayuda invaluable en diversos aspectos durante el proceso de la elaboración de la tesis.

A Juan Luis Mora por su amistad y su ayuda en la edición de las figuras.

Son muchas las personas que han participado de una u otra manera para que fuera posible esta Tesis y a los que quiero expresar mi más profundo agradecimiento, en especial el personal de Campo del CSCCAA y a los compañeros del Dpto. de Edafología y Geología (ULL).

*A mis padres*

## ÍNDICE

<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
<b><u>OBJETIVOS</u></b> .....	<b>4</b>
<b>CAPITULO I: EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DE LOS ARBUSTOS.</b>	
<b>1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS</b> .....	<b>7</b>
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. MATERIAL VEGETAL</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.1. Descripción de las poblaciones naturales</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.2. Descripción de los arbustos</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.3. Obtención de plantas vivas como material de base</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.3.1. Recolección y manejo de las semillas</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.3.1.1. Germinación</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.3.1.2. Inoculación con rizobios</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.3.1.3. Transplante y cultivo en invernadero</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.3.2. Descripción de la parcela experimental</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.3.2.1. Diseño agronómico</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1.3.2.2. Transplante y cultivo</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1. Métodos de germinación</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1.1. Ensayos generales</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1.2. Diseño</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1.3. Medida y análisis de los resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.1.4. Análisis estadísticos</b> .....	<b>28</b>
<b>2.2.2. Efecto del rizobio</b> .....	<b>28</b>
<b>2.2.2.1. Características morfológicas y supervivencia</b> .....	<b>28</b>

2.2.2.2. Materia seca de la parte aérea .....	28
<b>2.2.3. Efecto del corte .....</b>	<b>29</b>
2.2.3.1. Características morfológicas y supervivencia .....	29
2.2.3.2. Producción de biomasa .....	29
<b>2.2.4. Análisis estadísticos de los resultados .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. TOMA Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.1. Épocas y métodos de muestreos .....</b>	<b>30</b>
2.3.1.1. Poblaciones naturales .....	30
2.3.1.2. Parcela experimental .....	31
2.3.1.2.1. Sistema de corte .....	31
2.3.1.2.2. Crecimiento primario .....	32
2.3.1.3. Preparación de las muestras .....	32
<b>2.4. MÉTODOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1. Fracciones orgánicas del material vegetal .....</b>	<b>32</b>
2.4.1.1. Materia seca y cenizas .....	33
2.4.1.2. Proteína .....	33
2.4.1.3. Fibras neutro y ácido-detergente .....	33
2.4.1.4. Celulosa, Lignina y Hemicelulosa .....	34
2.4.1.5. Materia orgánica digestible .....	35
2.4.1.6. Taninos .....	35
<b>2.4.2. Elementos minerales del material vegetal .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.3. Análisis estadístico de los resultados .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.4. Análisis de los suelos .....</b>	<b>36</b>
2.4.4.1. Toma de muestras .....	36
2.4.4.2. Técnicas fisico-químicas .....	37
<b>2.4.5. Análisis del agua de riego .....</b>	<b>38</b>
2.4.5.1. Toma de muestra .....	38
2.4.5.2. Técnicas de análisis .....	38

<b>3. RESULTADOS</b> .....	40
<b>3.1. GERMINACIÓN</b> .....	40
<b>3.1.1. Consideraciones previas</b> .....	40
<b>3.1.2. Evolución de la germinación</b> .....	40
<b>3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y DEL AGUA DE RIEGO</b> .....	47
<b>3.2.1. Composición químico-física de los suelos</b> .....	47
<b>3.2.2. Composición química del agua de riego</b> .....	49
<b>3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EN INVERNADERO</b> .....	49
<b>3.4. SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS EN LA PARCELA</b> .....	50
<b>3.5. CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES</b> .....	50
<b>3.6. EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON RIZOBIOS</b> .....	53
<b>3.6.1. Apreciación global</b> .....	53
<b>3.6.2. Observación estacional</b> .....	58
<b>3.7. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA MORFOLOGÍA</b> .....	63
<b>3.7.1. Apreciación global</b> .....	63
<b>3.7.2. Observación estacional</b> .....	64
<b>3.8. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN</b> .....	71
<b>3.8.1. Apreciación global</b> .....	71
<b>3.8.2. Observación estacional</b> .....	72
<b>3.8.3. Fracción ramonable y no ramoneable</b> .....	76
<b>3.8.4. Producción de materia seca</b> .....	77
<b>3.9. EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA</b> ...	81
<b>3.9.1. Materia seca</b> .....	81
<b>3.9.2 Fracciones orgánicas</b> .....	81
<b>3.9.2.1. Proteína</b> .....	81
<b>3.9.2.2. Fibra neutro-detergente</b> .....	82
<b>3.9.2.3. Fibra ácido-detergente</b> .....	83
<b>3.9.2.4. Celulosa</b> .....	83
<b>3.9.2.5. Hemicelulosa</b> .....	84
<b>3.9.2.6. Lignina</b> .....	84
<b>3.9.2.7. Materia orgánica digestible</b> .....	85
<b>3.9.2.8. Taninos</b> .....	85
<b>3.9.3. Elementos minerales</b> .....	86

3.9.3.1. Fósforo .....	86
3.9.3.2. Potasio .....	86
3.9.3.3. Calcio .....	87
3.9.3.4. Magnesio .....	88
3.9.3.5. Sodio .....	88
3.9.3.6. Hierro .....	89
3.9.3.7. Manganeso .....	89
3.9.3.8. Zinc .....	90
3.9.3.9. Cobre .....	90
<b>3.10. DINÁMICA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CON LA EDAD DE LA PLANTA .....</b>	<b>113</b>
<b>3.10.1. Materia seca .....</b>	<b>113</b>
<b>3.10.2. Fracciones orgánicas .....</b>	<b>113</b>
3.10.2.1. Proteína .....	113
3.10.2.2. Fibra neutro-detergente .....	113
3.10.2.3. Fibra ácido-detergente .....	114
3.10.2.4. Celulosa .....	114
3.10.2.5. Hemicelulosa .....	115
3.10.2.6. Lignina .....	115
3.10.2.7. Materia orgánica digestible .....	115
<b>3.10.3. Elementos minerales .....</b>	<b>116</b>
3.10.3.1. Fósforo .....	116
3.10.3.2. Potasio .....	116
3.10.3.3. Calcio .....	116
3.10.3.4. Magnesio .....	117
3.10.3.5. Sodio .....	117
3.10.3.6. Hierro .....	117
3.10.3.7. Manganeso .....	118
3.10.3.8. Zinc .....	118
3.10.3.9. Cobre .....	119
<b>4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>133</b>
<b>4.1. GERMINACIÓN .....</b>	<b>133</b>
<b>4.2. FERTILIDAD DE LOS SUELOS .....</b>	<b>134</b>
<b>4.3. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO .....</b>	<b>135</b>
<b>4.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EN EL INVERNADERO .....</b>	<b>135</b>
<b>4.5. SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS EN LA PARCELA .....</b>	<b>136</b>
<b>4.6. CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES .....</b>	<b>136</b>

4.7. EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON RIZOBIOS .....	137
4.8. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA MORFOLOGÍA .....	138
4.9. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LAS ESPECIES .....	139
4.10. EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	140
<b>4.10.1. Materia seca</b> .....	140
<b>4.10.2. Fracciones orgánicas</b> .....	140
4.10.2.1. Proteína .....	140
4.10.2.2. Fibra neutro-detergente .....	141
4.10.2.3. Fibra ácido-detergente .....	141
4.10.2.4. Celulosa .....	142
4.10.2.5. Hemicelulosa .....	142
4.10.2.6. Lignina .....	143
4.10.2.7. Materia orgánica digestible .....	143
4.10.2.8. Taninos .....	143
<b>4.10.3. Elementos minerales</b> .....	144
4.10.3.1. Fósforo .....	144
4.10.3.2. Potasio .....	144
4.10.3.3. Calcio .....	145
4.10.3.4. Magnesio .....	145
4.10.3.5. Sodio .....	146
4.10.3.6. Hierro .....	146
4.10.3.7. Manganeso .....	146
4.10.3.8. Zinc .....	147
4.10.3.9. Cobre .....	147
4.11. DINÁMICA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CON LA EDAD DE LA PLANTA .....	148
<b>4.11.1. Consideraciones previas</b> .....	148
<b>4.11.2. Materia seca</b> .....	149
<b>4.11.3. Proteína</b> .....	149
<b>4.11.4. Fracciones orgánicas y digestibilidad</b> .....	150
<b>4.11.5. Elementos minerales</b> .....	151

## CAPITULO II. APORTE DE BIOMASA AL SUELO POR LOS ARBUSTOS.

1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	154
2. MATERIAL Y MÉTODOS .....	154

2.1. MATERIAL VEGETAL .....	154
2.1.1. Toma de muestras .....	155
2.1.1.1. Hojarasca .....	155
2.1.1.2. Conteo de plántulas emergentes .....	155
2.1.2. Procesado de las muestras .....	155
2.1.3. Análisis químicos .....	155
2.1.4. Análisis estadísticos de los resultados .....	156
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>156</b>
3.1. CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LAS ESPECIES .....	156
3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE LA HOJARASCA .....	157
 <b>CAPITULO III. EFECTO DE LOS ARBUSTOS EN EL CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO.</b>	
<b>1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....</b>	<b>161</b>
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>162</b>
2.1. Simulación de lluvia .....	162
2.2. Infiltrómetro .....	162
2.3. Análisis estadístico de los resultados .....	163
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>163</b>
3.1. Encharcamiento y escorrentía .....	163
3.2. Tasa de infiltración .....	164
 <b><u>CONCLUSIONES</u> .....</b>	<b>166</b>
 <b><u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....</b>	<b>169</b>
 <b><u>ANEJOS</u> .....</b>	<b>184</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La utilidad de la biomasa como aporte forrajero para la ganadería del Archipiélago de las Canarias se pone de manifiesto al tener que importar más de 55.000 tm/año de paja y alfalfa. La importancia de los arbustos es de interés al considerar la escasez de pastos, cultivos forrajeros y la poca utilización de los subproductos de la agricultura (China *et al.*, 1999a; China *et al.*, 1999b).

En el Departamento de Edafología y Geología de La Universidad de La Laguna, se vienen desarrollando, desde hace algún tiempo, investigaciones destinadas a conocer la influencia de los procesos de degradación de suelos (desertificación). También se realiza la búsqueda y domesticación de leguminosas arbustivas de interés en sistemas agrosilvopastorales en zonas marginales de las Islas Canarias. Algunos de estos estudios son financiados por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Canarias (17/31.07.89, 88/31.07.89, 93/080) y por la DGICYT (PB88-0424, AMB93-1344E, AGF95-1743E, REN2000-1178 GLO). Así mismo el Departamento de Microbiología y Biología Celular (ULL), tiene proyectos FEDER (1FD97-149-C08-01/02/04/07) sobre el potencial forrajero del tagasaste y de los factores implicados en la mejora de su productividad.

La cultura pastoril y el aprovechamiento de los arbustos forrajeros endémicos de Canarias fue lo que mantuvo al pueblo aborigen durante unos dos mil años, en una tierra de clima manso, pero de tierra áspera y con frecuencia ingrata. Con la conquista se amplió el cultivo de cereales y otros productos vegetales para la ganadería -sobre todo de cabras- que siguió siendo básica y fundamental. Esta situación duró hasta los años 50 del siglo pasado. Después de esas fechas, como en muchos otros lugares del mundo, la ganadería tradicional de Canarias declinó hasta quedar arrinconada en las montañas y risco o simplemente desapareció dejando atrás pequeños puntos que se desvanecen año tras año.

Nadie sabe lo suficiente sobre las técnicas pastoriles de los guanches, los primeros habitantes de Canarias. Vivían con un estilo neolítico muy particular, pues no conocían los metales. Sin embargo, en Australia y Nueva Zelanda se usa el término "tagasaste" para referirse al arbusto forrajero *Chamaecytisus palmensis* que es endémico de Canarias y codiciado por el ganado. Se trata de una aportación de este pueblo o de la variadísima flora de su tierra que debería estimular a los canarios a pensar en el rumbo que sigue la sociedad canaria, limitándose, al menos, a un enfoque agropecuario dentro de un desarrollo sostenible.

El creciente problema de la degradación de los ecosistemas insulares, a causa de los incendios forestales y del abandono de las tierras de cultivo, hace necesario establecer las bases para regenerar suelos degradados por la erosión, tanto en zonas agrícolas como naturales, con especial incidencia en suelos de origen volcánico. Ello llevaría consigo la incorporación de estas actuaciones en provecho de la economía regional, mediante la producción de bienes de uso directo (biomasa vegetal, forrajes) y otras como puede ser la mejora del entorno ecológico y paisajístico, en definitiva, al aumento de la calidad de vida de la población.

El Plan Forestal de Canarias (BOC-1999/117, 31.08.01) completa, además de los objetivos de conserva y mejora de las masas forestales, aspectos jurídico-administrativos, tales como el establecimiento de un marco normativo forestal moderno de carácter social. Es un refuerzo de la vinculación entre la población rural y el monte, a través del mantenimiento del empleo rural y la regeneración de rentas para los habitantes de las áreas forestales, estableciendo un sistema multifuncional capaz de compatibilizar la función ecológica y social de nuestro territorio.

A Canarias, como a cualquier otra región del mundo, se puede traspasar todo tipo de conocimiento. Sin embargo, también parece apropiado que, dadas las peculiaridades del Archipiélago, se obtengan conocimientos propios que permitan transferir nuevas tecnologías a los sectores socio-económicos. Es por ello, por lo que se justifica la realización de este trabajo.

En esta memoria se pretende poner a punto una metodología para la selección de especies arbustivas de interés potencial para Canarias (*Chamaecytisus palmensis*, *Teline canariensis*, *Teline osyrioides sericea* y *Teline osyrioides osyrioides*). El estudio comprende la caracterización botánica, evaluación agronómica (germinación, inoculación con *Rhizobium*, sistemas de cortes), valoración nutritiva, aporte de biomasa y efectos sobre la conservación del suelo.

## **OBJETIVOS**

El propósito principal de este trabajo es la evaluación agronómica y nutritiva de cuatro leguminosas arbustivas (géneros *Chaemecytisus* y *Teline*), endémicas de las Islas Canarias. Su mayor interés reside en considerarlas como un cultivo alternativo en las zonas áridas y erosionadas, para restaurar la vegetación del suelo y dotarle de una cubierta vegetal permanente. Esto supone favorecer la sucesión positiva de la vegetación, minimizar la erosión y mejorar la apreciación estética y paisajística, como acción que debe desarrollarse, según el programa LUCEDEME (1981-2001), para prevenir la desertificación. A todo ello se añade un incremento de biomasa, de excelente calidad nutritiva para los herbívoros, y de la biodiversidad, lo que potenciará amplias posibilidades para los sistemas ganaderos extensivos, dentro de las premisas del desarrollo sostenido.

Por otro lado, la actividad humana se ha incrementado en las tres últimas décadas, de tal manera que está generando nuevas y numerosas formas de alteración del medio natural, debido tanto a los incendios forestales como al abandono de tierras de cultivo. La regeneración pasa por la utilización de especies autóctonas capaces de crecer y desarrollarse en medios de fertilidad baja, zonas áridas y semiáridas, donde la mecanización es muy costosa por la orografía de las Islas, lo que hace más difícil la elección de las especies apropiadas, siendo preciso recurrir a especies endémicas o procedentes de áreas de similares características.

A pesar de la gran riqueza florística y endémica de Canarias, solo algunas especies arbustivas han sido estudiadas en profundidad. El presente trabajo pretende cubrir lagunas importantes, enmarcándose en la búsqueda y domesticación de leguminosas arbustivas con potencial interés en sistemas agrosilvopastorales.

Los objetivos concretos planteados son:

1. Estudio ecológico de cuatro especies de leguminosas arbustivas (germoplasma y calidad nutritiva de la biomasa) en su hábitat natural.
2. Evaluar agronómica y nutricionalmente las cuatro leguminosas en cultivo forrajero.
3. Estimar el aporte de biomasa al suelo por las especies arbustivas.
4. Conocer el efecto de los arbustos en la conservación del suelo.

**CAPITULO I.  
EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL  
DE LOS ARBUSTOS**

## 1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

Alrededor del 40% de la superficie emergida del planeta se puede considerar como árida o semiárida (Barea *et al.*, 1990), unido al creciente problema de la degradación de los ecosistemas a causa de los incendios forestales y el abandono de las tierras de cultivo que afectan en el mundo a más de 5 millones de hectáreas de tierra de cultivo cada año (García-Camarero, 1989a). Se exigen actuaciones que inviertan el proceso degradativo hacia una regeneración del medio antes de que se llegue a la desertificación.

En las áreas mediterráneas la capacidad de regeneración de los ecosistemas es mínima por lo que las consecuencias ambientales, económicas y sociales de la degradación del suelo son muy graves (Albaladejo *et al.*, 1990). Se puede asegurar que el estado de degradación en que se encuentra un suelo y su calidad es un reflejo de la situación que muestra la cobertura vegetal, ya que la degradación del suelo comienza por la degradación de su cubierta vegetal. Autores como Olea *et al.* (1993a) indican que es necesario buscar especies de plantas con doble finalidad: a) establecer una cubierta vegetal para proteger el suelo de la erosión, y b) obtener una producción de biomasa para proporcionar alimento a la ganadería.

La técnica más efectiva de restauración es también la más lenta, pero es la más económica y consiste en tratar de invertir, con la menor actuación humana posible, la degradación del propio ecosistema hacia una sucesión natural y propiciar una Aceleración Artificial de la Sucesión Natural (ACARSUNA) tal como recoge García-Camarero (1989b). En general, se acepta que las especies arbustivas son las más adecuadas para estos fines en los climas de tipo mediterráneo (Le Houérou, 1978; Correal, 1988). Las leguminosas arbustivas presentan la ventaja adicional de su capacidad de fijación de nitrógeno.

La reciente toma de conciencia de los problemas ambientales y del creciente proceso de desertificación que sufre Europa, hacen que la preocupación de los burócratas vaya en aumento en los últimos años. Así, la Política Agrícola Comunitaria, añade a la necesidad de disminuir excedentes, una serie de medidas denominadas "de acompañamiento", que van encaminadas a mejorar la estructura de las explotaciones agrarias, las condiciones de vida en el medio rural, el medio ambiente (R(CEE)2078/92) y procurar la forestación de tierras agrícolas (R(CEE)2080/92). El apoyo a la forestación, a través de un Proyecto Estratégico de I+D es también el objetivo que se pretende en la OM del MAPA del 21 de febrero de 1996.

La Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente (BOC 1998/092 del 24/7/98) determina las bases para la concesión de ayudas con destino a la forestación de explotaciones agrarias en Canarias y su mantenimiento (no se incluyen las leguminosas arbustivas). El Gobierno de Canarias con fecha 25 de mayo de 1999 presenta el Plan Forestal de Canarias cuyo objetivo es mejorar el estado de la cubierta vegetal del Archipiélago, con los distintos criterios que en cada caso se establezcan según las funciones de la masa forestal concreta y en la medida de lo posible compatibilizar una triple función en ellas: la ecológica, la económica y la social. En el BOC/1999/144 del 29/10/99 en el que se convocan las subvenciones para el desarrollo y ordenación de los bosques en zonas rurales se conceden ayudas para la plantación entre otras, de leguminosas arbustivas a razón

de 410000 pts/ha para densidades de 500 plantas/ha y 208600 pts/ha para la limpieza, aclareo y podas.

Los arbustos forrajeros en la regeneración de los ecosistemas. Diversos autores han confirmado la eficacia productiva y conservadora del medio que presentan las especies arbustivas en las regiones de clima mediterráneo (Correal, 1988; Le Houérou, 1978; Olivares *et al.*, 1988; Lefroy *et al.*, 1992 ; Van Kraayenoord y Hathaway, 1986). Según Lambert *et al.* (1989a) las ventajas de las arbustivas frente a las herbáceas en la alimentación del ganado es la capacidad de producir forraje de buena calidad, en las estaciones adversas cuando los pastos están resecos, su tolerancia a la sequía y a los suelos pobres. Además, hacen de cercas divisorias y cortavientos en las parcelas y se observa que la plantación de especies arbustivas permite aumentar la carga ganadera en un ecosistema.

El principal inconveniente en su establecimiento es el ataque de roedores y sobre todo conejos en la primeras etapas (Milthorpe y Dann, 1991). Otro inconveniente es si no se llevan a cabo podas adecuadas, pues algunas partes comestibles pueden quedar fuera del alcance del ganado (Oldham *et al.*, 1991). También los ganaderos no están habituados a un aprovechamiento idóneo, llegando a veces a un sobrepastoreo que puede ocasionar la muerte (Menzies *et al.*, 1985).

En cuanto a las ventajas de las leguminosas arbustivas sobre las demás especies utilizables en agrosilvopastoralismo, son recogidas por Davies y Macfarlane, (1979). Especies que han sido investigadas como forrajeras son del género *Colutea* (Koller y Negli, 1955; Ceresuela y Pereira, 1993; Alegre *et al.*, 1993; Sancha *et al.*, 1993) y del género *Dorycnium* (Wills *et al.*, 1989; Sancha *et al.*, 1993; Douglas *et al.*, 1996; De Andrés *et al.*, 2001).

En las leguminosas arbustivas, las especies más estudiadas son *Medicago arborea* y *Chamaecytisus palmensis*. *Medicago arborea* se caracteriza por la producción de forraje invernal de excelente calidad (Papanastasis, 1987; Correal, 1991; Sancha *et al.*, 1993; Olea *et al.*, 1993a, Ventura, 1997) *Chamaecytisus palmensis* (tagasaste) es endémico de las Isla Canarias, más concretamente de la isla de La Palma; en 1986 se estimaba la superficie que cubría (provincia de S/C de Tenerife) en 2400 ha según Pérez de Paz *et al.* (1986). Ha adquirido gran importancia en Australia y Nueva Zelanda a partir de las semillas enviadas a finales del siglo XIX por el médico Dr. Víctor Pérez a los Jardines Botánicos Reales de Kew, en Inglaterra. En 1879 las autoridades de Kew enviaron semillas a las colonias con fines experimentales y los primeros informes favorables se obtuvieron de Australia en 1880 y al año siguiente de Nueva Zelanda. Actualmente se encuentra establecido y se investiga su capacidad productiva y la calidad del forraje en otros países como Hawaii, Norte de África, Argentina, Etiopía, Chile, Italia, Sudáfrica, Java, California, Portugal, Kenia, Tanzania (Clark, 1985; Snook, 1996; Dann y Trimmer, 1986; Woodfield y Forde, 1987; Logan, 1982; Lambert *et al.*, 1989a); Lambert *et al.*, 1989b; Borens y Poppi, 1990; Francisco-Ortega *et al.*, 1990) y más recientemente se están iniciando algunos estudios de evaluación en la Península Ibérica (Olea *et al.*, 1993a; Olea *et al.*, 1993b).

En Canarias existen unas 32 especies de arbustos endémicos de la familia Leguminosas (Ver Tabla 1). De éstas se han estudiado 15 desde un punto de vista químico, agronómico y forrajero (Casanova, 1961; González y Casanova, 1962; Pérez de Paz *et al.*,

1986; Francisco-Ortega *et al.*, 1990; Méndez, 1992; Méndez y Fernández, 1992; Lucía-Sauquillo *et al.*, 1994; Barquín *et al.*, 1994; Barquín y China, 1995b; China y Barquín, 1995; Mederos Molina *et al.*, 1995; Méndez y Almeida 1997; China *et al.*, 1998; China *et al.*, 2000). El objetivo de estos estudios ha sido encontrar especies, subespecies, variedades o ecotipos de arbustos forrajeros endémicos, resistente a la sequía y/o la salinidad, que puedan servir para la alimentación del ganado sobre todo en periodos estivales, tanto para ramoneo como estabulación. También interesa que sirvan para formar cobertura vegetal, como medida de conservación y mejora de suelos y en jardinería.

Evaluación agronómica y producción. Mattinson y Oldham, (1989) afirman que la evaluación agronómica de una especie silvestre con destino a su posible introducción en sistemas agroforestales, requiere investigaciones sobre el mejor método de establecimiento, su productividad, los cuidados que requiere y sobre su persistencia, jugando el factor económico un papel primordial.

Las semillas de leguminosas arbustivas presentan dormición que puede ser física (González-Andrés *et al.*, 1993) o fisiológica (Aguinagalde *et al.*, 1990), lo que conduce a un bajo porcentaje de germinación siendo una de las dificultades del establecimiento de las arbustivas (Cristi y Gasto, 1971).

La estimación de la producción de especies arbustivas se ha realizado mediante el corte y pesando la materia seca de toda la planta o de la parte aprovechable por el ganado (Lambert *et al.*, 1989c; Milthorpe y Dann, 1991). Este método es destructivo, por lo cual se han desarrollado el método que se basa en la medición de la altura y anchura máximas de las plantas que posteriormente relacionan con el peso seco de materia seca (Felker *et al.*, 1982; Rittenhouse y Sneva, 1977; Bentley *et al.*, 1970. Otros autores como Crosbie *et al.* (1985) han propuesto para el caso particular de *Chamaecytisus palmensis* el basado en fotografiar el arbusto contra una malla con cuadrícula de 20x20 cm. En cada recuadro se estima el porcentaje cubierto por las hojas y tallos comestibles. Con este método se obtuvo una correlación con los datos reales de producción, mejor que cuando se emplearon los métodos anteriores.

Estudios de composición química realizadas en leguminosas arbustivas. En la Tabla 2 se expone una recopilación de estudios sobre la composición química que se han llevado a cabo sobre leguminosas arbustivas forrajeras. Cuando se han realizado ensayos de ganancia de peso en animales con especies arbustivas se ha observado que dichos parámetros no van relacionados con los valores de la composición química y digestibilidad, sino que son algo menores a lo esperado (Borres y Poppi, 1990; McGowan, 1991). Una de las diferentes causas puede ser la presencia de factores antinutritivos (Borens, 1986).

Otro factor de gran interés al estudiar la digestibilidad y la composición química de los arbustos forrajeros es su variación estacional. Este proceso es menos acusado en arbustos que en herbáceas (McLeod, 1973), pero la evaluación estacional de la composición bromatológica es también necesaria en las investigaciones de caracterización nutritiva (Lambert *et al.*, 1989a; Lambert *et al.*, 1989b; Alegre *et al.*, 1993).

Tabla 1. Leguminosas arbustivas endémicas.

(Nomenclatura Hansen y Sunding (1985) p.p. La situación sistemática de algunas especie es todavía discutible. Varias están divididas en subespecies y variedades (*Chamaecytisus*, *Teline*, etc): Estamos ante un grupo de manejo taxonómico sólo posible para los especialistas:

*Adenocarpus foliolosus*  
*Adenocarpus ombriosus*  
*Adenocarpus viscosus*  
*Anagyris latifolia*  
*Chamaecytisus proliferus*  
*Cicer canariensis*  
(*Cytisus spachianus*)  
*Dorycnium broussonetti*  
*Dorycnium spectabilis*  
*Dorycnium eriophthalmum*  
*Genista benehoavensis*  
*Ononis angustissima*  
*Ononis christii*  
*Spartocytisus filipes*  
*Spartocytisus supranubius*  
*Teline canariensis*  
(*Teline hillebrandii*)  
(*Teline linifolia*), (*Teline teneriffae*)  
*Teline stenopetala*  
*Teline stenopetala* var. *microphylla*  
*Teline stenopetala* var. *pauciovulata*  
*Teline stenopetala* var. *sericea*  
*Teline stenopetala* var. *spachiana*  
*Teline nervosa*  
*Teline osyrioides* ssp. *osyrioides*  
*Teline osyrioides* ssp. *sericea*  
*Teline salsoloides*  
*Teline rosmarinifolia*  
*Teline splendens*  
*Teline pallida*  
*Teline pallida* ssp. *gomeræ*  
*Teline pallida* ssp. *pallida*  
*Teline pallida* ssp. *silensis*



TABLA 2 (Continuación).

ESPECIE	ESTACIÓN	%											ppm				FUENTE	
		MS	FND	FAD	LAD	CAD	HEM	PB	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn		Zn
<i>Chamaecytisus calderae</i> <sup>4</sup>	Otoño		44.1	30.4	11.2			13.0										Méndez y Almeida, 1997
	Invierno		37.9	23.2	7.1			14.2										"
	Primavera		45.1	29.9	8.5			11.6										"
<i>Medicago arborea</i>	Otoño		47.7	28.8	10.8			14.0										"
	Primavera		47.7	32.4	10.8			13.0										"
	Verano		45.0	34.5	10.2			11.8										"
<i>Chamaecytisus palmensis</i> <sup>1</sup>	Primavera	33.3	46.7	33.9	7.9			19.8	0.79	0.22	0.38	0.32	1.16					Ventura, 1997
	Verano	37.5	40.0	32.5	10.4			14.7	0.89	0.20	0.53	0.36	2.37					"
	Otoño	28.0	40.7	30.7	8.0			22.0	0.13	0.29	0.33	0.29	2.70					"
	Invierno	33.5	47.9	23.8	4.6			13.1	0.12	0.20	0.58	0.35	2.90					"
	Media	33.1	43.8	30.2	7.7			17.4	0.10	0.23	0.46	0.33	2.28					"
<i>Chamaecytisus meridionalis</i> <sup>2</sup>	Primavera	33.3	48.9	35.1	9.8			16.3	0.46	0.22	0.20	0.23	1.05					"
	Verano	51.2	44.1	33.7	8.5			13.2	0.86	0.19	0.21	0.33	2.20					"
	Otoño	31.7	57.2	36.4	10.7			19.8	0.52	0.23	0.30	0.20	1.08					"
	Invierno	39.9	55.5	34.6	10.9			13.0	0.51	0.30	0.18	0.22	1.49					"
	Media	39.0	51.4	35.0	10.0			15.6	0.59	0.24	0.22	0.25	1.46					"
<i>Chamaecytisus canariae</i> <sup>5</sup>	Primavera	43.3	43.5	32.9	8.6			19.0	0.65	0.24	0.25	0.30	1.48					"
	Verano	59.9	44.2	32.0	6.5			13.4	0.36	0.24	0.23	0.50	1.35					"
	Otoño	42.8	38.8	27.0	6.0			18.7	0.72	0.23	0.29	0.33	1.58					"
	Invierno	37.9	53.8	32.9	5.4			15.2	0.48	0.29	0.18	0.38	1.80					"
	Media	46.0	45.1	31.2	6.6			16.6	0.55	0.25	0.24	0.37	1.55					"
<i>Adenocarpus foliolosus</i> <sup>6</sup>	Primavera	49.4	45.3	31.9	9.8			16.0	0.33	0.18	0.18	0.38	2.19					"
	Verano	54.4	48.5	32.7	8.0			13.6	0.40	0.13	0.22	0.35	1.06					"
	Invierno	43.8	41.9	25.6	8.3			18.2	0.23	0.23	0.13	0.29	1.39					"
	Media	49.2	45.2	30.0	8.7			15.9	0.32	0.18	0.18	0.34	1.55					"
<i>Asphalthium bituminosum</i> <sup>7</sup>	Primavera	31.1	38.0	25.6	5.2			19.8	1.13	0.26	0.22	0.25	2.66					"
	Verano	26.6	41.7	32.3	5.9			15.9	1.06	0.25	0.18	0.24	3.22					"
	Otoño	27.0	48.1	36.8	8.2			20.4	1.10	0.31	0.26	0.27	2.93					"
	Invierno	24.7	41.6	23.8	9.8			17.3	0.86	0.32	0.16	0.30	3.33					"
	Media	27.4	42.4	29.6	7.3			18.4	1.04	0.28	0.20	0.26	3.06					"



TABLA 2 (Continuación).

ESPECIE	ESTACIÓN	%											ppm				FUENTE	
		MS	FND	FAD	LAD	CAD	HEM	PB	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn		Zn
<i>Medicago arborea</i>	Invierno	28.0	35.6	23.0	9.1			21.1										González-Andrés y Ceresuela, 1998
	Primavera 1	30.2	34.3	20.2	8.8			21.4										"
	Primavera 2	27.7	39.8	23.8	7.0			21.3										"
	Verano	43.7	39.7	21.2	7.1			13.6										"
	Otoño	37.5	40.7	24.3	9.4			18.4										"
<i>Medicago strasseri</i>	Invierno	28.1	40.6	21.6	7.2			20.8										"
	Primavera 1	33.3	31.7	18.7	7.6			19.9										"
	Primavera 2	30.4	39.9	24.2	7.2			20.6										"
	Verano	44.3	42.6	24.1	7.8			13.9										"
	Otoño	38.2	40.3	23.9	8.4			17.9										"
<i>Medicago citrina</i>	Invierno	27.8	30.2	18.9	6.1			18.2										"
	Primavera 1	29.5	30.6	18.4	5.3			18.8										"
	Primavera 2	26.8	40.2	22.7	5.9			18.0										"
	Verano	37.5	33.3	16.7	5.3			14.7										"
	Otoño	33.1	33.8	18.1	10.7			18.2										"
<i>Cytisus arboreus</i>	Primavera 1	32.5	43.2	24.7	8.4			19.0										"
	Primavera 2	34.7	55.3	35.2	9.9			15.0										"
	Verano	56.1	72.4	52.1	14.3			10.8										"
	Otoño	53.2	65.3	44.2	12.3			11.1										"
<i>Chamaecytisus palmensis</i> <sup>1</sup>	Primavera							9.1	0.47	0.19	0.30	0.26	1.86	68		46	27	Almeida, 1995
	Verano							13.2	0.33	0.32	0.43	0.40	0.98	180		80	46	"
	Otoño							15.1	0.78	0.32	0.44	0.35	1.76	297		124	43	"
	Invierno							16.1	0.68	0.26	0.32	0.29	0.98	147		80	25	"
<i>Chamaecytisus calderae</i> <sup>4</sup>	Primavera							11.7	0.52	0.21	0.28	0.15	0.88	71		67	30	"
	Otoño							13.0	0.58	0.24	0.45	0.21	1.37	304		119	29	"
	Invierno							14.2	0.67	0.32	0.41	0.16	0.98	76		118	37	"
<i>Chamaecytisus meridionalis</i> <sup>2</sup>	Primavera							13.0	0.45	0.25	0.45	0.14	0.59	65		37	25	"
	Verano							12.1	0.42	0.18	0.42	0.16	0.98	208		42	22	"
	Otoño							15.1	0.63	0.20	0.63	0.15	0.98	83		30	13	"
	Invierno							13.7	0.51	0.23	0.51	0.14	0.78	83		41	18	"
<i>Chamaecytisus angustifolius</i> <sup>3</sup>	Primavera							10.2	0.42	0.38	0.26	0.24	0.78	106		63	42	"
	Verano							10.3	0.56	0.20	0.37	0.21	0.59	167		56	21	"
	Otoño							12.4	0.43	0.24	0.38	0.22	1.56	83		40	10	"
	Invierno							8.1	0.48	0.19	0.19	0.14	0.59	173		65	15	"

TABLA 2 (Continuación).

ESPECIE	ESTACIÓN	%											ppm				FUENTE	
		MS	FND	FAD	LAD	CAD	HEM	PB	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn		Zn
<i>Medicago arborea</i>	Primavera							13.1	0.74	0.22	0.16	0.20	1.47	59		11	19	Almeida, 1995
	Verano							11.8	0.92	0.18	0.18	0.26	1.37	100		11	5	
	Otoño							14.1	0.93	0.26	0.28	0.30	2.54	97		14	7	
<i>Chamaecytisus palmensis</i> <sup>1</sup>								15.0	0.49	0.25			1.30	72	5.4	70	36	Snook, 1996
								25.6	1.92	0.36			2.72	111	6.5	352	31	Snook, 1996
<i>Anagyris latifolia</i> <sup>8</sup>	Invierno	66.0	26.3	23.4	8.2	15.2	2.9	23.4	1.90	0.22	0.14	0.12	1.10	244	36	71	85	Barquín y China, 1995b
	Primavera	87.0	19.3	16.8			2.5	15.6	2.26	0.20	0.12	0.17	1.30	292	71	61	54	
<i>Spartocytisus filipes</i> <sup>9</sup>	Invierno	36.0	31.1	22.9	5.9	17.0	8.2	23.1	0.92	0.25	0.22	0.11	0.73	100	71	91	81	"
	Primavera	54.0	51.5	29.9			21.6	14.6	0.60	0.15	0.13	0.04	0.63	80	43	27	188	
<i>Cicer canariense</i> <sup>10</sup>	Invierno	45.0	67.2	33.8	5.2	28.3	33.4	8.3	1.50	0.10	0.16	0.04	1.20	640	50	76		"
<i>Teline canariensis</i> <sup>11</sup>	Vegetativo	91.3	52.3	40.4	7.16			11.2										Pérez de Paz <i>et al.</i> , 1986
	Flor-Fruto		50.0	37.2	5.95			12.8										
<i>Chamaecytisus proliferus</i> <sup>12</sup>	Vegetativo	92.3	40.7	33.0	7.20			14										"
	Flor-Fruto		35.7	26.2	4.62			13.7										
<i>Chamaecytisus proliferus</i> <sup>1</sup>	Vegetativo	90.4	37.5	26.9	6.36			19.3										"
	Flor-Fruto		43.0	28.7	6.25			16.7										
<i>Teline stenopetala</i> <sup>13</sup>	Vegetativo	91.3	36.4	27.7	5.44			17.3										"
	Flor-Fruto		47.9	34.7	6.24			13.5										
<i>Leucaena leucocephala</i>			40.7	12.1	6.80			19-24	2.3	0.19	0.9	0.03	0.15					Clavero, 1997
<i>Chamaecytisus meridionalis</i> <sup>2</sup>	Invierno	47.0	43.2	32.4	11.5	20.6	10.8	16.8	0.44	0.20	0.26	0.16	0.76	558	8	99	69	China <i>et al.</i> , 2000
	Verano	42.0	40.7	29.0	9.1	19.8	11.7	15.7	0.39	0.19	0.17	0.16	0.78	588	25	52		
<i>Chamaecytisus palmensis</i> <sup>1</sup>	Invierno	36.3	37.1	24.6	8.8	15.7	12.4	21.9	0.54	0.25	0.30	0.20	0.94	433	11	157	46	"
	Verano	34.6	40.9	27.7	9.9	17.2	13.2	19.7	0.45	0.23	0.21	0.20	1.00	421	26	120		
<i>Teline canariensis</i> <sup>11</sup>	Invierno	52.6	50.5	36.0	13.7	21.9	14.5	11.1	0.63	0.15	0.19	0.16	0.58	654	8	126	31	"
	Verano	45.0	43.3	31.5	13.8	17.6	11.8	11.3	0.85	0.16	0.27	0.16	0.64	574	28	91		
<i>Teline sericea</i> <sup>14</sup>	Invierno	49.3	60.7	47.9	19.5	28.3	12.8	9.7	0.29	0.19	0.12	0.20	0.68	338	8	44	19	"
	Verano	42.2	57.8	46.5	12.9	33.5	11.3	10.8	0.26	0.17	0.16	0.18	0.82	331	25	46		
<i>Spartocytisus filipes</i> <sup>9</sup>	Invierno	51.9	55.6	32.6	11.0	21.3	22.9	11.4	0.18	0.27	0.08	0.16	0.72	128	11	48	26	"
	Verano	48.4	58.9	38.4	15.3	22.9	20.5	11.5	0.22	0.23	0.10	0.18	0.80	243	28	50		
<i>Anagyris latifolia</i> <sup>8</sup>	Invierno	26.2	42.1	29.6	8.7	20.8	12.5	18.4	0.65	0.18	0.11	0.18	1.22	105	11	51	34	"
	Verano	40.3	36.6	24.8	8.9	15.6	11.8	15.5	1.27	0.15	0.14	0.22	1.16	678	33	90	29	

Especies arbustivas y subarbustivas endémicas de Canarias mencionadas en la Tabla 2, con su denominación completa.

- (1) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *proliferus* var. *palmensis* (Christ) A. Hansen & Sunding (Tagasaste).
- (2) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *meridionalis* Acebes (Escobón del Sur de G. Canaria).
- (3) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *angustifolius* (Kuntze) Kunkel (Escobón típico).
- (4) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *proliferus* var. *calderae* Acebes (Tagasaste blanco).
- (5) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *proliferus* var. *canariae* (Christ) Kunkel (Escobón blanco del Norte de Gran Canaria).
- (6) *Adenocarpus foliolosus* (Ait.) DC. (Codeso).
- (7) *Aspalathium bituminosum* (L.) Fourr. (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. (Tedera).
- (8) *Anagyris latifolia* Brouss. ex Willd. (Oro de risco).
- (9) *Spartocytisus filipes* Webb et Berthel.
- (10) *Cicer canariensis* Santos et Lewis (Garbancera).
- (11) *Teline canariensis* (L.) Webb et Berthel. (Retamón).
- (12) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *proliferus* (Escobón de monte de Tenerife).
- (13) *Teline stenopetala* (Webb et Berthel.) Webb et Berthel. var. *stenopetala*. Phyt. Can. (Gacia).
- (14) *Teline osyrioides* (Svent.) Gibbs et Dingw. ssp. *sericea* (Kuntze) M. del Arco.
- (15) *Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *proliferus* var. *hierrensis*

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.1. MATERIAL VEGETAL.

#### 2.1.1. Descripción de las poblaciones naturales.

Las poblaciones naturales incluidas en el estudio corresponden a una serie de localidades seleccionadas dentro del área de la isla de Tenerife (Figura 1), a modo de bancos de experimentos que cumplen con los siguientes requisitos: a) Ser representativos de las comunidades vegetales, no estar hibridados y presentar un estado de madurez o cercano a esta. b) Estar localizados dentro de un radio pequeño que posibilite un seguimiento adecuado.

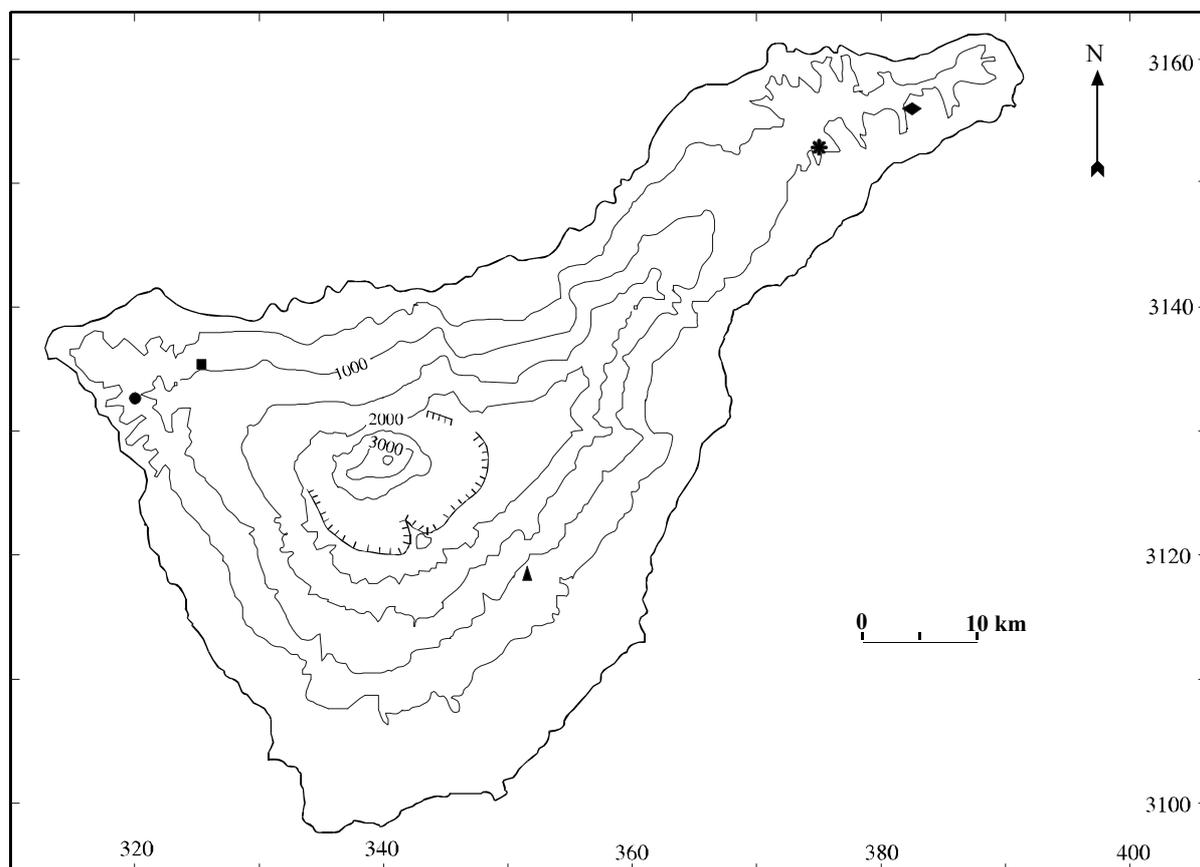
Con el fin de distinguir el tipo de vegetación de cada población, se realizó la consulta del Mapa de la Serie de Vegetación de España (Rivas Martínez, 1987). Mediante el estudio de los distintos mapas 1:200.000 de que consta dicha obra, de la memoria y de los inventarios efectuados se trató de determinar las series de vegetación de las localidades en que habitan las cuatro especies, objeto de estudio.

*Chamaecytisus palmensis* (tagasaste). Población ubicada en Ruigómez en el km 75 de la carretera C820 (Municipio de El Tanque) a una altitud de 950 msm con orientación Noroeste, arbustos con troncos de 1.6 m de altura. Serie del viñátigo (*Persea indica*) definida por Rivas Martínez *et al.*, 1993. Con precipitaciones entre 500 y 700 mm anuales según el Mapa Hidrológico de Canarias (León *et al.*, 1987). Las propiedades físico químicas del suelo se presentan en la Tabla 8.

La población estudiada está situada cerca de la carretera y de un bosque de fayal-brezal. Formada por unos 1000 ejemplares que presentan troncos robustos y que están siendo sometidos a explotación para la alimentación de ganado (bovino, caprino, equino, conejos). Los arbustos están plantados en los bordes de las fincas que están dedicadas al cultivo de papas andinas.

Las especies acompañantes son: *Myrica faya*, *Erica arborea*, *Foeniculum vulgare*, *Adenocarpus foliolosus*, *Lathyrus sp.* y *Trifolium sp.* pl.

*Teline canariensis* (retamón). Población situada en la carretera de Anaga, en el km 7 de la TF-112 (Municipio de S/C Tenerife) entre 300-400 msm y con orientación Sureste. Arbustos de 1.2 a 2 m de altura. Pertenece a la serie del viñátigo (*Persea indica*) según Rivas Martínez *et al.*, 1993 con influencia de los alisios. Con precipitaciones inferiores a 250 mm anuales según el Mapa Hidrológico de Canarias (León *et al.*, 1987). El suelo presenta una pendiente del 20% y las características físico-químicas se aprecian en la Tabla 8.



**Figura 1.** Distribución de los arbustos estudiados en la isla de Tenerife.

- *Chamaecytisus palmensis*. Ruigómez.
- ◆ *Teline canariensis*. Anaga.
- ▲ *Teline osyrioides sericea*. El Bueno.
- *Teline osyrioides osyrioides*. El Roque de los Carrizales.
- \* Finca experimental "Tahonilla Baja". La Laguna, CSCCAA (ULL).

La población estudiada tiene unos 200 ejemplares adultos, todos de difícil acceso y sometida a un intenso pastoreo. El material vegetal recolectado para los estudios bromatológicos se tomó en el interior de las *opuntias* y plantas de difícil acceso. En las proximidades hay huertos de calabazas y papas andinas.

Las especies acompañantes son: *Rumex lunaria* (arbusto endémico), *Opuntia* sp., *Hypericum reflexum*, *Erica arborea*, *Myrica faya* y *Asphalthium bituminosum*.

*Teline osyrioides sericea*. Población situada en el Barranco de El Bueno (Municipio de Arico) a 750 msm, con orientación Sureste "bandas del sur". Arbustos de 2 m con aspecto escopario. Corresponde a la serie de la sabina canaria (*Mayteno-Junipero canariensis*) según Rivas Martínez *et al.*, 1993, originariamente un bosque de pinos canarios. Con precipitaciones de menos de 250 mm anuales según el Mapa Hidrológico de Canarias (León *et al.*, 1987). El suelo muestra pendientes del 20% y las propiedades fisico-químicas se pueden ver en la Tabla 8.

Esta especie está recogida en el "Libro rojo de especies vegetales amenazadas de las Islas Canarias" (Gómez Campo *et al.*, 1996). La población de arbustos estudiada está formada por unos 275 ejemplares adultos de los cuales el 57% son inaccesibles (cornisas de barrancos). La zona actualmente no está sometida a pastoreo. En septiembre de 1999 se observó que se habían comido algunos roedores la corteza del tronco de unos 15 arbustos.

Las especies acompañantes son: *Cistus monspeliensis*, *Cistus symphytifolius*, *Salvia* sp., *Satureja* sp., *Urginea maritima*, *Chamaecytisus proliferus* ssp. *proliferus* (escobón) y *Pinus canariensis*.

*Teline osyrioides osyrioides*. Población situada cerca de El Roque de los Carrizales (Municipio de Buenavista) a una altitud de 700 msm, con orientación Noroeste. Plantas de hasta 1.5 m de altura con aspecto arbustivo. Serie de la sabina canaria según (Rivas Martínez *et al.*, 1993) pero con microclima más húmedo con influencia de los alisios. Con precipitaciones inferiores 250 mm según el Mapa Hidrológico de Canarias (León *et al.*, 1987). El suelo tiene una inclinación del 10% y las características fisico-químicas se presentan en la Tabla 8. En la identificación de micorrizas en esta zona (Barquín y Chinaa, 1991) realizada en la Meseta de Teno (borde NW, a 520 msm) se encontraron esporocarpos de *Sclerocystis*, esporas de cf. *Gigaspora* y clamidosporas de *Glomus* (Pablo Vinuesa det.).

Esta especie está recogida en el "Libro rojo de especies vegetales amenazadas de las Islas Canarias" (Gómez Campo *et al.*, 1996). La población de arbustos utilizada para el presente estudio está formada por unos 100 individuos de los cuales a la mitad no se puede acceder por estar situados en laderas de alta pendiente. Sin pastoreo reciente.

Las especies acompañantes son: frutales abandonados (almendreros, nispereros, vides e higueras), *Chamaecytisus proliferus* ssp. *proliferus* var. *palmensis* (tagasaste) arbusto endémico, *Retama monosperma*, *Cistus monspeliensis*, *Euphorbia atropurpurea* (arbusto endémico), *Hypericum reflexum*, *Opuntia* sp., *Lavandula* sp., *Urginea maritima*, *Echium aculeatum* (arbustos) y *Foeniculum vulgare*.

### 2.1.2. Descripción de los arbustos.

Se hace en base a observaciones visuales, y toma de medidas realizadas (28.02.01) en los arbustos de la parcela experimental (28 meses edad), no segados ni fertilizados (Figura 2).

*Chamaecytisus palmensis*. Varas bajas de ramificación muy baja, incluso basal cargadas de brotes de 10 a 17 cm, con flores blancas en posición apical y subapical o basal. Presenta brotes contraídos. Coinciden el crecimiento vegetativo y la floración (con frutos de 6 cm). En febrero se cubre de hojas y flores que congestionan las varas principales. En la temporada óptima el arbusto esta forrado. Ramas péndulas. Grosor de las varas: 0.8 a 1.7 cm (ver Tabla 3).

*Teline canariensis*. Arbusto compacto, aspecto poco escopario, provisto de hojas, flores en posición apical, en forma de espigas congestas. Flores amarillas, aromáticas. Ramas visibles, peladas hasta casi el ápice. Grosor de las varas: 0.9 a 1.6 cm (Tabla 3) .

*Teline osyrioides sericea*. Aspecto marcadamente escopario con ramillas basales densas, que cubren toda la planta desde la base, muchos brotes, hojas poco aparentes. Hojas casi en su totalidad monofoliadas (Figura 3). Las otras dos especies de *Teline* mantienen hojas trifoliadas durante largas temporadas. Flores amarillas en espigas de posición apical. Grosor de las varas: 0.9 a 1.3 cm (ver Tabla 3).

*Teline osyrioides osyrioides*. Aspecto escopario, ramificadas con ramillas desde la base. Tiene hojas pequeñas mono y trifoliadas que se mantienen en la planta (Figura 3). Las hojas monofoliadas se presentan principalmente en las partes superiores; de forma semejante a los folíolos de las hojas trifolioladas, de 4.5-15 mm de largo por 1-5 mm de ancho y pecíolo de 0.5-5 mm de largo. Flores amarillas, en posición apical en racimos. Grosor de las varas 0.8 a 1.2 cm (Tabla 3).

Tabla 3. Características de los arbustos de la parcela experimental a los 28 meses de edad (n=24).

cm	<i>Ch. palmensis</i>	<i>T. canariensis</i>	<i>T. o. sericea</i>	<i>T. o. osyrioides</i>
Altura máxima	274	154	163.5	108.5
Diámetro tronco	7.4	5.2	4.35	4.15
Diámetro copa	93	96	75	72.5

### 2.1.3. Obtención de plantas vivas como material de base.

Las semillas originales, de las cuales se sigue conservando muestras tratadas con pirimiphos-methy (Actellic oil), se pusieron a germinar obteniéndose plántulas que se cultivaron en el vivero y cuando alcanzaron un desarrollo adecuado se transplantaron a la parcela experimental. Sobre el material vegetal que se obtuvo se hicieron los estudios de la evaluación agronómica, bromatológica y de la conservación de suelo.

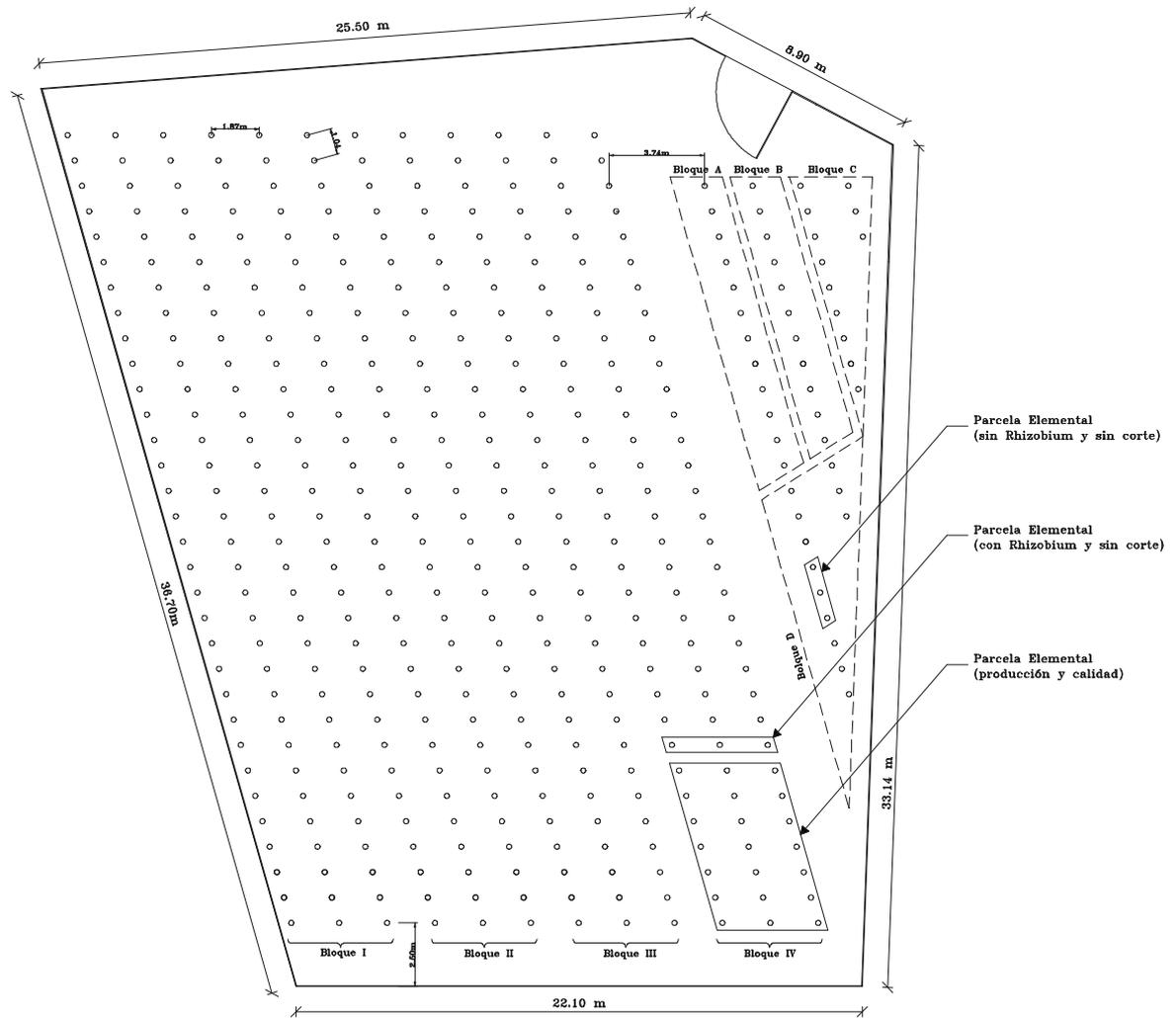


Figura 2. Diseño agronómico de la parcela experimental “Tahonilla Baja”



Figura 3. Ápice de las especies estudiadas

### 2.1.3.1. Recolección y manejo de las semillas.

El material vegetal estudiado en la presente tesis procede de semillas recolectadas en poblaciones naturales localizadas en la isla de Tenerife (Figura 1). En la época de fructificación se tomaron los frutos de al menos quince plantas, se dejaron secar en bandejas para luego separar y limpiar las semillas viables. El color de la testa se basa en la tabla de colores Munsell para suelos (Munsell Soil Color Charts, 1998).

*Chamaecytisus palmensis*. Ruigómez C820 km 75 (Municipio de El Tanque) 950 msm, 15.07.98, recolectaron: E. Barquín y E. China. Población explotada que estaba en los bordes de las huertas. El peso de 100 semillas es 2.68 g. Color de la testa 7.5 R 2.5/1

*Teline canariensis*. Monte Aguirre, Casa Forestal (Municipio de La Laguna) 750 msm, 1.07.98, recolectaron: E. Barquín, A. Ahijado y E. China. El peso de 100 semillas es 0.61 g. Color de la testa: 7.5R 2.5/2.

*Teline osyrioides sericea*. Barranco El Bueno (Municipio de Arico) 750 msm, 5.7.98, recolectaron: R. Mesa, E. Barquín y E. China. El peso de 100 semillas es 0.56g. Color de la testa: 10R 2.5/2.

*Teline osyrioides osyrioides*. Dos localidades (Municipio de Buenavista): Masca, ladera junto el pueblo, 20.07.87; recolectaron: M. Del Arco y J. R. Acebes y El Roque de los Carrizales (700 msm), 15.07.98; recolectaron: R. Mesa, E. Barquín y E. China. El peso de 100 semillas de la última toma es 0.88 g. Color de la testa: 10R 2.5/1.

#### 2.1.3.1.1. Germinación.

El ensayo de germinación permite conocer el número máximo de semillas que están en condiciones de producir plantas viables. Además la elección de los métodos más adecuados para la propagación de una especie es básico para introducirla en cualquier ecosistema. Es por tanto uno de los aspectos primordiales a tratar en el estudio de *evaluación agronómica*.

Sustrato y maceta. Las bandejas fueron del tipo contenedor recuperable en bloque (marca Forest-Pot) de 50 x 42.8 cm, con 38 alvéolos (macetas) de forma piramidal de 5.5 x 4.5 cm de base y 19 cm de largo con una capacidad de 400 ml. Estas macetas tienen estrías en su interior que impiden el enrollamiento de las raíces. Las macetas tienen además en su extremo inferior aberturas laterales, este diseño permite un pre-repicado lento de las raíces al paso por esta zona, que se debilitan al contacto con el aire e imposibilitan que las raíces vuelvan hacia arriba, antes del repicado definitivo. Al haberse utilizado las macetas con anterioridad se procedió al lavado con agua y detergente y después de secarse se desinfectaron con una solución de formaldehído al 20%.

El sustrato empleado fue una mezcla de turba, picón y suelo arcilloso, en la proporción 4:3:2. El suelo provenía de horizontes profundos. El picón es un material volcánico fragmentado de composición basáltica, que se tamizó a 3 mm. La turba y el suelo

fueron tamizados a 10 mm para eliminar los grumos. Una vez llenas las macetas se regaron diariamente durante una semana antes de las siembra. Las características físico-químicas del sustrato figuran en la Tabla 8.

#### 2.1.3.1.2. Inoculación con rizobios.

Para el estudio del efecto de la aplicación de rizobios en el desarrollo y producción de las leguminosas arbustivas cultivadas, se sembraron en el invernadero dos grupos de macetas. En un grupo de macetas se pusieron las semillas germinadas y sin rizobios y en el otro las portadoras de rizobios. Antes de plantar cada semilla en la maceta se humedeció el sustrato y se abrió un hoyo de un cm donde se colocaron las semillas. Las dosis de riego fueron semejantes

El inoculante utilizado fue proporcionado por la Dra. León Barrios del Dpto. de Microbiología y Biología Celular (Facultad de Biología) de la Universidad de La Laguna, que obtuvo los primeros aislados de rizobiáceas realizados en Canarias (León-Barrios *et al.*, 1991). Durante el mes que duró la inoculación (octubre 1998), se recogían cada dos días en el laboratorio de Microbiología unos 100 ml de una suspensión densa de un cultivo de *Bradyrhizobium BTA-1* (León Barrios *et al.*, 1991) que se conservó en la nevera. Cada semilla se inoculó añadiendo un ml de la suspensión con una pipeta graduada, en el instante de su plantación.

#### 2.1.3.1.3. Transplante y cultivo en invernadero.

Cuando cada semilla hubo emitido una radícula de 2-3 mm se transplantó a una maceta individual en el invernadero. La irrigación (pH= 8.3; CE= 0.43 dS/m) de las macetas fue individual mediante manguera con difusor. La dosis de riego fue la necesaria para mantener la superficie saturada. Las plantas estuvieron en el invernadero desde octubre de 1998 hasta el 30.01.99 (11 semanas). Durante este tiempo se colocó un termohidrógrafo (marca DR. Friedrichs 9700) para el registro de las temperaturas y humedad (ver Anejo 1). La temperatura media fue de 22° C y la humedad relativa fue de 60%.

El 30.11.98, al observar un ataque de ácaros (*Tetranychus telarius*), se dio un único tratamiento a todas las plantas con el producto comercial Mictac-Top cuyo principio activo es Amitraz 20%. El 30.01.99 las macetas con las plantas se sacaron al exterior del invernadero donde estuvieron 18 días para que se endurecieran y adaptaran.

#### 2.1.3.2. Descripción de la parcela experimental.

El presente ensayo se realizó en una parcela de 1000 m<sup>2</sup> situada en el norte de la isla de Tenerife en el termino municipal de La Laguna, a unos 550 msm, en la finca "Tahonilla Baja" del Centro Superior de Ciencias Agrarias (Universidad de La Laguna). El régimen térmico de la zona presenta una media de temperaturas entre las máximas de 27° C y media

de las mínimas de 8° C; una humedad relativa media de 72% con máximas de 100 y mínimas de 45% y precipitaciones medias anuales de 580 mm de octubre a abril (Barquín y China, 1995b).

Desde 1994 la finca esta dedicada a la investigación de leguminosas arbustivas forrajeras (Barquín y China, 1995b; China *et al.*, 1998; China *et al.*, 2000). Durante este tiempo no se ha realizado ninguna fertilización. El análisis fisico-químico del suelo de la parcela antes del trasplante se presenta en la Tabla 8.

#### 2.1.3.2.1. Diseño agronómico.

El diseño agronómico de la plantación se presenta en la Figura 2. El diseño estadístico fue el de "bloques al azar" con cuatro repeticiones para cada especie estudiada. La distancia entre líneas fue de 1.87 m y la separación entre plantas dentro de cada línea de 1.04 m.

Se establecieron dos tipos de tratamientos estadísticos:

Para el estudio del efecto de las alturas de siega en la producción y calidad del forraje, cada parcela elemental está constituida por 21 plantas distribuidas en tres líneas de 7 plantas. A cada línea elegida al azar se aplicó una altura de corte distinta: 30, 50, y 70 cm, como puede verse en la Figura 2.

Cada parcela elemental para el estudio del efecto de la aplicación de rizobios en el desarrollo y la producción, esta formada por tres plantas. Los arbustos de estas parcelas elementales tratados con rizobios fueron utilizados para los estudios de la evolución de la composición químico-bromatológica con la edad de la planta.

#### 2.1.3.2.2. Transplante y cultivo.

Durante el mes de febrero de 1999 se procedió a la preparación del terreno pasando un tractor con fresadora. El transplante a la parcela experimental fue el 18.2.99.

A pesar de que la finca estaba vallada a un metro de altura, se le puso a cada planta un protector de 50 cm de alto, hecho de tela metálica para evitar el ataque de los conejos. La eliminación de las malas hierbas se llevó a cabo mediante la aplicación del herbicida de contacto Finale, de materia activa Glufosianato de amonio. También se utilizó una segadora de látigo y arranque manual cuando fue posible.

Al terminar el transplante se dio un riego con manguera a cada planta. Inmediatamente se colocó un sistema de riego localizado (reutilizado) para el riego en franja húmeda en lugar de gotero por planta. Se aplicaron un total de 91 horas de riego durante 113 días, la dosis de riego fue de 4.8 l/m<sup>2</sup>-día, durante cuatro meses desde el 25.2.99 al 17.6.99, día en que se procedió a levantar el riego y no se volvió a regar la parcela.

A principio del mes de mayo de 1999 se empezó a observar una clorosis férrica que no afectó por igual a todas las especies, sólo a *Teline osyrioides osyrioides*. Para corregirlo, a finales de mayo, se dio a todas las plantas una única aplicación: 1 g/planta de Sequestrene 138 Fe G100 (6% de hierro quelato) y 1 g/planta de Hortrilon en forma de quelatos (2.5% Cu, 5% Fe, 2.5% Mn, 0.5% Mo, 0.5% Zn y 3% Mg). También se disminuyó la dosis de riego y se distanciaron. El 2.09.99 se observó que la clorosis desapareció y no murió ninguna planta de las ya clóroticas.

## 2.2. EVALUACIÓN AGRONÓMICA.

### 2.2.1. Métodos de germinación.

En el manejo de semillas para la producción de planta en vivero, o la repoblación forestal por siembra directa, interesa que la germinación, independiente de su potencia germinativa, se produzca de forma rápida y lo más homogénea posible, por lo que es necesario aplicar tratamientos que estimulen la germinación o que traten de superar el letargo o el estado durmiente de la semillas. En el presente estudio se han ensayado diferentes métodos para mejorar la germinación de semillas de leguminosas arbustivas.

#### 2.2.1.1. Ensayos generales.

Las semillas se lavaron con detergente (Trixton x100) y se eliminaron las que flotaban. Luego se pusieron a germinar en cajas especiales formadas por una bandeja de plástico blanco de 17x12x3.5 cm con tapa para evitar la desecación. El substrato fue picón (material volcánico fragmentario de composición basáltica) esterilizado a 150° C durante 12 horas. Las semillas se colocaron en la superficie de modo que fuera fácil ver su germinación. Cuando la radícula alcanzó una longitud de 2-3 mm se consideró germinada la semilla.

Las bandejas se regaron con una disolución de fungicida de 1ml/l de Tachigaren (materia activa Himexazol) tratando de mantener una humedad constante próxima a la capacidad de campo. Cada tratamiento fue repetido en cuatro bandejas y en cada una de ellas se emplearon 25 semillas. Después de la siembra, las bandejas fueron colocadas en la cámara de germinación a temperatura constante de 16° C con 16 horas de luz y 8 de oscuridad.

#### 2.2.1.2. Diseño.

Se estudió la germinación en semillas tratadas con arilo y sin arilo en la siguientes condiciones: a) no tratadas; b) escarificación en agua a 80° C; c) escarificación en agua hirviendo; d) escarificación en ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 96%).

La eliminación del arilo se llevó a cabo semilla por semilla con la ayuda de un bisturí procurando no dañar la cubierta seminal.

La escarificación con agua a 80° C se realizó colocando en el agua a esa temperatura las semillas desariladas y con arilo, por separado, hasta que el agua se enfrió y luego se pusieron en la cámara de germinación.

En la escarificación en agua hirviendo, se sumergieron las semillas desariladas y con arilo durante 50 segundos a esa temperatura, luego se lavaron con agua del grifo antes de introducir las en cámara de germinación.

Por último se estudió la escarificación en ácido sulfúrico durante tres tiempos diferentes: 30, 35 y 40 minutos. Después se procedió a la desinfección de las semillas, sumergiéndolas primeramente en etanol al 70% durante 30 minutos, posteriormente en una disolución de lejía comercial (Hipoclorito sódico al 50%) al 2% durante 15 minutos; finalmente se lavaron con agua destilada y se pasaron a la cámara de germinación.

### 2.2.1.3. Medida y análisis de los resultados.

Durante los días siguientes a la siembra se efectuaron conteos periódicos para establecer el número de semillas germinadas. Para medir la germinación se estableció el porcentaje de germinación: número de semillas germinadas a los  $i$  días de haber efectuado la siembra, en relación al total de semillas sembradas.

$$G_i = (n_i/N) \times 100$$

$G_i$  = porcentaje de germinación en el día  $i$ .

$n_i$  = número de semillas germinadas en el día  $i$ .

$N$  = número total de semillas sembradas.

Representando gráficamente el porcentaje de germinación con relación al tiempo transcurrido desde la siembra se construyen las curvas de germinación.

Con el fin de que los datos cumplieran las hipótesis previas precisas para realizar el análisis de varianza, este análisis se realizó con los datos transformados previamente mediante la transformación angular siguiente:

$$Y = \arcsen (x/100)^{0.5}$$

$Y$  = porcentaje de germinación transformado.

$x$  = porcentaje de germinación.

#### 2.2.1.4. Análisis estadísticos.

Dentro de cada uno de los ensayos realizados, las diferencias entre los porcentajes transformados para cada uno de los tratamientos se analizaron mediante un Análisis de Varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). El estudio estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS 10.00 (Statistical Package for the Social Sciencies) para Windows 98.

#### 2.2.2. Efecto del rizobio.

La simbiosis entre los rizobios y las leguminosas se ha convertido en el paradigma de las interacciones entre microorganismos y las plantas, ya que interviene en la mayor parte de la síntesis del nitrógeno atmosférico y es realizada principalmente por el género rizobios. En el presente trabajo se estudia el efecto de la aplicación de rizobios en la morfología, supervivencia y producción en las cuatro leguminosas arbustivas ya aludidas.

##### 2.2.2.1. Características morfológicas y supervivencia.

Las determinaciones de la altura máxima, diámetros máximos de la copa y del tronco, así como el porcentaje de supervivencia se efectuaron al final de cada estación, realizando un total de siete muestreos entre los años 1999 y 2000. El primero (primavera/1999) se realizó el 2 de junio y sólo se efectuó a *Chamaecytisus palmensis* al haber alcanzado la altura adecuada de unos 110 cm; el segundo (Verano/1999) se realizó el 21 de septiembre; el tercero (Otoño/1999) se llevó a cabo el 21 de diciembre; el cuarto (Invierno/2000) el 13 de marzo; el quinto (Primavera/2000) el 4 de julio; el sexto (Verano/2000) se llevó a cabo el 7 de septiembre; el séptimo muestreo (Otoño/2000) se efectuó el 14 de diciembre.

Para cada una de las especies se midieron las alturas, diámetros del porte y del tronco de los tres arbustos de cada parcela elemental (con rizobios y sin corte) de los Bloques I, II, III y IV y la parcela elemental (sin rizobios y sin corte) de los Bloques A, B, C y D (ver Figura 2).

##### 2.2.2.2. Materia seca de la parte área.

La determinación de la producción de materia seca de la parte aérea de los arbustos (sin rizobios y con rizobios) se llevó a cabo al final del experimento, es decir en Otoño de 2000. Con objeto de evitar destruir la parcela -donde se puedan realizar estudios en el futuro- solo se muestreó un arbusto por cada parcela elemental. La elección del arbusto, a cortar a ras del suelo, se hizo eligiendo un individuo de tipo medio.

A los arbustos talados se les separó la fracción ramoneable, compuesta por hojas, brotes y ramas, de la fracción no ramoneable, compuesta por los tallos lignificados y

troncos. La fracción no ramoneable fue troceada en una picadora eléctrica de 18 KW (Vandaele modelo Jense AO) diseñada para trocear resto de podas y ramas. Se pesaron en fresco las dos fracciones separadas y fue introducido en la estufa un kg de muestra cada especie y de cada parcela elemental a una temperatura de 105° C durante 24 horas. Transcurridas las cuales se sacaron, procediendo a su pesada, lo que permitió calcular la producción de la fracción ramoneable vs fracción no ramoneable.

### 2.2.3. Efecto del corte.

En Canarias las leguminosas arbustivas de interés, se aprovechan a través de la poda, rara vez se pastorean por los daños que pueden causar los animales en la corteza. En el presente estudio se observan los efectos de la siega sobre la morfología, supervivencia y producción de materia seca.

#### 2.2.3.1. Características morfológicas y supervivencia.

Las mediciones de altura máxima, diámetros máximos de la copa y tronco y también el porcentaje de supervivencia, se evaluaron al final de cada estación mediante un total de siete muestreos entre los años 1999 y 2000. El primero (Primavera/1999), hecho el 2 de junio sólo se efectuó sobre *Chamaecytisus palmensis* al haber alcanzado la altura adecuada; el segundo (Verano/1999) se realizó el 21 de septiembre; el tercero (Otoño/1999) se efectuó el 21 de diciembre; el cuarto (Invierno/2000) el 13 de marzo; el quinto (Primavera/2000) el 4 de julio; el sexto (Verano/2000) se llevó a cabo el 7 de septiembre; el séptimo muestreo (Otoño/2000) se efectuó el 14 de diciembre.

Antes de cada siega se midieron las alturas, diámetros del vuelo y del tronco en cada una de las parcelas elementales dedicadas al estudio de la calidad y producción de los arbustos a diferentes alturas de corte (30, 50 y 70 cm), (Figura 2).

#### 2.2.3.2. Producción de biomasa.

De cada una de las especies se pesaron las producciones totales según la altura de siega (30, 50 y 70 cm) correspondientes a las cuatro parcelas elementales destinadas al estudio de la producción y calidad (Figura 2).

Se pesó en fresco el material vegetal resultante de las siegas sucesivas de todos los arbustos de cada parcela elemental para así obtener la producción en función de la altura y de la época la siega. De cada parcela elemental se tomaron unos 2000 g para separar y pesar la fracción ramoneable vs no ramoneable. De la fracción ramoneable (brotes, hojas, inflorescencias, legumbres y ramas de diámetro menor igual a 5- 6 mm) se tomaron 500 g y se secaron, lo que permitió determinar la producción de materia seca de la fracción ramoneable para cada altura de siega (Figura 3).

#### **2.2.4. Análisis estadísticos de los resultados.**

Los datos obtenidos para las distintas especies por efecto del rizobios, se analizaron por la distribución T de Student (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). El efecto del corte mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). El estudio estadístico se realizó con el programa SPSS 10.00 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 98.

### **2.3. TOMA Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO.**

#### **2.3.1. Época y métodos de muestreos.**

Para realizar los estudios de la variación de la composición química del forraje, se tomaron muestras en las poblaciones naturales y en la parcela experimental. En esta última también se tomaron para estudiar la evolución de la composición química con la edad de los arbustos. A continuación se exponen la metodología, época de muestreo, recogida de material y preparación de las muestras para el análisis.

##### **2.3.1.1. Poblaciones naturales.**

Se realizaron un total de ocho muestreos entre los años 1999 y 2000. El primero (Invierno/1999) se efectuó entre el 6 y el 13 marzo; el segundo (Primavera/1999) se llevó a cabo entre el 8 y el 13 de junio; el tercero (Verano/1999) se efectuó entre el 6 y el 12 de septiembre; el cuarto (Otoño/1999) se realizó entre el 6 y el 8 de diciembre. El quinto muestreo (Invierno/2000) se realizó entre el 2 y el 7 de marzo; el sexto (Primavera/2000) tuvo lugar entre el 8 de julio; el séptimo (Verano/2000) se efectuó el 2 de septiembre; el octavo (Otoño/2000) se llevó a cabo entre el 6 y el 8 de diciembre.

De cada especie de la población natural se tomaron tres muestras entre 20 arbustos seleccionados al azar. Con las tres muestras se puede efectuar el estudio estadístico con garantía y al mismo tiempo maximizar el rendimiento de los equipos de análisis.

El muestreo se realizó cortando unos 500 g de material vegetal fresco y ramoneable. Se ha considerado material ramoneable la fracción compuesta por los brotes, hojas, inflorescencias, legumbres (cuando las hubo) y tallos de diámetro menor o igual a 5-6 mm. Después del corte, el material vegetal, se introdujo en bolsas de polietileno, que se cerraban herméticamente hasta su traslado al laboratorio.

### 2.3.1.2. Parcela experimental.

En la parcela se realizaron dos tipos de toma de muestra. En los arbustos segados se estudio la producción y calidad nutritiva del forraje en cada una de las estaciones, mientras que en los arbustos no segados se estudia la evolución de la composición bromatológica con la edad y las estaciones.

#### 2.3.1.2.1. Sistema de corte.

Se efectuaron un total de siete muestreos entre los años 1999 y 2000, realizando cortes sucesivos sobre las mismas plantas, según se indica a continuación.

En cada parcela elemental para el estudio de la producción y calidad (ver Figura 2), se establecieron tres alturas de corte (30, 50, y 70 cm) y se eligieron líneas al azar de siete arbustos para cada altura de siega.

El primer corte (Primavera/1999), el 2 de junio, sólo se efectuó sobre *Chamaecytisus palmensis* al haber alcanzado la altura adecuada de unos 110 cm. Poda de formación: se limpió el tronco a 5 cm del suelo de las ramas laterales. A partir de los 5 cm se cortaron las ramas a sus alturas respectivas. El segundo corte (Verano/1999), se realizó el 21 de septiembre. La poda de formación se pudo realizar en las cuatro especies, repitiendo la metodología de *Chamaecytisus palmensis* en Primavera/1999. El tercer corte (Otoño/1999) se efectuó el 21 de diciembre. En la poda de formación se limpió el tronco a unos 20 cm del suelo, procurando dejar solo de una a tres ramas por arbustos. A partir de los primeros 20 cm del tronco se efectuó la siega en altura. El cuarto corte (Invierno/2000) el 13 de marzo. Se incrementó a 20 cm más el tronco limpio, con lo cual se alcanzó una media de 45 cm de tronco limpio (5 cm en Primavera/1999 y Verano/1999, más 20 cm en Otoño/1999). Luego se segaron las ramas a las alturas respectivas. Se quitaron las ramas defectuosas siempre procurando que cada arbusto tuviera de una a tres ramas. El quinto corte (Primavera/2000) se realizó el 4 de julio. Se cortan las ramillas que hubieran crecido en los 45 cm de tronco limpio en el Invierno/2000, y se segaron las ramas a las alturas de 30, 50, 70 cm. El sexto corte (Verano/2000) se llevó a cabo el 7 de septiembre. Durante la siega se limpió el tronco y se segaron las ramas al igual que en la estación anterior (Primavera/2000). El séptimo muestreo (Otoño/2000) se efectuó el 14 de diciembre. En la siega se repitió el sistema de las dos últimas estaciones (Primavera/2000 y Verano/2000).

Se consideró adecuada la altura de 45 cm de tronco limpio, para realizar labores de deshierbe, tanto con herbicida de contacto, así como para poder pasar el motocultor con la fresadora, sin dañar los arbustos y a la vez evitar que las ramas péndulas del tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) tengan contacto con el suelo.

Para cada una de las especies se tomaron cuatro muestras de las cuatros parcelas elementales destinadas al estudio de la producción y calidad (ver Figura 2).

Del material vegetal resultante de la siegas de todos los arbustos de cada parcela elemental, se pesaron unos 500 g de la fracción ramoneable (brotes, hojas, inflorescencias,

legumbres y ramas de diámetro menor o igual a 5- 6 mm) que se pasaron a bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

#### **2.3.1.2.2. Crecimiento primario.**

Para el estudio del crecimiento primario, o evolución con la edad de la planta se tomaron un total de cinco muestras (entre 1999 y 2000) de las cuales las cuatro últimas fueron de todas las especies. La primera (Primavera/1999) se efectuó solo en *Chamaecytisus palmensis* pues estos arbustos habían alcanzado la altura adecuada; la segunda (Verano/1999) se llevó a cabo el 21 de septiembre; la tercera (Primavera/2000) se realizó el 13 de abril; la cuarta (Verano/2000) el 7 de septiembre; la quinta (Otoño/2000) se efectuó el 12 de diciembre.

Para cada una de las especies se tomaron cuatro muestras correspondientes a las cuatro parcelas elementales de los arbustos con rizobios y no segados (ver Figura 2). El muestreo se realizó cortando unos 100 g de material ramoneable maduro siempre de la parte inferior de los arbustos. Después del corte se trasladaron al laboratorio en bolsas de polietileno.

#### **2.3.1.3. Preparación de las muestras.**

El material vegetal recogido en las poblaciones naturales y el cultivado en la parcela "Tahonilla Baja" fue llevado inmediatamente al laboratorio donde fue clasificado, pesado en fresco y secado a 60° C en una estufa de aire forzado durante 48 horas. Se volvió a pesar al final de este periodo para tener una primera determinación del contenido de materia seca, para luego ser molido y tamizado a 1mm en un molino de martillo de la marca Culatti. Cabe señalar que para el estudio del contenido de los taninos el material vegetal fresco, se congeló a -80° C, para luego ser liofilizado (48 horas), molido y tamizado a 1mm. Estas muestras se almacenaron a 4° C, en la oscuridad, en bolsas de polietileno para su posterior análisis.

## **2.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS.**

### **2.4.1. Fracciones orgánicas del material vegetal.**

Los análisis químicos empleados en este trabajo forman parte de la metodología clásica de todos los estudios de aproximación a la nutrición de rumiantes, valores nutritivos de los alimentos y determinación de la calidad nutritiva. Se analizaron: proteína bruta (PB), fibra neutro-detergente (FND), fibra ácido-detergente (FAD), celulosa, lignina, hemicelulosa, digestibilidad enzimática de la materia orgánica (MOD) y taninos.

#### 2.4.1.1. Materia seca y cenizas.

La materia seca se calculó determinando el peso final de 1 g de muestra molida, tras ser sometido a desecación, en un crisol de porcelana, en una estufa a temperatura constante de 105° C durante 24 horas. La ceniza se expresa en porcentaje sobre materia seca y se determina por incineración a 550° C hasta que todo el carbono haya desaparecido y la muestra tengan un aspecto blanquecino (5 horas aproximadamente en un horno mufla de la marca Carbolite Furnaces CSF 1.110). Se siguió el método de la AOAC (1990). El complemento de 100 de la ceniza se denomina materia orgánica (MO).

#### 2.4.1.2. Proteína.

La proteína se calcula a partir del contenido en nitrógeno Kjeldahl multiplicando por el factor 6.25. El nitrógeno se determina por el método de Kjeldahl. En este método se digieren 0.3 g de la muestra con 5 ml de ácido sulfúrico concentrado y 0.2-0.4 g de catalizador  $\text{CuSO}_4/\text{Se}/\text{K}_2\text{SO}_4$  con los que se convierte en amoníaco todo el nitrógeno existente, excepto el que está formando parte de nitritos y nitratos. Para liberar el amoníaco se añade hidróxido sódico al producto de la digestión, se destila y se valora con ácido clorhídrico 0.07 N, con verde de bromocresol como indicador. Para la destilación semimicro y valoración se utilizó el destilador "Bouat Afora" .

#### 2.4.1.3. Fibras neutro y ácido-detergente.

La fibra neutro-detergente (FND) es el residuo libre de ceniza que queda al tratar la muestra con una disolución neutro-detergente. El método utilizado es el de Goering y Van Soest, (1970) con las modificaciones propuestas por García Criado (1974). El procedimiento se describe a continuación.

Primero se prepara la disolución neutro-detergente que contiene para un litro: 30.0 g de lauril sulfato sódico, 18.6g de ácido etilen-diamin-tetracetato sódico (EDTA), 6.81 g de borato sódico decahidratado (bórax), 4.56 g de fosfato disódico anhidro y 10 ml de 2-etoxietanol.

Se pesan 0.4 g (P) de muestra, se colocan en un tubo digestor de 50 ml y se añaden: 40 ml de la disolución neutro-detergente, 1-2 ml de decahidronaftaleno y 0.3 g de sulfito sódico anhidro. Se ponen a ebullición durante una hora, luego se dejan enfriar. Se filtran sobre un crisol con placa de vidrio poroso, se lavan con agua destilada caliente y acetona. Se secan a 100° C durante 8 horas, se dejan enfriar en el desecador y se pesan ( $P_1$ ). Luego se incineran en el horno mufla durante 3 horas a 500° C, se dejan enfriar en el desecador y se pesan ( $P_2$ ). Con los datos analizados se determina la FND según la fórmula:

$$\% \text{ FND} = [ ( P_1 - P_2 ) / P ] * 100$$

Fibra ácido-detergente. El método está basado en la capacidad del bromuro de cetil-trimetil-amonio para disolver las proteínas, separando por una parte el contenido celular y la hemicelulosa, y por otro lado el residuo FAD que representa esencialmente la fracción bruta de lignina y celulosa del material vegetal pero también incluye la sílice y la cutina. Se determinó por el método de Goering y Van Soest, (1970) según modificaciones propuestas por García Criado (1974). Los pasos que se siguen son los siguientes: Se prepara la disolución ácido-detergente: se añaden 20 g de bromuro de cetil-trimetil-amonio a 1 litro de ácido sulfúrico 1N.

Se pesan 0.4 g de la muestra (P) y se introducen en un tubo digestor de 70 ml. Se añaden 40 ml de la disolución ácido-detergente y 1-2 ml de decahidronaftaleno. Se pone en ebullición durante una hora y luego se enfría. Se pesa el crisol con la placa de vidrio porosa (P<sub>1</sub>). Se filtra el contenido del tubo digestor sobre el crisol, lavando varias veces con agua destilada caliente y acetona y se deseca en la estufa a 100° C durante 8 horas, se enfría en el desecador y se pesa (P<sub>2</sub>). Por consiguiente la FAD sería:

$$\% \text{ FAD} = [(P_2 - P_1) / P] * 100$$

#### 2.4.1.4. Celulosa, Lignina y Hemicelulosa.

Celulosa. Al crisol con la fibra ácido detergente (P<sub>2</sub>) colocado en bandejas se les añaden 30-40 ml de ácido sulfúrico al 72% hasta cubrir el contenido del crisol, después se agita y se mantiene en estas condiciones durante tres horas. Se filtra y lava con agua destilada caliente hasta que no quede ácido, se seca a 100° C durante 8 horas y se pesa (P<sub>3</sub>). Con ello se puede calcular la concentración de celulosa:

$$\% \text{ Celulosa} = [(P_2 - P_3) / P] * 100$$

Lignina. El crisol con la fibra donde se realizó la pesada P<sub>3</sub> se incinera en una horno mufla a 500° C durante tres horas y se pesa (P<sub>4</sub>), con lo que la lignina sería:

$$\% \text{ Lignina} = [(P_3 - P_4) / P] * 100$$

Hemicelulosa. La diferencia entre la fibra neutro-detergente (FND) y la fibra ácido-detergente (FAD) representa la fracción de hemicelulosa.

$$\% \text{ Hemicelulosa} = \% \text{ FND} - \% \text{ FAD}$$

#### 2.4.1.5. Materia orgánica digestible (MOD).

Se determinó por el método enzimático de Dowman y Collins (1982) modificado por Riveros y Argamentaría (1987). El procedimiento es el siguiente: Se prepara una disolución de celulasa disolviendo 1 g de celulasa y 0.1 g de cloranfenicol en un tampón acético-acetato y se afora a un litro.

Al crisol que contiene el residuo seco de la fibra neutro-detergente se le tapa el fondo, se le añade 25 ml de la disolución de celulasa y se deja en un baño maría termostataado a 40° C durante 24 horas. Se filtra y el residuo del crisol se lava con agua destilada caliente. Se seca a 103° C durante 24 horas, se deja enfriar en el desecador y se pesa (P<sub>1</sub>); luego se incinera en el horno mufla a 550° C durante 90 min, se deja enfriar en el desecador y se pesa (P<sub>2</sub>). A partir de estos datos se determina la digestibilidad de la materia orgánica.

$$\% \text{ MOD} = [ (\text{MO inicial} - \text{MO no digerida}) / \text{MO inicial} ] * 100$$

P = Peso (g) inicial de la muestra para el análisis de la FND.

MO inicial = P \* % M de la muestra de forraje.

MO no digerida = P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>.

#### 2.4.1.6. Taninos.

El contenido de taninos condensados se determinó por el método modificado de la vainillina (Butler *et al.*, 1982). La extracción se realiza con 1 g de material vegetal liofilizado y 10 ml del extractante (acetona-agua al 7:3). El proceso se efectúa del siguiente modo: el extracto se agita, se deja reposar para luego centrifugarlo y se recoge el sobrenadante. Se repitieron dos veces los pasos anteriores con el residuo. El sobrenadante total se lava con éter etílico; en la fase etérea queda la clorofila que se elimina al evaporar en un rotavapor. El volumen se enrasa a 10 ml con agua destilada. El color rosa se desarrolla con el reactivo de la vainillina y la curva patrón se lleva acabo con catequina. La intensidad de color se midió en un espectrofotómetro Varian (Cary 50) a una longitud de onda de 496 nm.

#### 2.4.2. Elementos minerales del material vegetal.

En las muestras de las leguminosas arbustivas forrajeras, incluidas en este estudio, se determinan los niveles de Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn y Mn, mediante los métodos de referencia descritos por Duque Macías (1970). A continuación se describen los procedimientos utilizados.

Las muestras fueron mineralizadas por vía seca (Chapman y Pratt, 1973). Calcinando 1 g de muestra en un horno mufla Carbolite Furnaces CSF 1100 a 550° C durante 5 horas. Las cenizas (generalmente blanco-grisáceas) se dejan enfriar y se tratan con una mezcla de HCl/HNO<sub>3</sub>/agua destilada en la proporción 1/1/8. El residuo se filtra a través de papel de filtro, sobre un matraz de 25 ml, enrasando el filtrado hasta el volumen indicado, con la mezcla de ataque.

De la disolución anterior se toman alícuotas para la determinación de los elementos indicados. Los elementos Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, con un espectrofotómetro modelo Varian Spectr AA 220 FS. Las interferencias causadas por la ionización del elemento a determinar (Ca, Mg, Na, y K) se eliminan mediante la adición de determinadas cantidades de disolución de elementos de menor potencial de ionización. En la determinación de Mg y Ca se utilizó una disolución de Cl<sub>2</sub>Sr, en la de K una de CsCl y para la determinación de Na se añadió KCl.

El fósforo fue determinado en una alícuota de la disolución, por colorimetría, al desarrollarse el color amarillo del complejo Vanadato-Molibdato-Fosfórico, con el método Vanado-Molibdato (Chapman y Pratt, 1973). La determinación se hizo con un espectrofotómetro uv/vis Varian modelo CARY 100.

### **2.4.3. Análisis estadísticos de los resultados.**

Para cada uno de los principios nutritivos analizados se han llevado a cabo dos tipos de estudios. Por una parte se han estudiado los diferentes valores alcanzados para cada especie en los distintos muestreos y por la otra la diferencia entre las distintas especies para cada muestreo. Los estudios estadísticos se han realizado mediante un Análisis de Varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). El estudio estadístico se ha realizado con el programa SPSS 10.00 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 98.

### **2.4.4. Análisis de los suelos.**

#### **2.4.4.1. Tomas de muestras.**

Poblaciones naturales. Se realizaron dos muestreos en cada una de las cuatro localidades. El primero se llevó a cabo en octubre de 1998 y el segundo en octubre de 2000. Para la toma de las submuestras se eligieron al azar los suelos de doce arbustos. Se eliminaron con la azada los restos orgánicos de la superficie. Se cavaron los hoyos hasta una profundidad de 30 cm y se tomó una "lasca" de suelo de cada hoyo. Las submuestras se mezclaron y se tomaron dos kg que se pusieron en una bolsa de polietileno cerrada para su traslado al laboratorio.

Finca experimental. Se efectuaron dos muestreos, el primero el 20.1.99 y el segundo el 15.4.00. Las muestras se tomaron recorriendo la finca en zig-zag, donde se eligieron al azar 12 puntos, para las tomas de las submuestras. Se raspó con la azada la superficie del suelo para eliminar restos orgánicos. Con la azada se cavaron los hoyos en forma de V a una profundidad de unos 50 cm. Se tomaron de la pared lateral dos "lascas" de suelo de un grosor aproximado de tres cm. La primera lasca se tomó a la profundidad de 0 a 20 cm y la segunda a 20-50 cm. Se mezclaron por separado las submuestras y se tomaron dos kg de cada una a las distintas profundidades, después se pusieron en bolsas de polietileno cerradas para su traslado al laboratorio.

Sustrato de las macetas. Se realizó una toma de muestras (septiembre 1998) cuando se estaban llenando los contenedores (marca Forrest-Pot) con el sustrato empleado (Barquín y China, 1995b). Se tomaron unos 2 kg del sustrato que se pusieron en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

#### 2.4.4.2. Técnicas físico-químicas.

Las muestras de suelos fueron secadas al aire, disgregadas con un molino de bolas y tamizadas a través de un tamiz de 2 mm de malla. Se analizó la granulometría, el pH, la conductividad eléctrica (CE), los cationes asimilables, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica (MO), fósforo "asimilable" y los microelementos Fe, Cu, Zn y Mn.

Granulometría. El análisis granulométrico se realizó por un método densimétrico con el hidrómetro de Bouyoucos siguiendo las técnicas recogidas por la Comisión de Métodos Analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología "José M<sup>a</sup> Albareda" (1973).

pH. Se midió en pasta saturada y en suspensión (relación suelo/KCl 1N; 1/2.5) usando un pH-metro con electrodo de vidrio, Crison 517.

Conductividad eléctrica (dS/m 25° C). Se determinó a partir de un extracto saturado de suelo con un conductímetro Crison 525.

Materia orgánica (MO). Se determinó por el método de Walkley y Black modificado por la Comisión de Métodos Analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología "José M<sup>a</sup> Albareda" (1973).

Cationes asimilables (Na, K, Ca, Mg). Fueron extraídos con una solución de NH<sub>4</sub> AcO 1N a pH=7. La relación suelo/extractante fue de 1/20. Se agitó durante 30 minutos, posteriormente se centrifugó a 4500 rpm durante 15 minutos. El sodio y el potasio se determinaron por fotometría de llama con un fotómetro EEL de la marca Evans; el calcio y el magnesio con un espectrofotómetro de absorción atómica, Perkin-Elmer 370A; para su determinación se utilizó SrCl<sub>2</sub> como agente liberante para evitar interferencias con el P y el Al.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Se determinó tras proceder a la sustitución completa de los cationes de cambio con una disolución de NaAcO 1N a pH =8.2, con una

disolución extractante de  $\text{NH}_4\text{AcO}$  1N a  $\text{pH}=7$  (Bower *et al.*, 1952) y con el empleo de fotometría de emisión (EEL de la marca Evans) para la determinación de sodio.

Fósforo asimilable. Extraído con  $\text{NaHCO}_3$  a  $\text{pH}= 8.5$ , según Olsen *et al.*, (1954). El extracto fue valorado por espectrofotometría según el método de Murphy-Riley adaptado por Watanabe y Olsen (1965). La determinación se hizo con un espectrofotómetro uv/vis Perkin-Elmer 551S.

Microelementos Fe, Cu, Mn y Zn. Se utilizó DTPA a  $\text{pH}$  7.3, como extractante (Sillanpää, 1982). Este método tiene la ventaja de que sobre el mismo extracto podemos determinar simultáneamente las concentraciones de Fe, Cu, Zn y Mn con un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 370A. El Al se determinó en el extracto de KCl 1N (relación suelo solución 1:2.5) según: Lin y Colemam, (1960); Pratt y Bair, (1961).

## 2.4.5. Análisis del agua de riego.

### 2.4.5.1. Toma de muestra.

Se tomó una muestra de agua de riego en octubre de 1998. Se extrajo de un estanque de unos  $2200 \text{ m}^2$  que está situado en la finca "Tahonilla Alta" del CSCCAA (ULL), esta agua es de la mezcla de agua lluvia recolectada y de galerías del norte de la isla de Tenerife, suministrada por la empresa "Canal del Norte".

Para la toma de muestras se utilizó una botella de vidrio (limpia) que se introdujo en el estanque a 25 cm de la pared y 30 cm de profundidad, se llenó, se cerró perfectamente para no dejar espacios con aire y se trasladó al laboratorio para su análisis.

### 2.4.5.2. Técnicas de análisis.

El  $\text{pH}$  se midió usando un  $\text{pH}$ -metro con electrodo de vidrio, Crison 517. La conductividad eléctrica ( $\text{dS/m}$   $25^\circ \text{C}$ ) mediante un conductímetro Crison 525, los carbonatos y bicarbonatos por volumetría de neutralización según la técnica de Reitemeier (1943).

Los cationes Ca y Mg se midieron con un espectrofotómetro de absorción atómica, Perkin-Elmer 370A, para su determinación se utilizó  $\text{SrCl}_2$  como agente liberante para evitar interferencias con el P y el Al. El sodio y el potasio se determinaron por fotometría de llama con un fotómetro EEL de la marca Evans y los cloruros por el método de Mohr. La determinación del SAR se efectúa en función de las niveles de Na, Ca y Mg mediante la siguiente ecuación.

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/2)]^{0.5} \text{ (concentraciones en meq/l)}$$

El cálculo del SAR ajustado debe efectuarse en función de las concentraciones de cationes y de los carbonatos y bicarbonatos, según la expresión de Ayres y Westcot (1987):

$$\boxed{\text{SAR ajustado} = \text{SAR} (1 + 8.4 - \text{pHc})}$$

El pHc es el pH teórico del agua de riego en contacto con la calcita y en equilibrio con el CO<sub>2</sub> del suelo y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\boxed{\text{pHc} = (\text{pK}_2 - \text{pK}_c) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{AlK})}$$

Los valores (pK<sub>2</sub> - pK<sub>c</sub>), p(Ca + Mg), p(AlK) se pueden también obtener utilizando la tabla de Ayres y Westcot (1987) para el cálculo del SAR ajustado.

### 3. RESULTADOS.

#### 3.1. GERMINACIÓN.

##### 3.1.1. Consideraciones previas.

La obtención de material de leguminosas arbustivas para la realización de ensayos de campo de cierta magnitud, con frecuencia presenta dificultades. Por una parte esta dificultad proviene de la escasez de material y de las complicaciones asociadas a la recolección en el campo de especies no hibridadas (frutos dehiscentes, depredación por insectos, alto nivel de semillas parasitadas, etc.). En muchas leguminosas suelen presentarse problemas para lograr la germinación (Ellis *et al.*, 1985) por la impermeabilidad de la cubierta seminal (testa), que obliga a un tratamiento previo de las semillas si se desean elevados porcentajes de germinación en el menor tiempo posible.

Se realizaron estos ensayos de germinación con el fin de saber qué tipo de tratamiento es el óptimo. Con los porcentajes acumulados de germinación ( $G_i$ ), obtenidos a lo largo de los días en que se llevó a cabo el conteo, se han construido las curvas de germinación que se presentan.

##### 3.1.2. Evolución de la germinación.

En la Figura 4 de *Chamaecytisus palmensis* se observa que las semillas sin arilo más 40 minutos en ácido, la tendencia es sigmoideal, a los 30 días llegan a su máximo de germinación. El tratamiento sin arilo más agua a 80° C es más o menos sigmoideal con una germinación lenta, pero que a los 60 días ha alcanzado su máximo. El resto de los tratamientos son todos lineales, con porcentajes de germinación similares, siempre bajos y corresponden a los tratamientos de semillas con arilo.

En la Figura 5 de *Teline canariensis* se aprecia que los tratamientos sin arilo más agua a 80° C y sin arilo más 35 minutos en ácido presentan una tendencia sigmoideal puesto que el porcentaje máximo se alcanzó para el primero (sin arilo más agua a 80° C) a los 16 días y el segundo a los 60 días. Los demás tratamientos tienen una tendencia lineal. La germinación es lenta y gradual, en algunos casos comenzaron a los 10 días y, probablemente, después de los 60 días que duró el ensayo el máximo no se haya alcanzado. Todos los tratamientos sin arilo dieron un porcentaje de germinación mayor.

La Figura 6 de *Teline osyrioides sericea* presentan los ensayos sin arilo más agua a 80° C y sin arilo más 60 segundos en agua hirviendo, son sigmoideales pues el porcentaje de máxima germinación se alcanza rápidamente a los 20 y 30 días. Los tratamientos sin arilo más 30 minutos en ácido y sin arilo más 35 minutos en ácido alcanzan este mismo porcentaje a los 30 días y también son sigmoideales. El resto de los ensayos son lineales con un

porcentaje bajo de germinación y posiblemente a los 60 días pueden continuar germinando. Todos estos tratamiento tenían arilo.

La Figura 7 de *Teline osyrioides osyrioides* se aprecia que los tratamientos sin y con arilo más 30 minutos en ácido y sin arilo más 35 minutos en ácido mostraron un marcado incremento de germinación a los 20 días después del inicio del experimento con tendencia sigmoideal, al igual que la germinación sin arilo más 40 minutos en ácido. El resto de los tratamiento son similares, con tendencia más menos lineal y no alcanzaron el máximo de germinación a los 60 días. Esta ha sido la única especie que presentó una figura sigmoideal para un tratamiento con arilo más 40 minutos en ácido y con un porcentaje alto de germinación.

En los resultados de la Tabla 4 con *Chamaecytisus palmensis* se aprecia que hay tres grupos de tratamientos significativamente diferentes. El primer grupo, con un máximo de 60% y un mínimo de 54% de germinación, que corresponde a semillas sin arilo más agua a 80° C y sin arilo más 40 minutos en ácido alcanzó su máximo (60%). Éstos son los que alcanzan el máximo de germinación en menos de 30 días. Otro grupo intermedio, con la germinación entre el 28% y 37%, que corresponde a los ensayos con arilo más agua a 80° C y 40 minutos en ácido y las semillas sin arilo y sin tratamiento. El tercer grupo que presenta la germinación más baja (7%) empezó a germinar a los 30 días y corresponde a las semillas con arilo y sin tratamiento.

En los resultados de la Tabla 5 de *Teline canariensis* se observa que los porcentajes de germinación pueden definirse dos grupos significativamente diferentes entre sí. El primero, con germinación del 37% o superior, se encuentra en los ensayos sin arilo más agua a 80° C y sin arilo más 35 minutos en ácido. El segundo tiene germinaciones inferiores al 20%. Hay otro tratamiento (sin arilo más 60 segundos en agua hirviendo) que no tiene diferencia significativa con los dos anteriores, con una germinación del 30% que empieza a germinar a los 10 días. En cuanto al número de días para alcanzar el máximo de germinación, aquellos tratamientos que alcanzaron más altos porcentajes son también los que menos tiempo necesitaron.

Los resultados de la Tabla 6 *Teline osyrioides sericea* se ven tres grupos significativamente diferentes. El primer grupo, con germinaciones del 76% o superiores, que son semillas sin arilo más 30 minutos en ácido y semillas sin arilo más 35 minutos en ácido. El grupo intermedio, con germinación aproximada al 45% están los tratamientos sin arilo más agua a 80° C y sin arilo más 60 segundos en agua hirviendo. El tercer grupo, con porcentajes del 11% corresponde a las semillas con arilo y sin tratamiento. Las que tienen mayor porcentaje de germinación son las que necesitaron alrededor de 20-30 días. Los de menor porcentaje necesitaron de 40 a 50 días.

En los resultados de la Tabla 7 de *Teline osyrioides osyrioides* pueden diferenciarse tres grupos claramente diferentes de acuerdo con el porcentaje de germinación alcanzado. Los que tienen un 61% o superior que corresponden a los tratamientos con arilo más 40 minutos en ácido (62%), y el tratamiento sin arilo más 30 minutos en ácido alcanzó el máximo de germinación (61%). El grupo que presenta la germinación más baja corresponde a las semillas con arilo, sin tratamiento, con un 27% germinación. El tercer grupo está

formado por los restantes tratamientos con una germinación que oscila entre el 34% y el 58% de germinación, que corresponde a las semillas tanto con arilo como sin arilo.

Tabla 4. Porcentajes de germinación obtenidos a los 60 días en cada uno de los tratamientos aplicados a *Chamaecytisus palmensis*.

Tratamiento	% Germinación	
C. Arilo	7	(8.3) <sup>a</sup>
S. Arilo	37	(9.6) <sup>b</sup>
C. Arilo + agua 80° C	32	(1.2) <sup>b</sup>
S. Arilo + agua 80° C	54	(18.6) <sup>c</sup>
C. Arilo + 40' ác.	28	(3.5) <sup>b</sup>
S. Arilo + 40' ác.	60	(8.5) <sup>c</sup>

Nota. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas figuran entre paréntesis. Los valores seguidos por distinta letra son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$

Tabla 5. Porcentajes de germinación obtenidos a los 60 días en cada uno de los tratamientos aplicados a *Teline canariensis*.

Tratamiento	% Germinación	
C. Arilo	13	(9.0) <sup>a</sup>
S. Arilo	18	(3.5) <sup>a</sup>
C. Arilo + agua 80° C	20	(14.4) <sup>a</sup>
S. Arilo + agua 80° C	37	(13.4) <sup>b</sup>
C. Arilo + 35' ác.	17	(14.8) <sup>a</sup>
S. Arilo + 35' ác.	43	(6.8) <sup>b</sup>
C. Arilo + 60'' agua hir.	13	(10.5) <sup>a</sup>
S. Arilo + 60'' agua hir.	30	(7.8) <sup>a b</sup>

Nota. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas figuran entre paréntesis. Los valores seguidos por distinta letra son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$

Tabla 6. Porcentajes de germinación obtenidos a los 60 días en cada uno de los tratamientos aplicados a *Teline osyrioides sericea*.

Tratamiento	% Germinación		
C. Arilo	11	(9.6)	<sup>a</sup>
S. Arilo	35	(4.6)	<sup>de</sup>
C. Arilo + agua 80° C	20	(4.2)	<sup>abc</sup>
S. Arilo + agua 80° C	45	(7.0)	<sup>e</sup>
C. Arilo + 50'' agua hir.	16	(12.2)	<sup>ab</sup>
S. Arilo + 50'' agua hir.	28	(6.6)	<sup>cd</sup>
C. Arilo + 60'' agua hir.	25	(2.7)	<sup>bcd</sup>
S. Arilo + 60'' agua hir.	31	(4.4)	<sup>cd</sup>
C. Arilo + 30' ác.	33	(5.6)	<sup>d</sup>
S. Arilo + 30' ác.	79	(2.3)	<sup>f</sup>
C. Arilo + 35' ác.	25	(6.0)	<sup>bcd</sup>
S. Arilo + 35' ác.	76	(11.9)	<sup>f</sup>

Nota. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas figuran entre paréntesis. Los valores seguidos por distinta letra son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$

Tabla 7. Porcentajes de germinación obtenidos a los 60 días en cada uno de los tratamientos aplicados a *Teline osyrioides osyrioides*.

Tratamiento	% Germinación		
C. Arilo	27	(10.1)	<sup>a</sup>
S. Arilo	42	(6.0)	<sup>bc</sup>
C. Arilo + agua 80° C	45	(5.7)	<sup>cd</sup>
S. Arilo + agua 80° C	48	(1.8)	<sup>cde</sup>
C. Arilo + 50'' agua hir	34	(6.4)	<sup>ab</sup>
S. Arilo + 50'' agua hir.	45	(2.9)	<sup>c</sup>
C. Arilo + 30' ác.	55	(6.1)	<sup>def</sup>
S. Arilo + 30' ác.	61	(5.3)	<sup>f</sup>
C. Arilo + 35' ác.	47	(7.9)	<sup>cd</sup>
S. Arilo + 35' ác.	50	(4.1)	<sup>cde</sup>
C. Arilo + 40' ác.	62	(8.9)	<sup>f</sup>
S. Arilo + 40' ác.	58	(7.9)	<sup>ef</sup>

Nota. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas figuran entre paréntesis. Los valores seguidos por distinta letra son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$

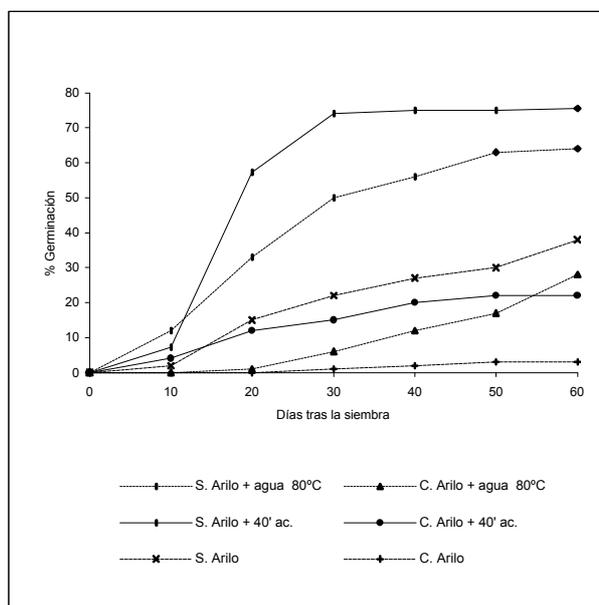


Figura 4. Curva de germinación de *Chamaecytisus palmensis*.

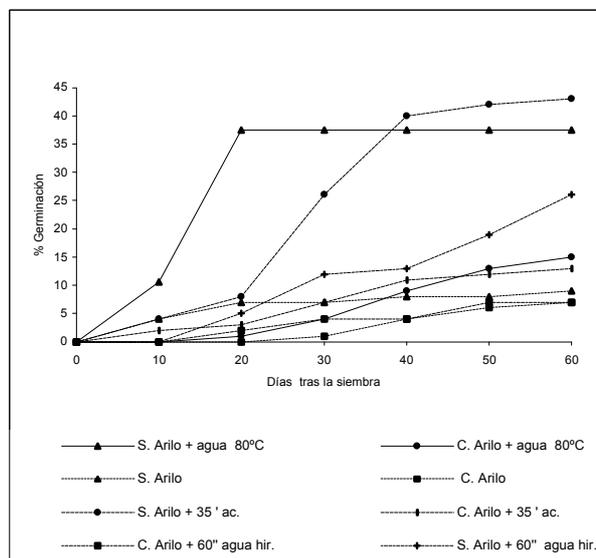


Figura 5. Curva de germinación de *Teline canariensis*.

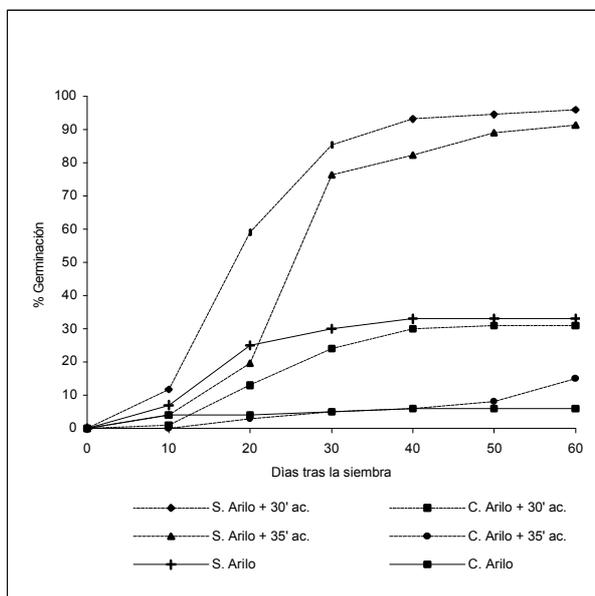
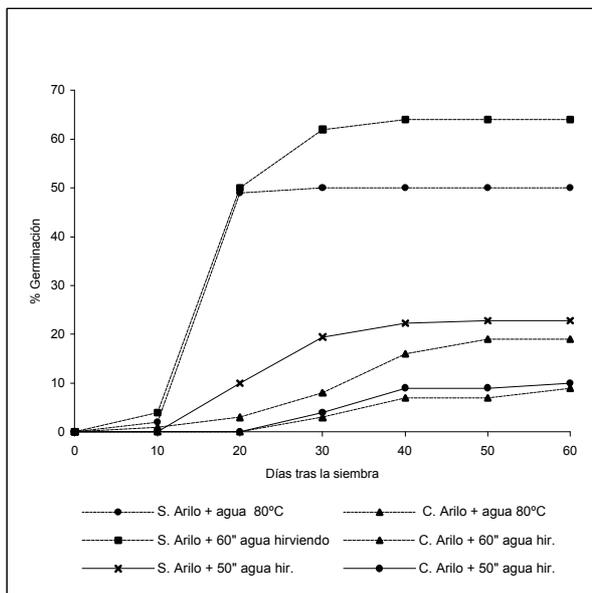


Figura 6. Curva de germinación de *Teline osyrioides sericea*.

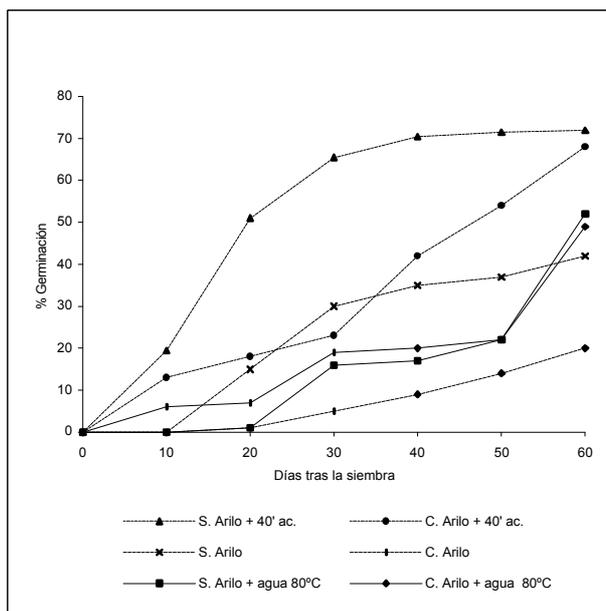
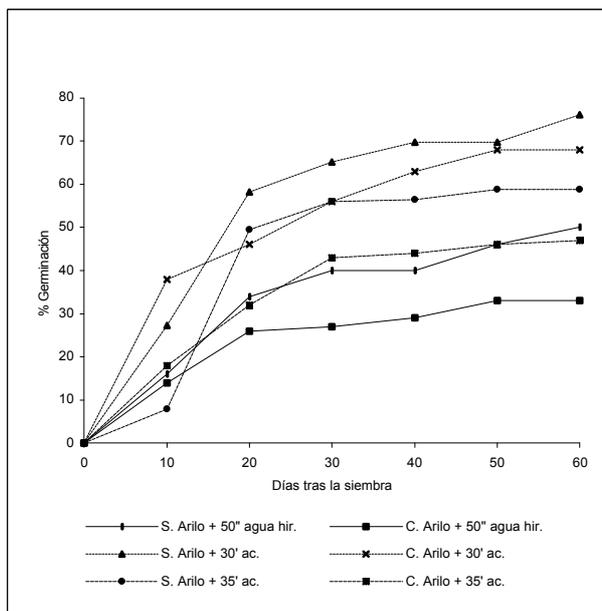


Figura 7. Curva de germinación de *Teline osyrioides osyrioides*.

## 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y DEL AGUA DE RIEGO.

### 3.2.1. Composición químico-física de los suelos.

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis de los suelos muestreos en enero de 1999 y marzo de 2000 de la parcela experimental, de las poblaciones naturales y de las macetas donde se desarrollaron las cuatro especies de leguminosas arbustivas del presente estudio.

La finca "Tahonilla Baja" lleva desde 1994 dedicada a la domesticación de leguminosas arbustivas endémicas de Canarias con potencial agrosilvopastoral en zonas áridas. Durante este periodo no se ha fertilizado. Con anterioridad estuvo dedicada al cultivo de *Medicago sativa* (alfalfa) que se abonaba con unos 500 kg/ha de superfosfato de cal (18%) una o dos veces al año, según las demandas del forraje. Las características fisico-químicas del suelo son: materia orgánica entre 2.4 y 5.2%, pH (6.2-6.8), pH (KCl): 5.5- 5.7. El fósforo oscila entre 60 y 56 ppm en 1999 y 24-36 ppm en el 2000. La CIC varía entre 20.8 y 22.3 meq/100g. Los cationes asimilables: Na (0.9-1.9 meq/100g), K (1.4-1.8 meq/100g), Ca ( 7.6-13.5 meq/100g), Mg (4.3-7.6 meq/100g). La CE (0.82 y 1.33 dS/m). La textura es arcillosa. El Fe (29-48 ppm), Cu (1.4-2.74 ppm), Mn (31-53 ppm) y el Zn (4.1-9.4 ppm).

Los suelos de la estación original de los arbustos de *Chamaecytisus palmensis* son cultivados anualmente con papas andinas y su composición es: materia orgánica (6.7-7.4%), pH (4.9), pH (KCl):4-4.3, CIC (13.9-16.4 meq/100g). Los cationes asimilables: Na (0.6-1.5 meq/100g), K (0.5-0.9 meq/100g), Ca (3.7-6.1 meq/100g), Mg (1.7-3.2 meq/100g). La CE (0.59-1.54 dS/m). La textura es franco arenosa. Los micronutrientes: Fe (49-56 ppm), Cu (1-0.7 ppm), Mn (12 ppm), el Zn (12.6-14.5 ppm) y Al (0.97 meq/100g). Al ser el pH muy ácido el método de Bray-Kurtz es el adecuado para la determinación de fósforo; al utilizarse en nuestro caso el método Olsen de rutina estos valores de P (56-96 ppm) no son validos.

Los suelos de las poblaciones naturales de las especies del género *Teline* proceden de pequeños derrubios que se han acumulado al pie de las arbustos, pues la superficie tiene una inclinación del 10 al 20%.

En los suelos de Anaga (*Teline canariensis*) tienen un contenido de materia orgánica 2.4-4.6%, el P (16-20 ppm), el pH (6.6-6.7), pH (KCl):5.6-5.7, la CIC (31.7-47.2 meq/100g). Los cationes asimilables: Na (1.3-1.5 meq/100g), K (0.4-0.6 meq/100g), Ca (14.1-15.5 meq/100g) y el Mg (12.9-22.6 meq/100g). La CE (0.78 dS/m), la textura es franco arcillosa. Los micronutrientes: Fe (49-52 ppm), Cu (2.3-3.4 ppm), Mn (21-24 ppm) y el Zn (1.1 ppm).

En los suelos de El Bueno (*Teline osyrioides sericea*) se obtienen los siguientes resultados: materia orgánica (3.7-4.6 %), P (10-12 ppm), el pH (6.5-6.6), pH (KCl):5.3-5.6, CIC (22-23.6 meq/100g). Los cationes asimilables: Na (1.3-1.5 meq/100g), K(2.3-3 meq/100g), Ca (9.7-10.8 meq/100g) y Mg (6.6-7.6 meq/100g). La CE (0.5-0.68 dS/m). La

textura es franco arcillosa. Los microelementos: Fe (38-41 ppm), Cu (0.3-0.8 ppm), Mn (24-25 ppm) y el Zn (1.2-1.6 ppm).

En los Carrizales (*Teline osyrioides osyrioides*): materia orgánica (0.6-2.8%), el P (8-12 ppm), pH (6.4-7.2), pH (KCl): 5.29-6.1, la CIC (39.9-45.5 meq/100g). Los cationes asimilables: Na (1.0 meq/100g), K (0.4-0.8 meq/100g), Ca (18.8-29.6 meq/100g) y Mg (15.1-17.7 meq/100g). La CE (0.47-1.37 dS/m). La textura es franco arcillosa arenosa. Los micronutrientes: Fe (32-36 ppm), Cu (2.3-2.5 ppm), Mn (9 ppm) y el Zn (0.2-0.4 ppm).

Por último el sustrato de las macetas, la materia orgánica (6.8%), P (12 ppm), pH= 6.4, CIC (22.7 meq/100g). Los cationes asimilables: Na (3.3 meq/100g), K(1.1 meq/100g), Ca (11.4 meq/100g) y Mg (5.8 meq/100g), CE (2.37 dS/m) y la textura franco arcillosa arenosa.

Tabla 8. Composición físico-química de los suelos de las leguminosas arbustivas estudiadas. **1.** Tahonilla Baja, 1999 (0-20 cm); **2.** Tahonilla Baja, 1999 (20-50 cm); **3.** Tahonilla Baja, 2000 (0-20 cm); **4.** Tahonilla Baja, 2000 (20-50 cm); **5.** Carrizales, 1999 (0-30 cm); **6.** Carrizales, 2000 (0-30 cm); **7.** Ruigómez, 1999 (0-30 cm); **8.** Ruigómez, 2000 (0-30 cm); **9.** Anaga, 1999 (0-30 cm); **10.** Anaga, 2000 (0-30 cm); **11.** El Bueno, 1999 (0-30 cm); **12.** El Bueno, 2000 (0-30 cm); **13.** Sustrato de maceta, 1998.

Nº	pH pasta sat.	pH KCl 1N	CE (dS/m)	PS (%)	MO (%)	P (ppm)	Cationes asimilables (meq/100 g)				CIC (meq/100 gr)	Granulometría (%)			Microelementos (mg/l)			
							Na	K	Ca	Mg		Arcilla	Limo	Arena	Fe	Cu	Mn	Zn
<b>1</b>	6.8	5.7	1.33	42	5.2	60.0	1.1	1.7	9.3	6.4	21.3	38.9	36.7	24.4	48	2.7	49	9.4
<b>2</b>	6.7	5.6	1.12	48	2.4	56.0	1.9	1.4	13.5	4.3	22.3	42.9	38.6	18.5	36	2.2	53	5.3
<b>3</b>	6.5	5.5	.98	40	3.1	24.0	.9	1.8	7.6	7.6	21.6	46.9	32.0	21.1	32	1.9	31	7.8
<b>4</b>	6.2	5.6	.82	42	2.5	36.0	1.1	1.7	7.8	5.0	20.8	42.9	40.0	17.1	29	1.4	40	4.1
<b>5</b>	6.4	5.3	1.37	43	2.8	12.0	1.0	.8	18.8	15.1	39.9	21.3	24.7	54.0	36	2.5	9	.4
<b>6</b>	7.2	6.1	.47	36	.6	8.0	1.0	.4	29.6	17.7	45.5	18.3	8.6	73.1	32	2.3	9	.2
<b>7</b>	4.9	4.0	1.54	55	6.7	56.0	1.5	.5	6.1	3.2	16.4	12.1	25.1	62.8	56	1.0	12	14.5
<b>8</b>	4.9	4.3	.59	54	7.4	96.0	.6	.9	3.7	1.7	13.9	16.3	24.6	59.1	49	.7	12	12.6
<b>9</b>	6.7	5.6	.78	51	2.4	20.0	1.5	.4	15.5	22.6	47.2	34.3	33.9	31.7	52	3.4	24	1.1
<b>10</b>	6.6	5.7	.78	48	4.6	16.0	1.3	.6	14.1	12.9	31.7	34.3	31.1	34.6	49	2.3	21	1.1
<b>11</b>	6.6	5.6	.68	52	3.7	12.0	1.5	3.0	10.8	6.6	23.6	34.3	29.5	36.2	41	.8	25	1.2
<b>12</b>	6.5	5.3	.50	47	3.9	10.0	1.3	2.3	9.7	6.7	22.0	26.3	24.6	49.1	38	.3	24	1.6
<b>13</b>	6.4		2.37	68	6.8	12.0	3.3	1.1	11.4	5.8	22.7	21.0	16.1	62.9				

CE: conductividad eléctrica; PS: porcentaje de saturación; MO: materia orgánica; CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.

### 3.2.2. Composición química del agua riego.

En la Tabla 9 se muestran los valores analíticos del agua utilizada para el riego de las plantas en las macetas y durante los primeros meses después del trasplante a la parcela experimental.

Tabla 9. Análisis del agua de riego del estanque de la finca "Tahonilla Alta".

		dS/m	meq/l.									
pH	pHc	C.E.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	SAR ajustado	SAR	
8.3	8.0	.43	.5	.8	1.6	.3	.4	.8	1.1	2.7	2.0	

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EN INVERNADERO.

A los cuatro meses (30/1/99) de la siembra se seleccionaron 20 individuos dentro de cada especie siguiendo el criterio de escoger aquellas plantas cuyo desarrollo fuese lo más parecido posible a la media de los individuos. La altura, número de ramas y la longitud alcanzada se presentan en la Tabla 10.

Las plantas muestran antes del trasplante tres grupos de alturas que presentan diferencias significativas. El primer grupo formado por *Chamaecytisus palmensis* que es la de mayor altura con 46 cm pero no emite ramas laterales. El segundo grupo lo componen *Teline osyrioides sericea* (35 cm) y *Teline canariensis* con una altura de 34.8 cm y, las más pequeñas que corresponde a *Teline osyrioides osyrioides* con 30 cm.

En cuanto al número de ramas laterales, a los cuatro meses hay dos grupos que presentan diferencias significativas que son *Teline osyrioides osyrioides* con 14.5 ramas/planta y *Teline osyrioides sericea* con 14.8 ramas/planta cada una; la que menor número de ramas presenta es *Teline canariensis* con 10 ramas/planta.

En lo referente a la longitud de las ramas laterales las tres especies del género *Teline* presentan diferencias significativas. Los valores mayores los presenta *Teline osyrioides sericea* con 13.8 cm, los tamaños medios le corresponden a *Teline osyrioides osyrioides* (10.8 cm) y los menores a *Teline canariensis* (5.8 cm).

Tabla 10. Características de las plantas en el momento del transplante (18.02.99). Altura (cm), longitud de las ramas (cm) y número de ramas laterales que tenían las plantas (n =20) en el momento del transplante a la finca.

	<i>Ch. palmensis</i>	<i>T. canariensis</i>	<i>T.o. sericea</i>	<i>T. o. osyrioides</i>
Altura	46 (1.4) <sup>c</sup>	34.8 (2.36) <sup>b</sup>	35 (1.4) <sup>b</sup>	30 (3.6) <sup>a</sup>
Nº ramas		10 (3.4) <sup>a</sup>	14.5 (1.0) <sup>b</sup>	14.8 (1.7) <sup>b</sup>
Long. ramas		5.8 (1.1) <sup>a</sup>	13.8 (1.1) <sup>c</sup>	10.8 (3.4) <sup>b</sup>

Nota Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis. Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

### 3.4. SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS EN LA PARCELA.

El 18 de febrero de 1999 se transplantaron a la parcela experimental. Aproximadamente a los tres meses después del transplante se empezaron a apreciar síntomas de clorosis en las hojas jóvenes, que afectó a un total de 19 plantas en las parcelas elementales de *Teline osyrioides osyrioides*. Se aplicó -a todas las especies- un único tratamiento con quelato de diversos microelementos, a la vez se disminuyó la dosis de riego y se aumentó el tiempo entre los riegos. Con lo cual el problema desapareció y a partir de ese momento todas las especies estudiadas fueron capaces de vivir por sí mismas sin necesidad de nuevas aplicaciones de quelatos comerciales ni riego.

Los porcentajes de supervivencia durante los dos años y medio que ha durado la experiencia fueron del 97 % para *Chamaecytisus palmensis*, del 100 % para *Teline canariensis*, 95 % para *Teline osyrioides sericea* y 99% para *Teline osyrioides osyrioides*. Algunas de las muertes fueron causadas por el deshierbe mecánico de látigo que al golpear los arbustos ocasionaba la pérdida de la corteza del tronco y se morían.

### 3.5. CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES.

En la Tabla 11 se presentan las fechas en que se realizaron cada uno de los muestreos para cada especie y localidad, así como el estado fenológico en que se encontraban.

En el primer muestreo (Invierno/1999) la mayor parte de las especies de las poblaciones naturales se encontraban en plena floración, salvo *Teline osyrioides sericea* que estaba iniciando la floración. En el segundo muestreo (Primavera/1999) todas las poblaciones naturales estaban en proceso de fructificación, mientras que de las especies transplantadas (18.02.99) a la parcela sólo *Chamaecytisus palmensis* fue muestreada por

haber alcanzado la altura adecuada, y estar en pleno crecimiento vegetativo. En el muestreo de Verano/1999 en el que fueron muestreadas por primera vez todas las especies en sus respectivas localidades, se observa que están todas en pleno crecimiento vegetativo, salvo *Teline canariensis*-natural que estaba en el inicio de una segunda floración y *Teline osyrioides sericea* natural que estaba en reposo vegetativo estival. En Otoño/1999 las especies de la parcela *Chamaecytisus palmensis* con un 18% y *Teline canariensis* con un inicio del 3% de floración fueron las especies más precoces en florecer, mientras que las otras *Teline* continuaban en crecimiento vegetativo. En las poblaciones naturales todas estaban en estado de floración excepto *Teline osyrioides osyrioides* que continuaba en crecimiento vegetativo. En el quinto muestreo (Invierno/2000), la plantación de la parcela alcanzó el mayor porcentaje de floración, siendo *Chamaecytisus palmensis* con un 70% y *Teline canariensis* con el 73% las que presentan el mayor porcentaje seguida de *Teline osyrioides osyrioides* con el 46% y *Teline osyrioides sericea* (28%). Todas las especies de las poblaciones naturales estaban en plena floración. En el muestreo de Primavera/2000 todas las especies están en plena fructificación presentando los arbustos de parcela los siguientes porcentajes de fructificación: *Chamaecytisus palmensis* 60%, *Teline canariensis* 45%, *Teline osyrioides osyrioides* 18% y *Teline osyrioides sericea* un 10%. En el sexto muestreo (Verano/2000) todas las especies estaban en crecimiento vegetativo salvo *Teline osyrioides osyrioides* natural que estaba en parada vegetativa. En el último muestreo (Otoño/2000) todas las especies de la plantación de la parcela estaban en brotación floral. En cuanto a las poblaciones naturales, *Chamaecytisus palmensis* estaba con brotación de flores, *Teline canariensis* en una segunda floración y *Teline osyrioides sericea* y *Teline osyrioides osyrioides* en parada vegetativa.

Tabla 11. Fechas en que se llevó a cabo la toma de muestras de cada especie y estado fenológico en que se encontraban.

	Invierno 1999	Primavera 1999	Verano 1999	Otoño 1999	Invierno 2000	Primavera 2000	Verano 2000	Otoño 2000
<i>Ch. palmensis</i> parcela		2-junio Crecimiento vegetativo	21-septiembre Crecimiento vegetativo	19-diciembre Floración (19%)	13-marzo Floración (70%)	4-julio Fructificación (60%)	7-septiembre Crecimiento vegetativo	13-diciembre Botones florales
<i>T. canariensis</i> parcela			21-septiembre Crecimiento vegetativo	19-diciembre Floración (3%)	13-marzo Floración (73%)	4-julio Fructificación (45%)	7-septiembre Crecimiento vegetativo	13-diciembre Botones florales
<i>T.o. sericea</i> parcela			21-septiembre Crecimiento vegetativo	19-diciembre Crecimiento vegetativo	13-marzo Floración (28%)	4-julio Fructificación (10%)	7-septiembre Crecimiento vegetativo	13-diciembre Botones florales
<i>T.o. osyrioides</i> parcela			21-septiembre Crecimiento vegetativo	19-diciembre Crecimiento vegetativo	13-marzo Floración (46%)	4-julio Fructificación (18%)	7-septiembre Crecimiento vegetativo	13-diciembre Botones florales
<i>Ch. palmensis</i> natural	6-Marzo Floración	8-junio Fructificación	6-septiembre Crecimiento vegetativo	6-diciembre Inicio floración	2-marzo Floración	8-julio Fructificación	2-septiembre Crecimiento vegetativo	6-diciembre Botones florales
<i>T. canariensis</i> natural	13-Marzo Floración	13-junio Fructificación	12-septiembre Inicio floración	8-diciembre Floración	7-marzo Floración	8-julio Floración Fructificación	2-septiembre Crecimiento vegetativo	6-diciembre Floración
<i>T. o. sericea</i> natural	13-Marzo Inicio floración	13-junio Fructificación	12-septiembre Parada estival	8-diciembre Inicio floración	7-marzo Floración	8-julio Fructificación	2-septiembre Crecimiento vegetativo	8-diciembre Parada vegetativa
<i>T.o.osyrioides</i> natural	6-Marzo Floración	8-junio Fructificación	6-septiembre Crecimiento vegetativo	6-diciembre Crecimiento vegetativo	2-marzo Floración	8-julio Fructificación	2-septiembre Parada vegetativa	6-diciembre Parada vegetativa

### 3.6. EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON RIZOBIOS.

#### 3.6.1. Apreciación global.

En las Tablas 12, 13, 14 y 15 se aprecian los valores medios de los parámetros: altura, diámetro del tronco y de la copa, tomados sin necesidad de cortar los arbustos a ras del suelo (Figura 8). Estos valores son los incrementos entre la última medida realizada en Otoño/2000 y la primera efectuada en Primavera/1999 u Otoño/1999 para los tratamientos con y sin *rizobios*. Los datos sobre materia seca corresponden a los arbustos talados en Otoño/2000.

De todas las especies *Chamaecytisus palmensis* es la de mayor: altura (192.2-151.2 cm), diámetro del tronco (5.9- 5.4 cm) y de la copa (69.9-60.5 cm), producción de materia seca total (3301-2885 g/arbusto) y de fracción no ramoneable. Además, es la especie de menor relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable (0.05-0.06). En el género *Teline*, *T. osyrioides sericea* es la de mayor altura (59.6-63 cm). En *T. canariensis* y *T. osyrioides sericea* la relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable es similar (0.4 y 0.5-0.4 respectivamente para *T. canariensis* y *Teline osyrioides sericea*) pero aumenta significativamente en *T. osyrioides osyrioides* (0.8-0.7).

En la Tabla 12 se aprecia que *Chamaecytisus palmensis* no presenta diferencias significativas en los parámetros estudiados, salvo en el diámetro del tronco de los arbustos con rizobios que es mayor (5.9 cm) que en los no tratados (4.4 cm). El cociente entre la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable varía entre 0.06 en las plantas con rizobios y 0.05 en los arbustos sin rizobios. La materia seca total oscila entre 3301 g/arbusto en los arbustos con rizobios y 2885 g/arbusto en los que no se aportó rizobios. La producción de materia seca de la fracción ramoneable varía entre 192 g/arbusto de la plantas con rizobios hasta 142 g/arbusto sin rizobios.

*Teline canariensis* no presenta diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados (Tabla 13). La altura está entre 59.6 cm de las plantas tratadas y 63 cm de las no tratadas. El cociente de la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable es de 0.4 en los dos casos. La materia seca total varía entre 1770 g/arbusto de los arbustos con rizobios y 1339 g/arbusto de los no tratados. La materia seca ramoneable es de 564 g/arbusto en los tratados y 402 g/arbusto en las no tratadas.

*Teline osyrioides sericea* no presenta diferencia significativa en los valores de los distintos parámetros (Tabla 14). La altura oscila entre 77.4 cm de los arbustos tratados con rizobios y 66.7 cm de los no tratados. El cociente de la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable varía desde 0.5 para las plantas con rizobios y 0.4 para las no tratadas. La materia seca total fluctúa entre 2281 g/arbusto y 1904 g/arbusto de las plantas sin rizobios. La materia seca de la de la fracción de ramoneo oscila entre 762 g/arbusto y 573 g/arbusto de las plantas sin rizobios.

En *Teline osyrioides osyrioides* no se observan diferencias significativas en los parámetros estudiados (Tabla 15). La altura de las planta osciló entre 44 cm de los arbustos



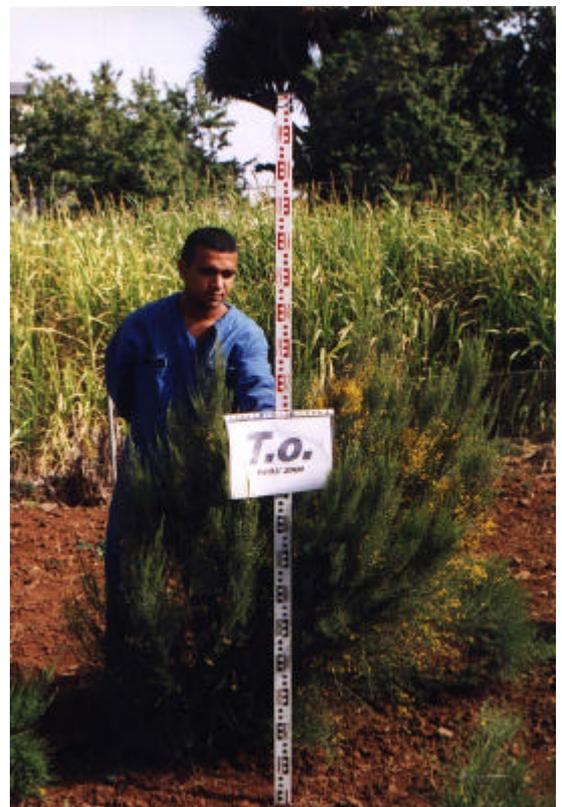
*Chamaecytisus palmensis*



*Teline canariensis*



*Teline osyrioides sericea*



*Teline osyrioides osyrioides*

Figura 8. Aspecto de las especies cultivadas y sin cortes sucesivos

tratados y 35.8 cm en los no tratados. El cociente entre fracción ramoneable y fracción no ramoneable es de 0.8 para los arbustos con y 0.7 rizobios para las plantas sin rizobios. La materia seca de la fracción ramoneable varía entre 402 g/arbusto y 282 g/arbusto de los arbustos sin rizobios.

En cuanto a los resultados de la materia seca de la fracción ramoneable en kg/ha - para el marco de plantación de 1.04x1.87 m<sup>2</sup> (5142 arbustos/ha)- *Teline osyrioides sericea* produce 3918-2946 kg/ha, *Teline canariensis* 2904-2067 kg/ha, *Teline osyrioides osyrioides* 2067-1450 kg/ha y *Chamaecytisus palmensis* 987.3-730.1 kg/ha. Estas producciones hay que tomarlas con precaución ya que el marco de plantación se eligió pensando en la facilidad de la obtención de los datos, en el mantenimiento y no en la optimización del rendimiento productivo.

La utilización o no de rizobios no presenta diferencias significativas en todas las especies estudiadas, como consecuencia de la elevada variabilidad entre los individuos, sin embargo, los valores absolutos de los resultados son siempre superiores cuando se aplica rizobios.

Tabla 12. *Chamaecytisus palmensis*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios sobre los incrementos desde Primavera/1999 hasta Otoño/2000.

	con rizobios	sin rizobios
Alt. planta (cm)	192.2 (78.3) <sup>a</sup>	151.2 (33) <sup>a</sup>
Diá. tronco (cm)	5.9 (1.9) <sup>b</sup>	5.4 (1.0) <sup>a</sup>
Diá. copa (cm)	69.9 (23) <sup>a</sup>	60.5 (22.3) <sup>a</sup>
FR/FNR	.06 (.02) <sup>a</sup>	.05 (.01) <sup>a</sup>
MS Total (g/arbusto)	3301 (1333) <sup>a</sup>	2885 (1248) <sup>a</sup>
MS de FR (g/arbusto)	192 (88) <sup>a</sup>	142 (63) <sup>a</sup>
MS de FR (kg/ha)*	987.3	730.1

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro; FR/FNR: Fracción ramoneable/fracción no ramoneable; MS: Materia Seca.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student; p< 0.05.

\* Calculado a partir del peso medio de materia seca de la fracción ramoneable, para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87m (5142 arbustos/ha).

Tabla 13. *Teline canariensis*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios sobre los incrementos desde Verano/1999 hasta Otoño/2000.

	con rizobios	sin rizobios
Alt. planta (cm)	59.6 (33.1) <sup>a</sup>	63 (19.4) <sup>a</sup>
Diá. tronco (cm)	3.4 (.7) <sup>a</sup>	3.3 (1.6) <sup>a</sup>
Diá. copa (cm)	24.4 (17.5) <sup>a</sup>	16.2 (17) <sup>a</sup>
FR/FNR	.4 (.1) <sup>a</sup>	.4 (.06) <sup>a</sup>
MS Total (g/arbusto)	1770 (807) <sup>a</sup>	1339 (963) <sup>a</sup>
MS de FR (g/arbusto)	564 (320) <sup>a</sup>	402 (308) <sup>a</sup>
MS de FR (kg/ha)*	2904	2067

Tabla 14. *Teline osyrioides sericea*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios sobre los incrementos desde Verano/1999 hasta Otoño/2000.

	con rizobios	sin rizobios
Alt. planta (cm)	77.4 (23) <sup>a</sup>	66.7 (29) <sup>a</sup>
Diá. tronco (cm)	3.4 (1.7) <sup>a</sup>	2.5 (1.0) <sup>a</sup>
Diá. copa (cm)	20.6 (11.4) <sup>a</sup>	7.6 (20.5) <sup>a</sup>
FR/FNR	.5 (.8) <sup>a</sup>	.4 (.1) <sup>a</sup>
MS Total (g/arbusto)	2281 (959) <sup>a</sup>	1904 (271) <sup>a</sup>
MS de FR (g/arbusto)	762 (271) <sup>a</sup>	573 (141) <sup>a</sup>
MS de FR (kg/ha)*	3918	2946

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro; FR/FNR: Fracción ramoneable/fracción no ramoneable; MS: Materia Seca.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

\* Calculado a partir del peso medio de materia seca de la fracción ramoneable, para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87m (5142 arbustos/ha).

Tabla 15. *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios sobre los incrementos desde el Verano/1999 hasta el Otoño/2000.

	con rizobios	sin rizobios
Alt. planta (cm)	44 (16.4) <sup>a</sup>	35.8 (15.7) <sup>a</sup>
Diá. tronco (cm)	2.5 (.9) <sup>a</sup>	2.6 (.8) <sup>a</sup>
Diá. copa (cm)	11.6 (17.3) <sup>a</sup>	8.3 (9) <sup>a</sup>
FR/FNR	.8 (.08) <sup>a</sup>	.7 (.4) <sup>a</sup>
MS Total (g/arbusto)	1270 (210) <sup>a</sup>	1025 (629) <sup>a</sup>
MS de FR (g/arbusto)	402 (164) <sup>a</sup>	282 (183) <sup>a</sup>
MS de FR (kg/ha)*	2067	1450

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro; FR/FNR: Fracción ramoneable/fracción no ramoneable; MS: Materia Seca.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

\* Calculado a partir del peso medio de materia seca de la fracción ramoneable, para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87m (5142 arbustos/ha).

### 3.6.2. Observación estacional.

En las Tablas 16,17,18 y 19 se presentan los valores medios de la altura, diámetros del tronco y de la copa de los arbustos con y sin rizobios en cada una de las estaciones consideradas (Figura 8). Las medidas se han llevado a cabo al final de cada una de las estaciones y se realizaron de forma simultánea. Se pretende estudiar las evoluciones de los arbustos, tomando el mayor número de medidas para ver los posibles efectos del rizobios.

En *Chamaecytisus palmensis*, Tabla 16, se observa que los valores obtenidos no presentan diferencias significativas, salvo en la Primavera/1999 donde la altura de las plantas es superior en los arbustos sin rizobios (110 cm) a los que no tienen rizobios (94 cm). También se aprecia en la altura de las plantas de Primavera/2000 donde los arbustos con rizobios tienen una altura de 291 cm con respecto a los 238 cm de los arbustos sin rizobios. Los diámetros del tronco tienen un alto incremento en las cuatro primeras estaciones (Primavera/1999, Verano/1999, Otoño/1999 y Invierno/2000) que pasa de 1.7-2.1 cm a 6.4-6.2 cm pero este crecimiento rápido se para en la Primavera/2000 con 7.1 cm (aumentando ligeramente en Verano/2000 a 7.4-7.0 cm y en Otoño/2000 a 7.6-7.5 cm). La altura máxima la alcanza en Primavera/2000 (291-238 cm), Verano/2000 (286-265 cm) y en Otoño/2000 (287-266 cm.). En cuanto al diámetro máximo de la copa se encontró en Verano/1999 con 207-195 cm.

Para *Teline canariensis*, Tabla 17, no existen diferencias significativas en los arbustos con rizobios y los sin rizobios. Se observa que el diámetro del tronco tiene un crecimiento rápido hasta el Invierno/2000 para mantenerse casi constante desde el Verano/2000 (5.6-5.0 cm) hasta el Otoño/2000 (5.3-5.1 cm). La altura máxima la alcanza en Primavera/2000 oscilando entre 173 cm y 136 cm. El diámetro mayor de la copa se presenta en Verano/2000 con 95-106 cm.

En la Tabla 18 se ve como los valores de *Teline osyrioides sericea* no presentan diferencias significativas entre las plantas tratadas con rizobios y las no tratadas, excepto en el Verano/1999 cuando el diámetro del tronco que es superior en los arbustos sin rizobios (1.7 cm), con respecto a los 1.2 cm de las plantas con rizobios. También en la misma estación hay diferencias siendo superior el diámetro de la copa en los arbustos sin rizobios con 73 cm con respecto a los 57 cm de los arbustos con rizobios. En cuanto al crecimiento del tronco se observa como los de mayor desarrollo se producen en las estaciones de Verano/1999 y Otoño/1999 pero al llegar el Invierno/2000 este crecimiento se detiene en los 4.0 cm, no llegando a sobrepasar los 4.7 del Otoño/2000. La altura máxima se alcanza en la última estación de Otoño/2000 con 78-72 cm. El diámetro máximo de la copa se presenta en las dos últimas estaciones de Verano/2000 (78-73 cm) y en Otoño/2000 con 78-72 cm.

*Teline osyrioides osyrioides* no presenta diferencias significativas entre los arbustos con rizobios y sin rizobios en ninguno de los parámetros evaluados (Tabla 19). Se observa un crecimiento rápido del tronco hasta el Invierno/2000 en un periodo en el que alcanzan unos diámetros de 3.2-3.4 cm y a partir de la Primavera/2000 se detiene el crecimiento llegando a un máximo en la estación de Otoño/2000 con un diámetro de 4.1-4.2 cm. La altura máxima se manifiesta en la última estación (Otoño/2000) con 116-101 cm. El diámetro máximo de la copa también se alcanzó en Otoño/2000 con 77-68 cm.

Tabla 16. *Chamaecytisus palmensis*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios por estaciones.

	cm	con rizobios	sin rizobios
Primav./1999	Alt. planta	94 (15) <sup>a</sup>	110 (19) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	1.7 (.4) <sup>a</sup>	2.1 (.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	29 (15) <sup>a</sup>	27 (7) <sup>a</sup>
Verano/1999	Alt. planta	162 (36) <sup>a</sup>	147 (28) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	3.5 (.9) <sup>a</sup>	3.2 (.8) <sup>a</sup>
	Diá. copa	207 (32) <sup>a</sup>	195 (51) <sup>a</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	189 (61) <sup>a</sup>	161 (44) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	5.9 (1.4) <sup>a</sup>	5.0 (1.3) <sup>a</sup>
	Diá. copa	117 (27) <sup>b</sup>	90 (19) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	249 (40) <sup>a</sup>	225 (45) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	6.4 (2.1) <sup>a</sup>	6.2 (1.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	99 (21) <sup>a</sup>	99 (20) <sup>a</sup>
Primav./2000	Alt. planta	291 (60) <sup>b</sup>	238 (32) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	7.1 (2.2) <sup>a</sup>	7.1 (1.5) <sup>a</sup>
	Diá. copa	85 (21) <sup>a</sup>	99 (25) <sup>a</sup>
Verano/2000	Alt. planta	286 (66) <sup>a</sup>	265 (43) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	7.4 (2.4) <sup>a</sup>	7.0 (1.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	109 (21) <sup>a</sup>	108 (16) <sup>a</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	287 (79) <sup>a</sup>	261 (44) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	7.6 (2.0) <sup>a</sup>	7.2 (1.4) <sup>a</sup>
	Diá. copa	98 (18) <sup>a</sup>	88 (20) <sup>a</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

Tabla 17. *Teline canariensis*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios por estaciones.

	Cm	con rizobios	sin rizobios
Verano/1999	Alt. planta	97 (21) <sup>a</sup>	88 (17) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	2.0 (0.4) <sup>a</sup>	1.9 (.5) <sup>a</sup>
	Diá. copa	72 (13) <sup>a</sup>	80 (21) <sup>a</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	132 (28) <sup>a</sup>	117 (17) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	3.1 (.5) <sup>a</sup>	3.2 (.8) <sup>a</sup>
	Diá. copa	58 (17) <sup>b</sup>	46 (11) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	160 (31) <sup>a</sup>	143 (18) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.8 (1.6) <sup>a</sup>	4.5 (1.2) <sup>a</sup>
	Diá. copa	76 (15) <sup>a</sup>	70 (13) <sup>a</sup>
Primav./2000	Alt. planta	173 (38) <sup>a</sup>	136 (20) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	5.3 (.8) <sup>a</sup>	5.4 (1.4) <sup>a</sup>
	Diá. copa	97 (23) <sup>a</sup>	100 (20) <sup>a</sup>
Verano/2000	Alt. planta	163 (34) <sup>a</sup>	145 (22) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	5.6 (1.0) <sup>a</sup>	5.0 (1.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	106 (21) <sup>a</sup>	95 (22) <sup>a</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	157 (41) <sup>a</sup>	151 (24) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	5.3 (.9) <sup>a</sup>	5.1 (2.0) <sup>a</sup>
	Diá. copa	96 (19) <sup>a</sup>	96 (23) <sup>a</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

Tabla 18. *Teline osyrioides sericea*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios por estaciones.

	cm	con rizobios	sin rizobios
Verano/1999	Alt. planta	85 (27) <sup>a</sup>	97 (34) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.2 (.3) <sup>a</sup>	1.5 (.4) <sup>b</sup>
	Diá. copa	57 (14) <sup>a</sup>	73 (18) <sup>b</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	123 (42) <sup>a</sup>	132 (43) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	2.3 (.8) <sup>a</sup>	2.6 (1.0) <sup>a</sup>
	Diá. copa	39 (16) <sup>a</sup>	38 (12) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	139 (38) <sup>a</sup>	154 (41) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.1 (1.8) <sup>a</sup>	3.6 (1.3) <sup>a</sup>
	Diá. copa	60 (20) <sup>a</sup>	60 (19) <sup>a</sup>
Primav./2000	Alt. planta	153 (44) <sup>a</sup>	149 (43) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.0 (1.8) <sup>a</sup>	4.3 (1.5) <sup>a</sup>
	Diá. copa	70 (23) <sup>a</sup>	74 (25) <sup>a</sup>
Verano/2000	Alt. planta	143 (43) <sup>a</sup>	157 (46) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.6 (1.7) <sup>a</sup>	4.1 (1.3) <sup>a</sup>
	Diá. copa	78 (25) <sup>a</sup>	73 (22) <sup>a</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	163 (42) <sup>a</sup>	164 (45) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.7 (1.9) <sup>a</sup>	4.0 (1.2) <sup>a</sup>
	Diá. copa	78 (21) <sup>a</sup>	72 (32) <sup>a</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

Tabla 19. *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto del tratamiento con y sin rizobios por estaciones.

	Cm	con rizobios	sin rizobios
Verano/1999	Alt. planta	72 (23) <sup>a</sup>	66 (19) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.6 (.5) <sup>a</sup>	1.6 (.3) <sup>a</sup>
	Diá. copa	65 (17) <sup>a</sup>	60 (15) <sup>a</sup>
Otoño/19 99	Alt. planta	85 (24) <sup>a</sup>	77 (28) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	2.4 (.7) <sup>a</sup>	2.6 (.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	38 (15) <sup>a</sup>	37 (6) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	98 (25) <sup>a</sup>	94 (30) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	3.2 (1.2) <sup>a</sup>	3.4 (.9) <sup>a</sup>
	Diá. copa	53 (15) <sup>a</sup>	55 (14) <sup>a</sup>
Primav./2000	Alt. planta	104 (24) <sup>a</sup>	87 (30) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	3.8 (1.2) <sup>a</sup>	4.1 (1.3) <sup>a</sup>
	Diá. copa	77 (27) <sup>a</sup>	69 (24) <sup>a</sup>
Verano/2000	Alt. planta	98 (32) <sup>a</sup>	92 (29) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.0 (1.0) <sup>a</sup>	4.2 (1.0) <sup>a</sup>
	Diá. copa	79 (19) <sup>a</sup>	73 (18) <sup>a</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	116 (30) <sup>a</sup>	101 (32) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	4.1 (1.3) <sup>a</sup>	4.2 (1.0) <sup>a</sup>
	Diá. copa	77 (16) <sup>a</sup>	68 (16) <sup>a</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Para la distribución T de Student;  $p < 0.05$ .

### 3.7. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA MORFOLOGÍA.

#### 3.7.1. Apreciación global.

En la Tabla 20 se muestran los valores medios de la altura y diámetro del tronco y de la copa que alcanzan cada una de las cuatro especies estudiadas en el momento de las siete siegas (*Chamaecytisus palmensis*) o seis siegas (*Teline*) y a las tres alturas de siega consideradas (Figura 9). Todas las especies presentan diferencias significativas en la altura máxima a las tres alturas de siega. A menor altura de siega le corresponden diámetros de troncos más pequeños.

En cuanto a *Chamaecytisus palmensis* la altura más baja (110.3 cm) la presenta la poda de 30 cm y la altura máxima la poda de 70 cm (148.6 cm). Las alturas de siega de 50 y 70 cm no presentan diferencias significativas en los diámetros del tronco (3.3 cm para la siega de 50 y 4.2 cm para la poda de 70 cm). En el diámetro de los troncos sólo hay diferencias en los cortes de 30 y 70 cm.

En *Teline canariensis* las alturas máximas varían entre 75 cm (siega de 30 cm) y 101.3 cm ( siega de 70 cm). Los diámetros de los troncos no presentan diferencias oscilando entre 2.9 y 3.1 cm. Los diámetros de las copas significativamente superiores son los de los cortes de 50 y 70 cm con alturas de 56.4 y 57.2 cm, respectivamente.

Tabla 20. Efecto de la altura de siega sobre altura de planta, diámetro del tronco y de la copa, en las cuatro especies.

		Altura de siega (cm)		
		30	50	70
<i>Chamaecytisus palmensis</i> .	Alt. planta	110.3 (34.8) <sup>a</sup>	133.8 (43.1) <sup>b</sup>	148.6 (40.9) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	3.3 (1.55) <sup>a</sup>	4.0 (1.67) <sup>b</sup>	4.2 (1.61) <sup>b</sup>
	Diá. copa	73.7 (44.6) <sup>a</sup>	82.0 (44.7) <sup>a,b</sup>	90.4 (50.0) <sup>b</sup>
<i>Teline canariensis</i>	Alt. planta	75.5 (22.7) <sup>a</sup>	85.2 (20.3) <sup>b</sup>	101.3 (33.9) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.9 (1.1) <sup>a</sup>	3.1 (0.9) <sup>a</sup>	3.1 (0.9) <sup>a</sup>
	Diá. copa	49.7 (17.8) <sup>a</sup>	56.4 (19.9) <sup>b</sup>	57.2 (20.8) <sup>b</sup>
<i>T. osyrioides sericea</i>	Alt. planta	81.0 (22.7) <sup>a</sup>	94.6 (19.2) <sup>b</sup>	107.4 (25.1) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	1.99 (.80) <sup>a</sup>	2.3 (.85) <sup>b</sup>	2.3 (.89) <sup>b</sup>
	Diá. copa	43.7 (15.4) <sup>a</sup>	50.3 (16.4) <sup>b</sup>	51.3 (14.0) <sup>b</sup>
<i>T. osyrioides osyrioides</i>	Alt. planta	60.7 (15.5) <sup>a</sup>	72.9 (17.4) <sup>b</sup>	88.1 (23.2) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.1 (.67) <sup>a</sup>	2.3 (.85) <sup>a</sup>	2.7 (2.32) <sup>b</sup>
	Diá. copa	41.7 (13.9) <sup>a</sup>	46.6 (16.7) <sup>b</sup>	52.1 (15.5) <sup>c</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Nota. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis.

Los valores dentro de una misma fila con distinta letra son diferentes significativamente. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

En *Teline osyrioides sericea*, la altura más baja se alcanza con la poda de 30 cm y la más alta (107.4 cm) con la poda de 70 cm. Los diámetros de los troncos son significativamente superiores los de las podas de 50 y 70 cm. Los diámetros de las copas

para las siegas de 50 y 70 cm no presentan diferencias pero sí con la siega de 30 cm que tiene una copa de 43.7 cm de diámetro.

En *Teline osyrioides osyrioides* las alturas mayores se presentan en el corte de 70 cm con una altura máxima de 88.1 cm y la más baja (60.7 cm) es para la altura de corte de 30 cm. El diámetro del tronco es significativamente superior en los arbustos con altura de siega de 70 cm con un diámetro de 2.7 cm, igual que los diámetros de la copa (52.1 cm).

Con estos resultados es de prever que la producción de materia seca será significativamente superior a mayor altura siega.

### 3.7.2. Observación estacional.

*Chamaecytisus palmensis*. Las medidas de la altura máxima, diámetro del tronco y de la copa se llevaron a cabo simultáneamente al final de cada uno de los ocho periodos vegetativos considerados y antes de cada siega. Los resultados se presentan en la Tabla 21.

En los resultados de Primavera/1999 se pone de manifiesto la variabilidad de los arbustos de *Chamaecytisus palmensis*, que sin haber alcanzado la altura de siega presentan diferencias significativas en la altura máxima y diámetro de los troncos. Se observa como desde los primeros periodos vegetativos hasta la estación de Invierno/2000 las medidas de las alturas de los arbustos y los diámetros del tronco no son significativamente diferentes entre sí para las siegas de 50 y 70 cm, pero presentan diferencias significativas respecto a las medidas hechas para a la siega de 30 cm, que son inferiores.

A partir de la Primavera/2000 hasta Otoño/2000 la influencia de las alturas de corte sobre la altura de los arbustos son significativamente diferentes y siempre superiores en la siega de 70 cm. Los diámetros de los troncos de las siegas de 50 y 70 cm son semejantes entre si y diferentes a la de 30 cm, que es la de menor diámetro. Los diámetros de los troncos tienen un crecimiento vigoroso hasta el Otoño/1999 con valores que oscilan entre 3.7 cm para la siega de 30 cm y 4.6 cm para la siega de 50 y 70 cm. Es a partir de Invierno/2000 cuando el crecimiento del tronco es menor, llegando a alcanzar en Otoño/2000 entre 4.2 y 5.2 cm. Las alturas máximas de los arbustos superan siempre los 120 cm sin distinción de altura de corte en las estaciones de Verano/1999, Otoño/1999 y Invierno/2000, estas estaciones deberán coincidir con las más productivas en materia seca y también con las de mayores precipitaciones.

*Teline canariensis*. En la Tabla 22 se muestran las medidas tomadas de *Teline canariensis* antes de realizar cada siega a tres alturas diferentes y de manera simultánea en las seis estaciones estudiadas.

En la primera medida (Verano/1999) no se presentan diferencias significativas en los tres parámetros, lo que permite suponer que los arbustos pueden ser más homogéneos. La altura máxima es de 89 cm, el diámetro del tronco 1.9 cm y el diámetro de la copa 75-82 cm. Los diámetros de los troncos no se ven afectados por los cortes pues no presentan

diferencias significativas en ninguna de las estaciones para las tres alturas de siega. Las alturas máximas que alcanzan los arbustos, siempre son significativamente mayores en la siega de 70 cm, seguido de la de 50 y luego es la de 30 cm. Los arbustos presentan sus alturas máximas en las cuatro primeras estaciones variando entre 68 cm y 129 cm, mientras que en las últimas (Verano/2000 y Otoño/2000), oscila entre 63 cm y 98 cm. Los diámetros de los troncos presentan un crecimiento activo hasta el Invierno/2000, variando entre 2.9 y 3 cm. En las tres últimas estaciones estos incrementos son muy pequeños llegando en Otoño/2000 a oscilar entre 3.5 y 3.8 cm.

*Teline osyrioides sericea*. En la Tabla 23, se muestran los valores de *Teline osyrioides sericea* tomados antes de cada siega durante los seis periodos vegetativos estudiados.

En Verano/1999 la altura máxima de los arbustos, los diámetros del tronco y los de la copa no presentan diferencias significativas antes de la primera siega, lo que parece indicar la similitud entre los arbustos. La altura máxima es significativamente superior para la siega de 70 cm en las estaciones de Invierno/2000, Primavera/2000 y Otoño/2000 con valores superiores a los 109 cm, mientras que en Verano/2000 las alturas de siega de 50 y 70 cm no presentan diferencias significativas. Los diámetros de los troncos no manifiestan diferencias en función de la altura de corte, si bien hasta el Invierno/2000 tienen un crecimiento vigoroso pues alcanzan entre 2.0 y 2.3 cm, mientras que en las tres últimas estaciones estos incrementos son menores, llegando en Otoño/2000 a oscilar entre 2.9 y 3 cm. Las estaciones en las que se alcanzan la mayor altura son las de Otoño/1999, variando entre 98 y 113 cm, y la de Primavera/2000 con una oscilación de 66 a 128 cm.

*Teline osyrioides osyrioides*. Las mediciones se llevaron a cabo de forma simultánea al final de cada periodo vegetativo, midiéndose la altura máxima, el diámetro del tronco y de la copa en los arbustos de *Teline osyrioides osyrioides* (Tabla 24).

En el Verano/1999 no se presentan diferencias significativas de las alturas máximas, diámetros de los troncos y de las copas de los arbustos, lo que es un indicador de la poca variabilidad de los arbustos jóvenes. Las alturas máximas que alcanzan los arbustos son significativamente diferentes según la altura de siega, correspondiendo las alturas mayores a la siega de 70 cm, luego a la de 50 cm y la más baja a 30 cm. Las mayores alturas las presentan en la estación de Otoño/1999 oscilando entre 65 cm en la siega de 30 cm y 91 cm para la de 70 cm. En los diámetros del tronco se observa un crecimiento activo hasta el Invierno/2000 que varía entre 1.9 y 2.6. A partir de la Primavera/2000 este crecimiento es más lento llegando a tener en Otoño/2000 entre 2.3 y 3.2 cm.

Los diámetros de los arbustos segados siempre han sido menores que los de los arbustos no segados.



Sistema de siega



Recogida del forraje



Método de pesada

Figura 9. Fotografías de la parcela experimental

Tabla 21. *Chamaecytisus palmensis*. Efecto de la altura de siega y estación sobre la altura de la planta, diámetro del tronco y de la copa.

		Altura de siega (cm)		
		30	50	70
Primav./1999	Alt. planta	83 (23) <sup>a</sup>	90 (24) <sup>a b</sup>	97 (23) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	1.0 (.4) <sup>a</sup>	1.6 (.6) <sup>b</sup>	1.6 (.5) <sup>b</sup>
	Diá. copa	30 (12) <sup>a</sup>	31 (8) <sup>a</sup>	31 (15) <sup>a</sup>
Verano/1999	Alt. planta	120 (30) <sup>a</sup>	144 (41) <sup>b</sup>	148 (31) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	2.5 (.9) <sup>a</sup>	3.1 (1.0) <sup>b</sup>	3.2 (.9) <sup>b</sup>
	Diá. copa	156 (53) <sup>a</sup>	170 (36) <sup>a b</sup>	188 (47) <sup>b</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	136 (30) <sup>a</sup>	162 (34) <sup>b</sup>	164 (30) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	3.7 (1.2) <sup>a</sup>	4.6 (1.3) <sup>b</sup>	4.6 (1.3) <sup>b</sup>
	Diá. copa	71 (16) <sup>a</sup>	79 (18) <sup>a b</sup>	83 (19) <sup>b</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	144 (33) <sup>a</sup>	172 (36) <sup>b</sup>	187 (29) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	3.9 (1.3) <sup>a</sup>	5.0 (1.7) <sup>b</sup>	4.9 (1.3) <sup>b</sup>
	Diá. copa	75 (19) <sup>a</sup>	75 (14) <sup>a</sup>	84 (15) <sup>a</sup>
Primav./2000	Alt. planta	124 (24) <sup>a</sup>	158 (38) <sup>b</sup>	187 (25) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	4.0 (1.2) <sup>a</sup>	4.7 (1.3) <sup>b</sup>	4.9 (1.0) <sup>b</sup>
	Diá. copa	69 (28) <sup>a</sup>	83 (31) <sup>a</sup>	83 (21) <sup>a</sup>
Verano/2000	Alt. planta	83 (13) <sup>a</sup>	101 (15) <sup>b</sup>	127 (27) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	4.0 (1.1) <sup>a</sup>	4.7 (1.1) <sup>b</sup>	5.0 (.9) <sup>b</sup>
	Diá. copa	63 (17) <sup>a</sup>	68 (13) <sup>a</sup>	84 (12) <sup>b</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	85 (13) <sup>a</sup>	109 (15) <sup>b</sup>	130 (25) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	4.2 (1.5) <sup>a</sup>	4.7 (1.3) <sup>a b</sup>	5.2 (1.2) <sup>b</sup>
	Diá. copa	55 (14) <sup>a</sup>	67 (12) <sup>b</sup>	81 (24) <sup>c</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis.

Los valores dentro de una misma fila con distinta letra son diferentes significativamente. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

Tabla 22. *Teline canariensis*. Efecto de la altura de siega y estación sobre la altura de la planta, diámetro del tronco y de la copa.

		Altura de siega (cm)		
		30	50	70
Verano/1999	Alt. planta	89 (25) <sup>a</sup>	89 (26) <sup>a</sup>	89 (30) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.9 (.7) <sup>a</sup>	1.9 (.7) <sup>a</sup>	1.9 (.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	75 (25) <sup>a</sup>	79 (29) <sup>a</sup>	82 (27) <sup>a</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	83 (19) <sup>a</sup>	93 (23) <sup>a</sup>	106 (19) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	3.0 (.9) <sup>a</sup>	3.0 (.8) <sup>a</sup>	2.9 (.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	43 (10) <sup>a</sup>	44 (13) <sup>a</sup>	49 (22) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	68 (15) <sup>a</sup>	76 (16) <sup>b</sup>	94 (15) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	3.0 (1.1) <sup>a</sup>	2.9 (.8) <sup>a</sup>	3.0 (.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	42 (8) <sup>a</sup>	50 (16) <sup>a b</sup>	48 (10) <sup>b</sup>
Primav./2000	Alt. planta	84 (31) <sup>a</sup>	96 (24) <sup>a</sup>	129 (64) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	3.4 (1.1) <sup>a</sup>	3.7 (.8) <sup>a</sup>	3.5 (.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	44 (11) <sup>a</sup>	52 (13) <sup>a b</sup>	49 (10) <sup>b</sup>
Verano/2000	Alt. planta	66 (14) <sup>a</sup>	78 (9) <sup>b</sup>	98 (11) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	3.1 (1) <sup>a</sup>	3.5 (.7) <sup>a b</sup>	3.7 (.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	49 (10) <sup>a</sup>	57 (11) <sup>b</sup>	57 (13) <sup>b</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	63 (13) <sup>a</sup>	79 (8) <sup>b</sup>	93 (15) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	3.5 (1.3) <sup>a</sup>	3.6 (.9) <sup>a</sup>	3.8 (.7) <sup>a</sup>
	Diá. copa	46 (10) <sup>a</sup>	57 (10) <sup>b</sup>	57 (14) <sup>b</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis.

Los valores dentro de una misma fila con distinta letra son diferentes significativamente. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

Tabla 23. *Teline osyrioides sericea*. Efecto de la altura de siega y estación sobre la altura de la planta, diámetro del tronco y de la copa.

		Altura de siega (cm)		
		30	50	70
Verano/1999	Alt. planta	87 (22) <sup>a</sup>	86 (28) <sup>a</sup>	77 (18) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.3 (.4) <sup>a</sup>	1.2 (.4) <sup>a</sup>	1.1 (.4) <sup>a</sup>
	Diá. copa	56 (20) <sup>a</sup>	62 (18) <sup>a</sup>	58 (14) <sup>a</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	98 (21) <sup>a</sup>	109 (21) <sup>a b</sup>	113 (27) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.9 (.7) <sup>a</sup>	2.0 (.5) <sup>a</sup>	2.0 (.5) <sup>a</sup>
	Diá. copa	34 (13) <sup>a</sup>	35 (12) <sup>a</sup>	41 (17) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	71 (19) <sup>a</sup>	87 (13) <sup>b</sup>	115 (19) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.0 (.9) <sup>a</sup>	2.3 (.7) <sup>a</sup>	2.2 (.5) <sup>a</sup>
	Diá. copa	35 (9) <sup>a</sup>	41 (7) <sup>b</sup>	52 (10) <sup>c</sup>
Primav./2000	Alt. planta	66 (10) <sup>a</sup>	101 (14) <sup>b</sup>	128 (26) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	1.9 (0.6) <sup>a</sup>	2.7 (.6) <sup>b</sup>	3.0 (.7) <sup>b</sup>
	Diá. copa	38 (10) <sup>a</sup>	49 (13) <sup>b</sup>	47 (10) <sup>b</sup>
Verano/2000	Alt. planta	101 (14) <sup>a</sup>	88 (7) <sup>b</sup>	105 (10) <sup>b</sup>
	Diá. tronco	2.9 (.7) <sup>a</sup>	2.9 (.5) <sup>a</sup>	3.1 (.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	54 (11) <sup>a</sup>	58 (14) <sup>a</sup>	54 (11) <sup>a</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	61 (8) <sup>a</sup>	96 (14) <sup>b</sup>	109 (14) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.9 (.6) <sup>a</sup>	3.0 (.8) <sup>b</sup>	3.0 (.6) <sup>b</sup>
	Diá. copa	43 (10) <sup>a</sup>	58 (14) <sup>b</sup>	58 (13) <sup>b</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis.

Los valores dentro de una misma fila con distinta letra son diferentes significativamente. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

Tabla 24. *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto de la altura de siega y estación sobre la altura de la planta, diámetro del tronco y de la copa.

		Altura de siega (cm)		
		30	50	70
Verano/1999	Alt. planta	60 (17) <sup>a</sup>	63 (17) <sup>a</sup>	68 (18) <sup>a</sup>
	Diá. tronco	1.2 (.4) <sup>a</sup>	1.4 (.5) <sup>a,b</sup>	1.5 (.6) <sup>a</sup>
	Diá. copa	56 (16) <sup>a</sup>	59 (21) <sup>a</sup>	62 (19) <sup>a</sup>
Otoño/1999	Alt. planta	65 (15) <sup>a</sup>	80 (20) <sup>b</sup>	91 (26) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.1 (.7) <sup>a</sup>	2.2 (.8) <sup>a</sup>	2.4 (.8) <sup>a</sup>
	Diá. copa	33 (12) <sup>a</sup>	37 (19) <sup>a</sup>	37 (11) <sup>a</sup>
Invierno/2000	Alt. planta	58 (14) <sup>a</sup>	69 (10) <sup>b</sup>	88 (19) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	1.9 (.4) <sup>a</sup>	2.3 (.7) <sup>b</sup>	2.6 (.7) <sup>b</sup>
	Diá. copa	36 (9) <sup>a</sup>	37 (7) <sup>a</sup>	47 (11) <sup>b</sup>
Primav./2000	Alt. planta	63 (21) <sup>a</sup>	77 (18) <sup>b</sup>	96 (19) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.4 (.6) <sup>a</sup>	2.7 (.7) <sup>a</sup>	3.0 (5.2) <sup>a</sup>
	Diá. copa	36 (9) <sup>a</sup>	44 (11) <sup>b</sup>	51 (12) <sup>c</sup>
Verano/2000	Alt. planta	61 (13) <sup>a</sup>	77 (17) <sup>b</sup>	95 (19) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.5 (.4) <sup>a</sup>	2.8 (.7) <sup>a</sup>	3.1 (.7) <sup>b</sup>
	Diá. copa	46 (12) <sup>a</sup>	53 (15) <sup>a</sup>	56 (13) <sup>b</sup>
Otoño/2000	Alt. planta	57 (10) <sup>a</sup>	73 (14) <sup>b</sup>	90 (25) <sup>c</sup>
	Diá. tronco	2.3 (.5) <sup>a</sup>	2.8 (.8) <sup>b</sup>	3.2 (.9) <sup>b</sup>
	Diá. copa	42 (11) <sup>a</sup>	50 (12) <sup>b</sup>	60 (12) <sup>c</sup>

Alt.: Altura; Diá.: Diámetro.

Notas. Los datos son valores medios. Las desviaciones típicas aparecen entre paréntesis.

Los valores dentro de una misma fila con distinta letra son diferentes significativamente. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

### 3.8. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN.

#### 3.8.1. Apreciación global.

En la Tabla 25, se muestra la producción media de las especies para cada una de las diferentes alturas de siega, así como la fracción ramoneable y el cociente de la fracción ramoneable y la no ramoneable (Figura 9). La producción media de materia seca por arbusto no presenta diferencias significativas con las alturas de siega, para ninguna de las cuatro especies estudiadas, posiblemente también por la gran variabilidad de los individuos.

La producción de *Chamaecytisus palmensis* varía entre 133 g/arbusto-corte para la siega de 30 cm y 146 g/arbusto-corte para la de 70 cm. En *Teline canariensis* oscila entre 79 g/arbusto-corte para la siega de 70 cm y 80 g/arbusto-corte para las siegas de 30 y 50 cm. Para *Teline osyrioides sericea* presenta el valor más bajo con 72 g/arbusto-corte para la siega de 30 cm y 88 g/arbusto-corte para la siega de 70 cm. Mientras que *Teline osyrioides osyrioides* en las siegas de 30 cm produce 60 g/arbusto-corte y en las siegas de 70 cm el valor máximo con 82 g/arbusto-corte. En cuanto a la fracción ramoneable en *Chamaecytisus palmensis* es significativamente más bajo con 0.5, mientras que en el género *Teline* no presenta diferencias significativas entre sus especies con valores de 0.7. En cuanto al cociente de la fracción ramoneable con la no ramoneable también en *Chamaecytisus palmensis* es significativamente más bajo (1.3), mientras que el género *Teline* no muestra diferencias, variando entre 3.4 para *Teline osyrioides osyrioides* y 2.7 para *Teline canariensis*.

*Chamaecytisus palmensis* es la especie más productiva por arbusto y *Teline osyrioides osyrioides* la de menor producción.

Tabla 25. Efecto de la altura de siega sobre producción de materia seca (g/planta/corte), fracción ramoneable (FR) y la relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable (FR/FNR), en las cuatro especies.

Especie	Altura de siega (cm)			FR	FR/FNR
	30	50	70		
<i>Ch. palmensis</i>	133 (94) <sup>a</sup> B	142 (97) <sup>a</sup> B	146 (119) <sup>a</sup> B	.5 (.09) A	1.3 (.5) A
<i>T. canariensis</i>	80 (45) <sup>a</sup> A	80 (40) <sup>a</sup> A	79 (54) <sup>a</sup> A	.7 (0.1) B	2.7 (1.4) B
<i>T.o.sericea</i>	72 (48) <sup>a</sup> A	83 (38) <sup>a</sup> A	88 (51) <sup>a</sup> A	.7 (.1) B	3.1 (1.8) B
<i>T.o. osyrioides</i>	60 (42) <sup>a</sup> A	65 (32) <sup>a</sup> A	82 (49) <sup>a</sup> A	.7 (.1) B	3.4 (2.1) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas dentro de la misma especie (filas). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a diferencias entre especie (columna). Test de Duncan; p < 0.05.

### 3.8.2. Observación estacional.

*Chamaecytisus palmensis*. La materia seca producida por *Chamaecytisus palmensis* al final de cada estación, durante el experimento aparece en la Tabla 26.

El efecto de las distintas alturas de siega sobre la producción no presenta diferencias significativas. Sin embargo, en cuanto a la producción a las mismas alturas de siega, sí se observan diferencias significativas entre estaciones.

La altura de siega de 30 cm presenta tres grupos diferentes. El primer grupo con una producción más alta corresponde al Invierno/2000 con 297 g/arbusto-corte, el segundo grupo lo presentan las estaciones de Verano/1999, Otoño/1999 y Primavera/2000 con producciones que varían entre 140 y 164 g/arbusto-corte y el tercer grupo que corresponde a las de menor producción que se presentan en Primavera/1999 y verano/2000 con 13 y 71 g/arbusto-corte respectivamente. En la altura de corte a 50 cm, las estaciones más productivas fueron Invierno/2000 con 261 g/arbusto-corte, Otoño/1999 con 204 g/arbusto-corte y los de menor producción en Primavera/1999 con 11 g/arbusto-corte y Verano/2000 con 76 g/arbusto-corte. Por último, la siega a 70 cm presenta dos grupos diferentes entre sí: el de Invierno/2000 con 353 g/arbusto-corte que fue de máxima producción y el resto de las estaciones que oscila entre 16 g/arbusto-corte de Primavera/1999 y 207 g/arbusto-corte de Primavera/2000.

*Teline canariensis*. En la Tabla 27 se muestra la producción de *Teline canariensis* en cada estación. Se observa que no hay diferencia significativa entre las producciones para las distintas alturas de siega.

La variación de la producción de materia seca por arbusto se produce a lo largo de los diferentes periodos vegetativos. Para la altura de siega de 30 cm hay dos grupos, el de máxima producción que corresponde a Otoño/1999 con 131 g/arbusto-corte y el resto que varía entre 100 g/arbusto-corte en Invierno/2000 y 67 g/arbusto-corte de Verano/2000 y Otoño/2000. En la altura de corte de 50 cm se aprecian dos grupos, el de máxima producción que corresponde a Otoño/1999 con 125 g/arbusto-corte e Invierno/2000 con 114 g/arbusto-corte. El resto de las estaciones varían entre los 43 g/arbusto-corte y los 82 g/arbusto-corte en Primavera/2000. La siega a 70 cm también presenta dos grupos de producción, el primero en Otoño/1999 con 138 y Invierno/2000 con 123 g/arbusto-corte. El segundo grupo oscila entre 36 g/arbusto-corte de Verano/1999 y 69 g/arbusto-corte de Verano/2000.

*Teline osyrioides sericea*. La producción de materia seca de *Teline osyrioides sericea* en los distintos cortes estacionales se muestra en la Tabla 28.

Las alturas de siega no afectan al rendimiento como lo demuestra el no existir diferencia significativa en las producciones, salvo en Invierno/2000 cuando la altura de siega de 70 cm tiene una producción superior (156 g/arbusto-corte). También en Primavera/2000 las siegas de 50 y 70 cm con rendimientos de 86 y 75 g/arbusto-corte, son superiores a las siegas de 30 cm con producción de 25 g/arbusto-corte. Para la altura de

siega de 30 cm la producción mayor se presenta en Verano/2000 con 133 g/arbusto-corte y Otoño/1999 con 110 g/arbusto-corte, en el resto de la estaciones varía entre 25 g/arbusto-corte de Primavera/2000 y 70 g/arbusto-corte de Invierno/2000. En la siega de 50 cm hay dos grupos, el de la primera estación (Verano/1999) con 29 g/arbusto-corte que es la de menor producción y el resto que oscila entre 80 g/arbusto-corte de Invierno/2000 y 117 g/arbusto-corte en Otoño/1999. En la siega de 70 cm hay tres grupos: el de mayor producción se presenta en Invierno/2000 con 156 g/arbusto-corte, el segundo grupo que oscila entre 71 g/arbusto-corte en Otoño/2000 y 111 g/arbusto-corte en Verano/2000 y el tercer grupo, con valores inferiores, corresponde al Verano/1999 con 14 g/arbusto-corte.

*Teline osyrioides osyrioides*. La Tabla 29 presenta la producción de materia seca al final de cada estación, durante el ensayo.

La producción de los arbustos no se ve afectada significativamente por la altura de siega. Para la altura de siega de 30 cm no se aprecian diferencias significativas para las distintas estaciones variando de 29 g/arbusto-corte de Primavera/2000 a 92 g/arbusto-corte de Verano/2000. En las siegas de 50 cm tampoco hay diferencias significativas entre las estaciones oscilando entre 44 g/arbusto-corte en Verano/1999 y Primavera/2000 y 91 g/arbusto-corte en Otoño/1999. Para la altura de 70 cm de siega la máxima producción se presenta en Invierno/2000 con 132 g/arbusto-corte, que es mayor que el de Verano/1999 (35 g/arbusto-corte).

Tabla 26. *Chamaecytisus palmensis*. Efecto de la altura de siega sobre la producción estacional de materia seca (g/arbusto-corte).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Primav./1999	13 (2) <sup>a</sup> A	11 (6) <sup>a</sup> A	16 (23) <sup>a</sup> A
Verano/1999	164 (24) <sup>a</sup> C	176 (74) <sup>a</sup> ABC	124 (92) <sup>a</sup> A
Otoño/1999	162 (55) <sup>a</sup> C	204 (90) <sup>a</sup> BC	131 (34) <sup>a</sup> A
Invier./2000	297 (78) <sup>a</sup> D	261 (93) <sup>a</sup> C	353 (154) <sup>a</sup> B
Primav./2000	140 (36) <sup>a</sup> BC	176 (101) <sup>a</sup> ABC	207 (24) <sup>a</sup> A
Verano/2000	71 (55) <sup>a</sup> AB	76 (63) <sup>a</sup> A	74 (29) <sup>a</sup> A
Otoño/2000	86 (19) <sup>a</sup> B	91 (40) <sup>a</sup> AB	124 (49) <sup>a</sup> A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas dentro de la misma especie y estación (filas). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a diferencias entre estaciones (columna). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 27. *Teline canariensis*. Efecto de la altura de siega sobre la producción estacional de materia seca (g/arbusto-corte).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	76 (45) <sup>a</sup> AB	48 (23) <sup>a</sup> A	36 (7) <sup>a</sup> A
Otoño/1999	131 (39) <sup>a</sup> B	125 (17) <sup>a</sup> C	138 (56) <sup>a</sup> C
Invier./2000	100 (36) <sup>a</sup> AB	114 (30) <sup>a</sup> BC	123 (44) <sup>a</sup> BC
Primav./2000	39 (17) <sup>a</sup> A	82 (43) <sup>a</sup> AB	46 (27) <sup>a</sup> A
Verano/2000	67 (51) <sup>a</sup> A	43 (20) <sup>a</sup> A	69 (54) <sup>a</sup> AB
Otoño/2000	67 (28) <sup>a</sup> A	69 (20) <sup>a</sup> A	61 (42) <sup>a</sup> AB

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas dentro de la misma especie y estación (filas). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a diferencias entre estaciones (columna). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 28. *Teline osyrioides sericea*. Efecto de la altura de siega sobre la producción estacional de materia seca (g/arbusto-corte).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	30 (15) <sup>a</sup> A	29 (18) <sup>a</sup> A	14 (6) <sup>a</sup> A
Otoño/1999	110 (55) <sup>a</sup> BC	117 (17) <sup>a</sup> B	104 (32) <sup>a</sup> B
Invier./2000	70 (14) <sup>a</sup> AB	80 (9) <sup>a</sup> B	156 (19) <sup>b</sup> C
Primav./2000	25 (22) <sup>a</sup> A	86 (28) <sup>b</sup> B	73 (23) <sup>b</sup> B
Verano/2000	133 (12) <sup>a</sup> C	81 (39) <sup>a</sup> B	111 (47) <sup>a</sup> B
Otoño/2000	67 (41) <sup>a</sup> AB	103 (43) <sup>a</sup> B	71 (25) <sup>a</sup> B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas dentro de la misma especie y estación (filas). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a diferencias entre estaciones (columna). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 29. *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto de la altura de siega sobre la producción estacional de materia seca (g/arbusto-corte).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	34 (16) <sup>a</sup> A	44 (35) <sup>a</sup> A	35 (23) <sup>a</sup> A
Otoño/1999	76 (41) <sup>a</sup> A	91 (33) <sup>a</sup> A	100 (43) <sup>a</sup> AB
Invier./2000	74 (38) <sup>a</sup> A	72 (14) <sup>a</sup> A	132 (64) <sup>a</sup> B
Primav./2000	29 (19) <sup>a</sup> A	44 (26) <sup>a</sup> A	68 (47) <sup>a</sup> AB
Verano/2000	92 (67) <sup>a</sup> A	70 (41) <sup>a</sup> A	94 (30) <sup>a</sup> AB
Otoño/2000	53 (26) <sup>a</sup> A	73 (28) <sup>a</sup> A	65 (35) <sup>a</sup> AB

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

-Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas dentro de la misma especie y estación (filas). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a diferencias entre estaciones (columna). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

### 3.8.3. Fracción ramoneable y fracción no ramoneable.

En la Tabla 30, se presenta el peso de la materia verde de la fracción ramoneable (mezcla de hojas brotes y tallos verdes (4-5 mm de diámetro) de diversas proporciones según especies, época del año etc. y el cociente entre la fracción ramoneable y el peso fresco de la fracción no ramoneable, es decir tallos lignificados y troncos. Los datos son valores medios de las cuatro parcelas elementales que corresponden a cada especie de arbusto, donde cada parcela elemental está formada por 21 plantas.

Se observa que la fracción ramoneable de la especie *Chamaecytisus palmensis* no presenta diferencias en las estaciones muestreadas oscilando entre 0.49 en Verano/2000 y 0.61 en Primavera/2000. El cociente entre la fracción ramoneable y la no ramoneable tampoco muestra diferencias significativas variando entre 1.11 en Primavera/1999 y 1.58 en Otoño/2000. Las proporciones se mantienen constantes durante los ocho muestreos realizados.

En *Teline canariensis* se aprecia que los valores de la fracción ramoneable de Verano/1999, Otoño/1999 e Invierno/2000 presentan los valores significativamente superiores, oscilando entre 0.76 en Verano/1999 y 0.82 para Otoño/1999. Los niveles más bajos corresponden a los tres últimos muestreos (Primavera/2000, Verano/2000 y Otoño/2000), oscilando entre 0.55 en Verano/2000 y 0.61 en Primavera/2000. Igual sucede con el cociente de fracción ramoneable y no ramoneable donde los valores más altos se presentan en los tres primeros muestreos (oscilando entre 3.14 en Verano/1999 y 4.69 de Otoño/1999) y los más bajos en Primavera/2000, Verano/200 y Otoño/2000.

En la especie *Teline osyrioides sericea* se aprecian tres grupos con valores significativamente diferentes entre si en los niveles de fracción ramoneable. El primero, con los niveles más altos, corresponde a los muestreos de Otoño/1999 con 0.83 e Invierno/2000 con 0.82. El segundo grupo con valores intermedios son Verano/1999 con un nivel de 0.7 y Primavera/2000 con 0.67 y en el tercer grupo están los arbustos con menor fracción ramoneable que coincide con Otoño/2000 con 0.55. En cuanto al cociente fracción ramoneable y la no ramoneable también se presentan tres grupos significativamente diferentes. El primero con el valor más alto se presenta en Otoño/1999 con 5.42. El grupo de rangos intermedio oscila entre 2.25 en Primavera/2000 y 3.17 en Verano/2000 y en el que el nivel menor corresponde a Otoño/2000 con 1.25.

En la fracción ramoneable de *Teline osyrioides osyrioides* pueden observarse tres grupos con diferencias significativas. El primero con un valor de 0.8 en los muestreos de Verano/1999, Otoño/1999 e Invierno/2000. El segundo presenta en los muestreos de Primavera/2000 0.6 y en Verano/2000 0.65. El tercer grupo con valores más bajos corresponde a Otoño/2000 con 0.5. En cuanto al cociente de la fracción ramoneable y la no ramoneable se ven dos grupos significativamente diferentes. El primero, con los valores más altos, corresponde a los muestreos de Verano/1999, Otoño/1999 e Invierno/2000 con niveles que varían entre 4.8 en Verano/1999 y 5.5 en Invierno/2000. El segundo grupo se presenta en los tres últimos muestreos, oscilando entre 1.2 en Otoño/2000 y 2.2 en Verano/2000 (Tabla 30).

Tabla 30. Valores de la fracción ramoneable y de la relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable (peso fresco).

	<i>Chamaecytisus palmensis</i>		<i>Teline canariensis</i>		<i>T. osyrioides sericea</i>		<i>T. osyrioides osyrioides</i>	
	FR	FR/FNR	FR	FR/FNR	FR	FR/FNR	FR	FR/FNR
Primavera/1999	a .55 (.04)	a 1.22 (.2)						
Verano/1999	a .52 (.03)	a 1.05 (.1)	b .76 (.03)	bc 3.14 (.6)	b .70 (.05)	ab 2.42 (.6)	c .8 (.04)	b 4.8 (1.7)
Otoño/1999	a .59 (.05)	a 1.45 (.3)	b .82 (.02)	d 4.69 (.7)	c .83 (.05)	c 5.42 (2.4)	c .8 (.02)	b 5.3 (.6)
Invierno/2000	a .53 (.04)	a 1.13 (.2)	b .78 (.02)	cd 3.67 (.3)	c .82 (.05)	bc 4.21 (1)	c .8 (.04)	b 5.5 (1.8)
Primavera/2000	a .61 (.05)	a 1.61 (.3)	a .61 (.14)	ab 1.97 (1.4)	b .67 (.09)	ab 2.25 (1.2)	ab .6 (.09)	a 1.7 (.6)
Verano/2000	a .49 (.17)	a 1.15 (.8)	a .55 (.13)	a 1.38 (.7)	bc .75 (.06)	ab 3.17 (.9)	b .65 (.1)	a 2.2 (1.3)
Otoño/2000	a .60 (.08)	a 1.58 (.5)	a .56 (.09)	a 1.39 (.6)	a .55 (.06)	a 1.25 (.3)	a .5 (.1)	a 1.2 (.4)

FR/FNR: Fracción ramoneable/Fracción no ramoneable.

Nota:- Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

-Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre estaciones (columna). Test de Dumcan;  $p < 0.05$

### 3.8.4. Producción de materia seca.

En las Tablas 31, 32, 33, y 34 se presentan las producciones de materia seca para las distintas alturas de siega, en kg/ha-corte para cada uno de los periodos vegetativos evaluados y los kg/ha-año para el primer y segundo año de la experiencia. Para el cálculo de los rendimientos, el marco de plantación en la parcela experimental fue de 1.04x187 m (5142 arbustos/ha); este marco se eligió pensando en la facilidad de las labores de mantenimiento y no en la mejora de los rendimientos.

*Chamaecytisus palmensis* presentó en el primer año una producción media de forraje de 1716 kg/ha-año y el rendimiento del segundo año osciló entre 3050 kg/ha-año y 3897 kg/ha-año. La estación de máxima producción fue en Invierno/2000 para la tres alturas de siega (Tabla 31).

*Teline canariensis* el primer año tiene un rendimiento medio de 950 kg/ha-año, en el segundo varía entre 1405 kg/ha-año y 1584 kg/ha-año. La estación de mayor producción de forraje fue Otoño/1999 para todas las alturas de siega (Tabla 32).

*Teline osyrioides sericea* muestra el primer año una producción media de 692 kg/ha-año y en el segundo año oscila entre 1518 kg/ha-año y 2113 kg/ha-año. La estación de máxima producción fue Otoño/1999 (Tabla 33).

*Teline osyrioides osyrioides* tiene el primer año un rendimiento medio de 651 kg/ha-año, el segundo varía entre 1276 y 1846 kg/ha-año. Las estaciones de mayor producción fueron Otoño/1999 y Verano/2000 (Tabla 34).

La máxima producción en *Chamaecytisus palmensis* se produjo en Invierno/2000. Para el género *Teline* los más altos rendimientos se presentan principalmente en Otoño/1999. Las producciones con valores absolutos más altos son casi siempre las de mayor altura de siega, pero estadísticamente no hay diferencias significativas entre los rendimientos en g/arbusto-corte según la altura de siega.

Tabla 31. *Chamaecytisus palmensis*. Efecto de la altura de la siega sobre la producción de materia seca (kg/ha-corte y kg/ha-año).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Primav./1999	67	57	82
Verano/1999	843	905	638
Otoño/1999	833	1049	674
kg/ha-año (1999)*	1743	2011	1394
Invierno/2000	1527	1342	1815
Primav./2000	720	905	1064
Verano/2000	365	390	380
Otoño/2000	442	468	638
kg/ha-año (2000)*	3054	3105	3897

\* Calculado a partir de la suma del peso medio de materia seca por arbusto/estación segada, expresado en la Tabla 26. Para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87 m (5142 arbustos/ha).

Tabla 32. *Teline canariensis*. Efecto de la altura de siega sobre la producción de materia seca (kg/ha-corte y kg/ha-año).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	390	247	185
Otoño/1999	674	643	710
kg/ha-año (1999)*	1064	890	895
Invierno/2000	514	586	632
Primav./2000	201	422	237
Verano/2000	345	221	345
Otoño/2000	345	355	314
kg/ha-año (2000)*	1405	1584	1528

\* Calculado a partir de la suma del peso medio de materia seca por arbusto/estación segada, expresado en la Tabla 27. Para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87 m (5142 arbustos/ha).

Tabla 33. *Teline osyrioides sericea*. Efecto de la altura de la siega sobre la producción de materia seca (kg/ha-corte y kg/ha-año).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	154	149	72
Otoño/1999	566	601	535
kg/ha-año (1999)*	720	750	607
Invierno/2000	360	411	802
Primav./2000	129	442	375
Verano/2000	684	417	571
Otoño/2000	345	530	365
kg/ha-año (2000)*	1518	1800	2113

\* Calculado a partir de la suma del peso medio de materia seca por planta/estación segada, expresado en la Tabla 28. Para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87 m (5142 arbustos/ha).

Tabla 34. *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto de la altura de la siega sobre la producción de materia seca (kg/ha-corte y kg/ha-año).

	Altura de siega (cm)		
	30	50	70
Verano/1999	175	226	180
Otoño/1999	390	468	514
kg/ha-año (1999)*	565	694	694
Invierno/2000	381	370	679
Primavera/2000	149	226	350
Verano/2000	473	360	483
Otoño/2000	273	375	334
kg/ha-año (2000)*	1276	1331	1846

\* Calculado a partir de la suma del peso medio de materia seca por planta/estación segada, expresado en la Tabla 29. Para el marco de plantación de la parcela experimental de 1.04 x 1.87 m (5142 arbustos/ha).

### 3.9. EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA.

#### 3.9.1. Materia seca.

La Figura 10.A y la Tabla 35 presentan los niveles del contenido en materia seca (fracción ramoneable) para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestro.

En cuanto a la evolución del contenido de materia seca, se observa que en todas las especies, los valores significativamente más bajos se presentan en las estaciones de Otoño/1999 e Invierno/2000, excepto para *Chamaecytisus palmensis*-parcela que es sólo en Otoño/1999 y *Chamaecytisus palmensis*-natural en Invierno/2000. En todas las especies de las poblaciones naturales muestreadas en Invierno/1999, los valores de materia seca son tan bajos como en el Invierno/2000. En cuanto a los mayores contenido de materia seca se presentan también, para todas las especies, en Verano/2000.

Por especies, *Teline canariensis*-natural presenta los valores más altos en la mayoría de los muestreos en Otoño/1999 (37.3 %) y en Verano/1999 (68.2 %). En Invierno/1999 el valor significativamente mayor corresponde a *T. osyrioides osyrioides*-natural (38 %), mientras que en Primavera/1999, Otoño/1999 y Invierno/2000 los valores de materia seca son significativamente iguales al mencionado para *T. canariensis*-natural. En las estaciones de Verano/2000 y Otoño/2000 las especies naturales con los contenido mayores son *T. osyrioides osyrioides* (58.1 %) y *T. osyrioides sericea* (50.3%). Por el contrario, los valores más bajos corresponden en casi todos los muestreos a *Chamaecytisus palmensis*-natural (oscilando entre 25.8 % Invierno/1999 y 37.6 % Verano/2000), salvo en Primavera/1999, Otoño/1999 y Otoño/2000 cuando los valores mínimos los presenta *Chamaecytisus palmensis*-parcela.

#### 3.9.2. Fracciones orgánicas.

##### 3.9.2.1. Proteína.

La Figura 10.B y la Tabla 36 muestran los valores del contenido en proteína (fracción ramoneable) para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestro.

En cuanto a la evolución del contenido de proteína se observa que las poblaciones naturales muestreadas de *Teline canariensis*, *T. osyrioides osyrioides* y *T. osyrioides sericea* sufren un descenso significativo en el segundo y tercer muestro (Primavera/1999 y Verano/1999) respecto al primero (Invierno/1999). *Chamaecytisus palmensis*, natural y de la parcela, presenta un incremento significativo en Verano/1999. Todas las especies en las distintas localidades presentan en Otoño/1999 e Invierno/2000 una subida significativa en el contenido de proteína, seguido de una bajada progresiva en los muestro de

Primavera/2000, Verano/2000 y Otoño/2000 con valores que no presentan diferencias significativas entre ellos. Así mismo, todas las especies muestran una tendencia similar en los contenidos de proteína, a lo largo de las estaciones.

Por especies, *Chamaecytisus palmensis* de la parcela y natural, es la que presenta un contenido en proteína máximo para todos los muestreos, oscilando entre 16% en Primavera/1999 y 27.1 % para Otoño/1999 e Invierno/2000. No existe diferencia significativa entre los valores de las muestras de las dos poblaciones, salvo que en *Chamaecytisus palmensis* de la parcela, el máximo se produce en Otoño/1999 y en la natural en el Invierno/2000. En el primer y segundo muestreo (Invierno/1999, Primavera/1999) los valores más altos corresponden a *T. canariensis* (13.2 %) y *T. osyrioides osyrioides*, pero son inferiores a los mencionados para *Chamaecytisus*. Desde que se realizaron las primeras siegas en la parcela en Verano/1999, hasta la última en Otoño/2000 todas las especies del género *Teline* de la parcela presentan valores significativamente superiores en proteína a las muestras naturales.

Por el contrario, los valores significativamente más bajos de proteína para todos los muestreos corresponden a *T. osyrioides sericea*-natural, oscilando entre 7.4 % en Otoño/2000 y el máximo 11.7 % en Invierno/2000. En las muestras del Verano/1999 e Invierno/2000, *T. canariensis*-natural no presenta diferencias significativas con *T. osyrioides sericea*-natural. En Verano/1999, Primavera/2000 y Otoño/2000 los valores en proteína de *T. osyrioides osyrioides*-natural tampoco presentan diferencia significativas con *T. osyrioides sericea*-natural.

### 3.9.2.2. Fibra neutro-detergente.

En la Figura 10.C y en la Tabla 37 se muestran los valores del contenido en fibra neutro-detergente para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestro.

En cuanto al cambio estacional del contenido de fibra, se observa que todas las *Teline*, independientemente de si son de población natural o de la parcela, son las que presentan niveles de fibra neutro detergente más altos en todos los muestreos, mientras que los más bajos corresponden a *Chamaecytisus*. Las cuatro especies de la población natural presentan los valores más bajos en Verano/1999. También *T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides* en Invierno/2000, Otoño/2000 y *T. canariensis* en Primavera/2000 y Otoño/2000. Para las tres especies del género *Teline* de la parcela los valores significativamente más bajos se localizan en Otoño/2000 y también en Invierno/2000 para *T. osyrioides osyrioides* y *T. osyrioides sericea*.

Por especies, *T. osyrioides sericea* de la parcela presenta los contenidos significativamente más altos para todas las estaciones de muestreo con valores que van desde 57.3 % en Invierno/2000 a 63.1 % en Verano/2000. De las especies naturales muestreadas en Invierno/1999 el mayor nivel de fibra neutro detergente lo presenta *T. osyrioides osyrioides* (54.9 %), *Teline canariensis* (53.2 %) y *T. osyrioides sericea* (54.7 %) en Primavera/1999. Así mismo *T. osyrioides sericea* (57.9 %) en Primavera/2000 presentan

valores significativamente iguales a los mencionados para *T. osyrioides sericea* de la parcela. Los valores que son significativamente más bajos en todas los muestreos corresponden a *Chamaecytisus palmensis*-natural (oscila entre 42.2 % en Invierno/1999 y 27.9 % en Verano/1999), en las muestras de Primavera/1999, Otoño/1999, Verano/2000 y Otoño/2000 *Chamaecytisus palmensis* de la parcela presenta valores de la misma magnitud.

### 3.9.2.3. Fibra ácido-detergente.

La Figura 11.D y la Tabla 38 muestran los valores del contenido en fibra ácido-detergente (fracción ramoneable) para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestro.

En cuanto a la evolución estacional del contenido de fibra ácido-detergente las dos poblaciones del género *Chamaecytisus* son las que tienen los niveles significativamente más bajos. Los contenidos de FAD de las cuatro especies evolucionan según tendencias similares.

Por especie, *Teline osyrioides sericea* de la parcela es la que tiene los niveles significativamente superiores en todas las estaciones (oscilando entre 45.7 % en Otoño/2000 y 51 % en Verano/1999). Para las poblaciones naturales en las que se tomaron muestras en Invierno/1999 y Primavera/1999, también *T. osyrioides sericea* es la que tienen valores significativamente más altos. Por el contrario, *Chamaecytisus palmensis*-natural presenta los niveles significativamente más bajos para todos los muestreos (oscilando entre 18.4 % en Verano/1999 y 23 % en Invierno/1999). De igual manera en Otoño/1999, Primavera/2000, Verano/2000 y Otoño/2000 *Chamaecytisus palmensis* de la parcela presenta valores de la misma magnitud que el mencionado *Chamaecytisus palmensis* de la población natural.

### 3.9.2.4. Celulosa.

La Figura 11.A y la Tabla 39 muestran los niveles del contenido en celulosa para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestro.

En cuanto a la variación estacional, las dos poblaciones (natural y parcela) del género *Chamaecytisus* presentan los valores de celulosa significativamente inferiores, excepto en el primer muestreo (Primavera/1999) de *Chamaecytisus palmensis*-parcela (21.9 %) que es similar a *Teline osyrioides osyrioides*. Por el contrario los contenidos de celulosa más altos los tienen las especies del género *Teline*.

Por especies, los valores significativamente más altos corresponden a *Teline osyrioides sericea* de la parcela (oscilando entre 30.1 % en Otoño/2000 y 37.8 % en Verano/1999), mientras que en las especies de poblaciones naturales muestreadas en Invierno/1999 y Primavera/1999 (*T. canariensis* y *T. osyrioides sericea*) son las que presentan los valores significativamente de mayor magnitud. Los niveles más bajos para todas las estaciones corresponden a *Chamaecytisus palmensis*-natural (oscilando desde 11.4

% en Verano/1999 hasta 15.7 % en Primavera/2000) y a *Chamaecytisus palmensis* de la parcela en Otoño/1999, Primavera/2000, Verano/2000 y Otoño/1999.

### 3.9.2.5. Hemicelulosa.

Los valores del contenido en hemicelulosa para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestro, se presentan en la Figura 11.B y la Tabla 40.

Se observa que no existen unos patrones de variación estacional, sino que las tendencias son distintas para cada especie y localidad. El caso más llamativo es *Chamaecytisus palmensis* de la parcela que presenta la mayor concentración en Primavera/1999 (17 %), para seguir con un espectacular descenso en Verano/1999, disminución que se vuelve a repetir en Verano/2000.

Por especie, los valores significativamente más altos corresponden a *Teline canariensis*-natural con valores que varían entre 12.8 % en Invierno/2000 y 16.1 % en Verano/2000. Las muestras de Invierno/2000 presentan valores similares a las poblaciones de la parcela (*Chamaecytisus palmensis* 12.8 %, *T. canariensis* 12.5 %, y *T. osyrioides osyrioides* 12.3%) y *T. osyrioides sericea* natural (11.4 %). En Primavera/2000 también son similares las poblaciones (*T. canariensis* y *T. osyrioides osyrioides*) de parcela así como las poblaciones naturales (*T. canariensis* 13.7 % , *T. osyrioides sericea* 12 %, y *T. osyrioides osyrioides* 13 %). En las especies naturales muestreadas en Invierno/1999, y Primavera/1999 el valor significativamente mayor de hemicelulosa corresponde a *Chamaecytisus palmensis*-natural. Las estaciones de Invierno/1999 y Primavera/1999 no se comentan al presentar unos valores demasiados altos (posibles error en la toma de muestra). Los valores más bajos corresponden a *Chamaecytisus palmensis*-natural (entre 9.5% en Verano/1999 y 11.3% en Otoño/2000) con valores similar *T. osyrioides sericea* de la parcela para todo las muestras salvo en Verano/2000. En Verano/1999 y Verano/2000, *Chamaecytisus palmensis* de la parcela presenta niveles tan bajos como *Chamaecytisus palmensis*-natural. En Invierno/2000 las poblaciones *T. canariensis* de parcela y *T. osyrioides sericea* natural también son similares. En Otoño/2000, las especies del género *Teline* de la parcela y las naturales (*T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides*) también son bajos.

### 3.9.2.6. Lignina.

La Figura 11.C y la Tabla 41 muestran los valores del contenido en lignina para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestro.

En cuanto a la evolución estacional, el contenido en lignina de todas las especies del género *Teline* son las que presentan los mayores contenidos, mientras que *Chamaecytisus* es el de menor contenido en todas las épocas de muestreo.

Por especie, *Teline osyrioides sericea*-natural es la que presenta contenido en lignina más elevados para todos los muestreos (variando entre 13.5 % en Invierno/2000 y 18.4 % en Verano/2000 ). *T. osyrioides osyrioides*-natural presenta valores similares en los muestreos de Invierno/1999, Otoño/1999, Invierno/2000 y Otoño/2000. También *T. osyrioides sericea* en la parcela presenta niveles de la misma magnitud en las estaciones de Invierno/2000 y Otoño/2000.

En el otro extremo, *Chamaecytisus palmensis*-natural presenta los niveles significativamente más bajos (desde 5.6 % en Invierno/2000 hasta 8.9 % en Otoño/2000) excepto en Primavera/1999, que corresponde a *Chamaecytisus palmensis* de parcela (5.7 %). En esta última los valores de las muestras de Otoño/1999, Verano/2000 y Otoño/2000 son similares a los de *Chamaecytisus palmensis* natural.

### 3.9.2.7. Materia orgánica digestible.

La Figura 10.D y la Tabla 42 presentan los niveles de la digestibilidad de la materia orgánica para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestro.

En cuanto a la evolución de la digestibilidad de la materia orgánica los valores significativamente más altos los presenta en todas las muestras el género *Chamaecytisus*. Sin embargo, todas las especies presentan tendencias similares en el transcurso de las estaciones.

Por especie, *Chamaecytisus palmensis*-natural es la que presenta valores significativamente mayores en todos los muestros, con valores desde 66.1 % en Invierno/1999 hasta 78.3 % en Verano/1999. Presenta también valores máximos *Chamaecytisus palmensis* de la parcela en Verano/1999, Verano/2000 y Otoño/2000, así como *Teline canariensis* de la parcela (66.4 %) en Otoño/1999. Por el contrario, los valores significativamente más bajos en todas las épocas corresponden a *Teline osyrioides sericea* de la parcela con valores de 50.4 % en Verano /2000 y 55.7 % en Invierno/2000. Son significativamente similares a los valores de las poblaciones naturales de Invierno/1999 (*T. osyrioides sericea* 56.2 %, *T. osyrioides osyrioides* 56.4 %) y en la muestrea de Primavera/1999 (*T. canariensis* 56.1 % y *Teline osyrioides sericea* 54.8 %). También son semejantes en relación con este parámetro las tres especies del género *Teline* de las poblaciones naturales, para las muestras de Otoño/1999, Primavera/2000 y sólo para *T. canariensis* en Invierno/2000, y *T. osyrioides sericea*-natural en Verano/2000 y Otoño/2000.

### 3.9.2.8. Taninos.

Los niveles de taninos condensados para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestreo se presentan en la Tabla 43.

Generalmente las especies alcanzan su nivel más alto en la estación de Verano/2000, salvo *Teline osyrioides sericea*-natural que lo presenta en Primavera/2000.

Por especies, las concentraciones más altas para todos los muestreos corresponden a *Chamaecytisus palmensis*-natural (oscilando entre 0.167 en Primavera/2000 y 0.455 g catequina/kg en Verano/2000). En cuanto a los valores más bajos se presentan en las especies de la parcela, excepto *Teline canariensis*-natural que se presenta en Primavera/2000 (0.049 g catequina/kg) y *Teline osyrioides sericea*-natural en Verano/2000 (0.063 g catequina/kg MS).

### 3.9.3. Elementos minerales.

#### 3.9.3.1. Fósforo.

La Figura 13.B y Tabla 44 presentan los niveles de fósforo (fracción ramoneable) para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

Los valores significativamente más altos se observan en todas las especies muestreadas en Otoño/1999 y Invierno/2000, salvo *Chamaecytisus palmensis*-natural en el muestro de Otoño/1999. Los niveles significativamente más bajo se presentan en Verano/2000, excepto el mencionado *Chamaecytisus palmensis*-natural que lo presenta en Primavera/1999 y Verano/1999. Los contenidos de fósforo muestran comportamiento similares en todas las especies a lo largo del periodo muestreado.

Por especies, los valores significativamente más altos corresponden a *Chamaecytisus palmensis* de la parcela (oscilando entre 0.18 % en Primavera/1999 y 0.25 % en Invierno/2000) con excepción del Verano/1999 en que el valor máximo corresponde a *T. osyrioides sericea* de la parcela (0.23%) y Verano/2000 a *Chamaecytisus palmensis*-natural (0.15 %). Con niveles similares a *Chamaecytisus palmensis* de la parcela, en las estaciones de Otoño/1999, Invierno/2000 y Primavera/2000 está la especie *T. osyrioides sericea* de la parcela. En Invierno/1999, cuando *Ch. palmensis* de parcela no fue muestreado, los valores más altos son los de *Ch. palmensis*-natural (0.18 %).

En cuanto a los valores más bajos corresponden, para todos los muestreos a la población natural de *T. osyrioides sericea* oscilando entre 0.01% en Verano/2000 y 0.1% en Otoño/1999 y en Invierno/2000. También presentan niveles de la misma magnitud *T. osyrioides osyrioides*-natural para todas las estaciones, salvo en Invierno/1999 y Primavera/2000 cuando *T. osyrioides sericea*-natural presenta los niveles más bajos, *T. osyrioides osyrioides* de la parcela presenta concentraciones similares en Otoño/1999 y Invierno/2000 al igual que *T. canariensis*-natural.

#### 3.9.3.2. Potasio.

En la Figura 12.B y Tabla 45 se muestran las concentraciones de potasio para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

La variación estacional del nivel de potasio que presentan todas las especies, es significativamente más alto en las estación de Invierno/2000, salvo en las naturales (*Teline canariensis* y *T. osyrioides osyrioides*). Todas las especies de la plantación en la parcela presentan los mayores niveles de potasio en todos las épocas de muestreo, excepto *Chamaecytisus palmensis* natural en Invierno/1999, y *Teline osyrioides sericea* en Verano/2000. Así mismo, todos las especies muestran patrones de variación similar en el transcurso de las estaciones.

Por especies, *Chamaecytisus palmensis* de la parcela presenta los niveles significativamente más elevados, oscilando entre 2 % en Primavera/1999 y 2.42 % en Otoño/2000, excepto en Verano/1999 y Verano/2000 que los mayores valores los presenta las tres especies del género *Teline* de la parcela. En Primavera/2000, los valores mayores los presenta *T. canariensis*-parcela (1.59 %) y *T. osyrioides osyrioides*-parcela (1.81 %). En Invierno/2000, *T. canariensis* y *T. osyrioides osyrioides* presentan valores similares al *Ch. palmensis* de la parcela. Por otra parte *T. osyrioides osyrioides* natural es la que presenta los niveles significativamente más bajos de potasio en todas las estaciones oscilando entre 0.09 % en Primavera/2000 y 0.34 % en Otoño/2000. En Verano/1999, *T. canariensis* natural presenta valores igualmente bajos.

### 3.9.3.3. Calcio.

La Figura 12.C y la Tabla 46 presentan los niveles de calcio para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

Los valores significativamente más bajos corresponden al Otoño/1999 para todos las especies excepto *Chamaecytisus palmensis* de la parcela, que en esa estación, Invierno/2000, Verano/2000 y Otoño/2000 presenta valores significativamente más altos. En las muestras de Invierno/1999 y Primavera/1999 todas las poblaciones naturales también presentan los niveles más bajos. En la especie *Teline canariensis*-parcela los valores de calcio no presentan diferencia significativa en las estaciones muestreadas (oscilando entre 0.52 % en Verano/1999 y 0.64 % en Primavera/2000 y Otoño/2000).

Por especies, *Chamaecytisus palmensis* natural presenta concentraciones significativamente más altas en todos los muestreos (oscilando entre 0.61 % en Primavera/1999 y 0.99 % en Otoño/2000) similar a *T. osyrioides osyrioides* natural en Primavera/1999 y Primavera/2000. Estos niveles son iguales a los de *Teline canariensis* de la parcela y natural en Primavera/2000, y también similares a los valores de los arbustos de la parcela (*Chamaecytisus palmensis* y *Teline canariensis*) en Otoño/1999. Por el contrario, los valores significativamente más bajos para todos los muestreos corresponden a la especie *T. osyrioides sericea* tanto natural como de la parcela, oscilando entre 0.28 % en Primavera/1999 y 0.43 % en Primavera/2000. En Verano/1999, Otoño/1999 y Primavera/2000, la especie *T. osyrioides osyrioides* de la parcela presenta concentraciones similares a la mencionada anteriormente *T. osyrioides sericea*-natural.

### 3.9.3.4. Magnesio.

En la Figura 13.A y Tabla 47 se muestran los niveles de magnesio para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

Para todas las especies los significativamente más bajos corresponden a Primavera/2000 y a Invierno/2000. En esta última estación la especie que tiene un valor significativamente mayor es *T. osyrioides osyrioides*-natural (0.2 %). En Otoño/2000 se presentan los valores significativamente más altos para todas las especies salvo para *T. osyrioides sericea*-natural que le corresponde el nivel inferior de la estación (0.08 %)

Por especie, el magnesio alcanza los valores más altos en *Chamaecytisus palmensis*-natural (varía entre 0.16 % en Invierno/2000 y 0.38 % en Otoño/2000) para casi todos los muestreos, excepto para el de Primavera/2000 en el que los valores máximos corresponden a *T. canariensis*-natural (0.17%) y *T. osyrioides osyrioides*-natural (0.16%) y en Primavera/1999 a *T. osyrioides osyrioides*-natural (0.17 %).

*T. osyrioides sericea* de la parcela alcanza valores significativamente más bajos en todos los muestreos oscilando entre 0.06% (Otoño/1999 e Invierno/2000) y 0.1% (Otoño/2000). También presenta niveles significativamente bajos en todas las estaciones *T. osyrioides sericea*-natural. Sólo en Otoño/1999 e Invierno/2000 el valor más bajo corresponde a *T. osyrioides sericea* de la parcela. Otra especie que presenta un valor bajo es *T. osyrioides osyrioides* de la parcela en todos los muestreos excepto en Invierno/2000 cuando el valor mínimo corresponde a *T. osyrioides sericea*-parcela.

### 3.9.3.5. Sodio.

En la Figura 12.A y Tabla 48 se presentan las concentraciones de sodio para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

En esta evolución de los niveles de sodio, se ve que no existen patrones de variación estacional, sino que es diferente para cada especie y localidad. En el último muestreo de Otoño/2000 todas las especies presentan valores mínimos menos las naturales (*Chamaecytisus palmensis*, *Teline canariensis* y *T. osyrioides osyrioides*). Las especies del género *Teline* de las poblaciones naturales tienen tendencia a incrementar los niveles de sodio en las estaciones de verano.

Por especie, *Teline osyrioides sericea*-natural presenta los valores significativamente superiores en todas las muestras (variando entre 0.09 % en Primavera/2000 y 0.22% en Invierno/1999) excepto en Primavera/1999 y Verano/2000 donde los contenidos más altos los presenta *T. canariensis*-natural. En Otoño/2000, las especies de parcela (*Ch. palmensis* y *T. canariensis*), y *T. osyrioides osyrioides*-natural y en Primavera/2000 las especies de la parcela (*Ch. palmensis*, *T. canariensis*, *T. osyrioides osyrioides*) y *T. osyrioides osyrioides*-natural, también presentan niveles semejantes a *T. osyrioides sericea*-natural. En el otro extremo, para todos los muestreos excepto Invierno/2000, la especie *Chamaecytisus palmensis*-natural alcanza los niveles mínimos

(entre 0.03 % en Otoño/1999 y 0.08 % en Invierno /2000). En Invierno/2000 es *Teline osyrioides sericea* de la parcela la que presenta concentraciones significativamente más bajas (0.03%). En Verano/1999, *Ch. palmensis*, *T. osyrioides sericea*, *T. osyrioides osyrioides* presentan valores similares a *Ch. palmensis* natural así como en Verano/2000 y Otoño/2000 todos las especies de la plantación de la parcela.

### 3.9.3.6. Hierro.

La Figura 14.A y la Tabla 49 muestran los niveles de hierro (fracción ramoneable) para las distintas especies y localidades en las diferentes épocas de muestreo.

El contenido de hierro, en todas las especies es significativamente menor en el muestreo de Otoño 1999.

Por especies, los valores significativamente más altos corresponden a *T. osyrioides sericea*-natural para todos los muestreos (oscilando entre 244 ppm en Otoño/1999 y 461 ppm en Invierno/1999) con excepción del Verano/2000 en que los valores máximos corresponden a la población de parcela (*Chamaecytisus palmensis*, *T. canariensis*, *T. osyrioides osyrioides*). En Otoño/1999 los arbustos (*Ch. palmensis*, *T. canariensis* y *T. osyrioides osyrioides*) de parcela tienen niveles de la misma magnitud que el mencionado para *T. osyrioides sericea*-natural. En Primavera/2000 a *T. canariensis* de parcela le pasa igual que los anteriores.

En cuanto a los niveles más bajos, corresponden, para todos los muestreos a la población de *T. osyrioides osyrioides*-natural, oscilando entre 104 ppm en Invierno/2000 y el 237 ppm en Verano/ 1999. También *Ch. palmensis*-natural presenta en todas las estaciones niveles bajos (entre 96 ppm en Primavera/1999 y 169 ppm en Otoño/2000) con excepción de la muestra de Invierno/1999 en la que el valor mínimo lo tiene la mencionada *T. osyrioides osyrioides*-natural. En Verano/1999, Otoño/1999 y Primavera/2000, *T. osyrioides sericea* de la parcela presenta concentraciones semejante los mencionados *Ch. palmensis*-natural y *T. osyrioides osyrioides*-natural.

### 3.9.3.7. Manganeso.

En la Figura 14.D y la Tabla 50 se indican las concentraciones de manganeso para las distintas especies y localidades en las diferente épocas de muestreo.

Los valores significativamente más bajos para todas las especies corresponden al muestreo de Verano/2000, salvo para *Teline canariensis*-natural que lo presenta en los cuatros primeros muestreos de 1999.

Por especies, *Chamaecytisus palmensis*-natural presenta valores significativamente más altos en todos los muestreos, oscilando entre 220 ppm en Otoño/2000 y 87 ppm en Primavera/1999, con excepciones en Primavera/1999 cuando los niveles más elevados los

tiene *Chamaecytisus palmensis* de la parcela (98 ppm) y *T. osyrioides sericea*-natural (95 ppm). En Verano/1999, *Ch. palmensis* de la parcela y *T. osyrioides sericea* tienen valores de similar magnitud que el mencionado inicialmente para *Ch. palmensis*-natural. Por el contrario, los niveles significativamente más bajos para todo los muestreos los presentan las especies: *Teline canariensis*-parcela (oscilando entre 39 ppm en Primavera/2000 y 85 ppm de Otoño/2000) y *T. osyrioides sericea* de parcela (oscilando entre 28 en Invierno/2000 y 46 ppm en Otoño/2000). También para las cuatro primeras estaciones muestreadas los valores más bajos los presenta *Teline canariensis*-natural. La especie *T. osyrioides sericea*-natural en Primavera/2000, Verano/2000, y Otoño/2000, presenta los valores de manganeso igual a los mencionados para las especies (*T. canariensis* y *T. osyrioides sericea*) natural.

### 3.9.3.8. Zinc.

En la Figura 14.C y Tabla 51 se observan las concentraciones de zinc para las diferentes especies y localidades en las distintas épocas de muestreo.

Generalmente las especies alcanzan sus niveles más bajos en la estación de Verano/2000. Sin embargo, es en esta época cuando *Chamaecytisus palmensis*-natural y *Teline canariensis*-natural alcanzan sus valores más altos.

Por especies los niveles significativamente más altos los presentan *Chamaecytisus palmensis* de la parcela en los muestreos de Primavera/1999, Verano/1999, Otoño/1999 y Otoño/2000 (variando entre 62 ppm en Primavera/1999 y 46 ppm en Otoño/1999) mientras que en el resto de las estaciones *Ch. palmensis*-natural es la especie con contenidos más altos (oscilando entre 60 ppm en Primavera/2000 y 42 ppm en Verano/2000). En el otro extremo, las concentraciones significativamente más bajas las presentan *Teline canariensis* natural para todos los muestreos (oscilando entre 15 ppm en Primavera/1999 y 24 ppm en Otoño/2000), *T. osyrioides osyrioides*-natural también presenta en todas los cortes valores significativamente semejantes al mencionado *T. canariensis* natural. Son similares a éstos las concentraciones de *Chamaecytisus palmensis*-natural, en Primavera/1999 y Otoño/1999. La especie *T. osyrioides sericea* de la parcela tiene los niveles bajos en Otoño/1999, Invierno/1999, Verano/2000 y Otoño/2000 y *T. osyrioides osyrioides* de parcela en Otoño/2000.

### 3.9.3.9. Cobre.

La Figura 14.B y la Tabla 52 presentan los niveles de cobre para las distintas especies y localidades en las diferente épocas de muestreo.

Se observa que el género *Chamaecytisus* presenta las mayores concentraciones de cobre, con excepción de las muestras de Verano/1999 y Primavera/2000 donde son semejantes a *Teline osyrioides sericea* de la parcela.

Por especies, las concentraciones significativamente más altas corresponden a *Chamaecytisus palmensis* de parcela (oscilando entre 5.6 ppm en Primavera/2000 y 8.8 en

Otoño/1999). En Verano/1999, *T. osyrioides sericea* de parcela y *Ch. palmensis*-natural presentan valores significativamente igual de elevados. Igual que *T. osyrioides sericea* de la parcela en Primavera/2000. En Invierno/1999, cuando las especies de la parcela no habían sido muestreadas, *Ch. palmensis*-natural presenta los niveles más altos (17.2 ppm). En cuanto a los valores más bajos en todas las estaciones, se presenta en las especies del género *Teline* de las poblaciones naturales. *T. osyrioides osyrioides*-parcela en Verano/1999 y Otoño/1999 son de la misma magnitud que las *Teline*-natural.

Tabla 35. Evolución estacional del contenido de materia seca (%).

	Invier.99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		32.0 (1.4) a C	42.5 (4.0) c D	22.5 (1.0) a A	27.0 (2.4) a B	44.1 (4.1) b D	42.6 (1.6) b D	27.7 (1.3) a B
<i>T. c.</i> parcela			40.3 (1.4) bc B	27.2 (3.1) b A	29.1 (1.5) ab A	41.1 (3.0) b B	49.4 (3.2) cd C	39.0 (4.1) bc B
<i>T. o. s.</i> parcela			36.8 (2.1) ab B	30.2 (2.1) b A	31.6 (3.1) abc A	40.2 (1.3) b BC	47.0 (3.2) c D	41.4 (1.0) c C
<i>T. o. o.</i> parcela			39.9 (3.0) bc B	29.9 (3.2) b A	33.6 (1.2) bcd A	41.0 (1.4) b BC	46.8 (3.9) c D	44.2 (2.5) cd CD
<i>Ch. p.</i> natural	25.8 (.4) a A	34.6 (.9) b BC	33.7 (2.2) a BC	30.4 (3.9) b BC	27.4 (6.5) a A	30.0 (.5) a BC	37.6 (1.1) a C	33.4 (.9) bc BC
<i>T. c.</i> natural	35.0 (.6) b A	43.9 (.6) c BC	68.2 (.4) e E	37.3 (.8) c AB	40.6 (1.9) e AB	48.7 (.8) c CD	53.0 (.8) de D	38.8 (1.0) bc AB
<i>T. o. s.</i> natural	36.3 (.7) c A	44.9 (.6) c B	63.2 (.9) d E	37.3 (.7) c A	36.2 (.6) cde A	54.5 (.7) d D	54.6 (2.1) ef D	50.3 (2.5) de C
<i>T. o. o.</i> natural	38.0 (.5) d A	43.8 (.5) c B	59.8 (4.4) d D	35.6 (3.1) c A	37.7 (1.3) de A	51.2 (2.9) cd C	58.1 (.8) f D	56.1 (3.8) e D

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan; p < 0.05.

Tabla 36. Evolución estacional del contenido de proteína (% MS).

	Invier.99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		16.7 (1.0) c A	17.8 (1.8) e AB	27.0 (1.9) f E	23.8 (1.2) e D	18.7 (1.6) e ABC	19.7 (.9) e BC	20.8 (1.6) d C
<i>T. c.</i> parcela			15.2 (.6) d B	17.4 (.9) d C	17.5 (1.5) d C	12.9 (.6) c A	12.7 (1.0) d A	12.3 (1.6) c A
<i>T. o. s.</i> parcela			12.1 (1.9) bc B	15.5 (1.2) c C	14.7 (1.6) bc C	10.8 (.6) b AB	9.7 (.8) b A	10.3 (.3) bc AB
<i>T. o. o.</i> parcela			13.0 (2.1) cd A	17.4 (.6) d B	16.3 (.9) cd B	12.7 (.4) c A	11.9 (1.2) cd A	11.3 (1.4) c A
<i>Ch. p.</i> natural	21.2 (.2) d C	16.0 (.1) c A	18.3 (1.3) e B	23.1 (.9) e D	27.1 (.9) f E	20.5 (1.7) e C	20.8 (1.0) e C	21.8 (.7) d CD
<i>T. c.</i> natural	13.2 (.6) b B	12.1 (.7) b AB	10.8 (.3) abc A	13.4 (.1) b B	13.2 (.3) ab B	10.9 (.3) b A	10.8 (.4) bc A	11.6 (1.8) c A
<i>T. o. s.</i> natural	9.7 (.3) a D	8.7 (.3) a C	8.4 (.2) a BC	11.4 (.4) a E	11.7 (.2) a E	8.4 (.5) a BC	7.9 (.5) a AB	7.4 (.5) a A
<i>T. o. o.</i> natural	14.3 (.1) c CD	12.8 (.3) b BC	10.3 (2.1) ab AB	16.2 (1.1) cd D	16.4 (3.8) cd D	9.7 (.3) ab AB	11.0 (1.3) bc AB	8.4 (1.2) ab A

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 37. Evolución estacional del contenido de FND (% MS).

	Invier.99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		44.5 (4.0) a E	32.4 (1.3) b AB	33.6 (1.2) a ABC	39.2 (2.8) b D	36.5 (2.7) b CD	30.0 (1.6) a A	35.3 (2.0) a BC
<i>T. c.</i> parcela			49.1 (1.4) cd CD	44.1 (1.7) b B	46.3 (2.2) c BC	50.6 (3.4) c D	43.3 (1.8) b AB	40.0 (2.4) b A
<i>T. o. s.</i> parcela			60.7 (1.8) g BC	59.0 (2.9) e AB	57.3 (.8) f A	60.5 (1.3) f BC	63.1 (1.8) d C	57.4 (1.9) d A
<i>T. o. o.</i> parcela			55.6 (2.5) f D	51.6 (.8) c BC	48.2 (1.5) cd A	54.8 (2.2) de D	54.0 (2.1) c CD	49.7 (1.6) c AB
<i>Ch. p.</i> natural	42.2 (.6) a D	42.0 (.1) a D	27.9 (.3) a A	31.2 (1.1) a B	31.5 (.6) a B	33.1 (1.4) a C	30.3 (.8) a B	33.7 (1.7) a C
<i>T. c.</i> natural	53.4 (.4) b BC	53.2 (1.0) c BC	52.0 (1.4) e AB	54.3 (1.7) d C	53.4 (.9) e BC	52.1 (.5) cd AB	52.9 (1.0) c BC	50.7 (.2) c A
<i>T. o. s.</i> natural	53.4 (.3) b B	54.7 (.3) c BC	51.5 (.9) de A	55.4 (.3) d C	50.5 (.5) d A	57.9 (.7) ef D	56.0 (1.7) c C	51.6 (.6) c A
<i>T. o. o.</i> natural	54.9 (.5) c B	49.2 (.2) d A	48.2 (1.7) c A	54.5 (.6) d B	48.3 (1.8) cd A	53.4 (1.8) cd B	55.0 (3.5) c B	51.2 (3.0) c AB

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

-Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 38. Evolución estacional del contenido de FAD (% MS).

	Invier. 99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		27.6 (b) (.8) D	24.6 (b) (1.9) BC	22.3 (a) (1.7) A	26.4 (b) (.6) CD	24.3 (a) (.7) B	21.9 (a) (.5) A	22.1 (a) (1.8) A
<i>T. c.</i> parcela			36.7 (c) (1.6) D	32.2 (b) (1.5) BC	33.8 (c) (1.8) C	37.0 (b) (1.4) D	31.2 (b) (1.0) AB	29.1 (b) (2.2) A
<i>T. o. s.</i> parcela			51.0 (f) (.9) C	49.1 (e) (3.4) BC	46.8 (f) (1.1) AB	49.8 (e) (1.1) C	49.6 (e) (1.8) BC	45.7 (e) (1.5) A
<i>T. o. o.</i> parcela			43.7 (e) (.7) C	40.9 (c) (1.8) B	35.9 (d) (1.5) A	41.5 (c) (2.1) BC	42.1 (d) (2.2) BC	38.1 (c) (1.4) A
<i>Ch. p.</i> natural	23.0 (a) (.6) D	22.6 (a) (.2) D	18.4 (a) (.5) A	21.3 (a) (1.0) BC	20.8 (a) (.5) B	22.7 (a) (.5) D	20.7 (a) (.6) B	22.4 (a) (.8) CD
<i>T. c.</i> natural	37.6 (b) (.2) ABC	37.6 (d) (.4) ABC	36.4 (c) (1.1) A	39.0 (c) (1.1) C	40.6 (e) (1.2) D	38.4 (b) (.5) BC	36.9 (c) (1.1) AB	37.8 (c) (.9) ABC
<i>T. o. s.</i> natural	41.6 (c) (.6) B	43.0 (e) (.7) BCD	41.2 (d) (.2) B	44.1 (d) (.2) CDE	39.2 (e) (.4) A	45.9 (d) (.4) E	44.3 (d) (2.8) DE	42.1 (d) (1.0) DC
<i>T. o. o.</i> natural	37.8 (b) (.3) ABC	36.2 (c) (.2) A	36.5 (c) (1.5) AB	38.7 (c) (.3) ABC	35.4 (cd) (1.0) A	40.5 (c) (1.7) CD	42.2 (d) (3.5) D	39.8 (cd) (2.7) BCD

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 39. Evolución estacional del contenido de Celulosa (% MS).

	Invier.99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		21.9 (b) (.3) D	15.8 (b) (2.1) B	15.2 (a) (1.4) AB	19.2 (b) (.3) C	15.1 (a) (.7) AB	14.9 (a) (.9) AB	14.0 (a) (.7) A
<i>T. c.</i> parcela			26.5 (e) (1.6) C	23.2 (b) (1.2) B	24.5 (d) (1.5) BC	26.3 (bc) (.7) C	22.3 (b) (1.4) B	19.5 (b) (1.7) A
<i>T. o. s.</i> parcela			37.8 (g) (1.0) D	35.7 (d) (2.4) CD	33.5 (f) (.7) BC	35.5 (f) (1.8) BC	33.3 (f) (1.1) B	30.1 (f) (1.4) A
<i>T. o. o.</i> parcela			30.6 (f) (.9) C	29.0 (c) (1.5) C	24.4 (d) (.9) A	27.2 (cd) (.9) B	30.0 (e) (1.3) C	23.2 (cd) (.3) A
<i>Ch. p.</i> natural	14.5 (a) (.4) BC	15.3 (a) (.1) CD	11.4 (a) (.4) A	14.5 (a) (.8) BC	15.1 (a) (.6) CD	15.7 (a) (.3) D	13.7 (a) (.7) B	13.6 (a) (.6) B
<i>T. c.</i> natural	26.3 (c) (.9) BC	26.4 (c) (.7) BC	24.4 (d) (.6) A	28.9 (c) (1.3) DE	29.7 (e) (1.0) E	28.0 (de) (.2) CD	25.1 (c) (1.4) AB	27.4 (e) (.5) CD
<i>T. o. s.</i> natural	27.0 (c) (.2) CD	27.0 (c) (.5) CD	24.4 (d) (.6) A	28.2 (c) (.3) D	25.8 (d) (.4) BC	29.5 (e) (1.0) E	25.8 (cd) (.7) BC	25.1 (d) (1.3) AB
<i>T. o. o.</i> natural	22.6 (b) (.3) AB	21.5 (b) (.2) A	20.7 (c) (1.2) A	23.2 (b) (.6) AB	22.6 (c) (.7) AB	24.7 (b) (1.2) B	27.6 (d) (2.7) C	22.9 (c) (2.1) AB

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 40. Evolución estacional del contenido de Hemicelulosa (% MS).

	Invier.99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		17.0 (3.5) cd C	7.9 (1.4) a A	11.3 (1.2) bc AB	12.8 (2.4) b B	12.2 (2.1) abc B	8.1 (1.4) a A	13.2 (3.0) b B
<i>T. c.</i> parcela			12.5 (.9) d AB	11.9 (.7) c AB	12.5 (.6) ab AB	13.7 (2.2) c B	12.1 (1.2) bc AB	10.9 (.4) ab A
<i>T. o. s.</i> parcela			9.8 (1.0) abc A	9.9 (.7) ab A	10.5 (.9) a AB	10.8 (.3) ab AB	13.6 (.1) c C	11.7 (1.0) ab B
<i>T. o. o.</i> parcela			11.9 (2.4) cd AB	10.8 (1.0) abc A	12.3 (.4) ab AB	13.4 (1.3) c B	11.8 (.5) b AB	11.6 (.8) ab AB
<i>Ch. p.</i> natural	19.2 (.1) d C	19.5 (.1) d C	9.5 (.3) ab A	9.8 (0.6) a A	10.7 (.7) ab AB	10.4 (1.0) a AB	9.6 (1.2) a A	11.3 (.9) ab B
<i>T. c.</i> natural	15.9 (.3) b C	15.6 (.8) bc BC	15.6 (1.0) e BC	15.3 (.6) d BC	12.8 (2.1) b A	13.7 (.1) c AB	16.1 (1.2) d C	12.8 (.8) b A
<i>T. o. s.</i> natural	11.8 (.3) a C	11.7 (.5) a C	10.2 (1.0) bcd AB	11.3 (.3) bc BC	11.4 (.3) ab BC	12.0 (.3) abc C	11.7 (1.2) b C	9.5 (1.4) a A
<i>T. o. o.</i> natural	17.1 (.2) c D	12.9 (.1) ab B	11.7 (.5) cd A	15.8 (.9) d C	12.9 (.8) b B	13.0 (.9) bc B	12.8 (.1) bc B	11.5 (.5) ab A

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 41. Evolución estacional del contenido de Lignina (% MS).

	Invier. 99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		5.7 (0.5) A	8.8 (0.4) CD	7.1 (0.8) B	7.2 (0.5) B	9.2 (0.1) D	7.0 (0.7) B	8.2 (1.1) C
<i>T. c.</i> parcela			10.2 (1.1) BC	9.0 (0.4) A	9.3 (0.4) AB	10.7 (0.8) C	8.9 (0.8) A	9.6 (0.8) AB
<i>T. o. s.</i> parcela			13.1 (1.1) A	13.4 (1.2) A	13.3 (0.8) A	14.3 (1.2) AB	16.2 (0.7) C	15.6 (1.1) BC
<i>T. o. o.</i> parcela			13.1 (0.5) AB	11.8 (0.8) A	11.4 (1.2) A	14.2 (1.5) BC	12.2 (1.1) A	14.9 (1.2) C
<i>Ch. p.</i> natural	8.4 (0.3) C	7.3 (0.2) B	7.0 (0.2) B	6.8 (0.3) B	5.6 (0.1) A	7.1 (0.3) B	7.0 (1.1) B	8.9 (0.2) C
<i>T. c.</i> natural	11.2 (1.0) BCD	11.2 (0.3) BCD	12.1 (0.6) D	10.1 (0.2) A	10.8 (0.8) ABC	10.5 (0.4) AB	11.8 (0.4) CD	10.4 (0.4) AB
<i>T. o. s.</i> natural	14.6 (0.5) AB	16.0 (0.4) BC	16.9 (0.5) CD	16.0 (0.3) BC	13.5 (0.2) A	16.5 (0.7) C	18.4 (2.3) D	17.0 (1.2) CD
<i>T. o. o.</i> natural	15.2 (0) BC	14.8 (0.2) BC	15.7 (0.4) C	15.5 (0.5) BC	12.8 (0.7) A	15.8 (0.5) C	14.6 (0.9) B	16.9 (0.7) D

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 42. Evolución estacional de MOD (% MS).

	Invier. 99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		69.5 (2.0) c A	72.3 (1.4) e AB	73.0 (1.4) d B	70.0 (3.7) e AB	72.5 (2.1) d AB	76.2 (1.0) e C	72.1 (1.2) e AB
<i>T. c.</i> parcela			62.8 (1.2) d AB	66.4 (1.1) c CD	65.4 (1.2) d CD	60.7 (2.5) c A	64.2 (1.7) d BC	67.0 (1.6) d D
<i>T. o. s.</i> parcela			53.4 (1.8) a BC	54.7 (3.0) a BC	55.7 (.7) a	55.1 (.9) a BC	50.4 (2.2) a A	52.6 (1.1) a AB
<i>T. o. o.</i> parcela			58.4 (2.0) bc A	61.4 (1.6) b B	62.1 (1.4) c B	58.5 (1.5) bc A	57.3 (2.3) c A	59.5 (2.1) c AB
<i>Ch. p.</i> natural	66.1 (.7) c A	72.8 (.4) d B	78.3 (.9) f D	77.2 (.3) c D	77.3 (.5) f D	75.3 (.8) e C	76.9 (.8) e D	72.2 (2.0) e B
<i>T. c.</i> natural	58.9 (.5) b D	56.1 (.7) a ABC	57.4 (.8) b DC	55.5 (.9) a AB	55.9 (.7) a ABC	57.0 (1.2) ab BC	55.1 (.9) bc A	57.4 (.7) bc CD
<i>T. o. s.</i> natural	56.2 (1.5) a BC	54.8 (.5) a ABC	56.6 (.6) b C	55.4 (.8) a BC	59.0 (.7) b D	54.2 (.9) a AB	52.8 (2.2) ab A	55.3 (.8) ab BC
<i>T. o. o.</i> natural	56.4 (.8) a A	61.1 (.8) b B	59.7 (.7) c B	56.0 (.3) a A	62.6 (.9) c B	55.8 (2.2) ab A	55.1 (2.2) bc A	56.1 (3.1) b A

Nota: -Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 -Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 43. Evolución de taninos condensados en gramos de catequina/kg de MS.

	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00
<i>Ch. palmensis</i> parcela	.096	.126	.102
<i>T. canariensis</i> parcela	.070	.055	.216
<i>T. osyrioides sericea</i> parcela	ND	.095	.103
<i>T. o. osyrioides</i> parcela	.053	.084	.134
<i>Ch. palmensis</i> natural	.263	.167	.450
<i>T. canariensis</i> natural	.085	.049	.233
<i>T. osyrioides sericea</i> natural	.059	.120	.063
<i>T. o. osyrioides</i> natural	.114	.090	.167

ND: no detectable.

Tabla 44. Evolución estacional del contenido de Fósforo (% MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		.18 (.03) c BC	.14 (.02) b B	.24 (.03) d D	.25 (.05) d D	.18 (.02) de BC	.08 (.05) b A	.22 (.02) e CD
<i>T. c.</i> parcela			.16 (.02) b BC	.19 (.04) bcd C	.19 (.04) c C	.15 (.02) cd BC	.06 (.02) b A	.13 (.03) cd B
<i>T. o. s.</i> parcela			.23 (.06) c B	.21 (.06) cd B	.22 (.02) cd B	.19 (.04) de B	.08 (.03) b A	.16 (.05) cd B
<i>T. o. o.</i> parcela			.11 (.01) b AB	.14 (.06) ab BC	.14 (.03) ab BC	.18 (.03) de C	.07 (.02) b A	.13 (.02) cd BC
<i>Ch. p.</i> natural	.18 (.00) c C	.1 (.01) b A	.12 (.01) b A	.15 (.02) abc B	.18 (.01) bc C	.21 (.01) e D	.15 (.01) c B	.18 (.02) de C
<i>T. c.</i> natural	.1 (.01) b BC	.1 (.01) b BC	.11 (.02) b BCD	.15 (.02) abc E	.13 (.01) ab DE	.13 (.02) bc CDE	.06 (.01) b A	.14 (.02) cd DE
<i>T. o. s.</i> natural	.07 (.00) a E	.05 (.00) a C	.06 (.00) a D	.1 (.00) a F	.1 (.00) a F	.02 (.00) a B	.01 (.00) a A	.04 (.01) a C
<i>T. o. o.</i> natural	.1 (.01) b C	.07 (.02) ab ABC	.05 (.01) a AB	.1 (.01) a C	.09 (.03) a C	.1 (.04) b C	.04 (.01) ab A	.08 (.00) ab BC

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 45. Evolución estacional del contenido de Potasio (% MS).

	Invier. 99	Primav.99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		2.0 <sup>d</sup> (.25) B	1.19 <sup>c</sup> (.18) A	2.37 <sup>e</sup> (.44) B	2.40 <sup>d</sup> (.37) B	1.25 <sup>c</sup> (.25) A	.87 <sup>c</sup> (.10) A	2.42 <sup>e</sup> (.36) B
<i>T. c.</i> parcela			1.44 <sup>d</sup> (.12) BC	1.86 <sup>d</sup> (.38) D	2.26 <sup>d</sup> (.31) E	1.59 <sup>cd</sup> (.13) CD	.97 <sup>cd</sup> (.16) A	1.15 <sup>cd</sup> (.31) AB
<i>T. o. s.</i> parcela			1.29 <sup>cd</sup> (.25) BC	1.53 <sup>cd</sup> (.02) C	1.49 <sup>c</sup> (.22) C	1.36 <sup>c</sup> (.26) BC	1.07 <sup>cd</sup> (.15) B	.75 <sup>bc</sup> (.09) A
<i>T. o. o.</i> parcela			1.46 <sup>d</sup> (.03) AB	1.68 <sup>cd</sup> (.37) BC	2.14 <sup>d</sup> (.48) C	1.81 <sup>d</sup> (.25) BC	1.17 <sup>d</sup> (.22) A	1.16 <sup>cd</sup> (.16) A
<i>Ch. p.</i> natural	1.26 <sup>d</sup> (.02) B	.93 <sup>c</sup> (.04) A	.90 <sup>b</sup> (.11) A	1.78 <sup>d</sup> (.04) C	1.55 <sup>c</sup> (.13) BC	1.38 <sup>c</sup> (.29) B	.89 <sup>c</sup> (.21) A	1.48 <sup>d</sup> (.29) BC
<i>T. c.</i> natural	.75 <sup>b</sup> (.02) CD	.55 <sup>b</sup> (.03) ABC	.36 <sup>a</sup> (.03) A	.87 <sup>b</sup> (.02) DE	.71 <sup>b</sup> (.16) BCD	.76 <sup>b</sup> (.07) CD	.51 <sup>b</sup> (.07) AB	1.03 <sup>c</sup> (.26) E
<i>T. o. s.</i> natural	.89 <sup>c</sup> (.02) CD	.89 <sup>c</sup> (.03) CD	.82 <sup>b</sup> (.02) BC	1.30 <sup>c</sup> (.06) E	1.55 <sup>c</sup> (.03) F	.79 <sup>b</sup> (.04) B	.94 <sup>cd</sup> (.09) D	.47 <sup>ab</sup> (.09) A
<i>T. o. o.</i> natural	.12 <sup>a</sup> (.00) ABC	.16 <sup>a</sup> (.00) BC	.17 <sup>a</sup> (.02) BC	.12 <sup>a</sup> (.00) ABC	.11 <sup>a</sup> (.04) AB	.09 <sup>a</sup> (.04) A	.18 <sup>a</sup> (.07) C	.34 <sup>a</sup> (.02) D

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 46. Evolución estacional del contenido de Calcio (% MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		.49 (.07) b B	.55 (.12) bc B	.73 (.06) d C	.71 (.08) c C	.36 (.06) a A	.67 (.07) d C	.77 (.04) c C
<i>T. c.</i> parcela			.52 (.07) bc A	.56 (.04) c A	.61 (.06) bc A	.64 (.09) c A	.62 (.08) cd A	.64 (.08) bc A
<i>T. o. s.</i> parcela			.34 (.03) a AB	.34 (.04) a AB	.34 (.09) a AB	.43 (.05) ab B	.32 (.01) a A	.39 (.09) a AB
<i>T. o. o.</i> parcela			.45 (.08) ab AB	.37 (.06) a A	.54 (.06) b BC	.44 (.03) ab AB	.61 (.04) bcd C	.75 (.17) c D
<i>Ch. p.</i> natural	.74 (.02) c ABC	.61 (.02) c A	.91 (.22) d CD	.76 (.01) d ABC	.84 (.13) d BCD	.66 (.10) c AB	.86 (.11) e BCD	.99 (.06) d D
<i>T. c.</i> natural	.50 (.02) b A	.55 (.02) bc AB	.67 (.02) c C	.49 (.04) b A	.60 (.10) bc BC	.55 (.06) bc AB	.51 (.04) b AB	.52 (.08) ab AB
<i>T. o. s.</i> natural	.29 (.02) a AB	.28 (.03) a A	.32 (.03) a AB	.36 (.03) a AB	.38 (.03) a AB	.39 (.03) a B	.34 (.06) a AB	.35 (.12) a AB
<i>T. o. o.</i> natural	.54 (.05) b AB	.58 (.05) c AB	.57 (.07) bc AB	.53 (.01) bc AB	.56 (.04) b AB	.64 (.13) c B	.52 (.04) bc A	.47 (.01) a A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 47. Evolución estacional del contenido de Magnesio (% MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		.13 (.03) a A	.16 (.02) c AB	.18 (.02) d BC	.16 (.02) d AB	.12 (.01) b A	.21 (.03) c C	.28 (.05) e D
<i>T. c.</i> parcela			.09 (.01) a A	.09 (.01) b A	.08 (.01) b A	.09 (.00) a A	.09 (.00) a A	.13 (.02) abc A
<i>T. o. s.</i> parcela			.07 (.01) a A	.06 (.01) a A	.06 (.01) a A	.07 (.01) a A	.07 (.01) a A	.10 (.02) ab B
<i>T. o. o.</i> parcela			.08 (.01) a A	.08 (.01) ab A	.09 (.02) b A	.07 (.01) a A	.1 (.03) a A	.14 (.03) bcd B
<i>Ch. p.</i> natural	.24 (.01) d CD	.19 (.01) b ABC	.3 (.07) d D	.31 (.01) e D	.16 (.02) d AB	.12 (.02) b A	.23 (.04) c BC	.38 (.08) f E
<i>T. c.</i> natural	.12 (.01) b A	.12 (.02) a A	.14 (.02) bc AB	.12 (.02) c A	.13 (.02) c A	.17 (.01) c B	.16 (.01) b B	.17 (.01) cd B
<i>T. o. s.</i> natural	.08 (.01) a A	.09 (.02) a A	.1 (.01) ab AB	.13 (.02) c B	.1 (.01) b AB	.08 (.01) a A	.08 (.01) a A	.08 (.03) a A
<i>T. o. o.</i> natural	.15 (.02) c A	.17 (.02) b ABCD	.19 (.03) c BCD	.16 (.01) d ABC	.2 (.02) e D	.16 (.03) c ABC	.15 (.01) b AB	.19 (.01) d BCD

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 48. Evolución estacional del contenido de Sodio (% MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		.14 (.01) c C	.08 (.02) ab AB	.11 (.03) cd BC	.06 (.00) b A	.11 (.02) b BC	.04 (.05) a A	.06 (.01) a A
<i>T. c.</i> parcela			.11 (.03) b AB	.10 (.04) cd AB	.06 (.01) b A	.09 (.06) b AB	.14 (.09) ab B	.06 (.01) a A
<i>T. o. s.</i> parcela			.08 (.01) ab B	.07 (.02) bc AB	.03 (.00) a A	.04 (.04) ab AB	.13 (.05) ab C	.05 (.03) a AB
<i>T. o. o.</i> parcela			.08 (.01) ab AB	.08 (.01) bc AB	.08 (.00) b AB	.09 (.01) b AB	.11 (.07) ab B	.05 (.01) a A
<i>Ch. p.</i> natural	.07 (.01) a BCD	.04 (.01) a AB	.05 (.01) a BC	.03 (.00) a A	.08 (.01) b D	.07 (.01) ab CD	.07 (.02) ab CD	.06 (.01) a BCD
<i>T. c.</i> natural	.18 (.00) c D	.18 (.00) e D	.21 (.00) d D	.06 (.00) ab B	.07 (.01) b B	.02 (.00) a A	.27 (.01) c E	.12 (.06) bc C
<i>T. o. s.</i> natural	.22 (.02) d C	.13 (.00) b AB	.19 (.00) cd BC	.1 (.01) cd A	.12 (.00) c AB	.09 (.08) b A	.12 (.09) ab AB	.16 (.01) c ABC
<i>T. o. o.</i> natural	.12 (.00) b ABC	.16 (.00) d BC	.17 (.02) c BC	.12 (.00) d ABC	.11 (.04) c AB	.09 (.04) b A	.18 (.07) bc C	.08 (.03) ab A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 49. Evolución estacional del contenido de Hierro (ppm MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		274 (61) b A	303 (100) bc A	291 (169) bc A	326 (35) c AB	227 (36) bc A	455 (86) d B	330 (56) cd AB
<i>T. c.</i> parcela			317 (57) c A	309 (86) c A	292 (30) c A	306 (44) de A	468 (49) d B	330 (40) cd A
<i>T. o. s.</i> parcela			211 (13) ab AB	220 (50) abc AB	181 (32) b A	178 (29) ab A	293 (48) bc C	275 (72) c BC
<i>T. o. o.</i> parcela			267 (67) bc B	168 (42) ab A	309 (28) c B	253 (36) cd B	379 (23) cd C	422 (56) e C
<i>Ch. p.</i> natural	175 (2) b E	96 (2) a A	160 (23) a CDE	107 (7) a A	143 (5) a CD	139 (17) a BC	115 (19) a AB	169 (23) a DE
<i>T. c.</i> natural	332 (3) c B	143 (2) a A	284 (8) bc B	155 (3) ab A	184 (17) b A	267 (31) cd B	272 (93) b B	264 (44) bc B
<i>T. o. s.</i> natural	461 (26) d D	325 (2) b B	452 (4) d D	244 (4) abc A	407 (3) d CD	332 (69) e B	333 (75) bc B	380 (40) de BC
<i>T. o. o.</i> natural	142 (6) a AB	119 (4) a A	237 (58) abc C	139 (3) a AB	104 (21) a A	130 (40) a AB	159 (41) a AB	183 (38) ab BC

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 50. Evolución estacional del contenido de Manganeso (ppm MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		98 <sup>d</sup> (4) ABC	105 <sup>cd</sup> (45) BC	127 <sup>c</sup> (34) C	84 <sup>c</sup> (11) ABC	57 <sup>ab</sup> (30) A	67 <sup>b</sup> (22) AB	122 <sup>b</sup> (25) C
<i>T. c.</i> parcela			44 <sup>ab</sup> (3) AB	58 <sup>a</sup> (9) B	49 <sup>ab</sup> (10) AB	39 <sup>ab</sup> (6) A	52 <sup>ab</sup> (10) AB	85 <sup>ab</sup> (12) C
<i>T. o. s.</i> parcela			34 <sup>a</sup> (5) AB	38 <sup>a</sup> (5) B	28 <sup>a</sup> (4) A	29 <sup>a</sup> (7) A	28 <sup>a</sup> (4) A	46 <sup>a</sup> (6) C
<i>T. o. o.</i> parcela			45 <sup>ab</sup> (6) A	47 <sup>a</sup> (4) A	62 <sup>bc</sup> (33) A	46 <sup>ab</sup> (5) A	70 <sup>b</sup> (22) A	57 <sup>a</sup> (6) A
<i>Ch. p.</i> natural	101 <sup>c</sup> (1) AB	87 <sup>c</sup> (1) A	132 <sup>d</sup> (49) AB	150 <sup>d</sup> (12) B	210 <sup>e</sup> (13) C	221 <sup>d</sup> (39) C	135 <sup>c</sup> (21) AB	220 <sup>c</sup> (57) C
<i>T. c.</i> natural	35 <sup>a</sup> (2) A	37 <sup>a</sup> (2) AB	42 <sup>ab</sup> (3) AB	41 <sup>a</sup> (2) AB	70 <sup>bc</sup> (19) C	73 <sup>b</sup> (13) C	58 <sup>b</sup> (17) BC	72 <sup>a</sup> (17) C
<i>T. o. s.</i> natural	79 <sup>b</sup> (2) BC	95 <sup>d</sup> (3) CDE	103 <sup>cd</sup> (4) CDE	118 <sup>bc</sup> (3) E	112 <sup>d</sup> (3) DE	66 <sup>ab</sup> (10) AB	50 <sup>ab</sup> (11) A	91 <sup>ab</sup> (36) CD
<i>T. o. o.</i> natural	78 <sup>b</sup> (4) AB	71 <sup>b</sup> (2) AB	78 <sup>bc</sup> (23) AB	100 <sup>b</sup> (4) BC	87 <sup>cd</sup> (14) ABC	122 <sup>c</sup> (47) C	61 <sup>b</sup> (20) AB	54 <sup>a</sup> (6) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 51. Evolución estacional del contenido de Zinc (ppm MS).

	Invier.99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav.00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		62 (13.6) c C	51 (10.3) d B	50 (6.7) cd B	45 (5.6) d B	34 (4.7) c A	33 (4.6) d A	46 (4.0) c B
<i>T. c.</i> parcela			32 (3.7) c AB	38 (10.8) c B	30 (5.7) bc AB	28 (4.8) bc A	26 (4.0) cd A	29 (4.8) b AB
<i>T. o. s.</i> parcela			32 (4.5) c C	28 (4.1) abc BC	22 (2.8) ab AB	24 (3.2) b B	18 (3.3) ab A	23 (3.9) ab AB
<i>T. o. o.</i> parcela			28 (5.7) c A	30 (8.3) bc A	34 (9.9) c A	24 (3.8) b A	24 (3.7) bc A	26 (10.4) ab A
<i>Ch. p.</i> natural	35 (.8) BC	23 (.3) ab A	42 (7.8) d C	27 (.9) ab AB	58 (3.8) e D	60 (10) d D	42 (2.3) e C	55 (10.6) c D
<i>T. c.</i> natural		15 (.1) ab A	18 (.2) ab AB	19 (.7) a ABC	17 (.8) a A	22 (4.1) ab BCD	22 (1.0) abc CD	24 (3.9) ab D
<i>T. o. s.</i> natural		24 (1.1) b A	25 (1.0) bc A	26 (3.2) ab A	30 (6.1) bc A	23 (3.1) b A	28 (10) cd A	28 (7) ab A
<i>T. o. o.</i> natural		12 (.5) a A	15 (3.2) a AB	17 (.7) a B	14 (3.0) a AB	15 (2.1) a AB	15 (1.4) a AB	17 (1.3) a B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 52. Evolución estacional del contenido de Cobre (ppm MS).

	Invier. 99	Primav. 99	Verano 99	Otoño 99	Invier. 00	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> parcela		6.9 (1.2) c AB	5.9 (.83) d A	8.8 (.55) d C	8.1 (.63) f BC	5.6 (.66) bc A	7.6 (1.7) e BC	8.7 (.72) c C
<i>T. c.</i> parcela			4.1 (.14) bc A	5.2 (.6) b B	5.0 (.46) cd B	4.7 (.52) b AB	5.1 (.24) c B	4.2 (.24) ab A
<i>T. o. s.</i> parcela			6.4 (1.1) d B	6.4 (.6) c B	5.4 (.97) de AB	5.2 (.9) bc AB	4.1 (.43) bc A	4.6 (.52) b A
<i>T. o. o.</i> parcela			3.3 (.3) ab A	3.7 (.55) a AB	4.2 (.43) bc BC	4.7 (.6) b C	4.2 (.52) bc BC	4.7 (.20) b C
<i>Ch. p.</i> natural	7.2 (.02) c B	5.3 (.58) b A	6.9 (.9) d B	6.1 (.38) c AB	6.2 (.38) e AB	6.1 (.88) c AB	6.2 (.43) d AB	9.5 (1.2) c C
<i>T. c.</i> natural	3.3 (.08) ab B	2.5 (.15) a A	2.5 (.2) a A	3.1 (.21) a B	4.1 (.14) b C	3.1 (.3) a B	3.4 (.14) ab B	3.9 (.14) ab C
<i>T. o. s.</i> natural	3.5 (.26) b C	3.4 (.2) a C	3.6 (.13) abc C	3.5 (.23) a C	3.5 (.25) ab C	2.3 (.26) a C	2.5 (.43) a AB	3.1 (.95) a BC
<i>T. o. o.</i> natural	3.2 (.10) a A	3.0 (.2) a A	4.8 (1.1) c B	3.4 (.26) a A	2.9 (.38) a A	2.8 (.66) a A	3.4 (.3) ab A	3.2 (.38) a A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.

- Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies y localidades dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie y localidad a lo largo del año (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

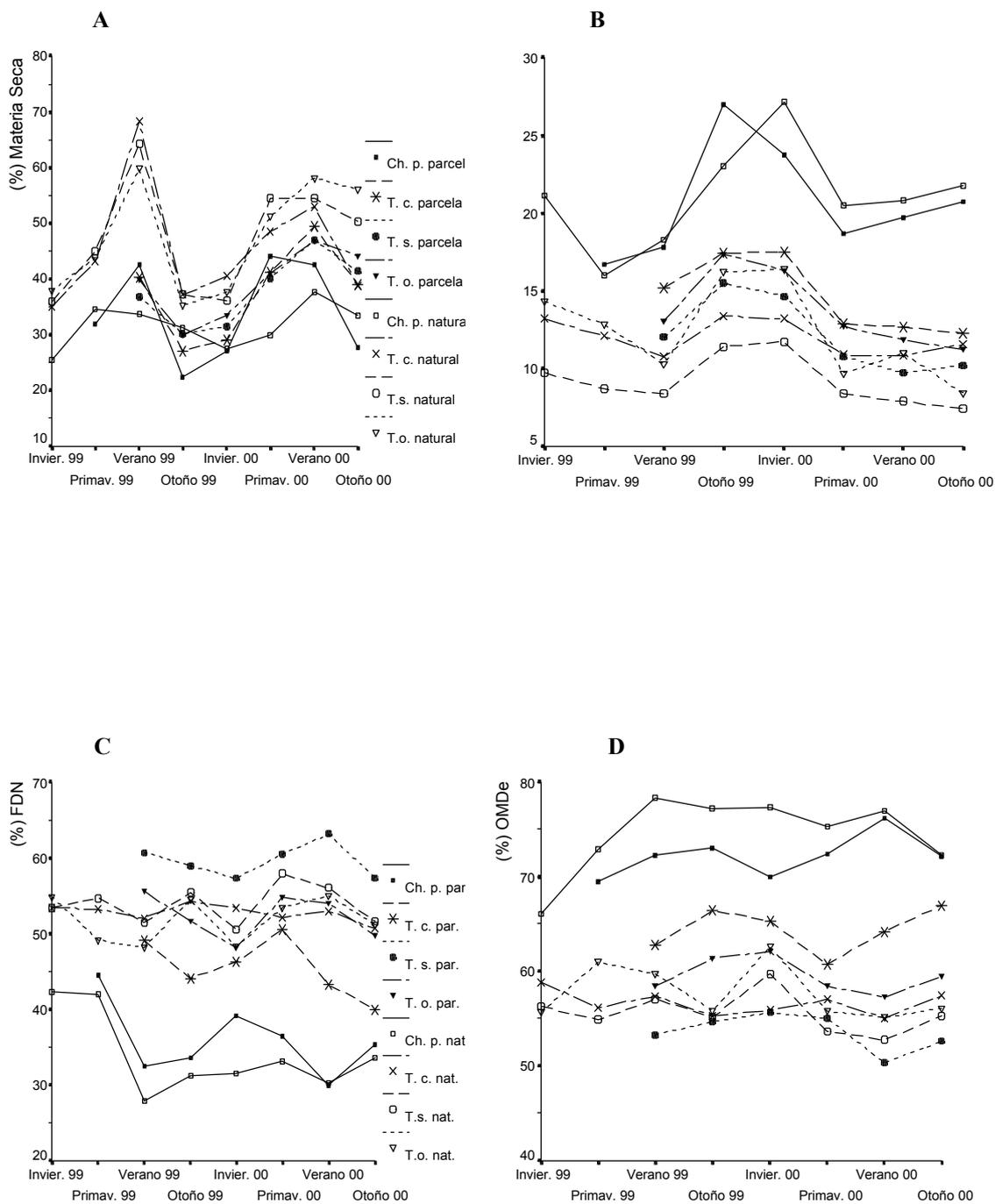


Figura 10. Evolución estacional de la composición química (% MS) de los arbustos de la parcela y naturales: A, Materia seca; B, Proteína; C, Fibra neutro-detergente (%); D, Materia orgánica digestible.

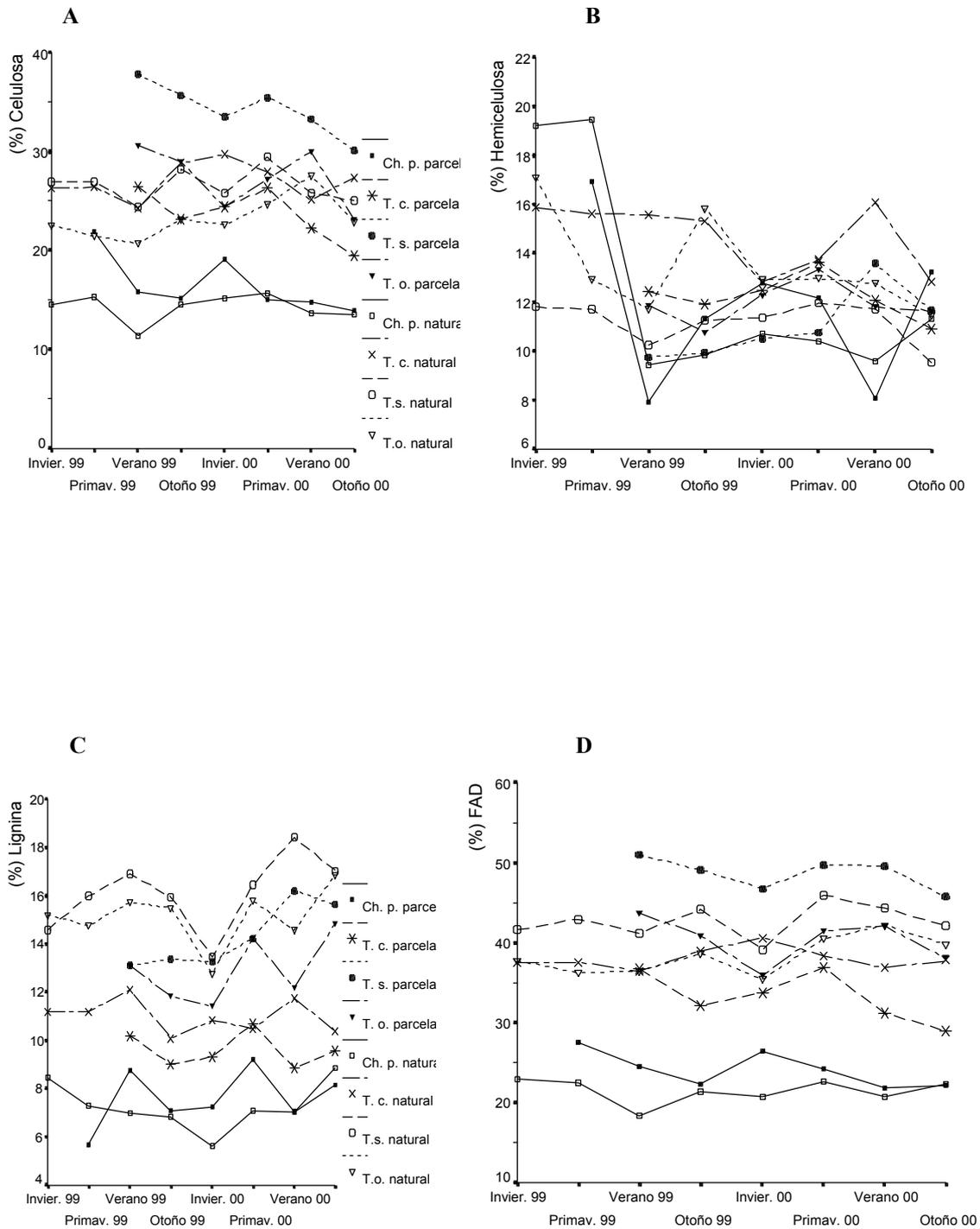


Figura 11. Evolución estacional de la composición química (% MS) de los arbustos de la parcela y naturales: A, Celulosa; B, Hemicelulosa; C, Lignina; D, Fibra ácido-detergente.

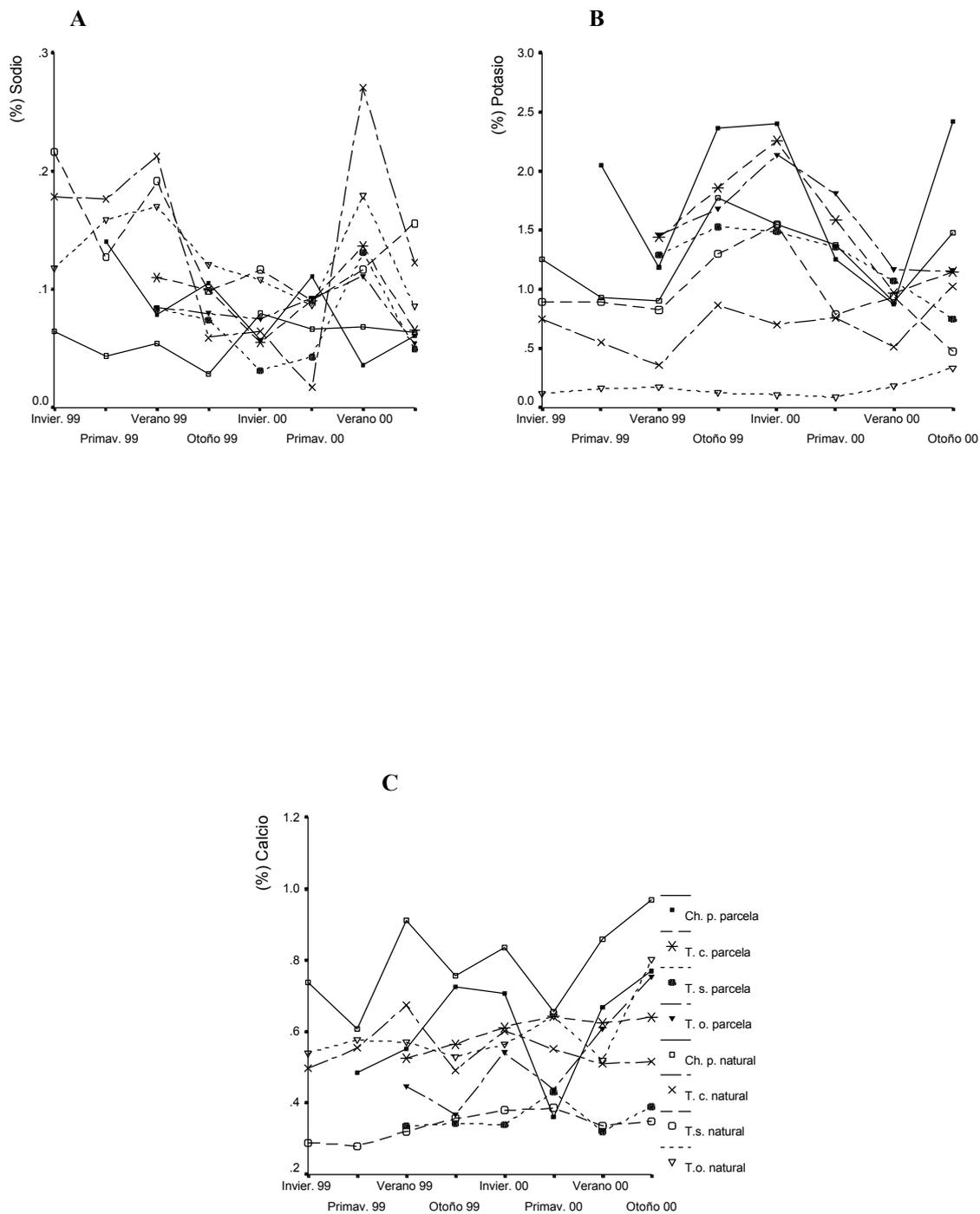


Figura 12. Evolución estacional de la composición química (% MS) de los arbustos de la parcela y naturales: A, Sodio; B, Potasio; C, Calcio.

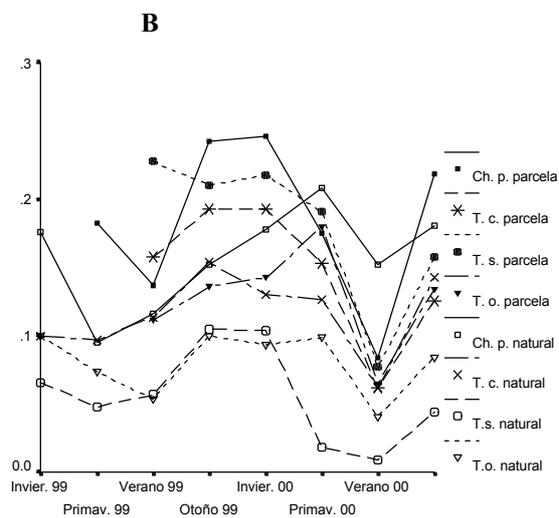
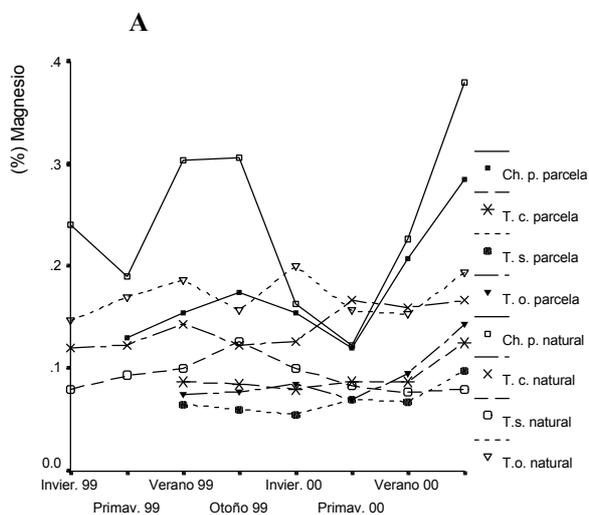


Figura 13. Evolución estacional de la composición química (% MS) de los arbustos de la parcela y naturales: A, Magnesio; B, Fósforo.

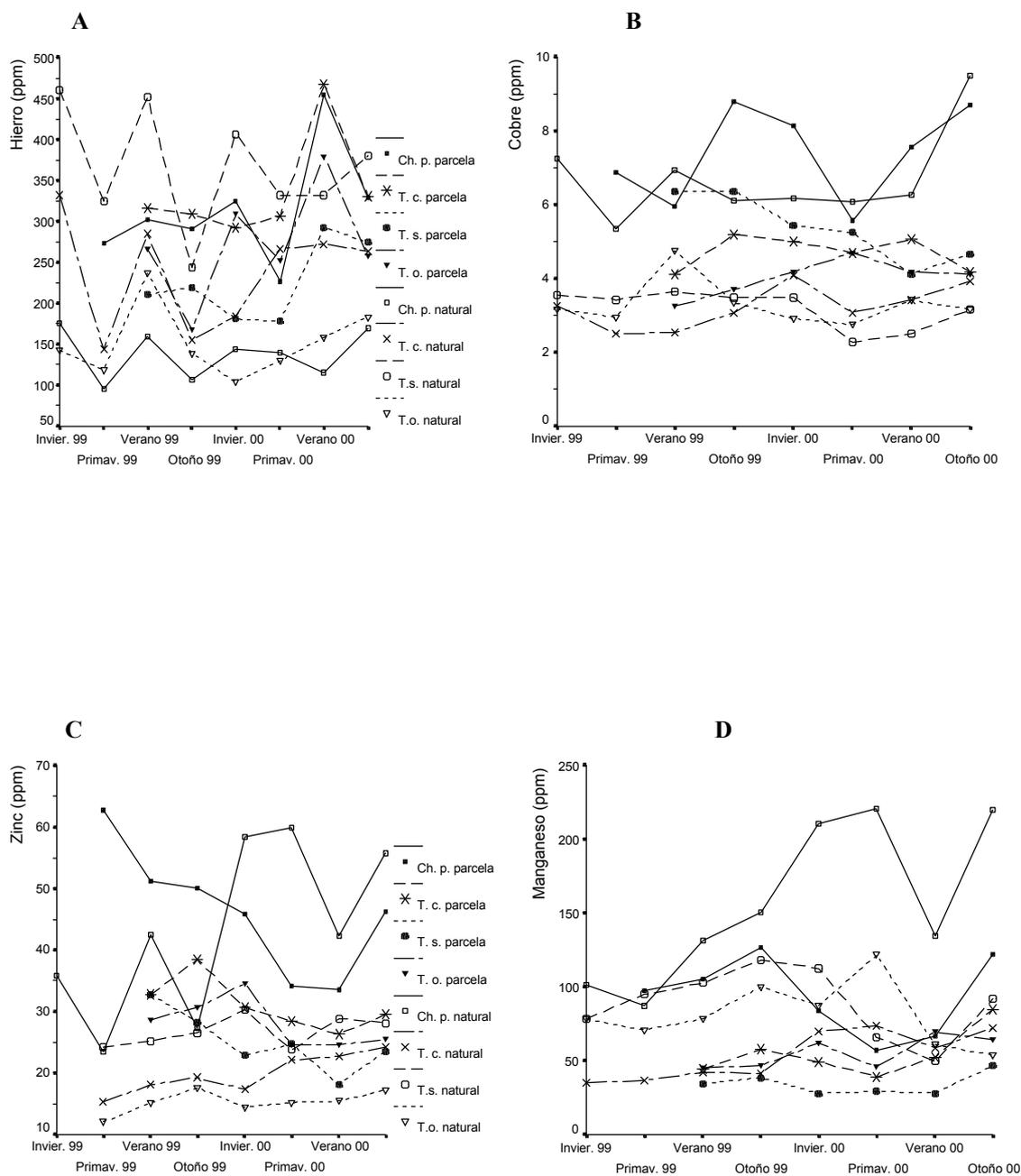


Figura 14. Evolución estacional de la composición química (ppm MS) de los arbustos de la parcela y naturales: A, Hierro; B, Cobre; C, Zinc; D, Manganeso.

### 3.10. DINÁMICA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CON LA EDAD DE LA PLANTA.

#### 3.10.1. Materia seca.

En la Figura 15.A y en la Tabla 53 se muestran los valores del contenido en materia seca.

Todas las especies presentan un aumento del porcentaje de materia seca con el tiempo, alcanzando su máximo en Verano/2000. En Otoño/2000, *Chamaecytisus palmensis* disminuye significativamente (43.7 %), mientras que las tres especies del género *Teline* presentan niveles semejantes.

Por especies, los niveles significativamente más altos los presenta *Teline canariensis* (oscilando entre 40.3 % en Verano/1999 y 54.3 % en Verano/2000) excepto en Otoño/2000 cuando *T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides* presentan niveles semejantes. Por el contrario, los valores significativamente más bajos para todas las estaciones los presenta *Chamaecytisus palmensis* (oscilando entre 32.0 % en Primavera/1999 y 49.9 % en Verano/2000). En Verano/1999, Primavera/2000 y Verano/2000, *T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides* presentan valores similares a *Ch. palmensis*.

#### 3.10.2. Fracciones orgánicas.

##### 3.10.2.1. Proteína.

La Figura 15.B y en la Tabla 54 se presenta los niveles de proteína.

Todas las especies del género *Teline* ponen de manifiesto una disminución significativa del contenido proteína con la madurez, mientras que en *Chamaecytisus palmensis* se mantiene constante.

Por especies, los valores significativamente más elevados le corresponden a *Chamaecytisus palmensis*, oscilando entre 16.7 % en Primavera/1999 y 18.1 % en Verano/2000. Los niveles claramente más bajos se manifiestan en *T. osyrioides sericea*, en todas las muestras (entre 8.6 % en Otoño/2000 y 12.1 % en Verano/1999). En Verano/1999, *T. osyrioides osyrioides* y en Primavera/2000, *T. canariensis* presentan valores de la misma magnitud que la mencionada *T. osyrioides sericea*.

##### 3.10.2.2. Fibra neutro-detergente.

La Figura 15.C y la Tabla 55 presentan los porcentajes de fibra neutro-detergente.

En la evolución de la fibra neutro-detergente, todos los arbustos estudiados presentan un ligero descenso con la madurez, llegando a manifestar en Otoño/2000 los niveles más bajos en todas las especies.

Por especie, *T. osyrioides sericea* presenta los mayores valores de fibra neutro-detergente oscilando entre 55.1 % en Otoño/2000 y 60.7 % en Verano/1999. En Verano/1999 y Primavera/2000, *T. osyrioides osyrioides* presentan valores significativamente similares. Por el contrario, *Chamaecytisus palmensis* presenta los valores significativamente más bajos en todos los muestreos (variando entre 33.2 % en Verano/2000 y 45.9 % en Verano/1999, y Primavera/2000). En Verano/1999 y Primavera/2000, *T. canariensis* presenta niveles similares a los anteriores, así como *T. osyrioides osyrioides* en Primavera/2000.

### 3.10.2.3. Fibra ácido-detergente.

La Figura 16.D y la Tabla 56 muestran los niveles del contenido en fibra ácido-detergente.

La evolución de los contenido de fibra ácido-detergente (FAD), de forma análoga a la de la fibra neutro detergente (FND), muestra un descenso con la edad, presentándose en ambos casos valores similares en Primavera/2000 y Otoño/2000.

Por especies, *T. osyrioides sericea* presenta los niveles significativamente superiores en todos las estaciones, variando entre 42.7 % en Otoño/2000 y 51 % en Verano/1999. *Chamaecytisus palmensis* tiene los niveles significativamente más bajos, en todos los muestreos, oscilando entre 22.2 % en Verano/2000 y 27.6 % en Primavera/1999.

### 3.10.2.4. Celulosa.

La Figura 16.A y la Tabla 57 muestran los niveles del contenido en celulosa.

Al observar la evolución estacional del contenido en celulosa, se aprecia un descenso en todas las especies con la edad de la planta: Los valores significativamente más altos se presentan en las primeras muestras para todas las especies y los valores más bajos en los últimos muestreos.

Por especies, los niveles significativamente superiores los presenta *T. osyrioides sericea* en todas las estaciones, oscilando entre 26.6 % en Otoño/2000 y 37.8 % en Verano/1999. En Verano/2000, *Teline osyrioides osyrioides* presenta valores de la misma magnitud que *T. osyrioides sericea*. Los niveles significativamente más bajos los presenta *Ch. palmensis* para todos las estaciones, oscilando entre 13.8 % en Primavera/2000 y 21.9 % en Primavera/1999.

### 3.10.2.5. Hemicelulosa.

La Figura 16.B y la Tabla 58 presentan los niveles del contenido en hemicelulosa.

Las tres especies del género *Teline*, tienen los valores más bajos en el primer muestro de Verano/1999, para incrementarse significativamente en la Primavera/2000 y volver a descender en Verano/2000 y Otoño/2000.

Por especies, *Chamaecytisus palmensis* presenta los niveles significativamente más elevados en las muestras de Primavera/1999, Verano/1999 y Primavera/2000, oscilando entre 17 % en Primavera/1999 y 21.0 % en Verano/2000 y Primavera/2000. Los niveles más bajos se presentan en Verano/1999, Primavera/2000 y Otoño/2000 para las tres especies del *Teline* y en Verano/2000 y Otoño/2000 para *Chamaecytisus palmensis*.

### 3.10.2.6. Lignina.

La Figura 16.C y la Tabla 59 presentan los valores del contenido en lignina.

La evolución de este constituyente, presenta en todas las especies un ligero incremento con la edad de los arbustos, alcanzando los valores más altos en las últimas

Por especies, *T. osyrioides sericea* es la que manifiesta los niveles significativamente más altos, variando entre 13.1 % en Verano/1999 y 16.4 % en Verano/2000. En Verano/1999, *T. osyrioides osyrioides* presenta valores de la misma magnitud a *T. osyrioides sericea*. *Chamaecytisus palmensis* presenta los valores significativamente más bajos para todas las estaciones (oscilando entre 5.7% en Primavera/1999 y 9.7 en Otoño/2000). En Verano/2000 y Otoño/2000, *T. canariensis* presenta niveles similares a *Ch. palmensis*.

### 3.10.2.7. Materia orgánica digestible.

La Figura 15.D y la Tabla 60 presentan los valores de la digestibilidad de la materia orgánica.

Las tres especies del género *Teline* presentan sus niveles de materia orgánica digestible más altos en la estación de Primavera/2000.

*Chamaecytisus palmensis* presenta los valores más altos en todos los muestreos, oscilando entre 72.9 % en Verano/2000 y 68.9 % en Verano/1999 y Primavera/2000; *Teline canariensis* presenta los mismos valores que *Chamaecytisus*. Por el contrario, *T. osyrioides sericea* presenta los niveles significativamente más bajos en todas las estaciones, oscilando entre 51.4 % en Verano/2000 y 57.4 % en Primavera/2000. En Verano/1999 y Primavera/2000, *T. osyrioides osyrioides* presenta valores similares *T. osyrioides sericea*.

### 3.10.3. Elementos minerales.

#### 3.10.3.1. Fósforo.

En la Figura 18.B y la Tabla 61 aparecen los niveles de fósforo.

En la variación del fósforo se observa que todas las especies presentan una evolución descendente con la edad hasta el Verano/2000 donde alcanza el mínimo, para volver a incrementarse en Otoño/2000.

Por especies, *Teline osyrioides sericea* presenta los valores significativamente más altos oscilando entre 0.08 % en Verano/2000 y 0.23 % en Verano/1999. En Verano/2000 y Otoño/2000, *Chamaecytisus palmensis* y *Teline osyrioides osyrioides* presentan valores similares a *T. osyrioides sericea*. Por el contrario, *Teline canariensis* presenta los niveles significativamente más bajos para todas las estaciones, oscilando entre 0.06% en Verano/2000 y 0.16 % en Verano/1999. En Verano/2000 y Primavera/2000, *Chamaecytisus palmensis* y *Teline osyrioides osyrioides* presentan valores de la misma magnitud que *Teline canariensis*.

#### 3.10.3.2. Potasio.

La Figura 17.B y la Tabla 62 presentan los valores del contenido en potasio

Para todos los arbustos estudiados se observa una disminución gradual de la concentración de potasio con la edad de las plantas, alcanzando sus mínimos en la última toma de muestras (Otoño/2000) salvo en *Chamaecytisus palmensis* que presenta un ligero aumento.

Por especies, los niveles más altos los presenta *Ch. palmensis* en Primavera 1999 (2.1 %), Primavera/2000 (1.4 %) y Otoño/2000 (1.2 %). En Primavera/2000 esta especie presenta niveles similares a *T. osyrioides osyrioides*. Las concentraciones más bajas se presentan en todas las muestras de *T. canariensis* (0.74 % en Otoño/2000 y 1.4 % en Verano/1999) y *T. osyrioides sericea* (0.61 % en Otoño 2000 y 1.3 % en Verano/1999).

#### 3.10.3.3. Calcio.

En la Figura 17.C y la Tabla 63 aparecen las concentraciones de calcio.

En todas las especies se observa un aumento gradual de los niveles de calcio con la edad de la planta, registrándose los niveles más bajos en las primeras muestras.

Por especies, los valores significativamente más altos corresponden en todas las estaciones a *Chamaecytisus palmensis* (oscilando entre 0.49 % en Primavera/1999 y 0.88 % en Verano/2000), excepto en Otoño/2000 cuando *T. osyrioides osyrioides* (0.80 %) tiene un

nivel similar. Por el contrario, los niveles significativamente más bajos se presentan en *T. osyrioides sericea* para todas las estaciones, oscilando entre 0.27 % en Primavera/2000 y 0.41 % en Verano/2000. En Verano/1999 *T. osyrioides osyrioides* presenta valores análogos a *T. osyrioides sericea*.

#### 3.10.3.4. Magnesio.

La Figura 18.A y la Tabla 64 presentan las concentraciones de magnesio.

En la evolución del porcentaje de este elemento se observan incrementos progresivos en todas las especies con la edad, salvo las especies del género *Teline* que en la estación de Primavera/2000 presentan un descenso.

Por especies, *Chamaecytisus palmensis* alcanza concentraciones significativamente superiores en todas las estaciones, variando entre 0.13 % en Primavera/1999 y 0.24 % en Otoño/2000. *Teline osyrioides sericea* presenta valores significativamente más bajos en todas las estaciones, oscilando entre 0.05 % en Primavera/2000 y 0.09 % en Otoño/2000. En Verano/1999 y Primavera/2000, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides sericea*, presentan concentraciones de la misma magnitud que *Teline osyrioides sericea*.

#### 3.10.3.5. Sodio.

La Figura 17.A y la Tabla 65 aparecen los niveles del contenido en sodio.

En las tres especies del género *Teline* se observa un aumento de los niveles de sodio con la edad, alcanzando su máximo en la toma de muestras de Otoño/2000, a pesar de que en Primavera/2000 presentan una disminución significativa.

Por especies, *T. canariensis* (0.06 % en Primavera/2000 y 0.195 % en Otoño/2000) y *T. osyrioides osyrioides* (0.058 % en Verano/1999 y 0.124 % en Verano/2000) presentan los niveles significativamente más altos así como en Verano/1999 y Verano/2000 la especie *T. osyrioides sericea* y *Chamaecytisus palmensis* en Primavera/2000. Los niveles significativamente más bajos para todas las estaciones le corresponden a *Ch. palmensis*, salvo en Primavera/2000 que es mayor el de *T. osyrioides sericea* (0.034 %).

#### 3.10.3.6. Hierro.

La Figura 19.A y la Tabla 66 indican los niveles de hierro.

La evolución de las concentraciones de este elemento en las cuatro especies es muy similar presentando en los primeros muestreos niveles bajos y similares; en los dos últimos muestran la tendencia de aumentar con la madurez.

Por especies, *Teline canariensis* presenta los niveles significativamente más altos en todos los muestreos, oscilando entre 263 ppm en Primavera/2000 y 645 ppm en Otoño/2000. En Verano/1999, Verano/2000 y Otoño/2000, *Chamaecytisus palmensis* presenta niveles similares, así como (*T. osyrioides sericea* en Otoño/2000 y en Verano/2000 *Teline osyrioides osyrioides*) a *Teline canariensis*. Por el contrario, *T. osyrioides sericea* (entre 174 ppm en Primavera/2000 y 493 ppm en Otoño/2000) y *T. osyrioides osyrioides* (entre 217 ppm en Primavera/2000 y 421 ppm en Otoño/2000) muestran los niveles significativamente dos las estaciones.

### 3.10.3.7. Manganeseo.

En la Figura 19.D y Tabla 67 se presenta los niveles de manganeseo.

En cuanto a la evolución se observa como en Verano/1999 y Primavera/2000 todas las especies presentan niveles bajos, luego *Teline canariensis* y *Teline osyrioides sericea* presentan ligeros incrementos con la madurez.

Los valores significativamente más altos para todas las estaciones los presenta *Chamaecytisus palmensis* oscilando entre 75 ppm (Verano/1999, Primavera/2000, Verano/2000) y 98 ppm en Primavera/1999. Por el contrario, *Teline osyrioides sericea* presenta los niveles significativamente más bajos para todas las estaciones (24 ppm en Primavera/2000 y 44 ppm en Verano/2000).

### 3.10.3.8. Zinc.

En la Figura 19.C y Tabla 68 se presentan los resultados obtenidos para Zinc.

En la evolución de las concentraciones de este elemento se observa como las especies presentan pequeñas fluctuaciones a lo largo del todo el ciclo, salvo en la primera muestra de *Chamaecytisus palmensis* que presenta un valor máximo de 62.8 ppm.

*Chamaecytisus palmensis* manifiesta las concentraciones de zinc significativamente superiores en todos los muestreos, oscilando entre 35.8 ppm (Verano/1999 y Primavera/2000) y 62.8 ppm en Primavera/1999. En Primavera/2000, *Teline osyrioides osyrioides* y *Teline canariensis* presentan valores de la misma magnitud que *Chamaecytisus palmensis*. *Teline osyrioides sericea* presenta los valores significativamente más bajos para todas las estaciones oscilando entre 19.1 ppm en Primavera/2000 y 32.8 ppm en Verano/1999. En Verano/1999, Verano/2000, y Otoño/2000, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides osyrioides* tienen concentraciones de zinc de la misma magnitud que *T. osyrioides sericea*.

3.10.3.9. Cobre.

La Figura 19.B y la Tabla 69 muestran los niveles de cobre.

En la evolución de la concentración de cobre se observa en todas las especies un ligero incremento con la edad, salvo para *Teline osyrioides sericea* que se mantiene uniforme.

*Chamecytissus palmensis* presenta niveles significativamente superiores en todas las estaciones oscilando entre 6.4 ppm (Verano/1999 y Primavera/2000) y 8.5 ppm en Otoño/2000. En Verano/1999 y Primavera/2000 *Teline osyrioides sericea* presenta niveles semejantes a *Ch. palmensis*. Las especies con valores significativamente más bajos son: *T. canariensis* (3.7 ppm en Primavera/2000 y 5.3 ppm en Otoño/2000 ) y *T. osyrioides osyrioides* (3.3 ppm en Verano/1999 y 4.8 ppm en Otoño/2000).

Tabla 53. Evolución del contenido de materia seca (%) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p. crec. primario</i>	32.0 (1.4) A	38.5 (2.9) B	38.5 (2.9) B	49.9 (2.7) D	43.7 (3.4) C
<i>T. c. crec. primario</i>		40.3 (1.4) A	44.7 (2.1) B	54.3 (2.8) C	51.1 (2.5) C
<i>T.o.s. crec. primario</i>		36.8 (2.1) A	40.7 (2.2) B	51.1 (3.0) C	49.5 (.6) C
<i>T.o.o. crec. primario</i>		39.9 (3.0) A	39.1 (.9) A	49.7 (1.1) B	50.6 (2.2) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). M refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan; p < 0.05.

Tabla 54. Evolución del contenido de proteína (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	16.7 (1.0) A	17.9 (0.8) A	17.9 (0.8) A	18.1 (1.0) A	17.5 (1.1) A
<i>T. c.</i> crec. primario		15.2 (0.6) C	12.8 (0.7) B	12.0 (1.4) B	10.4 (0.8) A
<i>T.o.s.</i> crec. primario		12.1 (1.9) C	11.5 (0.7) BC	10.0 (0.3) AB	8.6 (0.5) A
<i>T.o.o.</i> crec. primario		13.1 (2.1) BC	14.5 (2.3) C	11.7 (0.5) AB	10.0 (0.4) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 55. Evolución del contenido de FND (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	44.5 (4.0) B	45.9 (9.3) B	45.9 (9.3) B	33.2 (1.6) A	35.0 (1.9) A
<i>T. c.</i> crec. primario		49.1 (1.4) C	47.5 (3.6) BC	44.1 (3.3) AB	39.8 (2.4) A
<i>T.o.s.</i> crec. primario		60.7 (1.8) C	56.7 (1.3) AB	59.2 (1.3) BC	55.1 (3.4) A
<i>T.o.o.</i> crec. primario		55.6 (2.5) B	53.2 (1.1) AB	54.0 (1.6) B	51.0 (1.2) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 56. Evolución del contenido de FAD (% MS) con crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	27.6 (.8) B	24.9 (3.3) AB a	24.9 (3.3) AB a	22.2 (.9) A a	23.9 (1.3) AB a
<i>T. c.</i> crec. primario		36.7 (1.6) B b	30.4 (1.8) A b	30.8 (2.3) A b	28.1 (1.8) A b
<i>T.o.s.</i> crec. primario		51.0 (.9) B d	45.0 (1.1) A d	45.7 (1.7) A d	42.7 (3.5) A d
<i>T.o.o.</i> crec. primario		43.7 (.7) C c	37.4 (1.3) A c	41.2 (1.7) B c	38.5 (1.2) A c

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 57. Evolución del contenido de Celulosa (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	21.9 (.3) C	16.8 (2.3) B a	16.8 (2.3) B a	13.8 (.6) A a	14.3 (1.1) A a
<i>T. c.</i> crec. primario		26.5 (1.6) C b	20.4 (1.4) B b	21.6 (2.4) B b	17.3 (1.6) A b
<i>T.o.s.</i> crec. primario		37.8 (1.0) C d	30.2 (1.1) B d	29.3 (1.0) B c	26.6 (2.8) A d
<i>T.o.o.</i> crec. primario		30.6 (.9) D c	24.9 (.6) B c	28.0 (1.6) C c	22.6 (1.0) A c

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 58. Evolución del contenido de Hemicelulosa (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	17.0 (3.5) AB	21.0 (6.4) B	21.0 (6.4) B	11.1 (1.2) A	11.0 (.9) A
<i>T. c.</i> crec. primario		12.5 (.9) A	17.1 (2.4) B	13.3 (1.0) A	11.7 (.7) A
<i>T.o.s.</i> crec. primario		9.8 (1.0) A	11.7 (1.2) B	13.6 (.6) C	12.4 (.8) BC
<i>T.o.o.</i> crec. primario		11.9 (2.4) A	15.7 (.9) B	12.9 (.8) A	12.5 (1.3) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figura la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 59. Evolución del contenido de Lignina (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	5.7 (.5) A	8.1 (1.2) B	8.1 (1.2) B	8.4 (.5) BC	9.7 (.8) C
<i>T. c.</i> crec. primario		10.2 (.1) B	10.0 (.9) AB	9.2 (.5) A	10.7 (.3) B
<i>T.o.s.</i> crec. primario		13.1 (1.1) A	14.8 (.1) B	16.4 (.6) C	16.2 (1.1) C
<i>T.o.o.</i> crec. primario		13.1 (.5) A	12.5 (.8) A	13.2 (.9) A	15.9 (.7) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los car refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 60. Evolución del contenido de MOD (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	69.5 (2.0) A	68.9 (5.9) A <sup>c</sup>	68.9 (5.9) A <sup>c</sup>	72.9 (1.1) A <sup>d</sup>	71.1 (1.5) A <sup>d</sup>
<i>T. c.</i> crec. primario		62.8 (1.2) A <sup>b</sup>	67.3 (2.0) B <sup>bc</sup>	63.2 (2.5) A <sup>c</sup>	66.0 (2.1) AB <sup>c</sup>
<i>T.o.s.</i> crec. primario		53.4 (1.8) A <sup>a</sup>	57.4 (1.9) B <sup>a</sup>	51.3 (1.2) A <sup>a</sup>	54.2 (2.7) A <sup>a</sup>
<i>T.o.o.</i> crec. primario		58.4 (2.0) A <sup>ab</sup>	62.5 (1.6) B <sup>ab</sup>	57.5 (1.5) A <sup>b</sup>	58.2 (1.3) A <sup>b</sup>

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 61. Evolución del contenido de Fósforo (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	.18 (.03) C	.15 (.02) B <sup>a</sup>	.15 (.02) B <sup>a</sup>	.10 (.01) A <sup>b</sup>	.14 (.02) B <sup>b</sup>
<i>T. c.</i> crec. primario		.16 (.02) B <sup>a</sup>	.13 (.02) B <sup>a</sup>	.06 (.02) A <sup>a</sup>	.08 (.01) A <sup>a</sup>
<i>T.o.s.</i> crec. primario		.23 (.06) C <sup>b</sup>	.18 (.03) BC <sup>a</sup>	.08 (.02) A <sup>ab</sup>	.12 (.04) AB <sup>ab</sup>
<i>T.o.o.</i> crec. primario		.11 (.01) A <sup>a</sup>	.13 (.05) A <sup>a</sup>	.09 (.02) A <sup>b</sup>	.10 (.05) A <sup>ab</sup>

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 62. Evolución del contenido de Potasio (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	2.06 (.25) C	1.38 (.17) B	1.38 (.17) B	.88 (.06) A	1.2 (.09) B
<i>T. c.</i> crec. primario		1.44 (.12) C	1.01 (.06) B	.89 (.07) B	.74 (.1) A
<i>T.o.s.</i> crec. primario		1.29 (.25) B	1.24 (.21) B	1.08 (.22) B	.61 (.12) A
<i>T.o.o.</i> crec. primario		1.46 (.03) B	1.41 (.17) B	.99 (.21) A	.87 (.2) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 63. Evolución del contenido de Calcio (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	.49 (.07) A	.79 (.11) B	.79 (.11) B	.88 (.04) B	.74 (.04) B
<i>T. c.</i> crec. primario		.52 (.07) AB	.51 (.10) A	.63 (.04) B	.60 (.06) AB
<i>T.o.s.</i> crec. primario		.34 (.03) AB	.27 (.03) A	.41 (.04) C	.40 (.08) BC
<i>T.o.o.</i> crec. primario		.45 (.08) A	.44 (.06) A	.78 (.10) B	.80 (.12) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 64. Evolución del contenido de Magnesio (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	.13 (.03) A	.14 (.03) A	.14 (.03) A	.20 (.01) B	.24 (.04) C
<i>T. c.</i> crec. primario		.09 (.01) B	.06 (.00) A	.10 (.01) B	.13 (.01) C
<i>T.o.s.</i> crec. primario		.07 (.01) B	.05 (.00) A	.08 (.01) C	.09 (.01) B
<i>T.o.o.</i> crec. primario		.08 (.01) A	.07 (.01) A	.11 (.01) B	.16 (.01) C

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 65. Evolución estacional del contenido de Sodio (% MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	.141 (.008) C	.056 (.005) B	.056 (.005) B	.009 (.001) A	.160 (.018) D
<i>T. c.</i> crec. primario		.11 (.032) A	.060 (.019) A	.176 (.133) A	.195 (.095) A
<i>T.o.s.</i> crec. primario		.084 (.006) AB	.034 (.004) A	.194 (.049) C	.147 (.074) BC
<i>T.o.o.</i> crec. primario		.085 (.014) A	.058 (.011) A	.124 (.089) AB	.166 (.034) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 66. Evolución del contenido de Hierro (ppm MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	274 (61) A	ab 246 (54) A	a 246 (54) A	b 588 (66) B	ab 562 (69) B
<i>T. c.</i> crec. primario		b 317 (57) A	a 263 (111) A	b 610 (145) B	b 645 (155) B
<i>T.o.s.</i> crec. primario		a 211 (13) A	a 174 (30) A	a 407 (56) B	ab 493 (93) B
<i>T.o.o.</i> crec. primario		ab 267 (67) A	a 217 (21) A	a 377 (9) B	a 421 (46) B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 67. Evolución del contenido de Manganeso (ppm MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	98 (4.2) B	c 75 (9.1) A	c 75 (9.2) A	c 75 (9.3) A	a 85 (9.1) A
<i>T. c.</i> crec. primario		b 44 (3.2) AB	b 42 (13.1) A	b 61 (9.1) B	a 82 (14.1) C
<i>T.o.s.</i> crec. primario		a 34 (5.3) AB	a 24 (4.2) A	a 32 (4.3) A	a 44 (11.2) B
<i>T.o.o.</i> crec. primario		b 45 (6.2) A	b 40 (6.1) A	b 54 (10.1) A	a 85 (56.3) A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 68. Evolución del contenido de Zinc (ppm MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	62 (13.6) B	35 (3.2) a A	35 (3.2) c A	42 (5.4) b A	42 (4.1) b A
<i>T. c.</i> crec. primario		32 (3.7) a B	25 (3.8) b A	30 (4.0) a B	33 (2.1) ab B
<i>T.o.s.</i> crec. primario		32 (4.5) a C	19 (1.2) a A	24 (2.2) a AB	25 (4.6) a B
<i>T.o.o.</i> crec. primario		28 (5.7) a A	25 (4.4) b A	31 (9.9) a A	26 (10.4) a A

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típica.  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

Tabla 69. Evolución del contenido de Cobre (ppm MS) con el crecimiento.

	Primav. 99	Verano 99	Primav. 00	Verano 00	Otoño 00
<i>Ch. p.</i> crec. primario	6.9 (1.3) AB	6.4 (.8) b A	6.4 (.8) b A	8.1 (1.3) b AB	8.5 (1.2) b B
<i>T. c.</i> crec. primario		4.1 (.1) a A	3.7 (.1) a A	5.1 (.7) a B	5.3 (.7) a B
<i>T.o.s.</i> crec. primario		6.4 (1.1) b A	5.3 (1.1) b A	5.0 (.6) a A	5.4 (1.1) a A
<i>T.o.o.</i> crec. primario		3.3 (.3) a A	3.7 (.4) a A	4.5 (.2) a B	4.8 (.2) a B

Nota: - Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desvia  
 - Las letras con caracteres minúsculos se han utilizado para indicar la existencia de diferencias significativas entre las distintas especies dentro de una misma época de muestreo (columna). Mientras que los caracteres mayúsculos se refieren a cada especie a lo largo de 1999-2000 (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

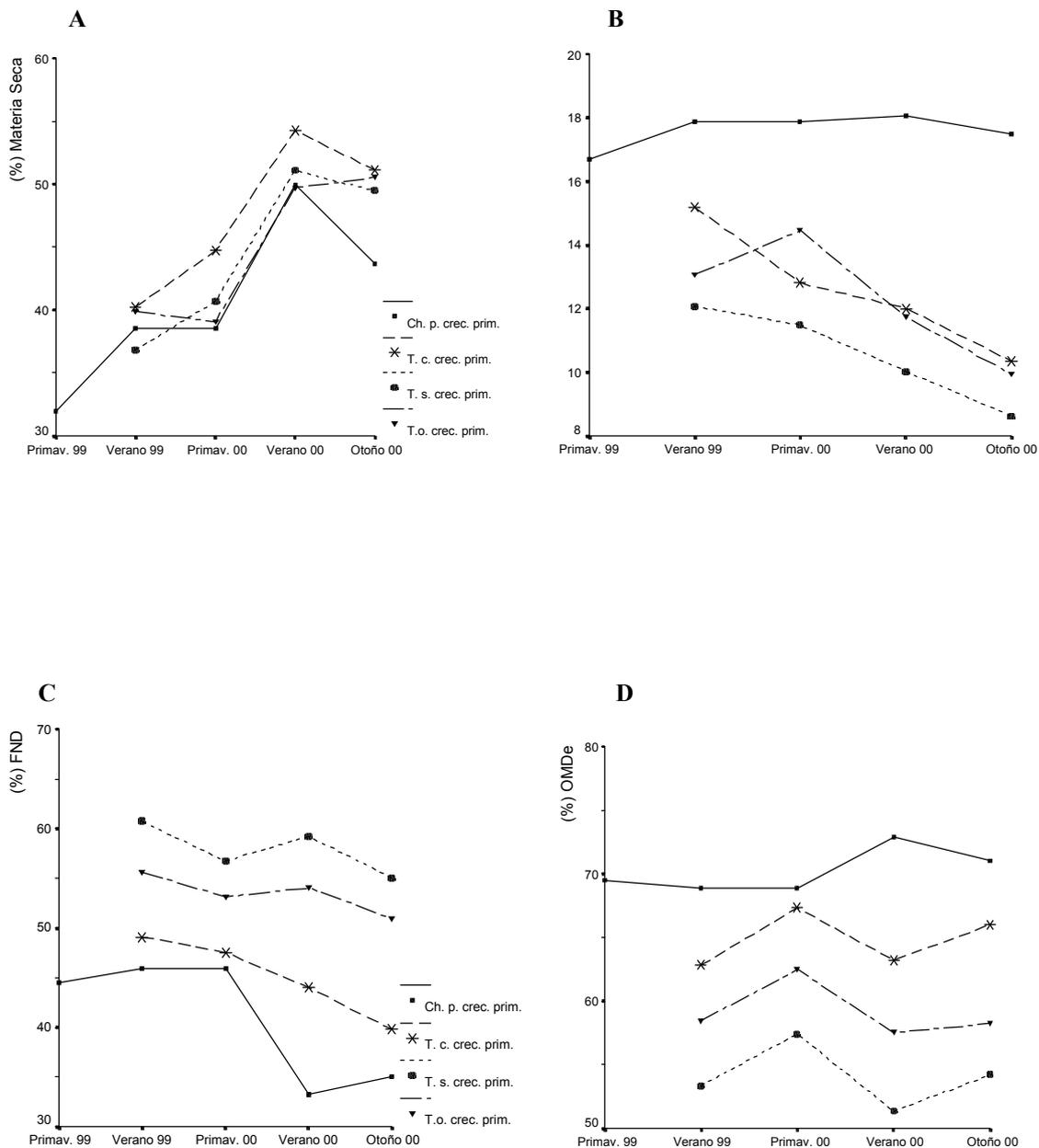


Figura 15. Evolución de la composición química (% MS) en los arbustos de la parcela durante el crecimiento: A, Materia Seca; B, Proteína; C, Fibra neutro-detergente; D, Materia orgánica digestible.

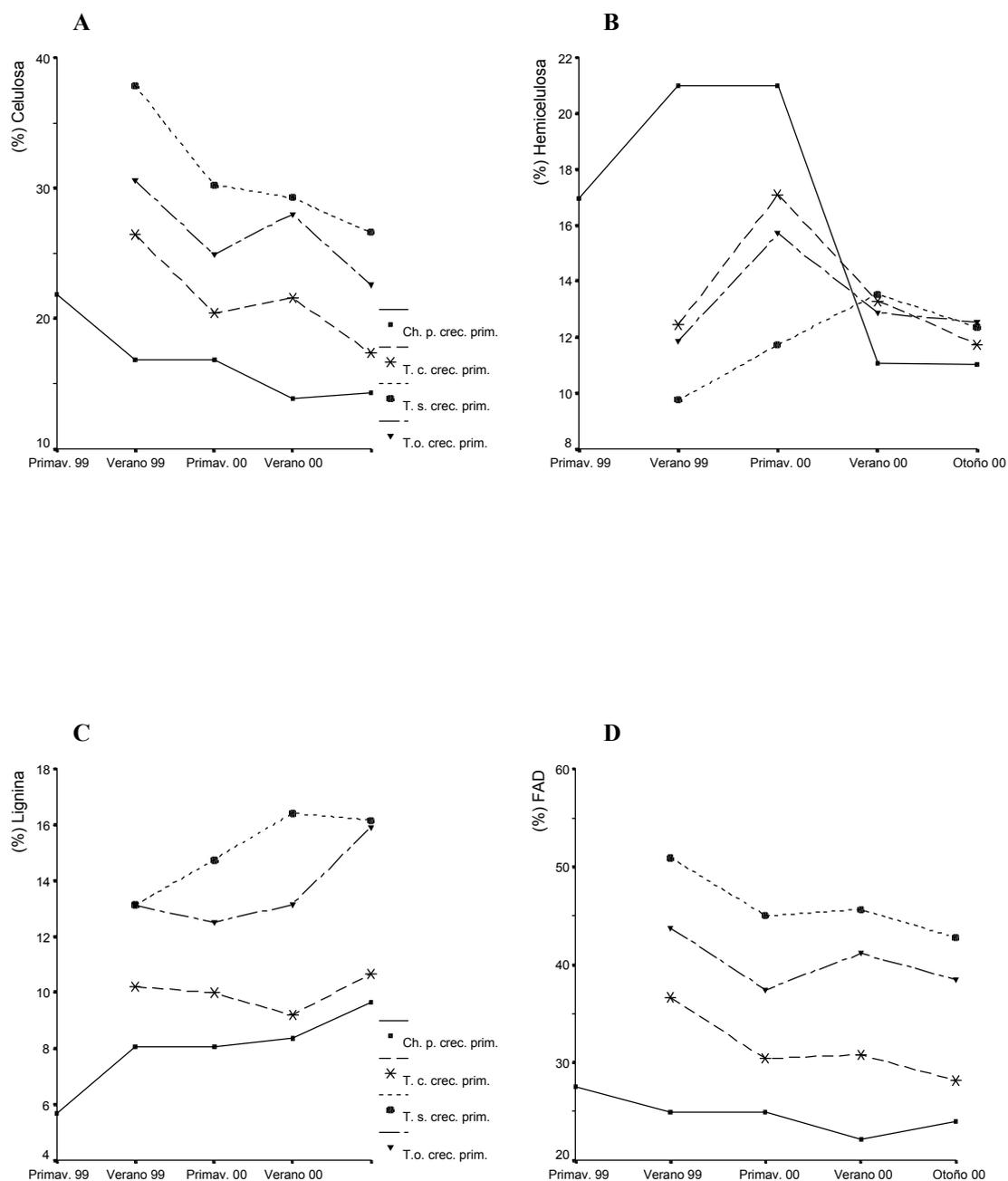


Figura 16. Evolución de la composición química (% MS) en los arbustos de la parcela durante el crecimiento: A, Celulosa; B, Hemicelulosa; C, Lignina; D, Fibra ácido detergente.

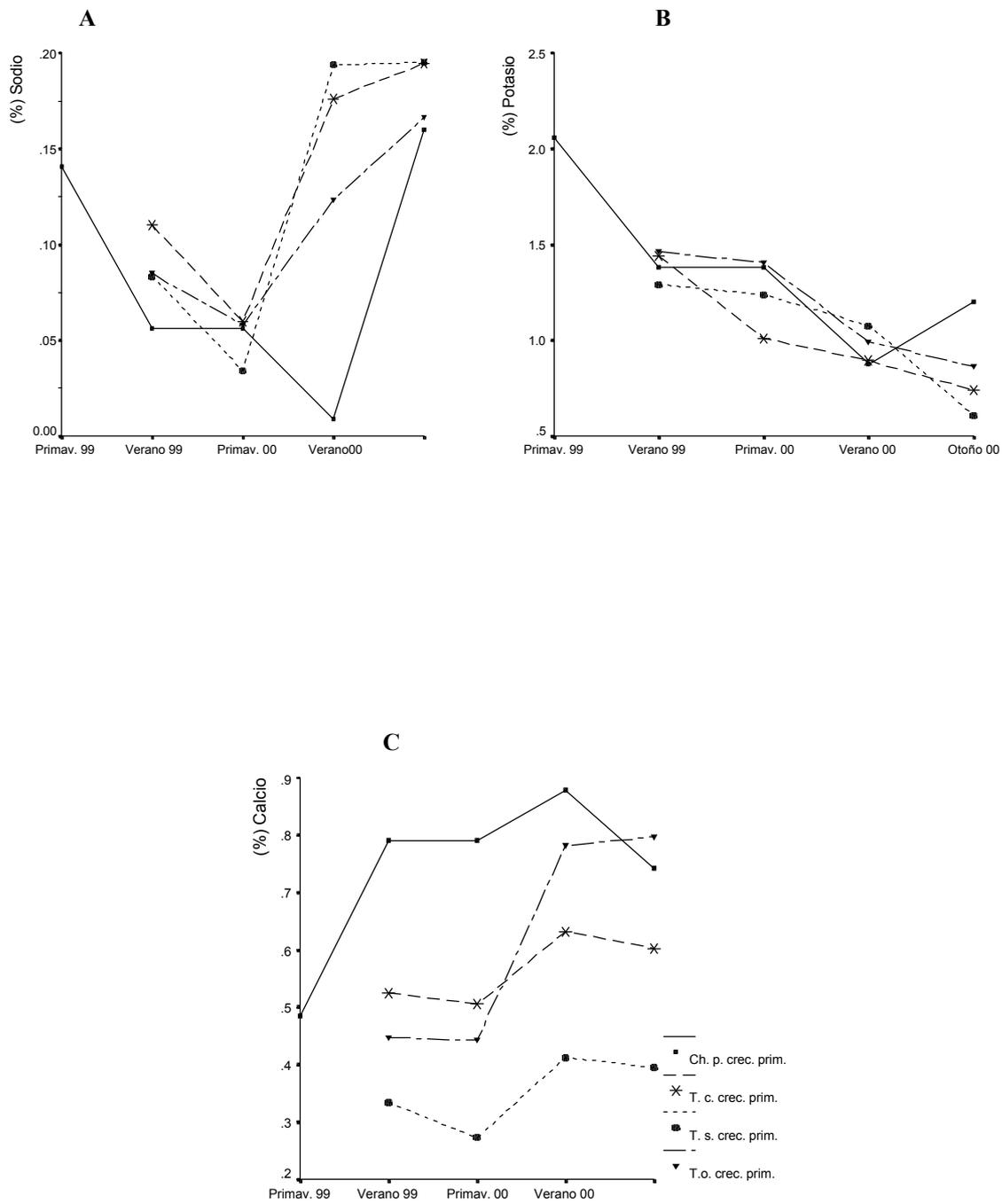


Figura 17. Evolución de la composición química (% MS) en los arbustos de la parcela durante el crecimiento: A, Sodio; B, Potasio; C, Calcio.

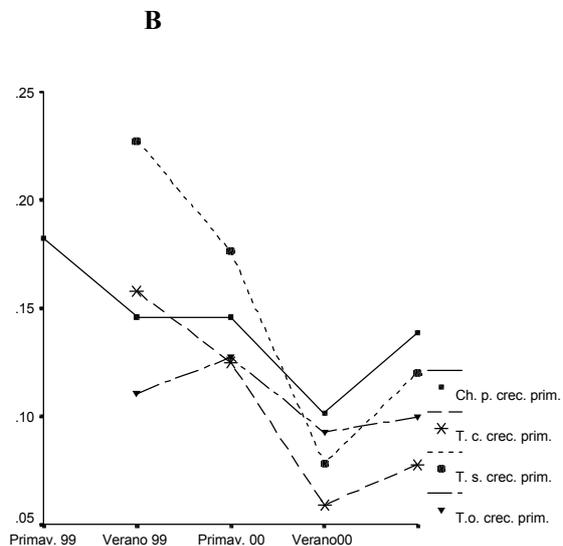
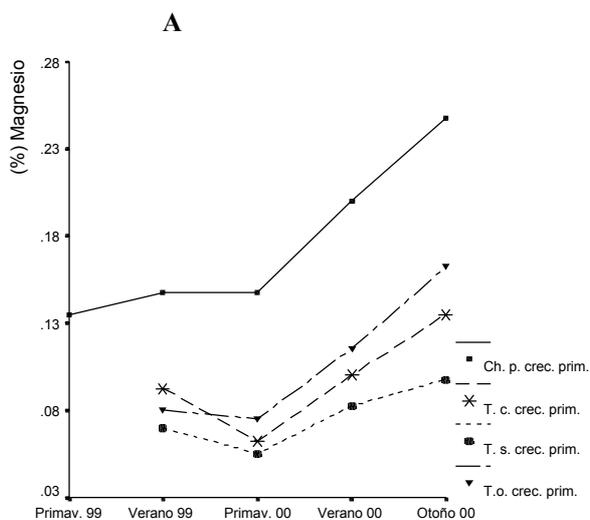


Figura 18. Evolución de la composición química (% MS) en los arbustos de la parcela durante el crecimiento: A, Magnesio; B, Fósforo.

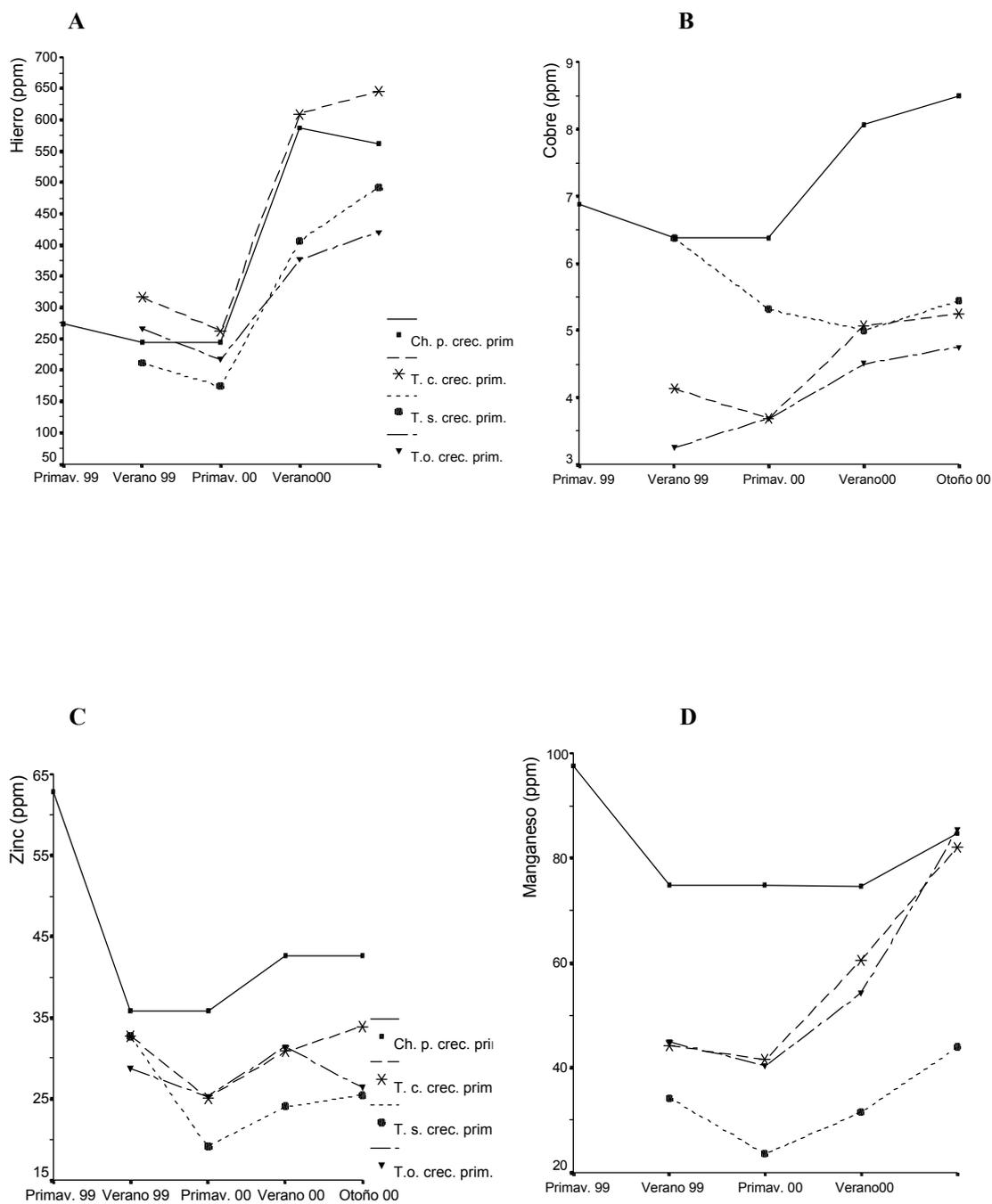


Figura 19. Evolución de la composición química (% MS) en los arbustos de la parcela durante el crecimiento: A, Hierro; B, Cobre; C, Zinc; D, Manganeso.

## 4. DISCUSIÓN.

### 4.1. GERMINACIÓN.

La presencia del arilo dificulta el proceso de germinación, ya que cuando éste se elimina los niveles germinación aumentan en todas las especies, tanto en semillas sin tratar como tratadas, salvo en *T. osyrioides osyrioides* con arilo más 40 minutos en ácido sulfúrico concentrado. Hamly (1932) y Martin y Watt (1944) que ensayaron con la leguminosa *Melilotus alba* comprobaron que el estrofiolo es por donde se inicia la absorción de agua en el proceso de germinación, en semillas duras no se aprecia esta entrada, mientras que en las ablandadas de manera natural o artificial, la absorción inicial de agua tiene lugar por la mencionada estructura. Si aceptamos la hipótesis que es posible que el arilo cubra la zona del estrofiolo, su presencia será una barrera a la entrada de agua.

En *Chamaecytisus palmensis* los mejores resultados fueron (Tabla 4): semillas sin arilo más agua a 80° C (54 %) y sin arilo más 40 minutos en ácido sulfúrico (60 %). Estos valores son inferiores a los obtenidos para la misma especie con arilo, por los siguientes autores: Olea *et al.*, 1993a, alcanzan 75 % utilizando la cocción en agua hirviendo durante un minuto. Pérez de Paz *et al.* (1986) y Reghunath *et al.* (1993) demostraron que la inmersión en agua hirviendo durante unos pocos minutos proporciona porcentajes de germinación mucho más altos (aprox. 90%) que la escarificación con ácido sulfúrico concentrado (aprox. 25 %) pero fue menor que en nuestro caso que osciló entre 10 y 20 minutos.

Para *Teline canariensis* (Tabla 5) las germinaciones más altas fueron: 43 % sin arilo más 35 minutos en ácido sulfúrico y 37 % sin arilo más agua a 80° C. Son porcentajes inferiores a los conseguidos para la misma especie con arilo por Pérez de Paz *et al.* (1986) y Barquín y China, (1995b) que alcanzaron índices de germinación entre el 100 y el 57 % con agua hirviendo y escarificación manual. También son más bajos que los obtenidos por González-Andrés y Ortiz (1996a) en semillas sin arilo tratadas durante 40 minutos con ácido sulfúrico (94 %).

Los tratamientos más efectivos para *Teline osyrioides sericea* fueron con semillas sin arilo (Tabla 6) más 30 minutos en ácido sulfúrico (79 %) y 35 minutos en ácido sulfúrico (76 %), porcentajes superiores a los obtenidos, para la misma especie con arilo, por Barquín y China, (1995a) empleando una hora en ácido sulfúrico (31%).

Para *Teline osyrioides osyrioides* (Tabla 7) las germinaciones mejores fueron: semillas con arilo más 40 minutos en ácido sulfúrico (62 %) y sin arilo más 30 minutos en ácido (61 %); valores inferiores a los aportados por Lucía Sauquillo *et al.*, 1994 (74 %) utilizando la escarificación (frotando sobre papel de lija).

De todos estos datos se deduce que para una misma especie, se pueden alcanzar porcentajes de germinación similares por métodos distintos y que la optimización de un determinado método juega un papel importante en los resultados finales. Hay que tener presente que se trata de semillas silvestres del mismo año, algunas con 12 años de

recolectadas (*T. osyrioides osyrioides*) y que el mismo tratamiento para semillas (plantas canarias) de años distintos dan porcentaje de germinación muy diferentes (Barquín, E., observaciones de vivero no publicadas).

De estos ensayos se concluye que la eliminación de arilo (operación tediosa) seguida de la escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante 30-40 minutos y desinfección con etanol (70 %), lejía comercial y a una temperatura constante de germinación 16° C proporcionan resultados óptimos. Este sistema de germinación puede considerarse adecuado tanto en estudios de investigación como para propagación a gran escala para el grupo de especies con porcentaje del 60 % (*Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides sericea*, *T. osyrioides osyrioides*). Por otra parte *T. canariensis* que hemos considerado válido para nuestros fines con valores del 43 % podría mejorarse con algunas modificaciones del método.

#### 4.2. FERTILIDAD DEL LOS SUELOS.

Los suelos de la finca "Tahonilla Baja" (Tabla 8) tienen un pH adecuado (6.2-6.8), textura arcillosa, materia orgánica aceptable (Yáñez, 1989). Los cationes asimilables (calcio, magnesio y potasio) muestran niveles elevados, si bien los valores de sodio son muy altos (Junta de Extremadura, 1992). Los valores de la CE son superiores en las muestras de 1999 (1.33-1.12 dS/m) con respecto a los del año 2000 (0.98-0.82 dS/m) debido a los 560.7 mm de precipitación de 1999 (Anejo 2). Los niveles de fósforo también descienden (24-36 ppm) con los años son niveles estimados como altos (Cottenie, 1984). Otros elementos que descienden con el tiempo son los micronutrientes: hierro, cobre, zinc y manganeso a pesar de presentar niveles adecuados (Sillanpää, 1982). Se aportaron 2 g/planta de quelatos comerciales en mayo de 1999 para corregir la clorosis que presentó la especie *Teline osyrioides osyrioides*. Es bien sabido que el *Chamaecytisus palmensis* necesita aportaciones de fósforo y microelementos para obtener forrajes de una alta producción y calidad (Snook, 1996).

En Ruigómez están los cultivos de *Chamaecytisus palmensis* y papas andinas (Tabla 8). El suelo es de textura franco arenosa, pH ácido, CE más bajo en el 2000 respecto a 1999, la materia orgánica es elevada (Yáñez, 1989). El calcio, magnesio y potasio asimilable presentan valores adecuados (Junta de Extremadura, 1992) mientras que el sodio resultó elevado en 1999. El contenido de aluminio extraído con KCl es de 0.97 meq/100g, nivel bajo según Espino Mesa, 1990. Los niveles de microelementos a pesar de diferir de un año respecto al otro, son adecuados (Sillanpää, 1982).

Los suelos de Anaga soportan las poblaciones de *Teline canariensis* (Tabla 8). El pH es adecuado, la CE baja, muestran una textura franco arcillosa, con una cantidad de materia orgánica aceptable (Yáñez, 1989), fósforo normal (Cottenie, 1984), los cationes asimilables son adecuados (Junta de Extremadura, 1992). Los valores de los micronutrientes (Fe, Cu, Zn, y Mn) son idóneos (Sillanpää, 1982).

Las poblaciones de arbustos naturales de *Teline osyrioides sericea* están en El Bueno (Tabla 8) y los suelos se caracterizan por un pH próximo a la neutralidad, CE baja, el contenido de fósforo es adecuado (Cottenie, 1984), el magnesio, potasio y sodio son elevados, mientras que el calcio también es adecuado (Junta de Extremadura, 1992). La textura es franco arcillosa, materia orgánica alta (Yáñez, 1989) y los microelementos adecuados (Sillanpää, 1982).

Los suelos de Los Carrizales, donde están los arbustos naturales de *Teline osyrioides osyrioides* (Tabla 8), presentan un pH idóneo, el fósforo es bajo (Cottenie, 1984), la materia orgánica era normal en 1999 y baja (Yáñez, 1989) en la muestra de 2000, la textura franco arcillosa arenosa, los cationes asimilables (calcio, magnesio y sodio) son ligeramente altos (Junta de Extremadura, 1992) y el potasio es bajo en el año 2000. La CE es mucho más baja en el año 2000 con 0.47 dS/m con respecto a los 1.37 dS/m de 1999. El único microelemento bajo es el zinc pues debería ser superior a 1.0 ppm (Sillanpää, 1982).

El sustrato de las macetas (Tabla 8) presenta CE alta, pH adecuado, fósforo correcto (Cottenie, 1984), materia orgánica alta (Yáñez, 1989), los cationes asimilables sodio, magnesio y potasio muestran niveles altos, las concentraciones de calcio son normales (Junta de Extremadura, 1992). La textura es franco arcillosa arenosa.

#### 4.3. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Los resultados del análisis del agua de riego (Tabla 9) muestran un de pH alto, la CE es baja y también el SAR es bajo (Ayers y Westcot, 1987). La clasificación de aguas, normas Riverside (Cánovas, 1980), indican que es agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad. El SAR ajustado de un agua indica la absorción de sodio o sodicidad que se producirá en un suelo. Los valores de SAR ajustado inferiores a 6 no supondrán la aparición de problemas de sodicidad (Bower *et al.*, 1965). El agua de riego utilizada tiene un SAR ajustado de 2.7 que no presenta peligro. Esta buena calidad del agua de riego del presente estudio se puede explicar por una mezcla de agua de lluvia recolectada y agua de galerías del Norte de la isla de Tenerife.

#### 4.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EN EL INVERNADERO.

El periodo de permanencia en el invernadero (Otoño/1998) es muy importante ya que permite un desarrollo vigoroso en las primeras etapas de las plántulas, en los meses de más frío y menos luminosidad de la zona, si se compara con la condiciones climáticas del vivero (Anejo1). En este periodo no se produjo ninguna baja, solo hubo un ataque de ácaros (*Tetranychus telarius*) causado probablemente por la gran diversidad de especies cultivadas en el invernadero. Estos ácaros fueron tratados con Mictac-Top. El riego fue el necesario para mantener la superficie saturada.

Con las observaciones hechas en las plantas (Tabla 10) se establece una agrupación clara de las especies según el género al que pertenecen. *Chamaecytisus palmensis* es la más alta (46 cm) con una desviación típica baja (1.44) y sin ramas laterales, mientras que las especies del género *Teline* alcanzan 30-35 cm de altura, 10-14.8 ramas/plantas y una longitud que oscila entre 5.8-13.8 cm. Todas las plantas eran bastantes uniformes y estaban provistas de foliolos.

El vigor de las plántulas durante los primeros estadios de desarrollo es un dato importante para su posible introducción en campo, ya que aquellas especies con desarrollo más vigoroso durante esta etapa son las que más posibilidades tendrán de establecerse con éxito.

#### 4.5. SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS EN LA PARCELA.

En cuanto al problema de la clorosis que presentó *Teline osyrioides osyrioides*, es importante el hecho de que durante el segundo año el problema desapareciera sin necesidad de volver a utilizar quelatos. Encontramos dos explicaciones posibles, por una parte el exceso de agua pudo provocar asfixia radicular, que en el segundo año las raíces podrían haber explorado horizontes del suelo más profundos y fértiles.

Para las condiciones del ensayo, *Teline canariensis* es la que presenta un porcentaje más alto de supervivencia (100 %), le siguen *Teline osyrioides osyrioides* (99 %), *Chamaecytisus palmensis* (97 %) y *Teline osyrioides sericea* (95 %). Las escasas bajas se produjeron en el primer periodo vegetativo, muchas ocasionadas en los deshierbes mecánicos al golpear la corteza de las plantas. Estos resultados son más altos que los obtenidos por Barquín y China, (1995b) para *Teline canariensis* (94%) y *Teline osyrioides sericea* (89 %) hubo un 50 % de bajas en el segundo año, con un enrollamiento de las raíces en los arbustos muertos, por haber estado en macetas.

Un porcentaje de supervivencia tan alto se puede considerar un éxito en la adaptación y en cualquier repoblación forestal. Debido en parte a la utilización de las bandejas de alvéolos las pocas plantas que murieron no presentaban enrollamiento de las raíces.

#### 4.6. CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES.

La fenología en condiciones homogéneas de suelo y clima (parcela experimental) y en su hábitat natural (poblaciones naturales), puede ayudar a aclarar aspectos taxonómicos, y su caracterización agronómica para establecer el régimen de aprovechamiento por los animales tanto de pastoreo como corte. A pesar de que dos años y medio es un tiempo corto para ensayos de este tipo, las fechas en que las diferentes especies alcanzaron cada estado se mantuvieron constantes de un año para otro, en especial para las fases reproductivas, aunque lógicamente las absolutas varían en función de la climatología sobre todos en las poblaciones naturales.

En cuanto a los crecimientos vegetativos, las fechas relativas no son constantes de un año a otro y por tanto dicho estado no es adecuado para la caracterización. A pesar de ello un aspecto claro es que *Teline osyrioides sericea*-parcela y *Teline osyrioides osyrioides*-parcela son de brotación floral más tardía. Los estados de floración (Invierno/2000) y fructificación (Primavera/2000) son más constantes aunque hay excepciones como *Teline canariensis* que florece dos veces al año. Las especies de floración más temprana son *Chamaecytisus palmensis* y *Teline canariensis*. Unos veinte días después florece *T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides*. Según encuestas realizadas por Pérez de Paz *et al.* (1986) en la isla de La Palma de junio a octubre es la época de máximo aprovechamiento del *Chamaecytisus palmensis* si se observa la Tabla 11 coincide con el crecimiento vegetativo e inicio de la floración.

En cuanto al aporte de biomasa al suelo por los arbustos, son aspectos muy importantes para el aprovechamiento, aunque no muestran una tendencia especial a la defoliación estival, se le concede atención a la hora de evaluar el potencial de estas especies estudiadas para adaptarse a sistemas agrosilvopastorales (Capítulo II).

#### 4.7. EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON RIZOBIOS.

La capacidad potencial de la utilización de rizobios sobre la producción de biomasa, desde el punto de vista comparativo entre las distintas especies, se ha estimado de manera indirecta a partir del desarrollo (altura, diámetro del tronco y copa) alcanzado por cada arbusto, comparándolo con una determinación de la materia seca de toda la parte aérea al final del experimento. Las plántulas fueron cultivadas en una porción de suelo no esterilizado por lo que en el momento de su trasplante a la finca experimental estaban todas noduladas, tanto las que recibieron rizobios como las testigo. En Nueva Zelanda se recomienda la inoculación de plantones de tagasaste con estirpes de *Rhizobium loti* aislado de *Lotus pedunculatus* (Russel, 1985).

En una apreciación global (Tablas 12, 13, 14 y 15), se observa que no hay diferencia significativa entre las especies tratadas y sin tratar, en ninguno de los parámetros estudiados, salvo en el diámetro del tronco de *Chamaecytisus palmensis* con rizobios que es superior (no es concluyente). Lo que resulta de interés es que la materia seca total y fracción ramoneable de las especies tratadas son siempre superiores en las inoculadas. Considerando los incrementos de las alturas y los diámetros, el género *Teline* tiene los más bajos, y *Chamaecytisus palmensis* los más altos (coincidiendo con los resultados de las plántulas en invernadero) pero ésta también es la que presenta la menor fracción ramoneable (0.06-0.05) en Otoño/2000.

En cuanto, al peso medio de materia seca total, al final de los dos años y medio que duró el experimento, los valores más bajos corresponden a *Teline osyrioides osyrioides* 1270-1025 g/arbusto seguido de *Teline canariensis* (1770-1339), que son semejantes a la producción de *Genista monspessulana* (1156-1909 g/arbusto) obtenido por González-Andrés y Ortiz, (1996b) e inferiores a otras especies del género *Chamaecytisus*. Las

producciones más altas las hemos obtenido con *Chamecytismus palmensis* (3301-2885 g/arbusto) y *Teline osyrioides sericea* (2281-1904 g/arbusto).

En los resultados de la observaciones estacional (Tablas 16, 17, 18, y 19) se aprecia que *Chamecytismus palmensis* es un arbusto de gran porte que alcanza casi los tres metros de altura y dos de copa (Verano/1999). Una altura excesiva supone un problema para el ramoneo directo, sobre todo por cabras y ovejas; algunos autores (Oldham *et al.*, 1991) proponen introducir máquinas que corten el arbusto a un altura de 80 cm una vez al año, algo difícil en Canarias por las características de terreno. Mejor solución podría ser el pastoreo directo (China *et al.*, 1998), aspecto que requiere ser investigado en Canarias, ya que actualmente hay pocos trabajos como los realizados por Correal y Sotomayor, (1995) en Murcia, sobre el momento idóneo para iniciar la introducción del ganado, duración y si con el ramoneo se consigue el objetivo perseguido. Las especies del género *Teline* que alcanzan alturas de 100-170 serían más adecuadas de cara al aprovechamiento directo por el ganado. Dado el tamaño que alcanza *Chamecytismus palmensis* su marco de plantación debería ser por lo menos de 2x2m.

También en todas las especies se observa que el crecimiento del primer año fue del 90% con respecto al siguiente, una razón puede ser las condiciones climáticas favorables (ver Anejo 2) del primer periodo. La otra causa debe buscarse en los aspectos fisiológicos, pues el crecimiento de las especies leñosas es sigmoideal. También es importante la uniformidad que presentan las alturas de las especies del género *Teline* en la primera toma de datos (Primavera 1999), mientras que *Chamaecytismus palmensis* presentó diferencias entre las plantas desde el principio (Primavera/1999), lo que indica la gran variabilidad de esta especie.

#### 4.8. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA MORFOLOGÍA.

Con las datos de la Tabla 20, sobre la apreciación global, se observa en todas las especies, que a menor altura de siega le corresponden menores alturas máximas y diámetros del tronco y la copa más bajos. Estas medidas son siempre inferiores a las obtenidas en los arbustos sin cortar (ver apartado sobre efecto del rizobios). El género *Teline* presenta las dimensiones menores y *Chamaecytismus palmensis* las mayores.

En la observación estacional de *Chamaecytismus palmensis* (Tabla 21, 22, 23 y 24), se pone de manifiesto la variabilidad interna existente entre los arbustos desde el primer estadio en la parcela experimental, al contrario de las *Teline* que no presentan diferencias entre sí. También se ve que a partir del tercer corte (Otoño/1999) para *Chamecytismus palmensis* y del segundo (Otoño/1999) en *Teline*, los arbustos presentan unas medidas de los diámetros bastante parecidas. Con esta manera indirecta de establecer el desarrollo y producción de los arbustos, se puede esperar que las podas de 50 y 70 cm sean las más productivas, por ser las que presentan mayores valores; según Méndez (1993b) la altura de poda más productiva en *Chamecytismus palmensis* es la de 50 cm.

#### 4.9. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LAS ESPECIES.

De los resultados que se presentan en la Tabla 25 sobre la producción media de materia seca por arbusto se concluye que no presenta diferencias significativas con la altura de siega, para ninguna de las cuatro especies estudiadas. Como era de prever, *Chamaecytisus palmensis* es la más productiva y tampoco existe diferencias entre las producciones del género *Teline*. Con la fracción ramoneable ocurre lo contrario, en las *Teline* es superior a *Chamaecytisus palmensis*.

En cuanto a la evolución estacional (Tablas 26, 27, 28 y 29) se observa que en la primera siega se obtienen las producciones más bajas para todas las especies, (Primavera/1999 para *Chamaecytisus palmensis* y Verano/1999 para las *Teline*). Este primer corte, despunte o "capar" es el más importante para un buen rendimiento en el tagasaste según: Pérez de Paz *et al.*, (1986) y Méndez, (1993a). Las estaciones más productivas coinciden con los meses de mayor precipitación: Otoño/1999, Invierno/2000 y Primavera/2000, disminuyendo notablemente en las dos últimas al igual que las pluviométrica (ver Anejo 2). En el corte de Verano/1999 *Ch. palmensis* tuvo una buena cosecha por la influencia de los últimos riegos.

La fracción ramoneable-fresca desciende progresiva y significativamente a medida que descienden las precipitaciones; en las estaciones de más producción es más alta, excepto *Chamaecytisus* que no varía y es el género *Teline* la que mantienen en todas las estaciones una fracción más alta y *Chamaecytisus palmensis* más baja (Tabla 30). Estas especies tienen rebrotes a final del verano y en el otoño, además son capaces de mantener el follaje intacto durante todo el invierno, incluso los brotes más tiernos se ven favorecidos por los fríos del invierno.

Las producción total de materia seca (Tabla 31, 32, 33 y 34) se va incrementando cada año en todas las especies. Hasta la fecha no existen datos de la producción de estos arbustos en los primeros años, salvo de *Chamaecytisus* en Australia (Snook, 1996), donde se estima escasa el primer año, de 2700 kg/ha de forraje comestible seco (1000 arbustos/ha) en el segundo año, hasta llegar a 18900 kg/ha en el sexto año. Otros investigadores (Méndez, com. pers.) desestiman los primeros años de producción. Estas producciones de los primeros años son de gran interés si tenemos presente que una cabra consume entre 107-165 g MS/día de complemento hasta 1200 g MS /día como alimento único de estas leguminosas arbustivas (Elejabeitia, 1997; China *et al.*, 1998). Víctor Pérez, en 1879 estimó una producción en La Laguna (Tenerife) de 16.296 kg/1/2 ha en el tercer año (Pérez de Paz *et al.*, 1986).

## 4.10. EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA.

### 4.10.1. Materia seca.

Los contenidos de materia seca (fracción ramoneable) se relacionan con el estado de desarrollo en que se encuentran los arbustos. En las primeras etapas vegetativas los arbustos están en un desarrollo vigoroso, por lo que los porcentajes de tejidos tiernos con agua son altos y como consecuencia la proporción de materia seca es menor. Al decrecer el ritmo de crecimiento los tejidos se endurecen y las proporciones de agua disminuyen.

Para las especies estudiadas, los porcentajes más altos se presentan en Verano/1999 hasta alcanzar 33.7-68.0 %, bajando de manera notoria en las estaciones de Otoño/1999 e Invierno/2000, que oscilan entre 22.5 y 40.6 %. Por especies, *Chamaecytisus palmensis*-natural es la que mantiene un contenido de material seca más bajo (25.8-37.6 %) como consecuencia del clima más húmedo de esa zona. Las especies del género *Teline* son las que presentan los niveles más altos de materia seca (Tabla 35). Los valores obtenidos son acordes con los niveles de otros arbustos leguminosos forrajeros (Tabla 2) y superiores a los de otras leguminosas herbáceas como la alfalfa (*Medicago sativa*) con 13-25 % según Andrieu *et al.*, 1988, debido al mayor porcentaje de ramas lignificadas incluidas en las especies arbustivas, frente a las herbáceas.

### 4.10.2. Fracciones orgánicas.

#### 4.10.2.1. Proteína.

Al avanzar el periodo vegetativo, como consecuencia del envejecimiento de los tejidos y la disminución de las proporciones de hojas respecto a tallos, el contenido en proteína de la fracción ramoneable disminuye. En general, el contenido en proteína decrece con la madurez (Puerto Martín *et al.*, 1981; Kirby *et al.*, 1989; Angell *et al.*, 1990). Las proteínas vegetales de tallo y hojas cumplen funciones relacionadas con el crecimiento y metabolismo celular, mientras que en las semillas constituyen material de reserva (Lyttleton, 1973). La falta de proteína de los vegetales afecta a su digestibilidad. Es necesario un 7 % de proteína para una buena digestibilidad (Milford y Minson, 1966) pues valores más bajos disminuyen la actividad del rumen y la utilización de los carbohidratos.

Todas las especies estudiadas presentan los contenidos más altos de proteína en la estación de Otoño/1999 e Invierno/2000, periodo en el que el contenido de materia seca es menor (Tabla 36).

Por arbusto, *Chamaecytisus palmensis* es la especie que presenta un contenido en proteína mayor en todas las estaciones variando entre 16 y 27.1 %. Estos valores obtenidos

son similares a los de la alfalfa (*Medicago sativa*) donde varía entre 16.8 y 25.9% según época de muestreo y estado (Andrieu *et al.*, 1988). Por el contrario, *Teline osyrioides sericea*-natural presenta los niveles bajos en proteína a lo largo de todos los muestreos variando entre los 7.4 % en Otoño/2000 y 11.7 % en Invierno/2000. Niveles por debajo de 6-8% de proteína en el alimento disminuyen la toma voluntaria por los animales (Minson, 1982). Al presentarse valores inferiores en las estaciones de Verano/2000 y Otoño/2000 podría resultar que *T. osyrioides sericea* sea la especie menos apetecible pero coincide con los periodos en que los pastos herbáceos están secos y sería muy importante de cara a su aprovechamiento. Por regla general, los contenidos en proteína bruta, para las especies analizadas, se sitúan en un rango acorde con respecto a las leguminosas arbustivas estudiadas por otros autores (Tabla 2) con la excepción de *Teline osyrioides sericea*-natural en las mencionadas estaciones. No obstante existen grandes variaciones entre los resultados obtenidos para cada especie, no sólo por diferentes autores, sino también por el mismo autor.

#### 4.10.2.2. Fibra neutro-detergente.

La fibra neutro-detergente consiste fundamentalmente de lignina, celulosa y hemicelulosa y puede ser contemplada como una estimación del material contenido en la pared de la célula vegetal.

Los arbustos del género *Teline* presentan los contenidos más altos de fibra neutro detergente (FND) en todas las muestras (Tabla 37). Es *Teline osyrioides sericea* de la parcela la especie que presenta los valores más altos, que oscilan desde 57.3% en Invierno/2000 hasta 63.1 % en Verano/2000. La explicación la encontramos en que estas especies pierden sus diminutas hojas y el material ramoneable son sus ramillas (Figura 3). Se trata de la especie que habita en zonas más áridas del presente estudio (Ver Anejo 3). Las especies que mantienen los niveles más bajos son *Chamaecytisus palmensis* que oscila entre el 27.9 % en Verano/1999 y 44.2 % en Primavera/1999. Estos arbustos presentan ramas péndulas no lignificadas y en las estaciones estivales sus numerosos brotes son muy apetecibles por el ganado. En general, los contenidos de FND son similares a los de los arbustos leguminosos de mejor calidad estudiados por otros autores, como las especies *Medicago*, *Colutea* o el propio *Chamaecytisus palmensis* (Tabla 2). Estos valores obtenidos son similares a los de la alfalfa que varían entre 32.62-63.92 % según época de muestreo y fase fenológica (García-Criado *et al.*, 1986). El género *Teline* presenta niveles superiores a la alfalfa y el tagasaste inferiores o iguales.

#### 4.10.2.3. Fibra ácido-detergente.

La fibra ácido-detergente (FAD) está constituida por celulosa, lignina y en menor cantidad sílice, cutina y minerales. Su cuantificación es aceptada como un método rápido para conocer el contenido en fibra de cualquier forraje o alimento, aunque no suele ser el mejor indicador de la digestibilidad.

Entre las especies estudiadas, *Chamaecytisus palmensis* presenta en todos los periodos los niveles más bajos que oscilan entre 20.7% en el Verano/2000 y 27.6 % en la Primavera/1999 (Tabla 38). Una de las causas de esta característica es la gran cantidad de brotes. Por el contrario el género *Teline* es el que muestra los mayores niveles: *Teline osyrioides sericea* presenta los valores más altos variando entre 39.2 en Invierno/2000 y 51 % en Verano/1999. Estos valores tan altos sólo son alcanzados por las especies arbustivas *Cytisus arboreus* y la propia *Teline osyrioides sericea* (Tabla 2). Los valores obtenidos para *Chamaecytisus palmensis* son inferiores a los de *Medicago sativa* que oscilan entre 37.25-46.68 % (García-Criado *et al.*, 1986) y son semejantes a los del género *Teline*.

#### 4.10.2.4. Celulosa.

La celulosa representa el 20-40% de la material seca de las plantas superiores (Van Soest, 1982a) siendo el carbohidrato más abundante del mundo. Entre las especies vegetales su concentración es menor en los primeros estadios de crecimiento que en la madurez (Whitehead, 1966).

De las especies arbustivas estudiadas *Chamaecytisus palmensis* es la que muestra los valores más bajos en todos los muestreos, variando entre 11.4 % en Verano/1999 (crecimiento vegetativo) hasta 19.2 % en Invierno/2000, que corresponde con la época de la floración (Tabla 39). Al igual que sucede con la fibra neutro-detergente (FND), la materia orgánica digestible (MOD), fibra ácido-detergente (FAD) y la lignina, los arbustos que presentan mayores niveles de celulosa son el género *Teline* oscilando entre 20.7% en Verano/1999 (crecimiento vegetativo) hasta 37.8% en Verano/1999. Por especie, los valores más altos lo presenta *Teline osyrioides sericea*-parcela, en todos los muestreos (30.1 - 37.8 %). Por regla general los contenidos en celulosa, para las especies analizadas, se sitúan en un rango parecido con respecto a las leguminosas arbustivas estudiadas por otros autores (Tabla 2), con la excepción de *Teline osyrioides sericea* que muestra valores ligeramente superiores. Si se compara con los niveles de la alfalfa (*Medicago sativa*) deshidratada con valores entre 19.80 y 38.06% (García-Criado *et al.*, 1986), se observa que *Chamaecytisus palmensis* presenta siempre niveles inferiores. Los valores del género *Teline* varían dentro de ese intervalo.

#### 4.10.2.5. Hemicelulosa.

La hemicelulosa forma parte junto con la celulosa, de las hojas y ramas de las plantas y de algunas semilla (McDonald *et al.*, 1988).

En los contenidos de hemicelulosa no aparecen patrones de evolución estacional similares entre arbustos. *Teline canariensis*-natural presenta los niveles más constantes en todos los muestreos oscilando entre 12.8 % en Invierno/2000 y 16.1 % en Verano/2000 (Tabla 40). La especie que muestra los valores más bajos es *Chamaecytisus palmensis*, entre 7.9 % en Verano/1999 (crecimiento vegetativo) y 13.2% en Otoño/2000 (brotación). Los contenidos de hemicelulosa en las cuatro especies de arbustivas estudiadas, oscilan entre los

rangos de la bibliografía consultada (Tabla 2) de leguminosas arbustivas forrajeras. Los valores obtenidos son comparables a los de la alfalfa donde varían entre 3.64-21.20 % (García-Criado *et al.*, 1986).

#### 4.10.2.6. Lignina.

En general, la lignina obstaculiza la digestión de la celulosa y quizás de otros componentes de la pared (McDonald *et al.*, 1988; Minson, 1982; Pearson y Ison, 1987) debido posiblemente a los enlaces que establece con los polisacáridos estructurales de la pared como la hemicelulosa (Theander y Aman, 1980; Seoane, 1981).

La especie que muestran menor contenido de lignina es *Chamaecytisus palmenis* oscilando entre 5.6 % en Invierno/2000 hasta 9.2 % en Primavera/2000 (Tabla 41). Por el contrario, el género *Teline* presenta los valores más altos, siendo *Teline osyrioides sericea*-natural la que muestra los contenidos más elevados en todas las muestras, entre 13.5 % en Invierno/2000 (floración) y 18.4 % en Verano/2000 (vegetativo). Los valores que muestran las cuatro especies estudiadas son similares a los señalados por otros autores (Tabla 2) para leguminosas arbustivas forrajeras. Si se comparan con los valores dados para la alfalfa por García-Criado *et al.*, 1986 (3.72-15.30 %), los arbustos estudiados presentan valores semejante, mientras en *Teline osyrioides sericea* son superiores.

#### 4.10.2.7. Materia orgánica digestible.

Los complejos enzimáticos como son las denominadas celulosas comerciales, permiten predecir la digestibilidad de la materia seca u orgánica de los forrajes. Los métodos enzimáticos más prometedores que actualmente utilizan la celulasa para presagiar la digestibilidad *in vivo* fueron evaluados por Roza y Argamenteoría, 1992.

Los arbustos del género *Teline* son los que muestran unos niveles más bajos de digestibilidad (Tabla 42), siendo (59.4 y 66 %); *Teline osyrioides sericea* presenta los valores más bajos en todas las estaciones (50.4 y 55.7%). Por el contrario, la especie *Chamaecytisus palmensis* es la que presenta los valores más elevados en todas las estaciones oscilando entre 66.1 y 78.3%. Estos niveles son inferiores a *Anagyris latifolia* (83-88%) pero semejantes a *Spartocytisus filipes* (51.4-72%) y *Cicer canariensis* (79.8%) que son leguminosas arbustivas endémicas de Canarias (Barquín y China, 1995b). Los niveles obtenidos para *Chamaecytisus palmensis* (Tabla 2) son ligeramente inferiores a los de *Glycine hispida* (soja forrajera) que oscilan entre 74-81.31% (Martínez *et al.*, 2000).

#### 4.10.2.8. Taninos.

Los taninos condensados, definidos como compuestos fenólicos, tienen mucha importancia en la relación herbívoros-planta (Bryant y Kuropat, 1980). La mayoría de los

herbívoros evitan consumir fenoles por encima de los niveles habituales en su dietas, de manera particular cuando son del grupo de los taninos (Mole y Waterman, 1987). Los taninos tienen la capacidad de precipitar las proteínas de la dieta, reduciendo de este modo la digestibilidad del forraje ingerido (Robbins *et al.*, 1987) y actúan también como elementos tóxicos (McArthur *et al.*, 1993).

Para las especies arbustivas estudiadas (Tabla 43), las concentraciones más altas las presenta *Chamaecytisus palmensis*-natural (oscilando entre 0.167-0.455 g catequina/kg) mientras que Borens y Poppi (1990) no detectaron taninos en la misma especie cultivada en Nueva Zelanda, por el contrario Ventura, (1997) determinó 9.8 g/kg en el escobón blanco del norte de Gran Canaria (*Chamaecytisus proliferus* ssp. *proliferus* var. *canariae*). El *Chamaecytisus palmensis*-natural es aprovechado todo el año para la alimentación de ganado (bovino, caprino, equino, conejos) su contenido en proteína es alto (16-27.1 %, Tabla 36) lo que indica que estos niveles de taninos no afectan a su explotación. Todas las arbustivas estudiadas presentan concentraciones inferiores a las del garbanzo (*Cicer arietinum*) que oscila entre 4.89-6.71 g/kg según Rincón *et al.* (1998) y otra leguminosa arbustiva como la *Gliricidia sepium* (mata ratón) con 1 g/kg según Aregheore *et al.* (1998).

### 4.10.3. Elementos minerales.

#### 4.10.3.1. Fósforo.

La concentración estacional más alta de fósforo se presenta en las estaciones de Otoño/1999 e Invierno/2000 para todas las especies que coincide con la época de inicio de la floración y plena floración. Los valores más bajos se muestran en Verano/2000 cuando los arbustos están en crecimiento vegetativo (Tabla 44).

Los valores más bajos los muestra *Teline osyrioides sericea*-natural en todas las estaciones (0.02-0.1%) que son inferiores al nivel 0.25% sugerido como crítico por McDowell (1985) para rumiantes. Los niveles (10-12 ppm) de fósforo (Olsen) en el suelo de esta población natural son adecuados (Cottenie, 1984). Por el contrario, las especies con valores más altos son *Chamaecytisus palmensis*-parcela (0.08-0.25%) y *Teline canariensis*-parcela (0.08-0.23 %). Los niveles de fósforo (Olsen) en suelos de la parcela experimental son altos (Cottenie, 1984). Los niveles determinados en estas especies están acordes con los encontrados en la bibliografía (Tabla 2) para arbustos forrajeros, pero son inferiores a los de la alfalfa (0.2-0.45 %) según Andrieu *et al.* (1988).

#### 4.10.3.2. Potasio.

Todas las especies presentan los niveles más altos en la estación de Invierno/2000, época de la floración (Tabla 11) y de la pluviometría más alta (Anejo 2). Se observan las

concentraciones más bajas en las estaciones de verano, al contrario que sucede con el sodio. Los arbustos de la plantaciones de la parcela presentan los niveles más elevados (0.75-2.42%) como se aprecia en la Tabla 45. La especie con los valores más bajos en todos los muestreos es *Teline osyrioides osyrioides*-natural (0.09-0.34%). Estos niveles son inferiores a 0.6% sugerido como crítico por McDowell (1985), para rumiantes. Los suelos de estos arbustos -Los Carrizales- presentan deficiencias de potasio asimilable (Junta de Extremadura, 1992) en la toma del año 2000. Las concentraciones que presentan estas arbustivas son coincidentes con los rangos encontrados en la bibliografía por otros autores para leguminosas arbustivas forrajeras (Tabla 2).

#### 4.10.3.3. Calcio.

Las concentraciones más bajas para todas las especies corresponden a Otoño/1999, época en la que se inicia la floración (Tabla 46).

Por especies, los niveles más bajos se presentan en *Teline osyrioides sericea* tanto de la parcela como natural, con niveles que oscilan entre 0.28 y 0.43 %. Los valores mínimos están próximos al nivel crítico de 0.30% sugerido por McDowell (1985) para rumiantes. Por el contrario *Chamaecytisus palmensis*-natural muestra los niveles más elevados en todos los muestreos (0.61-0.99 %). Es lógico, puesto que está asociado al cultivo de papas andinas que son fertilizadas con superfosfato de cal y los niveles de calcio asimilable en suelo oscilan entre 3.7-6.1 meq/100g con pH= 4.9-4.3. Los contenidos de calcio encontrados en las especies estudiadas se sitúan en un rango compatible con respecto a las leguminosas arbustivas estudiadas por otros autores (Tabla 2). Si bien los valores de *Medicago sativa* están entre 1.4-1.9 % (Andrieu *et al.*, 1988), todos los arbustos estudiados muestran valores inferiores.

#### 4.10.3.4. Magnesio.

Los niveles más bajos se observan en las estaciones de Invierno/2000 y Primavera/2000 en las cuatro especies estudiadas (Tabla 47). Estas estaciones corresponden con la floración y fructificación de los arbustos.

Por especie, los niveles más bajos los presentan los arbustos del género *Teline* de la parcela (0.06-0.14 %). En muchas de las estaciones muestreadas los niveles son inferiores al 0.1%, que es el nivel crítico sugerido por McDowell (1985) para rumiantes. Si bien los niveles de magnesio asimilable en el suelo en la parcela experimental son altos (Junta de Extremadura, 1992), se podría sugerir que estos arbustos en sus primeras etapas del desarrollo no son exigentes en magnesio. En general, los contenidos de magnesio del género *Teline* en la parcela son inferiores o iguales a los encontrados en la bibliografía (Tabla 2) aunque en ésta no figura la edad de los arbustos forrajeros. Las concentraciones de magnesio en la alfalfa están en 0.35 % (McDonald *et al.*, 1988), valor superior al que presentan las cuatro especie de arbustos estudiados.

#### 4.10.3.5. Sodio.

Los arbustos del género *Teline* de las poblaciones naturales tienen tendencia a incrementar los niveles de sodio en las estaciones de verano (crecimiento vegetativo), mientras que los valores de las poblaciones de *Chamaecytisus palmensis* mantienen valores más uniformes en todas las estaciones.

Por especie, *Chamaecytisus palmensis*-natural muestra los valores más bajos en casi todos los muestreos, oscilando entre 0.03 % en Otoño/1999 a 0.08% en Invierno/2000 (Tabla 48). Los niveles más altos de este arbusto están próximos a 0.06% que es el nivel crítico sugerido por McDowell (1985) para rumiantes. Por el contrario, *Teline osyrioides sericea*-natural presenta los valores más altos variando entre 0.09% en Primavera/2000 y 0.22% en Invierno/1999. Ello puede ser atribuido en parte a que el sodio cambiante del suelo -El Bueno- también es elevado (Junta de Extremadura, 1992), y a que la precipitación en los años de realización del estudio fue escasa (363 mm en 1999 y 132 mm en 2000), según se aprecia en el Anejo 3. Los valores obtenidos son acordes con los niveles encontrados en la bibliografía (Tabla 2) para leguminosa arbustivas con interés forrajero.

#### 4.10.3.6. Hierro.

En la evolución estacional del hierro de la fracción ramoneable, los niveles más altos se presentan en la estación de Otoño1999, época de inicio de la floración (Tabla 49).

Las especies que presentan los niveles más bajos en todos los muestreos son las poblaciones naturales de *Chamaecytisus palmensis* (96-175 ppm) y de *Teline osyrioides osyrioides* (119-237 ppm). Se obtienen valores superiores a 50 ppm de hierro que propone McDowell (1985) como nivel crítico para rumiantes. Por el contrario, los niveles más altos los presenta *Chamaecytisus palmensis*-parcela (274-455 ppm) y *Teline osyrioides sericea*-natural (244-461 ppm). Por lo general, los contenidos de hierro en las especies analizadas se sitúan en un rango medio-alto con respecto a las leguminosas arbustivas estudiadas por otros autores (Tabla 2). No obstante, distan mucho de alcanzar el nivel máximo tolerable de 1000 ppm (McDowell *et al.*, 1993).

#### 4.10.3.7. Manganeso.

En la variación estacional del manganeso, los niveles más bajos para la mayoría de las especies se presentan en Verano/2000 época de crecimiento vegetativo (Tabla 50).

Los valores más bajos los presentan las poblaciones de la parcela, *Teline canariensis* (39-85 ppm) y *Teline osyrioides sericea* (28-46 ppm). Por el contrario, todas las poblaciones naturales tienen una ligera tendencia a presentar niveles más altos de manganeso en el forraje: *Chamaecytisus palmenis* (87-220 ppm), *Teline canariensis* (42-73 ppm), *Teline osyrioides sericea* (50-118 ppm) y *Teline osyrioides osyrioides* (54-122 ppm). Estos niveles son superiores al valor de 40 ppm sugerido como crítico por McDowell (1985). Los valores

obtenidos están en los rangos de los encontrados en la bibliografía para arbustos forrajeros por otros autores (Tabla 2). Los valores que presentan para la alfalfa Andrieu *et al.*, (1988), oscilan también dentro de un intervalo muy amplio (9-149 ppm).

#### 4.10.3.8. Zinc.

Los niveles de zinc más bajos se presentan en las poblaciones naturales de *Teline canariensis* (15-24.3 ppm) y *Teline osyrioides osyrioides* (12-17.3 ppm), (Tabla 51). Los niveles de zinc en el suelo (DTPA) de esta última población -Los Carrizales- son bajos (Sillanpää, 1982).

En el otro extremo, *Chamaecytisus palmensis* de la parcela presenta valores de 33.4-62.8 ppm que superan el nivel de 20 ppm propuesto por McDowell (1985) como crítico para rumiantes. En general, los arbustos de la parcela presentan niveles superiores de zinc. Esto parece lógico pues se le añadió un compuesto de quelatos al inicio de la experiencia y los niveles analizados en el suelo son altos (Sillanpää, 1982). Los niveles determinados son similares a los encontrados por otros autores (Tabla 2) para leguminosas arbustivas. Así Andrieu *et al.* (1988) obtienen niveles de 13-35 ppm en alfalfa lo que pone de manifiesto que los arbustos de la parcela experimental y *Chamaecytisus palmensis*-natural presentan valores parecidos al nivel más alto de la alfalfa obtenido por estos autores.

#### 4.10.3.9. Cobre.

Los niveles más bajos los presentan las especies del género *Teline* de la población natural, que oscilan entre 2.5-4.8 ppm (Tabla 52), inferiores a 8 ppm considerado como el nivel crítico para rumiantes por McDowell (1985).

En la variación estacional en los niveles de cobre se observa que el género *Chamaecytisus palmensis* presenta los niveles más elevados en todos los muestreos (5.3-8.7 ppm). Por lo general los contenidos de cobre para las especies analizadas se encuentran en un rango bajo con respecto a las leguminosas arbustivas estudiadas por otros autores (Tabla 2), salvo *Chamaecytisus palmensis* que tiene algunos valores similares al nivel crítico. Si los comparamos con los niveles de la alfalfa (4.1-10.2 ppm; Andrieu *et al.*, 1988), también observamos que predominan los niveles bajos, a pesar de que los niveles de cobre en suelo (DTPA) son aceptables (Sillanpää, 1982).

## 4.11. DINÁMICA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA CON LA EDAD DE LA PLANTA.

### 4.11.1. Consideraciones previas.

En las especies arbustivas naturales no es posible evaluar con precisión aceptable el valor nutritivo a partir de la composición química de todo el forraje que puede ser aprovechado directamente por los herbívoros si no se tiene en cuenta la presencia de posibles factores antinutritivos, bastante frecuentes en estas especies, ni la ingestión por los animales que en las especies arbustivas es baja en algunos casos. A pesar de todo, el estudio de la composición química del forraje no segado y disponible a lo largo de los años en los arbustos silvestres, es el primer paso en todo trabajo de evaluación y caracterización nutritiva de un forraje y proporciona la primera aproximación al valor nutritivo potencial.

Al hablar de la respuesta de los herbívoros al consumo del forraje es necesario definir los conceptos de "valor alimenticio" y "valor nutritivo". El "valor alimenticio" viene dado por las respuestas productivas del animal al total de las plantas consumidas en una jornada. Por contra, el "valor nutritivo" es la respuesta productiva del animal por unidad de alimento ingerido (Ulyatt, 1981). Ambos valores se ven afectados por las características fisico-químicas de las plantas, que variarán con la porción de la planta consumida, las características genéticas, la estación, el estado de madurez y diversos factores ambientales. La composición de los arbustos varía según especies, e incluso lo hace entre razas geográficas o ecotipos de especies (Leopold, 1933; Squillace y Silan, 1962). La composición también cambia según el estado fenológico en que se encuentre el arbusto. Cuando las gramíneas maduran y producen semillas los niveles de proteína decrecen en tallos y hojas, mientras que los niveles de celulosa y lignina se incrementan reduciéndose la digestibilidad (Bailey, 1967). La descripción del estado de crecimiento o desarrollo de las plantas es a menudo una forma de describir la calidad del forraje (Van Soest, 1982b).

La composición fisico-química del forraje varía enormemente según la fracción del arbusto (semillas, flores, hojas y tallos) y en menor grado entre la posición estructural (arriba o abajo de la copa, lado sur o norte de ésta, etc.). Para los animales, la calidad del forraje es mayor cuando se alimentan de las porciones terminales de las ramas. Sin embargo, cuando llegado el momento se ven forzados a consumir algo más que las porciones terminales, se incrementan las proporciones de celulosa y lignina, reduciéndose la digestibilidad y decreciendo las proporciones de nutrientes, y la proteína (Van Soest, 1982a).

Los minerales constituyen aproximadamente el 10 % de la materia seca de los forrajes (Fleming, 1973), se encuentran en el protoplasma celular, por lo que se liberan cuando se rompe la pared celular (Bacon, 1988). Son constituyentes fundamentales de proteínas y enzimas, por lo que juegan un papel indispensable en el metabolismo de las plantas (Butler, 1973). Los minerales que son fundamentales para los vegetales difieren notoriamente de aquellos esenciales para los animales (Van Soest, 1985). Los vegetales requieren cantidades altas de K, Ca, P, Mg, S y Si y pequeñas de Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, Cl y B mientras que los animales necesitan cantidades elevadas de Na y Cl y niveles trazas de Co, Cr, Se, Ni, Sn y I, además de los requeridos por las plantas. Los niveles de minerales de

las plantas son muy variables, dependen de la taxonomía, estado fenológico, propiedades del suelo, factores climáticos, y de la estación (Whitehead, 1966; Reid y Horvath, 1980, Underwood, 1981).

Los factores climáticos, como la temperatura, luz y precipitación y la estación provocan cambios en la concentración mineral de las plantas. La magnitud de estos cambios depende de la especie y del elemento. En estudios llevados a cabo sobre la influencia de la estación en la composición mineral de pastizales (García Ciudad *et al.*, 1981; García Ciudad *et al.*, 1984), se ha observado que el N, P y K alcanzan niveles altos en primavera y mínimos en verano; mientras, el Na presenta escasa variación estacional, el Cu y Zn muestran grandes fluctuaciones. Amin Rafat, en su Tesis Doctoral pendiente de presentación - Desarrollo y producción de plantas de *Solanum tuberosum* fertilizadas con abono orgánico y de síntesis- concluye que ninguno de los nutrientes siguió una tendencia general clara entre los distintos muestreos, cuando se tomaron en cuenta sus comportamientos en los diferentes años y lugares de cultivo (campo o invernadero).

Los factores del estudio bromatológico que requieren especial atención se destacan a continuación. En este apartado se discuten los resultados correspondientes a la evolución de la calidad del material ramoneable de cuatro especies de arbustos no segados a lo largo de su crecimiento. Más detalles sobre el ensayo se encuentran en el apartado de Material y Métodos.

#### 4.11.2. Materia Seca.

Todos los arbustos presentan un incremento de materia seca con la madurez. Su máximo coincide con el Verano/2000, época de crecimiento vegetativo y final de la sequía, en el año 2000 la pluviometría fue de 338 mm (Ver Anejo 2).

Los valores más bajos los presenta *Chamaecytisus palmensis* (32.0-49.9 %) y los más altos *Teline canariensis* (40.3-54.3%) ver Tabla 53. Las cuatro especies arbustivas presentan en las estaciones de Verano/2000 y Otoño/2000 valores superiores que el forraje de las mismas especies segadas en esas estaciones (Tabla 35), esto es debido a que los arbustos no segados pierden más agua por transpiración en las estaciones secas que los segados. Los niveles encontrados están acordes con los de la bibliografía (Tabla 2) para otras leguminosas arbustivas.

#### 4.11.3. Proteína.

En todos los arbustos del género *Teline* se observa una disminución con la madurez pasando de 15.2 al 8.6 % según especies. Este descenso de proteína con la edad a sido señalado por McDonald *et al.*, 1988.

*Chamaecytisus palmensis* mantiene niveles parecidos en todos los muestreos (16.7-18.1%). Esto es debido a la cantidad de brotes jóvenes que muestra todo el año (Tabla 54).

Todas las especies, salvo el género *Teline* en Otoño/2000 en el que disminuyen ligeramente, presentan valores de proteína similares al forraje de ramoneo de los arbustos dedicados al estudio de las siegas sucesivas, como se ha visto antes, excepto *Chamaecytisus palmensis* donde es ligeramente superior (Tabla 36).

#### 4.11.4. Fracciones orgánicas y digestibilidad.

El aumento de la fracción fibrosa a medida que avanza el periodo de crecimiento vegetativo es un fenómeno conocido en todas las especies vegetales (Minson, 1982; Gill *et al.*, 1989), y se debe al aumento de la proporción de tallos en relación a las hojas (Norton, 1982) y al envejecimiento de los tejidos; ya que el contenido en fibra de los tallos es siempre mayor que el de las hojas por su propia constitución anatómica (Harkin, 1973), incrementándose esta diferencia a medida que los tejidos envejecen. Celulosa y hemicelulosa son constituyentes fundamentales de las paredes celulares (Van Soest, 1982b) y forman parte esencial de la fracción de fibra en los análisis químicos. A medida que tiene lugar el proceso de envejecimiento también la digestibilidad disminuye (McDonald *et al.*, 1988) ya que aumenta el contenido de lignina que obstaculiza la digestión de la celulosa y quizás de otros compuestos de la pared (Minson, 1982; Pearson e Ison 1987) con lo que sus posibilidades de degradación decrecen.

*Chamaecytisus palmensis* presenta los niveles menores de: FND (33.2-45.9%), FAD (22.2-27.6%), celulosa (13.8-16.8%), lignina (5.7-9.7%) y MOD (68.9-72.9 %). Esta especie presenta los valores de digestibilidad más altos (Tabla 55, 56, 57, 59 y 60).

*Teline osyrioides sericea* es el arbusto que muestra los valores de digestibilidad más bajos de las cuatro especies cultivadas (Tablas 55, 56, 57, 58, 59 y 60): FND (55.1-60.7%), FAD (42.7-51.0%), celulosa (26.6-37.8 %), hemicelulosa (9.8-13.6 %), lignina (13.1-16.4 %) y MOD (51.3-57.4%). Estos valores son ligeramente inferiores a los señalados por González-Hernández y Silvia-Pando (1999) para arbustivas de diferentes zonas forestales gallegas, arbustos que son aprovechados por los cérvidos por presentar una baja digestibilidad y alto porcentaje de fibra. Las otras dos especies del género *Teline* presentan valores que oscilan entre los de *Teline osyrioides sericea* y *Chamaecytisus palmensis*.

Los valores de FND (33.2-60.7%), FAD (22.2-51.0%) y MOD (51.3-72.9%) a lo largo del crecimiento primario de las cuatro especies son similares a niveles analizados en el forraje repetidamente segado (Tablas 37, 38 y 42). Los niveles de celulosa del género *Teline* (17.3-37.8 %) son más bajos en el crecimiento primario; por el contrario, en *Chamaecytisus palmensis* son ligeramente más altos en la misma época. La hemicelulosa (11.0-21.0 %) es ligeramente superior en el crecimiento primario de las cuatro especies de arbustos. La lignina es algo superior en las estaciones secas de Verano/2000 (8.4-13.2%) y Otoño/2000 (9.7-16.2%) en las cuatro especies durante su crecimiento primario. Todos estos valores analizados oscilan entre los encontrados en la bibliografía por otros autores (Tabla 2) para leguminosas arbustivas con interés forrajero.

Para los arbustos analizados, la FND, FAD, celulosa y hemicelulosa muestran en el primer muestreo valores más altos que en la estación final (Otoño/2000). Mientras que con

la lignina sucede lo contrario, aumenta ligeramente con el tiempo. Sucede que aunque la lignina en general aumenta con la madurez (Jarrige y Minson, 1964; García-Criado, 1974) el proceso de lignificación ocurre al incrementar más rápidamente el contenido de lignina que los componentes del resto de la pared (Norton, 1982). La MOD se mantiene constante en *Chamaecytisus palmensis* y en el género *Teline* oscila ligeramente con la edad de la planta.

Este comportamiento de la FND, FAD, MOD, celulosa y hemicelulosa se aparta del comportamiento anteriormente descrito por varios autores. La explicación que encontramos es que en el primer muestreo (Verano/1999) se recolectaron no solamente los brotes, sino también las ramillas desarrolladas en la estación vegetativa. Otro factor a tener presente es que estos arbustos no han presentado en ningún momento una parada estival (ver Tabla 11), han tenido floración y fructificación desde el primer año de su trasplante a la finca experimental. También el crecimiento (Ver Tablas 16, 17, 18, 19 y 20) y la frecuencia de brotación han sido más o menos constantes.

#### 4.11.5. Elementos minerales.

En este apartado se estudia la evolución del contenido mineral (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) de las cuatro especies arbustivas no segadas durante dos años.

El potasio disminuye progresivamente con la edad en las cuatro especies, llegando a presentar valores ligeramente inferiores a los obtenidos en el forraje segado en la misma época (Tabla 62). El fósforo también disminuye en las cuatro especies con el tiempo (Tabla 61), teniendo su mínimo en Verano/2000 al igual que el forraje de las siegas, pero sus concentraciones tienden a ser ligeramente inferiores en la prueba de crecimiento primario en Otoño/2000 (0.08-0.14%). Estos resultados coinciden con la bibliografía pues los elementos calificados como móviles (P y K) disminuyen en las hojas durante o antes de la senescencia, debido en parte a la retraslocación que sufren hacia otros órganos (Waugman y Bellamy, 1981).

Los niveles de calcio y magnesio son similares a los del forraje segado en los cortes sucesivos (Tablas 63 y 64). Según la bibliografía el calcio es un elemento inmóvil, no presenta diferencia entre el contenido de órgano jóvenes y senescentes (Loneragan, 1973; Waughman y Bellamy, 1981), el magnesio es un elemento móvil en el floema y puede ser transportado fácilmente de las parte viejas a las jóvenes (Domínguez Vivancos, 1989).

El sodio en los arbustos del género *Teline* es muy superior en el crecimiento primario en estaciones secas de Verano/2000 (0.124-0.194 %) y Otoño/2000 (0.147-195%) que en la fracción de ramoneo del material segado en la misma época (Tabla 65). Las plantas absorben sodio con el agua, que se concentra en las hojas a medida que se va perdiendo el agua por transpiración en las estaciones secas.

El hierro presenta en las cuatro especies una tendencia a incrementar con la edad de la planta (Tabla 66), llegando a mostrar niveles superiores en las estaciones más secas (Verano/2000, 377-610 ppm y Otoño/2000, 421-645 ppm) que en el forraje segado de la

misma época (Tabla 49). El contenido de Fe activo aumenta en el primer estado de crecimiento de la hoja, mientras que el residual tiende acumularse durante el desarrollo (Navarro y Navarro, 1984). Es elemento es muy susceptible de sobreestimarse, debido a una contaminación posible de las ramas bajas, con partículas de suelo adheridas (Whitehead, 1966).

El manganeso, presenta una ligera tendencia a aumentar con el tiempo en las cuatro especies pero sus valores son muy parecidos al forraje segado en cada una de las épocas de muestreo (Tabla 67). Según la bibliografía los tejidos jóvenes son normalmente ricos en Mn (Amberger, 1973).

Los niveles de zinc durante el crecimiento de las *Teline* son más altos en las estaciones seca (Verano/2000, 24- 31 ppm y Otoño/2000, 25-33 ppm) que en el forraje segado (Tabla 68). Los niveles de *Chamaecytisus palmensis* siempre son superiores en el crecimiento primario al contrario de lo afirmado por Loneragan, (1975) que la movilidad del zinc hacia los tejidos más jóvenes es mucho menor.

El contenido cobre de las cuatro especies presenta un ligero incremento en el crecimiento primario, siendo superiores las concentraciones en las estaciones más secas de Verano/2000 (4.5-8.1 ppm) y Otoño/2000 (4.8-8.5 ppm) que en el forraje segado en esas estaciones (Tabla 69). No hay una explicación clara pues la movilidad del cobre en la planta está bastante restringida aunque puede desplazarse de hojas viejas a las nuevas (Loué, 1988).

Cabe señalar que la pluviometría en la parcela en el último semestre de 2000 fue de 163 mm y la humedad relativa del 71% (ver Anejo 2), esta situación puede ser la causa del incremento de Na, Fe, Cu y Zn en los arbustos que no tienen tendencia a la defoliación como mecanismo para evitar el estrés hídrico.

Los parámetros analizados durante el crecimiento primario no presentan diferencias significativas con los encontrados en el forraje segado ni con los encontrados en la bibliografía para arbustivas de interés forrajero (Tabla 2). Las condiciones edáfico-climáticas bastante favorables y el desarrollo constante que presentan estas especies en los primeros periodos de su desarrollo, han permitido una adaptación rápida al medio. Estas características hacen que los arbustos estudiados presenten la ventaja de una calidad constante respecto a otras forrajeras.

**CAPITULO II.  
APORTE DE BIOMASA AL SUELO POR LOS ARBUSTOS**

## 1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

En los últimos años las leguminosas arbustivas y arbóreas están recibiendo especial atención desde el punto de vista de un propósito múltiple, es decir para una utilización que contempla el uso forrajero, el mantenimiento de actividades cinegéticas, la revegetación de espacios alterados por la actividad humana y el establecimiento de sistemas agroforestales. El empleo de leguminosas arbustivas en el revestimiento de la cubierta vegetal se justifica, entre otras razones, por su capacidad para modificar las propiedades del suelo y su evolución: reduce los procesos de erosión constituyendo una cubierta permanente, modificando el contenido de humedad del suelo, mejorando la morfología y los parámetros químicos del suelo como consecuencia de los aportes de materia orgánica y fijación de nitrógeno atmosférico.

En los bosques y matorrales, con su gran biomasa y producción vegetal, los aportes de materiales al suelo y su consiguiente incorporación a la cadena de descomponedores son de mayor entidad que en ecosistemas herbáceos, en los que los animales pastantes suelen asimilar proporciones relativamente grandes de producción primaria. Por ello los estudios sobre incorporación de restos vegetales al suelo se han circunscrito con preferencia a ecosistemas forestales. Se pueden citar los trabajos de especial relevancia, en el contexto mediterráneo, de Rapp (1967, 1969 y 1971), Lossaint (1967) y Poli *et al.*, (1974).

En este estudio se ha planteado como objetivo el ofrecer una primera aproximación de las aportaciones de biomasa foliar (hojarasca) y el valor que pueden tener los materiales aportados al suelo por leguminosas arbustivas forrajeras, endémicas de Canarias, en una plantación experimental. Se determina la composición química de la hojarasca de forma previa a su descomposición, comparándola con la composición química de la fracción ramoneable y los valores del crecimiento primario, con estimación de los aportes al suelo de los elementos minerales y la fracción orgánica. También se valoró la germinación y la altura de las plántulas de todas las especies estudiadas en la parcela. En las parcelas con aprovechamiento intensivo no se apreció una cantidad de hojarasca que pudiera ser recolectada ni germinación de semillas. Por ello, todos los estudios se han realizado en la parcela elemental sin corte (ver Figura 2).

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.1. MATERIAL VEGETAL.

Las características de la parcela elemental, origen de las semillas, métodos de germinación, técnicas de cultivo, aprovechamiento y estado fenológico, se pueden ver en el apartado de Material y Métodos del Capítulo 1.

De las cuatro especies estudiadas, ninguna muestra una tendencia especial a la defoliación estival como mecanismo de adaptación a las condiciones de estrés hídrico salvo *Chamaecytisus palmensis* que presenta una cantidad de biomasa (hojarasca) en el suelo que

podría ser cuantificada. La hojarasca esta formada por hojas, brotes, legumbres abortadas, ramas no lignificadas y principalmente restos de inflorescencias. Después de las lluvias de Diciembre/2000, con 99 mm de precipitación, se observó la primera germinación en campo de todos los arbustos.

### **2.1.1. Toma de muestras.**

#### **2.1.1.1. Hojarasca**

La hojarasca se recolectó de una sola vez el 30.03.00 (Primavera/2000), época en la que los arbustos se encontraban en plena floración (ver Tabla 11). La recogida se realizó en las 8 parcelas elementales (4.80 x 1.5 m) de *Chamaecytisus palmensis* sin podas (Figura 2).

La recolección se efectuó manualmente procurando recoger todo el material vegetal, eliminando las piedras y terrones de tierra. Se pesó toda la hojarasca recolectada y se tomaron cuatro muestras de 500 g que se pusieron en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. La época (Primavera 2000), la toma y la preparación de las muestras de la fracción ramoneable y del crecimiento primario se pueden ver en el apartado de Material y Métodos del Capítulo 1.

#### **2.1.1.2. Conteo de plántulas emergentes.**

El 30.01.01 se procedió a cuantificar el tamaño y el número de plántulas nacidas por especie. Para ello se utilizó un marco de 0.25 m<sup>2</sup> que se tiró al azar en cada una de las cuatro parcelas elementales de cada especie sin segar. Se realizó el conteo de las plántulas y se midió su altura.

### **2.1.2. Procesado de las muestras.**

Las muestras de hojarasca se lavaron con agua destilada, en un tamiz de 2 mm, eliminándose la contaminación de suelo e impurezas. A continuación, para determinar la biomasa foliar, las muestras se secaron a 70° C en una estufa de aire forzado durante 24 horas hasta peso constante, determinándose la materia seca.

### **2.1.3. Análisis químicos.**

La preparación de las muestras y las determinaciones de los elementos minerales (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn y Mn) y de los compuestos orgánicos (N, FND, FAD, celulosa, lignina y hemicelulosa) se realizaron siguiendo los métodos explicados en el apartado de Material y Método del Capítulo 1.

### 2.1.4. Análisis estadísticos de los resultados.

Para cada uno de los componentes químicos analizados en el material vegetal de *Chamaecytisus palmensis*, así como la germinación y la altura de las plántulas de todas las especies de arbustos, se han realizado estudios estadísticos mediante un Análisis de Varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). En el estudio estadístico se ha utilizado el programa SPSS 10.00 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 98.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1. CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LAS ESPECIES.

En la Tabla 70 se presentan los valores medios de la altura y el número de plántulas por especie de arbusto.

En cuanto al número de plantas nacidas por especie, se observan dos grupos significativamente diferentes. El grupo que tiene mayor germinación corresponde a *Chamaecytisus palmensis* con 103 plantas/0.25 m<sup>2</sup> y el grupo con menor germinación corresponde al género *Teline* (que no presentan diferencias entre ellas, siendo *Teline canariensis* la mayor con 13 plantas/0.25 m<sup>2</sup> y la menor *Teline osyrioides sericea* con 2 plantas/0.25 m<sup>2</sup>).

Tabla 70. Número de plántulas de leguminosas arbustivas por 0.25 m<sup>2</sup> y altura alcanzada.

	<i>Ch. palmensis</i>	<i>T. canariensis</i>	<i>T.o. sericea</i>	<i>T.o. osyrioides</i>
Nº de plántulas	103 (73.33) <sup>b</sup>	13 (7.55) <sup>a</sup>	2 (.74) <sup>a</sup>	11 (7.67) <sup>a</sup>
Altura (cm)	5.5 (1.2) <sup>c</sup>	3.25 (.6) <sup>b</sup>	2.88 (.83) <sup>ab</sup>	2.25 (.89) <sup>a</sup>

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típicas.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

De las cuatro especies estudiadas se observa que *Chamaecytisus palmensis* es la más precoz, con un índice de germinación 10 veces superior al género *Teline*, y alcanza un crecimiento también superior. Como se puede ver en la Tabla 11 de fenología, *Chamaecytisus palmensis* fue la que primero alcanzó la altura de siega y la que presentó un porcentaje (60%) mayor de fructificación en Primavera/2000. En cuanto a las especies del género *Teline* fue *T. canariensis* la que presentó una mejor adaptación a corto plazo.

### 3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE LA HOJARASCA.

En la Tabla 71 se presentan los valores de materia seca, composición mineral y orgánica de la hojarasca, prueba de crecimiento primario (Primavera/2000) y fracción ramoneable de las siegas sucesivas (Primavera/2000).

En función de los resultados de cada una de las tres fracciones analizadas, se presentan cuatro grupos. En el primer grupo los niveles de N, K, P, Cu y Zn del material ramoneable (siegas sucesivas) son significativamente superiores a los del crecimiento primario y la hojarasca. El nitrógeno de la fracción ramoneable (37.8 g/kg) es superior a 25.3 y 28.4 g/kg de la hojarasca y el crecimiento primario, respectivamente. El potasio con 24 g/kg del material ramoneable es dos veces superior al de los otros dos. En cuanto al fósforo (2.5 g/kg) del ramoneable es significativamente mayor a los niveles de la hojarasca (0.8 g/kg) y del crecimiento primario (1.5 g/kg). El contenido de cobre del material ramoneable con 8.1 mg/kg es superior a la hojarasca y muestras del crecimiento primario. Y, por último, también son significativamente superiores los valores de Zn (45.9 mg/kg) con respecto al resto de las fracciones analizadas. El segundo grupo corresponde a los componentes (Ca, FND, FAD, y lignina) que no presentan diferencias significativas en los tres grupos analizados. Para calcio se obtienen valores que oscilan entre 6.2 g/kg en la hojarasca y 7.9 g/kg en el material de crecimiento primario (Primavera/2000). Los niveles de FND que varían entre 380.3 g/kg de la hojarasca y 458.5 g/kg del crecimiento primario y la FAD entre 264.2 g/kg en la fracción ramoneable y 277.3 g/kg en la hojarasca. Por último, la lignina oscila entre 72.3 g/kg en la hojarasca y 80.7 g/kg en crecimiento primario. En el tercer grupo se presentan los niveles de MS, Fe, Mn y Celulosa que son significativamente superiores en la hojarasca con respecto al material del crecimiento primario y a la fracción ramoneable. La materia seca de la hojarasca con 80.63 % es superior a 27.03 % de la fracción ramoneable y 38.53 % del crecimiento primario. El hierro de la hojarasca con 501 mg/kg es mayor que 245.5 mg/kg del crecimiento primario y 325 mg/kg de la fracción ramoneable. El manganeso de la hojarasca (100.3 mg/kg) es superior a 74.74 mg/kg en las muestras del crecimiento primario. La celulosa de la hojarasca con 205 g/kg es superior a 168.3 g/kg del crecimiento primario. El cuarto grupo se establece para la hemicelulosa que presenta valores superiores en el crecimiento primario (209.8 g/kg) con respecto a la hojarasca (102.7 g/kg) y a la fracción ramoneable (128 g/kg).

La cantidad de hojarasca aportada al suelo fue de 209.18 g de materia seca por planta. Esta cantidad se puede incrementar un 20 %, pues resulta imposible recolectar todo el material vegetal que cae al suelo, así como cuantificar el que está fuera de la superficie de vuelo del arbusto por causa del viento y las pequeñas cantidades que caen a lo largo del año. Si tenemos presentes estas estimaciones, el aporte al suelo realizado por *Chamaecytisus palmensis* es ligeramente inferior al efectuado por especies arbustivas de *Medicago* con 286 g/planta, según Alegre *et al.*, 1998. Para poder comprender los valores de los restos vegetales de *Chamaecytisus palmensis*, es necesario tener presente que no es un arbusto con tendencia a la defoliación estival, pues siempre mantiene un gran número de brotes vegetativos y la hojarasca recolectada está compuesta mayoritariamente por restos de flores.

Cuando se compara la composición química de la fracción verde con los residuos vegetales se observa como con la caída al suelo se produce una considerable disminución en el contenido en N, K, P, Cu, Zn, Na, Mg y hemicelulosa. Los contenidos de materia seca,

Fe, Mn y celulosa son superiores en la hojarasca, si bien las concentraciones tan altas de Fe se pueden atribuir a restos de suelo en las muestras. En cuanto a la FND, FAD y lignina no hay diferencia entre la hojarasca y las fracciones verdes, debido por una parte a la gran cantidad de flores que tiene la hojarasca y por otra al gran número de brotes que tiene *Chamaecytisus palmensis*. Los 25.3 g/kg de N aportados por la hojarasca al suelo son superiores a los que aporta la hojarasca de *Medicago arborea*, *Medicago citrina* y *Medicago strasseri* (Alegre *et al.*, 1998). Los niveles de P (0.8 g/kg) son parecido a los de las especies anteriores del género *Medicago*. Mientras que en las tres especies del género *Medicago* los niveles medios de K (15.13 g/kg), Ca (43.9 g/kg), Mg (5.42 g/kg) y lignina (76.7 g/kg) son más altos que en la hojarasca de *Chamaecytisus palmensis*.

Aunque la aportación de N puede parecer relativamente modesta hay que tener en cuenta que los depósitos de hojarasca corresponden al primer año del crecimiento y cubrían el 75% de la superficie de la parcela elemental. Lo que resulta de gran interés es la incorporación al suelo del material verde por la gran aportación de componentes minerales y orgánicos que tiene esta fracción.

Tabla 71. Producción y composición química ( % MS) de la hojarasca, y muestras de crecimiento primario y de la fracción ramoneable de *Chamaecytisus palmensis*. Todas las muestras corresponden al muestreo de Primavera/2000.

	Hojarasca	Creci. primario	Frac. ramoneable
Producción (g/planta)	261.5 (162.67)		
MS (g/planta 105° C)	209.18 (130.12)		
MS a 105°C (%)	80.63 (2.23) <sup>c</sup>	38.53(2.90) <sup>b</sup>	27.03 (2.42) <sup>a</sup>
Nitrógeno (g/kg)	25.3 (1.2) <sup>a</sup>	28.4(1.2) <sup>b</sup>	37.8 (1.8) <sup>c</sup>
Sodio (g/kg)	.5 (1) <sup>a</sup>	.6(00) <sup>b</sup>	.6 (.00) <sup>b</sup>
Potasio (g/kg)	10.4 (8) <sup>a</sup>	13.8(1.7) <sup>a</sup>	24.0 (3.7) <sup>b</sup>
Calcio (g/kg)	6.2 (1.0) <sup>a</sup>	7.9(1.1) <sup>a</sup>	7.1 (.8) <sup>a</sup>
Magnesio (g/kg)	1.0 (.1) <sup>a</sup>	1.4(.3) <sup>b</sup>	1.6 (.2) <sup>b</sup>
Fósforo (g/kg)	.8 (1) <sup>a</sup>	1.5(0.2) <sup>b</sup>	2.5 (.5) <sup>c</sup>
Hierro (mg/kg)	501 (104.54) <sup>b</sup>	245.5(54.21) <sup>a</sup>	325 (35.18) <sup>a</sup>
Cobre (mg/kg)	4.5 (.52) <sup>a</sup>	6.38(.78) <sup>b</sup>	8.1 (.63) <sup>c</sup>
Zinc (mg/kg)	32.10 (4.76) <sup>a</sup>	35.80(3.24) <sup>a</sup>	45.9 (5.60) <sup>b</sup>
Manganeso (mg/kg)	100.3 (13.32) <sup>b</sup>	74.74(8.92) <sup>a</sup>	84.0 (11.40) <sup>ab</sup>
FND (g/kg)	380.3 (7.6) <sup>a</sup>	458.5(93.) <sup>a</sup>	391.7 (28.4) <sup>a</sup>
FAD (g/kg)	277.3 (17.2) <sup>a</sup>	249.0(33.3) <sup>a</sup>	264.2 (6.3) <sup>a</sup>
Hemicelulosa (g/kg)	102.7 (14.6) <sup>a</sup>	209.8(64.1) <sup>b</sup>	128.0 (23.7) <sup>a</sup>
Celulosa (g/kg)	205.0 (11.4) <sup>b</sup>	168.3(22.7) <sup>a</sup>	191.7 (3.2) <sup>ab</sup>
Lignina (g/kg)	72.3 (9.0) <sup>a</sup>	80.7(12) <sup>a</sup>	72.3 (4.7) <sup>a</sup>

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típicas.

Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Test de Duncan;  $p < 0.05$ .

**CAPITULO III.  
EFECTO DE LOS ARBUSTOS EN EL CONTROL DE LA  
EROSIÓN DEL SUELO**

## 1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

Existen diversas publicaciones sobre la influencia de la cobertura vegetal permanente sobre la conservación de los suelos. La vegetación, en general, ejerce una acción directa amortiguando la energía cinética de las gotas de lluvia, influye en la erosión reduciendo la capacidad de transporte del agua de escorrentía, fija el suelo con su sistema radicular y de forma indirecta mejora las propiedades físicas y físico-químicas de los suelos mediante la incorporación de materia orgánica (López Bermúdez y Albaladejo, 1990).

Dado el estado actual de la degradación de los suelos del Archipiélago, en el Departamento de Edafología y Geología (Universidad de Laguna) están investigando propuestas de manejos y prevención de la degradación de los suelos mediante la utilización de la cubierta vegetal en los tres sectores geográficos: montes, medianías y costas (Rodríguez *et al.*, 1998a; Rodríguez *et al.*, 1998b, Rodríguez *et al.*, 1990). Asimismo están desarrollando propuestas de metodología de regeneración de suelos degradados, basada en la sucesión ecológica y en el índice de calidad del suelo (Rodríguez *et al.*, 2000).

El estudio de diferentes controles de la erosión y de la desertificación, como puede ser el cultivo de leguminosas arbustivas, tiene mucha importancia en la recuperación de los suelos degradados de ambientes áridos y semiáridos; también la tiene la doble simbiosis radicular, tanto con bacterias fijadoras de nitrógeno como con hongos micorrízicos, por su participación en la captación de P y otros nutrientes poco móviles en el suelo. Cuando se presenta un matorral con claros, su acción protectora no es total pero tiene una gran importancia, pues impide la erosión intensa y permite la degradación lenta del suelo, que en cierta medida se puede compensar por la acción formadora de suelo (López Bermúdez y Albaladejo, 1990). Cuando este matorral tiene una estructura cerrada, su acción protectora y formadora de suelo es más eficaz.

En un trabajo específico, Van Andel *et al.* (1993) destacan la importancia de las leguminosas arbustivas, para facilitar la sucesión ecológica. Otros autores (Marrs *et al.*, 1981), estudiando la recuperación de los ecosistemas llegaron a la siguiente conclusión: la única forma razonable de conseguir suficiente nitrógeno, para que haya auto-sustentación, es introduciendo leguminosas. Andreu *et al.* (1994), han demostrado la capacidad de las leguminosas arbustivas en el control de la erosión producida por el agua en terrenos con pendientes pronunciadas. Los arbustos añaden a lo dicho, su probada rusticidad, su insustituible valor como complemento forrajero en momentos de baja producción herbácea y en conclusión, su influencia positiva en el desarrollo de las especies arbóreas (Welch, 1994).

Al no existir ensayos al respecto, realizados en Canarias, se pretende explicar los estudios llevados a cabo en la finca "Tahonilla Baja" para ver como afecta la cubierta vegetal permanente de las leguminosas arbustivas (estudiadas en la presente tesis) con desarrollo natural y sometidas a siegas sucesivas, sobre la erosión hídrica de los suelos utilizando un simulador de lluvia portátil.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS.

El suelo de la parcela experimental, descrito en el Capítulo I, es bastante homogéneo con una media del 43 % de arcilla entre los 0 y 50 cm de profundidad, las características físico-químicas se ven en la Tabla 8; al haber sido cultivado con anterioridad y realizado laboreo mecánico, presenta una superficie bastante horizontal.

Los ensayos se realizaron en la primera quincena de octubre de 2000, cuando los arbustos tenían dos años a partir de la siembra. Las características de la plantación se pueden ver en el apartado de Material y Métodos del Capítulo I. Antes de cada ensayo, se tomaron muestras de suelo y se secaron a 105° C durante 12 horas para saber en cada día el contenido de humedad del suelo.

Para los ensayos se utilizó la misma agua que la empleada para el riego, baja CE (0.43 dS/m ) y alto pH (8.3), las concentración de aniones, cationes y su clasificación se pueden ver en la Tabla 9.

### 2.1. Simulación de lluvia.

Se realizaron los ensayos con un simulador de lluvia basado en el utilizado por Calvo *et al.* (1988 y 1991) y Cerdá (1993). El equipo tiene una altura de 300 cm; en esta cota tiene una prolongación lateral de 150 cm donde está localizada una boquilla de aspersión que a 0.4 atmósferas proporciona una intensidad de lluvia de 64.26 mm/h. Este equipo permite simular una lluvia de distribución uniforme sobre una superficie circular de 5 m<sup>2</sup>. La duración de cada ensayo fue de 30 minutos y la precipitación total fue de 160.5 l.

Se realizaron cuatro pruebas para cada una de las cuatro especies de arbustos segados y otras tantas para los arbustos que no habían sido segados. Se registraron los tiempos que tarda en iniciarse el encharcamiento, la escorrentía, la zonas donde se producen y la profundidad aproximada de la infiltración.

### 2.2. Infiltrómetro.

Se realizaron dos ensayos, uno en los arbustos segados y otro en los no segados donde se determinó la velocidad de infiltración y la Tasa de Infiltración Básica mediante el infiltrómetro de doble anillo, según el método de Mütz (Mathieu y Pieltain, 1998). Este método es uno de los métodos más clásicos. Consta de dos cilindros concéntricos, uno exterior de 50 cm de diámetro y el otro de 20 cm de diámetro, ambos de 25 cm de altura. Se clava en el suelo, evitando alterar el estado de la superficie del suelo. El dispositivo permite mantener una lámina de agua a nivel constante sobre una superficie de extensión conocida, es necesario que se realice con el mismo sistema de aporte de agua, igual calidad del agua y semejante contenido de humedad inicial (Slater, 1957).

### 2.3. Análisis estadísticos de los resultados.

Las diferencias entre los tiempos de encharcamiento y escorrentía se analizaron estadísticamente mediante el Análisis de Varianza (ANOVA), utilizando para la comparación de media el test de Duncan (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). El estudio se realizó con el programa SPSS 10.00 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 98.

## 3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1. Encharcamiento y escorrentía.

La profundidad media del suelo mojado fue de 20 cm en las plantas segadas y 30 cm en las no segada. El encharcamiento y la escorrentía se iniciaron siempre en los pasillos donde el suelo está más compacto por las pisadas. Al realizarse los ensayos en distintos días, cuando se realizaron en arbustos segados, la humedad del suelo fue de 9.04%, y de 15.35 % para las no segados, dado que se habían producido ligeras precipitaciones.

Tabla 72. Tiempo (minutos) de iniciación en la parcela experimental del encharcamiento y la escorrentía.

	arbustos segados		arbustos no segados	
	charco	escorrentía	charco	escorrentía
<i>Chamaecytisus palmensis</i>	10.5 (4.4) <sup>a</sup>	17.25 (5.5) <sup>a</sup>	21.25 (2.0) <sup>c</sup>	27.25 (1.7) <sup>b</sup>
<i>Teline canariensis</i>	6.25 (2.2) <sup>a</sup>	13.75 (0.9) <sup>a</sup>	18.25 (2.8) <sup>bc</sup>	22.75 (0.9) <sup>a</sup>
<i>T.osyrioides sericea</i>	9.5 (4.2) <sup>a</sup>	15.00 (2.4) <sup>a</sup>	12.75 (1.8) <sup>a</sup>	21.75 (1.2) <sup>a</sup>
<i>T.osyrioides osyrioides</i>	7.25 (3.2) <sup>a</sup>	16.25 (5.1) <sup>a</sup>	17.50 (1.2) <sup>b</sup>	21.25 (1.7) <sup>a</sup>

Nota. Los datos son valores medios. La desviación típica figuran entre paréntesis. Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes. Test de Duncan  $p < 0.05$ .

Las cuatro especies de arbustos segados se comportaron de forma similar al tener la misma forma de poda, pero el inicio del exceso de agua es más tardío en *Chamaecytisus palmensis* (10.5 minutos) al tener un desarrollo más rápido (Tabla 72). En los arbustos no segados el exceso de agua se produce al doble de tiempo que los segados, salvo en *Teline osyrioides sericea* (debido a su forma escoparia). Estos matorrales al tener su parte aérea más cerrada e intacta, amortiguan la energía cinética de las gotas y sus sistemas radiculares están muy activos lo que permite que los tiempos de escorrentía también sean más prolongados que los de los arbustos segados (López Bermúdez y Albaladejo, 1990) y semejantes entre sí salvo en el caso del tagasaste que es el mayor (27.25 minutos). Todos los

tiempos (encharcamiento, escorrentía) fueron mayores en los arbustos no segados a pesar de tener el suelo un 6.31% más de humedad cuando se hizo el ensayo, lo que indica que también en estos casos ha mejorado la capacidad de infiltración del agua en el suelo, como se pone de manifiesto también de manera cuantitativa en los ensayos de infiltración realizados (Figuras 20 y 21).

### 3.2. Tasa de infiltración.

Al realizarse los ensayos, la humedad del suelo fue de 15.35 %. En la Figura 20 se aprecia que el ensayo de los arbustos sin siega presenta una velocidad de infiltración inicial tres veces superior al de los segados (Figura 21) y su Tasa de Infiltración Básica es 8.5 mm/h mayor, debido al gran desarrollo del sistema radicular, tanto primario como secundario, que mejora las propiedades físicas del suelo. A pesar de tener el suelo un porcentaje alto de arcilla, se podría afirmar que con los arbustos segados éste se comporta como un suelo de textura franco arenosa (T.I.B.: 20-30 mm/h) y los suelos con arbustos segados como francos (T.I.B.:10-20, Trajuelo, 1995).

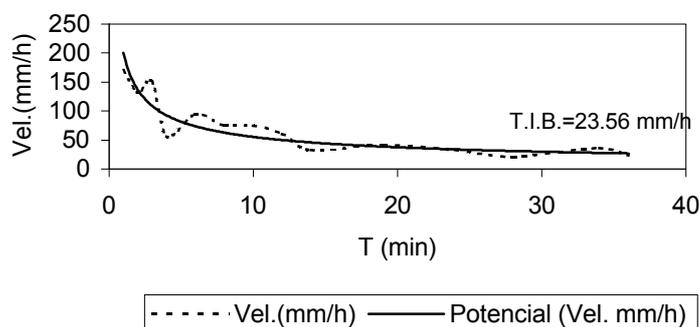


Figura 20. Velocidad de infiltración en los arbustos no segados

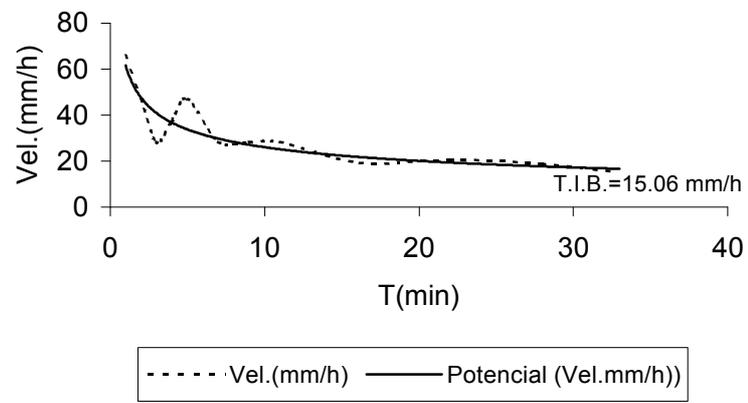


Figura 21. Velocidad de infiltración en los arbustos segados.

## CONCLUSIONES

1. De los diversos métodos de germinación ensayados el que conduce a mejores resultados, para todas las especies, fue la eliminación del arilo y tratamiento con ácido sulfúrico concentrado durante 30-40 minutos (germinación media de semillas silvestres: 60 %).
2. El tiempo necesario para que las plántulas se desarrollen, en el invernadero y sobre los contenedores forestales, es de 4-8 meses; las plantas tenían vigor y los fallos de germinación fueron escasos. *Chamaecytisus* alcanzó mayor altura que las *Teline*, pero éstas superan en cobertura al tagasaste.
3. En las parcelas de ensayo la supervivencia de las plantas fue superior a 95%. *Teline canariensis* florece dos veces al año y las otras especies una sola vez, siendo las más precoces *Chamaecytisus palmensis* y *Teline canariensis*.
4. La inoculación con *Bradyrhizobium BTA-1* incrementa la producción de materia seca y fracción ramoneable, aunque no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos. Las producciones totales (forraje y ramas leñosas) obtenidas son: 3301, 2281, 1770, 1270 g/arbusto, respectivamente para *Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides sericea*, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides osyrioides*.
5. No existen diferencias significativas en producción de materia seca, entre los tratamientos de alturas de corte aplicados a las cuatro especies. Los mayores rendimientos absolutos los produce *Chamaecytisus palmensis*, pero en fracción ramoneable las *Teline* superan a la anterior. Los valores máximos se alcanzan en la época de lluvia y para las alturas de corte de 50 y 70 cm. Con ambos sistemas de siega se obtiene la misma secuencia productiva: desde *Chamaecytisus palmensis* a *Teline osyrioides osyrioides*. En las especies de *Teline* los parámetros controlados en la parcela experimental (altura y diámetros de tronco y copa) siempre son más uniformes, particularmente en las primeras estaciones, que para *Chamaecytisus palmensis*.
6. Con las siegas estacionales sucesivas los contenidos de materia seca, proteína, fibra neutro-detergente, fibra ácido-detergente, celulosa, lignina, materia orgánica digestible, P y Cu muestran una tendencia evolutiva similar en todas las especies. Destacan las especies del género *Teline*, en especial *T. osyrioides sericea*, por los niveles más elevados de materia seca, fibras, celulosa y lignina. Ello condiciona que en estas especies se obtengan los valores más bajos de proteína y de materia orgánica digestible, frente al tagasaste con los más elevados, incluso para Cu y Zn. *Teline osyrioides sericea* es la especie más rústica y productiva en materia seca, así como tolerante a las condiciones ambientales.
7. En la dinámica de la composición química con la edad de la planta, se observan los mayores porcentajes de materia seca durante las estaciones menos lluviosas, siendo

los valores superiores a los del material recolectado en cortes sucesivos. Por el contrario, para la fibra las diferencias entre los materiales son escasas, no existiendo variación entre la madurez y los cortes sucesivos. Sin embargo, los niveles de Na, Fe, Cu y Zn se incrementan de forma análoga a los de materia seca, pero los de P y K descienden con respecto a los de las muestras de cortes sucesivos.

8. Los arbustos estudiados originan una cubierta de biomasa importante sobre el suelo, especialmente *Chamaecytisus palmensis*, incrementando los valores de materia orgánica y nutrientes por la rápida mineralización de la hojarasca. En estas condiciones, la mejora de la fertilidad del suelo se pone claramente de manifiesto en sólo dos años. El suelo se colonizó por numerosas plántulas.
9. *Chamaecytisus palmensis* es la especie más prometedora para su utilización en el control de la erosión del suelo, tanto por su capacidad de retención del mismo como por los mayores aportes de biomasa al suelo. Aunque, por otro lado, es la más exigente en necesidades edáfico-climáticas. Por el contrario, el género *Teline* es menos exigente, tiene mayor rusticidad y posibilidades de adaptación, pero la biomasa que sintetiza por unidad de tiempo es menor. Además, en ambos casos la cubierta que forman la hojarasca y el sistema radicular de los arbustos mejora notablemente la capacidad de infiltración de agua en el suelo.
10. En síntesis, se puede afirmar que se han establecido las bases de una metodología de reforestación adecuada, se destacan las cualidades de cuatro excelentes leguminosas arbustivas endémicas de las Islas Canarias y se sientan principios de interés agronómico y paisajístico para el desarrollo sostenido de los agrobiosistemas de Canarias. Así mismo, es oportuno señalar el futuro que tienen estas especies autóctonas, pero se precisa medir *in situ* su potencial, realizando ensayos con animales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Aguinagalde, I., Pérez-García, F., González, A.E. (1990). Flavonoids in seed coats of two *Colutea* species: Ecophysiological aspects. *J. Basic Microbiol.*, 30: 547-553.

Albaladejo, J., Stocking, M.A., Díaz, E. (1990). *Degradación y Regeneración del Suelo en Condiciones Ambientales Mediterráneas*. CSIC, Murcia.

Alegre, J., Sancha, J.L., Guía, E., Agudo, M.A. (1993). Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: I. Composición química de leguminosas arbustivas y su evolución estacional. *XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC)*. Albacete, 301-306.

Alegre, J., Sobrino, E., Guerrero, A., Tenerio, J., Andrés, E. F., Ceresuela, J.L., Ayerbe, L. (1998). Biomasa foliar aportada al suelo por leguminosas arbustivas del género *Medicago*. *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Valencia, 357-362.

Almeida, J. (1995). *Palatabilidad y valor nutritivo para caprino de arbustos endémicos e introducidos en Canarias*. Trabajo Fin de Carrera, EUITA, Universidad de La Laguna.

Amberger, A. (1973). Die rolle des mangans in Stoffwechsel der Pflanzen. *Agrochimica*, 17: 69-83.

Andreu, V., Rubio, J.L., Cerni, R. (1994). Use of a shrub (*Medicago arborea*) to control water erosion on steep slopes. *Soil Use Manage.*, 10: 95-99.

Andrieu, J., Demarquilly, C., Sauvant, D. (1988). Tablas del valor nutritivo de los alimentos. En: *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*: 318-407. INRA publ. Versión española traducida por J. González-Cano. Mundi-Prensa, Madrid.

Angell, R.F., Miller, R.F., Haferkams, M.R. (1990). Variability of crude protein in crested wheatgrass at defined stages of phenology. *J. Range Manage.*, 43: 186-189.

AOAC., 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th Edition, Arlington, Virginia (USA).

Aregheore, E.M., Makkar, H.P.S., Becker, K. (1998). Feed value of some browse plants from the Central Zone of Delta State, Nigeria. *Trop. Sci.*, 38: 97-104.

Ayers, R.S., Westcot, D.W. (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Riego y Drenaje. nº 29. Rev. 1. FAO, Roma (Italia).

Bacon, L.S.D., (1988). Structure and chemistry. En: *World Animal Science. Feed Science*. Ørskov, E.R. (Ed.). Elsevier, Amsterdam (The Netherlands), B4: 23-49.

- Bailey, J.A. (1967). Mineral content of deer browse on the Huntington wildlife forest. *N.Y. Fish Game J.*, 14: 76-78.
- Barea, J.M., Salamanca, C.P., Herrera, M.A., Roldan-Fajardo, B.E. (1990). La simbiosis microbio-planta en el establecimiento de una cubierta vegetal sobre suelos degradados. En: *Degradación y Regeneración del Suelo en Condiciones Ambientales Mediterráneas*. 139-156. Albaladejo, J., Stocking, M.A. y Díaz, E. (Eds). CSIC. Murcia.
- Barquín, E., China E. (1991). La Meseta de Teno, Tenerife (Canarias), estudio de un ecosistema singular, explotado mediante procedimientos tradicionales. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)*. Murcia, 384-388.
- Barquín, E., China E. (1995a). Estudio preliminar de la propagación de dos leguminosas arbustivas del género *Teline*: *T. osyrioides* ssp. *osyrioides* y *T. osyrioides* ssp. *sericea*. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*. Tenerife, 177-179.
- Barquín, E., China, E., (1995b). Cinco leguminosas arbustivas endémicas de Canarias con posibilidades forrajeras. En: *Pastos y Productos Ganaderos*. 9-23. China, E. y Barquín, E. (Eds). Universidad de La Laguna. Tenerife.
- Barquín, E., Salcedo, G., China, E. (1994). Tres leguminosas canarias con interés forrajero. Descripción, biología y análisis químico. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*. Santander, 269-274.
- Bentley, J.R., Seegrift, D.W., Blackman, D A. (1970). A technique for sampling low shrubs vegetation by crown volume classes. *USDA Forest Service, Reserarch note PSW-215*: 1-11.
- Borens, F.M.P. (1986). *The nutritive and feed value of tagasaste*. PhD Thesis, Lincoln College, Canterbury, New Zealand.
- Borens, F.M.P., Poppi, D.P. (1990). The nutritive value for ruminants of tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) a legminous tree. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 28: 275-292.
- Bower, C., Wilcox, L., Akin, G., Keyes, M. (1965). An index of the tendency of CaCO<sub>3</sub> to precipitate from irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29: 91-92.
- Bower, C.A., Reittemeier, R., Fireman, M. (1952). Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci.*, 73: 251-261.
- Bryant, J.P., Kuropat, P.J. (1980). Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: the role of plant chemistry. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 261-285.
- Butler, G.W. (1973). Vitamins. En: *Chemistry and Biochemistry of herbage*. 2: 1-11. Butler G.W. y Bailey, R.W. (Eds.). Academic Press. London (UK).

- Butler, L., Price, M., Brotherton, J. (1982). Vanillin assay for proanthocyanidins (condensed tannins): modification of the solvent for estimation of the degree of polymerization. *J. Agric. Food Chem.*, 30: 1087-1089.
- Calvo, A., Gisbert, J.M., Palau, E., Romero, M. (1988). Un simulador de lluvia portátil de fácil construcción. En: *Métodos y técnicas para la medición en el campo de procesos geomorfológicos*. 6-15. Sala, M. y Gallart, M.J. (Eds). Monografía nº 1, Sociedad Española de Geomorfología.
- Calvo, A., Harvey, A.M., Payá, J., Alexander, R. W. (1991). Response of badlands surfaces in south east Spain to simulated rainfall. *Cuaternario y Geomorfología*, 5: 3-14.
- Camacho Rosales, J. (2000). *Estadística con SPSS (versión 9) para Windows*. Rama, Madrid.
- Cánovas, J. (1980). *Calidad agronómica de las aguas de riego*. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid.
- Casanova, C. (1961). *Sobre los alcaloides de dos Papilionáceas Canarias*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.
- Cerdá, A. (1993). *La infiltración en los suelos del País Valenciano. Factores y variaciones espacio-temporales*. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia.
- Ceresuela, J.L., Pereira, D. (1993). Variación del contenido estival en materia seca y proteína total de cuatro leguminosas arbustivas mediterráneas. *XXXIII Reunión Científica de la SEEP*. Ciudad Real.
- Crowder, L.V. (1985). Pasture management for optimum ruminant production En: *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates*.103-128. McDowell, L.R. (Ed). Academic Press. Orlando (USA).
- Chapman, H.P., Pratt, P. F. (1973). *Métodos de análisis para suelos, plantas y agua*. Trillas, Mexico.
- China, E., Barquín, E. (1995). *Pastos y productos ganaderos*. Universidad de La Laguna.
- China, E., Barquín, E., Martín, P., Afonso, C., Hita, P., Hernández, E., (1998). Apetencia por caprinos de varias leguminosas arbustivas de Canarias y su análisis químico-bromatológico. Estudio preliminar. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*. Soria, 325-328.
- China, E., Martín, P., Afonso, C., Hita, P., Hernández, E., (1999a). Estudio del ensilado del raquis de banana (*Musa acuminata* Colla, subgrupo Cavendish) para la alimentación del ganado caprino en las Islas Canarias (España). *Rev. Fac. Agrom. (Luz)*, 16: 291-305.

China, E., Martín, P., Afonso, C., Vera, A. (1999b). Estudio preliminar de la utilización de los residuos de la tomatera en la alimentación del ganado caprino en Tenerife. *XXIV Jornadas Científicas de la SEOC*. Soria, 223-226.

China, E., Barquín, E., Afonso, C., García-Criado, B. (2000). Cambios químico-bromatológicos de seis leguminosas arbustivas, endémicas de Canarias, en dos épocas de poda. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. Bragança ( Portugal)- A Coruña, Lugo (España), 406-410.

Clark, R. (1985). Is there an alternative way to summer feed?. *New Zealand J. Agric. Res.*, 150: 10-11.

Clavero, T. (1997). *Alternativa para la alimentación animal: Leucaena leucocephala*. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela.

Comisión de Métodos Analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología "José M<sup>a</sup> Albareda". (1973). Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de Métodos. *An. Edafol. Agrobiol.*, 32: 1153-1172.

Correal, E., Sotomayor, J.A. (1995). Utilización del ganado ovino como instrumento para el cribado, selección y evaluación de la calidad de recursos forrajeros en zonas semiáridas. En: *Pastos y Productos Ganaderos*. 91-120. China, E. y Barquín, E. (Eds). Universidad de La Laguna.

Correal, E. (1988). Arbustos forrajeros para zonas áridas y terrenos agrícolas marginales con orientación ganadera y problemas de erosión. *Jornadas sobre el Futuro del Secano Aragón*. Diputación General de Aragón. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes, Zaragoza.

Correal, E. (1991). Grazing use of fodder shrub plantations. *EEC Workshop on fodder trees and shrubs*. Thessaloniki (Grecia).

Cottenie, A. (1984). *Los análisis de suelos y plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilización*. Boletín de suelos de la FAO 38/2. Roma.

Cristi, A., Gasto, J. (1971). Alteraciones ambientales y del fruto en la germinación de *Atriplex repanda* Phil. *Tech. Bull.*, 34. Universidad de Chile, Estación Experimental Agrónoma.

Crosbie, R.L., Askin, D.C., Daly, G.T. (1985). Nondestructive estimation of dry matter yield in tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). En: *Fodder trees: A summary of current research in New Zealand*. 15-18. Logan, L.A. y Radcliffe, J.E. (Eds). Crop Research Division DSIR. Christchurch, New Zealand.

Dann, P., Trimmer, B. (1986). Tagasaste: a tree legume for fodder and other uses. *New Zealand Agric. Sci.*, 20: 142-145.

- Davies, D.J.G., Macfarlane, R.P. (1979). Multi-purpose trees in pastoral farming in New Zealand: with emphasis in tree legumes. *New Zealand Agric. Sci.*, 13: 177-186.
- De Andrés, E. F., Martínez, P., Gil, J. Sánchez, F.J., Catalán, G., Ayerbe, L., Tenorio, J.L. (2001). Siembra de leguminosas arbustivas silvestres. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP*. Alicante, 111-115.
- Domínguez Vivancos, A. (1989). *Tratado de Fertilización*. 2ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Douglas, G.B., Bulloch, B.T., Foote, A.G. (1996). Cutting management of willows (*Salix* spp.) and leguminous shrubs for forage during summer. *New Zealand J. Agric. Res.*, 39: 175-144.
- Dowman, M.G., Collins, F. C. (1982). The use of enzymes to predict the digestibility of animal feeds. *J. Sci. Food Agric.*, 33: 689-696.
- Duque Macías, F. (1970). *Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
- Elejabeitia, N. (1997). *La alimentación de las cabras*. Servicio de Agricultura, Cabildo Insular de Tenerife.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Roberts, E.H. (1985). *Handbook of seed technology for genebanks*. Volume II. *Compendium of specific germination information and test recommendations*. International Board for Plant Genetic Resources. Roma (Italia).
- Espino Mesa, M. (1990). *Caracterización de la acidez en suelos de origen volcánico*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.
- Felker, P., Clark, P.R., Osborn, J.F., Cannell, G. H. (1982). Biomass estimation in a young stand of mesquite (*Prosopis* spp.), ironwood (*Olneya tesota*), paloverde (*Cercidium floridium* and *Parkinsonia aculeata*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*). *J. Range Manage.*, 35: 87-89.
- Fernández-Palacios, J.M., López, R., Luzardo, C., García Esteban, J., (1992). Descripción ecológica y evaluación de la producción primaria neta de cuatro estaciones representativas de los ecosistemas más característicos de Tenerife (Islas Canarias). *Stud. Oecol.*, 9: 105-124.
- Fleming, G.A. (1973). Mineral composition of herbage. En: *Chemistry and biochemistry of herbage*. 1: 528-566. Butler, G.H. y Bailey, R.W. (Eds). Academic Press. London (UK).
- Francisco-Ortega, J., Méndez, P., Fernández, M., Santos, A. (1990). Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link ssp. *palmensis* Christ ex Kunkel. Una leguminosa forrajera arbustiva originaria de la Isla de La Palma. *Canarias Agraria y Pesquera*, 8: 28-33.

- García Ciudad, A., García Criado, B., García Criado, L. (1981). Influencia del estado de madurez sobre la composición mineral de especies pratenses. I. Cultivares de *Trifolium* y *Medicago*. *Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca*, 7: 97-113.
- García Ciudad, A., García Criado, B., Montalvo Hernández, M.I. (1984). Seasonal variations in mineral composition of pasture in a semiarid zone of Spain. En: *The impact of climate on grass production and quality*. 397-401. Riley, H. y Skjelvag, A.O. (Eds.). Proc. 10th Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed. (Norway).
- García Criado, B. (1974). *Fraccionamiento químico de alimentos forrajeros y su evaluación por métodos de laboratorio*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
- García Criado, B., García Ciudad, A., Rico Rodríguez, M., García Carabias, M.S. (1986). Composición químico-bromatológica de la alfalfa deshidratada destinada al comercio exterior. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la SEEP*. Oviedo, 71-87.
- García-Camarero, J. (1989a). *Los sistemas vitales suelo, agua y bosque: su degradación y restauración*. Hojas divulgadoras del MAPA, 3: 1-20.
- García-Camarero, J. (1989b). *Zonas y ecosistemas en degradación. Desertificación*. Hojas divulgadoras del MAPA, 10: 1-20.
- Gill, M., Beeuer, D.E., Osbourn, D.F. (1989). The feeding value of grass products. En: *Grass: its Production and Utilization*. 3: 89-130. Holmes, W. (Ed.), 2ª Ed. Blackwell, Oxford (UK).
- Gómez Campo, C. et al., (1996). *Libro rojo de especies vegetales amenazadas de las Islas Canarias*. Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J. (1970). *Forage Fiber Analysis. Agric. Handb. No. 379*. ARS-USDA, Washington DC (USA).
- González, A., Casanova, C. (1962). Alcaloides de plantas Canarias. VIII. Nuevo alcaloide del *Spartocytisus filipes* W.B. *An. R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 58: 483-490.
- González-Andrés, F., Ortiz, J. (1996a). Potencial of *Cytisus* and allied genera (Genisteeae: Fabaceae) as forage shrubs. 1. Seed germination and agronomy. *New Zealand J. Agric. Res.*, 39: 195-204.
- González-Andrés, F., Ortiz, J. (1996b). Potencial of *Cytisus* and allied genera (Genisteeae: Fabaceae) as forage shrubs. 2. Chemical composition of the forage and conclusions. *New Zealand J. Agric. Res.*, 39: 205-213.
- González-Andrés, F., Ortiz, J.M., Ceresuela J.L. (1993). A search for an efficient method of seed propagation in *Cytisus heterochrous* Webb ex Colmeiro. *J. Hort. Sci.*, 68: 523-528.

- González-Andrés, F., Ceresuela, J.L. (1998). Chemical composition of some Iberian Mediterranean leguminous shrubs potentially useful for forage in seasonally dry areas. *New Zealand J. Agric. Res.*, 41: 139-147.
- González-Hernández, M.P., Silva-Pando, F.J. (1999). Nutritional attributes of understory plants known as components of deer diets. *J. Range Manage.*, 52: 132-138.
- Hamly, D.N. (1932). Softening of seeds of *Melilotus alba*. *Bot. Gaz.*, 93: 347-375.
- Harkin, J.M. (1973). Lignin. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*.1: 323-370. Butler, G.H. y Bailey, R.W. (Eds). Academic Press. London (UK).
- Hansen, A., Sunding, P. (1985). Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. *Sommerfeltia*, 1: 1-167.
- Jarrige, R., Minson, D.J. (1964). Digestibility of the constituents of S24 perennial ryegrass and S37 cooksfoots, with special reference to the carbohydrates. *Ann. Zootech.*, 13: 117-150.
- Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. (1992). *Interpretación de análisis de suelo, foliar y agua de riego. Consejo de abonado*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Kirby, D.G., Green, D.M., Mings, T.S. (1989). Nutrient composition of selected emergent macrohytes in Northern prairie wetlands. *J. Range Manage.*, 42: 323-326.
- Koller, D., Negli, M. 1955. Germination regulating mechanisms in some desert seeds. V. *Colatea istria* Mill. *Bull. Res. Counc.*, Israel, 50: 73-84.
- Lambert, M.G., Jung, G. A., Costall, D.A. (1989a). Forage shrubs in North Island hill country. 1. Forage production. *New Zealand J. Agric. Res.*, 32: 477-483.
- Lambert, M.G., Jung, G. A., Harpster, H.W., Budding, P.J., Wewala, G.S. (1989b). Forage shrubs in North Island hill country. 3. Forage digestibility. *New Zealand J. Agric. Res.*, 32: 491-497.
- Lambert, M.G., Jung, G.A., Harpster, H.W., Lee, J. (1989c). Forage shrubs in North Island hill country. 4. Chemical composition and conclusions. *New Zealand J. Agric. Res.*, 32: 499-506.
- Le Houérou, H. (1978). Planting and management methods for browse trees and shrubs. *8th World Forest Congr.* Jakarta, Indonesia.
- Lefroy, E.C., Dann, P.R., Wildin, J.H., Wesley-Smith, R.N., McGowan, A. A. (1992). Trees and shrubs as sources of fodder in Australia. *Agrofor. Syst.*, 20: 117-139.
- León-Barrios, M., Gutiérrez-Navarro, A., Pérez-Galdona, R., Corzo, J., (1991). Characterization of Canary Island isolates of *Bradyrhizobium* sp. (*Chamecytismus proliferus*). *Soil Biol. Biochem.*, 23: 487-489.

- León, J., Hernández, J., Marzol, M., Criado, C. (1987). *Mapa hidrológico de Canarias*. Consejería de Obras Públicas, Gobierno de Canarias.
- Leopold, A. (1933). *Game management*. Charles Scribner's Sons, New York (USA).
- Lin, C., Coleman, N.T. (1960). The measurement of exchangeable Al in soils and clays. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 24: 444-446.
- Logan, L. ed. (1982). *Tree lucerne in New Zealand*. Crop Research Division. Department of Scientific and Industrial Research, Christchurch, New Zealand.
- Loneragan, J.F. (1973). Mineral absorption and its relation to the mineral composition of herbage. En: *Chemistry and Biochemistry of herbage*. 2:103-125. Butler, G.W. y Bailey, R.W. (Eds.). Academic Press. London (UK).
- Loneragan, J.F. 1975. The availability and absorption of trace elements in soil-plant systems and their relation to movement and concentration of trace elements in plants. En: *Trace elements in soil-plant-animal systems*. 109-134. Nicholas, D.J.D. y Egan, A.R. (Eds.). Academic Press. New York (USA).
- López Bermúdez, F., Albaladejo, J. (1990). Factores ambientales de la degradación del suelo en el área mediterránea. En: *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*. 15-45. Albaladejo, J., Stocking, M.A., y Díaz, E. (Eds.). CSIC, Murcia.
- Lossaint, P. (1967). Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de la pédosphère en région méditerranéenne dans le cadre du PBI. Programme et description des stations. *Oecol. Plant.*, 4: 341-366.
- Loué, A. (1988). *Los microelementos en agricultura*. Mundi-Prensa. Madrid.
- LUCDEME (1981-2001). *20 Años de Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo*. Ministerio de Medio Ambiente (DG de Conservación de la Naturaleza), Madrid.
- Lucía Sauquillo, V., Arco-Aguilar, M.J., Acebes-Ginovés, J.R., Pérez de Paz, P.L., Wilpredt de la Torre, W. (1994). Contribución al estudio de plantas canarias con interés ornamental. II. *Vieraea*, 23: 73-107.
- Lyttleton, J.M. 1973. Proteins and nucleic acids. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. 1: 63-103. Butler, G. W. y Bailey, R.W. (Eds). Academic Press. London (UK).
- Marrs, R.H., Roberts, R.D., Skeffington, R.A., Bradshaw, A.D. (1981). Nitrogen and the development of ecosystems. En: *Nitrogen as an Ecological Factor*. Lee, J.A., McNeill, S. y Rorison, I.H. (Eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford (UK).
- Martin, J.N., Watt, J.R. (1944). The strophiole and other seeds structures associated with hardness in *Melilotus alba L.* and *Melilotus officinalis Willd.* *Iowa St. J. Sci.*, 18: 457-469.

- Martínez, A., Argamenteira, A., Roza, B. (2000). Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. Bragança ( Portugal)- A Coruña, Lugo (España), 493-498.
- Mathieu, C., Pieltain, F. (1998). *Analyse Physique des Sols. Méthodes choisies*. Lavoisier. Tec. Coc. Paris (France).
- Mattinson, B.C., Oldham, C.M. (1989). Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), an evergreen fodder tree, in grazing systems of mediterranean type climates. 3. Economic analysis. XVII *International Grassland Congress*, Nice, France, 1293-1294.
- McArthur, C., Robbins, C.T., Hagerman, A.E., Hanley, T.A. (1993). Diet selection by a ruminant generalist browse in relation to plant chemistry. *Can. J. Zool.*, 71: 2236-2243.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. (1988). *Nutrición Animal*. Acribia. Zaragoza.
- McDowell, L.R. (Ed.) (1985). *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates*. Academic Press. Orlando, Florida, (USA).
- McDowell, L.R., Conrad, J.H., Glen Hembry, F., Rojas, L.X., Valle, G., Velásquez, J., (1993). *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Departamento de Zootecnia. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida, Gainesville (USA).
- McGowan, A.A. (1991). The role of trees and shrubs as sources of fodder in Victoria. En: *Proceedings, the role of trees in Sustainable Agriculture*. Bureau of Rural Resources, Canberra, Australia.
- McGowan, A.A., Mathews, G.L. (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.
- McGowan, A.A., Robinson, I., Moate, P. (1988). Comparison of liveweight gain and mineral metabolism of sheep fed pasture or Tagasaste. *Proceedings of the Society of Animal Production*, 17: 230-233.
- McLeod, M.N. (1973). The digestibility and the nitrogen phosphorus and ash content of the leaves of some Australian trees and shrubs. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 13: 245-250.
- Mederos Molina, S., Rodríguez Méndez, B. López Carreño, I. (1995). Multiplicación vegetativa *in vitro* del tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link subsp. *proliferus* (Crist) var. *palmensis*. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*. Tenerife, 213-215.
- Méndez, P. (1992). Evaluación agronómica de forrajeras endémicas de Canarias. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP*. Pamplona, 71-75.

- Méndez, P. (1993a). Recursos Forrajeros Arbustivos. En: *Texto del primer curso de ganado caprino*. 61-71. Centro de Investigación y Tecnología Agrarias, Gobierno de Canarias.
- Méndez, P. (1993b). Forage potential of Canary Islands legumes. Management of Mediterranean Shrublands and Related Forage Resources. *FAO, Reur Technical Series*, 28: 141-144.
- Méndez, P., Almeida, J., (1997). Palatabilidad para caprino de cuatro taxa infraespecíficos de *Chamaecytisus proliferus* (L.fil) Link (tagasaste y escobones). *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*. Sevilla, 301-307.
- Méndez, P., Fernández, M. (1992). La producción forrajera en las Islas Canarias. *El Campo*, 124: 66-70.
- Menzies, A., Bay, S., Little, R.D. (1985). Management and utilization of tagasaste. En: *Fodder trces: A summary of current research in New Zealand*. 33-34. Logan, L.A. y Radcliffe, J.E. (Eds). Crop Research Division DSIR, Christchurch (New Zealand).
- Milford, R., Minson, D.J. (1966). En: *Tropical Pastures*. Davies, W. y Skidmore, C.L. (Eds): pp 106-114. Faber and Faber. London. (citado por Crowder, 1985).
- Milthorpe, P.L., Dann, P.R. (1991). Production from tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) at four contrasting sites in New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric.*, 31: 639-644.
- Minson, D.J. (1982). Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. En: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. 167-182. Hacker, J. B. (Ed.). CAB Farnham Royal (UK).
- Mole, S., Waterman, P.G. (1987). Tannins as antifeedants to mammalian herbivores: still an open question?. En: *Allelochemicals; Role in Agriculture and Forestry*. 572-587. Waller, G.R. (Ed). American Chemical Society. Washington DC (USA).
- Mortvedt, J.J., Giordano, P.M., Lindsay, W.L. (1972). *Micronutrients in Agriculture*. Soil Science Society of America. Inc. Madison (USA).
- MUNSELL (1998). *Munsell Soil color charts*. New Windsor. New York (USA).
- Navarro, S., Navarro G. (1984). *Temas de Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Academia SL. León.
- Norton, B.W. (1982). Differences between species in forage quality. En: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. 89-110. Hacker, J.B. (Ed.). CAB Farnham Royal (UK).
- Oldham, C., Allen, G., Moore, P., Mattinson, B. (1991). Animal production from tagasaste growing in deep sands in a 450 mm winter rainfall zone. *J. Agric.*, 32: 24-30.

- Olea, L., Paredes, J., Verdasco, M<sup>a</sup>.P. (1993a). Caracterización y posibilidades de introducción en el S.O. de la península Ibérica del material vegetal de tagasaste (*Chamecytusus palmensis*, K.) de las Islas Canarias. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*. Ciudad Real, 211-218.
- Olea, L., Paredes, J., Santos, A. (1993b). Establishment and management of fodder and shrubs plantations. *Third Annual Group Meeting. Proj. CE n° 0030*. Montpellier.
- Olivares, A., Castillo, M., Polzenius, G. (1988). Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven*. II: Influencia en la estrata herbácea. *Rev. Avances Prod. Anim.*, 13: 23-35.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L. (1954). Estimation of available P in soils by extraction with sodium bicarbonate. Circular n° 939 USDA (USA).
- Papanastasis, V.P. (1987). Multipurpose woody plants for the mediterranean arid zone of Greece. En: *Les espèces à usages multiples des zones arides méditerranéennes*. Report EUR 117700. Luxembourg, 73-91.
- Pearson, C.J., Ison, R.L. (1987). Vegetative Growth. En: *Agronomy of Grassland Systems*. 28-47. Pearson, C.J. y Ison, R.L. (Eds). Cambridge University Press. Cambridge (UK).
- Pérez de Paz, P.L, Arco-Aguilar, M.J., Acebes-Ginovés, J.R., Wilpredt de la Torre, W. (1986). *Leguminosas Forrajeras de Canarias: Escobón (Chamaecytusus proliferus ssp. proliferus), tagasaste (Chamaecytusus proliferus ssp. palmensis), retamón (Teline canariensis), gacia (Teline stenopetala var. stenopetala)*. Museo Insular de Ciencias Naturales. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, Sta. Cruz de Tenerife.
- Poli, E., Leonardi, S., Bella, R. (1974). Produzione di lettiera nella lecceta del M. Minardo (Etna) nel periodo Settembre 1970 Giugno 1974. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*. Vol. I, 4<sup>a</sup> Serie. Vol. XIX. Fasc. II-IV.
- Pratt, P.F., Bair, F.L. (1961). A comparison of three reagents for the extraction of aluminum from soils. *Soil Sci.*, 91: 357-359.
- Puerto Martín, A., Rico Rodríguez, M., García Criado, B., Rivero Martín, J.M. (1981). Análisis de una serie sucesional de pastizales con particular referencia a las fracciones constituyentes y calidad nutritiva del material vegetal. *Pastos*, 11: 327-339.
- Rapp, M. (1967). Production de litiere et apport au sol d'éléments minéraux et d'azote dans un bois de pins d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecol. Plant.*, 2: 325-338.
- Rapp, M. (1969). Production de litiere et apport au sol d'éléments minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens: la forêt de *Quercus ilex* L., *Quercus lanuginosa* Lamk. et *Pinus halepensis* Mill. *Oecol. Plant.*, 4: 71-92.
- Rapp, M. (1971). *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. Ed. CNRS (Francia).

- Reghunath, B.R., Francisco-Ortega, J., Newbury, H. J., Ford-Lloyd, B. 1993. Methods for increasing the efficiency of seed germination in the fodder legumes tagasaste and escobón (*Chamaecytisus proliferus* (L.fil.) Link *sensu lato*). *Seed Sci. Technol.*, 21: 225-235.
- Reid, R.L., Horvath, D.J. (1980). Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 5: 95-167.
- Reitemeier, R. F. (1943). Semimicroanalysis of saline soil solutions. *Ind. Eng. Chem., Analyt.*, 15: 393-402.
- Rincón, F., Martínez, B, Ibáñez, V. (1998). Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by the biotype factor. *J. Sci. Food Agric.*, 78: 382-388.
- Rittenhouse, L.R., Sneva, F.A. (1977). A technique for estimating big sagebrush production. *J. Range Manage.*, 30: 67-70.
- Rivas Martínez, S. (1987). *Mapa de las series de vegetación de España [E: 1:400.000]*. ICONA-MAPA. Madrid.
- Rivas Martínez, S., Wildpret de la Torre, W., Díaz, E., Pérez de Paz, P., Arco M., Rodríguez, O., (1993). Sinopsis de la vegetación de la Isla de Tenerife (Islas Canarias): Guía de la excursión. *Itinera Geobotánica*. Servicio de Publicación de la Universidad de León, 7: 5-167.
- Riveros, E., Argamentaría, A. (1987). Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes I. Forrajes verdes. *Series Prod. Anim.*, 12: 49-58.
- Robbins, C.T., Hanley, T.A., Hagerman, A.E., Hjeljord, O., Baker, D.L. Schwartz, CC., Mautz. W.W. (1987). Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology*, 68: 98-107.
- Rodríguez, A., Jiménez, C. C., Tejedor M.L. (1998a). *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. Geoforma. Logroño.
- Rodríguez, A., Jiménez, C. C., Tejedor M.L. (1998b). Soil degradation and desertification in the Canary Islands. En: *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. 13-22. Rodríguez, A., Jiménez, C.C. y Tejedor M.L. (Eds). Geoforma. Logroño.
- Rodríguez, A., Torres, J.M., Álvarez, A. (1990). Degradación de suelos y desertificación por uso agropecuario en las Islas Canarias (España). Erosión y salinización en las Isla de Fuerteventura. *XI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. La Habana (Cuba).
- Rodríguez, A., Jiménez, C.C., Arbelo, C., Arco-Aguilar, M., Real, F., Mora, J. (2000). *Establecimiento de bases científicas para la regeneración ambiental de suelos degradados*

por desertificación (erosión-salinización) en las Islas Canarias. Memoria del Proyecto de Investigación PI 1997 (BOC 11, 21.01.97). Universidad de La Laguna.

Roza, B., Argamentería, A., (1992). Organic matter digestibility of forages for ruminants. Prediction by sodium chlorite pretreatment in conjunction with enzymatic treatment. *Biotech. Forum Europe*, 9: 294-297.

Russel, A.C. (1985). Effect of nitrogen, phosphate, lime and inoculum on establishment of tagasaste (pot trial). En: *Fodder Trees, a Summary of Current Research in New Zealand*. Logan, L.A., Radcliffe, J.E. (Eds). Research Report n° 106.

Sancha, J.L., Alegre, J., Guerrero, A., Yébenes, L. (1993). Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: II. Digestibilidad e ingestión. *XVIII Jornadas Científicas de la SEOC*. Albacete, 307-312.

Seoane, J. R. (1981). Quality and utilization of forage crops by ruminants. En: *Procc. Nat. Forage Symposium*. 98-106. Canadá.

Sillanpää, M. (1982). *Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study*. FAO Soils Bulletin 48. Roma (Italia).

Slater, C.S. (1957). Cylinder infiltration for determining rates of irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 21: 457.

Snook, C. (1996). *Tagasaste a Productive Browse Shrub for Sustainable Agriculture*. 2ª Ed. Agrovision. Mansfield (Australia).

Squillace, A.E., Silan, R.R. (1962). *Racial Variation in Ponderosa Pine*. Forest. Sci. Monogr. n° 2. Soc. Amer. Foresters, Washington DC (USA)

Tarjuelo, J.M. (1995). *El riego por aspersión y su tecnología*. Mundi-Prensa. Madrid.

Theander, O., Aman, P. (1980). Chemical composition of some forages and various residues from feeding value determinations. *J. Sci. Food Agric.*, 31: 31-37.

Ulyatt, M.J. (1981). The feeding value of temperate pastures. En: *Grazing Animals*. 125-141. Morley, F.H.W. (Ed). Elsevier Sci. Publ. Co. New York (USA).

Underwood, E.J. (1981). *The mineral nutrition of livestock*. CAB. Farnham Royal, London (UK).

Van Andel, J., Bakker, J.P, Grootjans, A.P. (1993). Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Bot. Neerl.*, 42: 413-433.

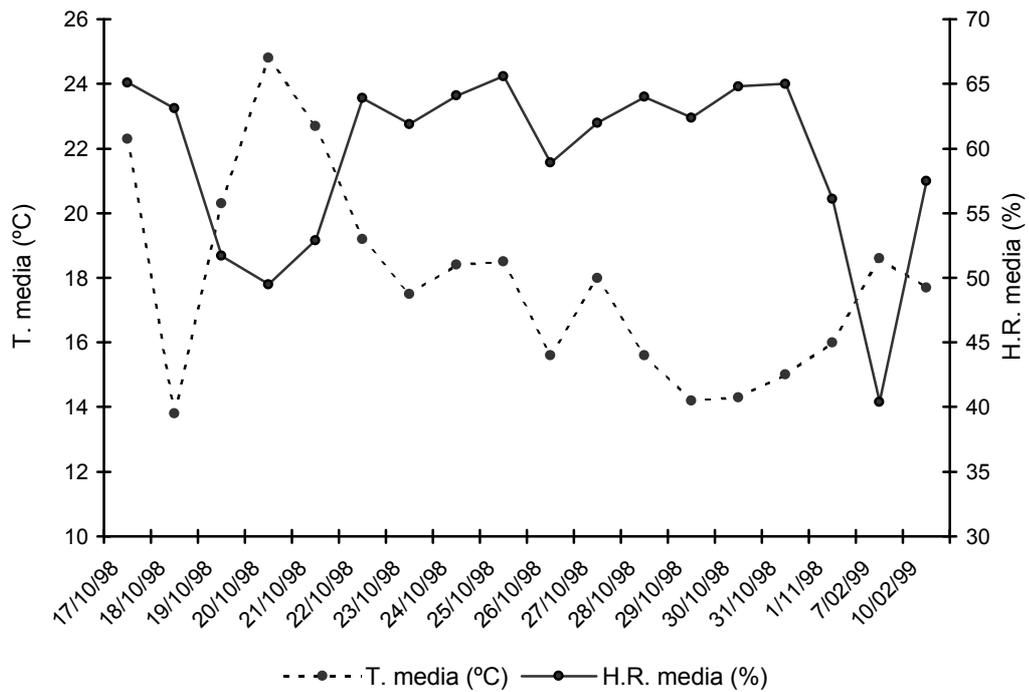
Van Kraayenoord, C.W.S., Hathaway, R.L. (Eds) (1986). *Plant materials handbook for soil conservation. Introduced Plants*. Vol II. Water y Soil Miscellaneous Publication n° 94. Ministry of Works and Development. Wellington (New Zealand).

- Van Soest, P.J. (1982a). *Nutritional Ecology of Ruminants*. O. and B. Books Inc. Oregon (USA).
- Van Soest, P.J. (1982b). *Nutritional Ecology of the ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional strategies, the Cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibers*. University Press. Cornell (USA).
- Van Soest, P.J. (1985). Composition, fiber quality, and nutritive value of forages. En: *Forages. The science of grassland agriculture*. 412-421. Heath, M.E., Barnes, R.F. y Metcalfe, D.S. (Eds.). 3<sup>er</sup> Ed. Iowa State Univ. Press, Ames Iowa (USA).
- Varvikko, T., Khalili, H. (1993). Wilted tagasaste (*Chamecystis palmensis*) forage as a replacement for a concentrate supplement for lactating crossbred Friesian X Zebu (Boran) dairy cows fed low-quality native hay. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 40: 239-250.
- Ventura, M. R. (1997). *Valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios*. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Watanabe, F.S., Olsen, S.R. (1965). Test of an ascorbic acid method for determining P in water and NaHCO<sub>3</sub>, extract from soil. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, 29: 667-668.
- Waughman, G.J., Bellamy, D.J. (1981). Movement of cations in some plant species prior to leaf senescence. *Ann. Bot.*, 47: 141-145.
- Welch, B.L. (1994). Rangeland shrubs. *Encyclopedia of Agricultural Science*, 3: 575-585.
- Whitehead, D.C. (1966). *Nutrient minerals in grassland*. Mimeogr. Publ., nº 1, Commonw. Bur. Pastures Field Crops, Hurley, Berkshire (UK).
- Wills, B.J., Begg, J.S.C., Foote, A.G. (1989). *Dorycnium* species. Two new legumes with potential for dryland pasture rejuvenation and resource conservation in New Zealand. *Proc. New Zealand Grassl. Assoc.*, 50: 169-174.
- Woodfield, D.R., Forde, M.B. (1987). Genetic variability within tagasaste. *Proc. New Zealand Grassl. Assoc.*, 48: 103-108.
- Yáñez, J. (1989). Análisis de suelos y su interpretación. *Horticultura*, 49: 75-89.

## **ANEJOS**

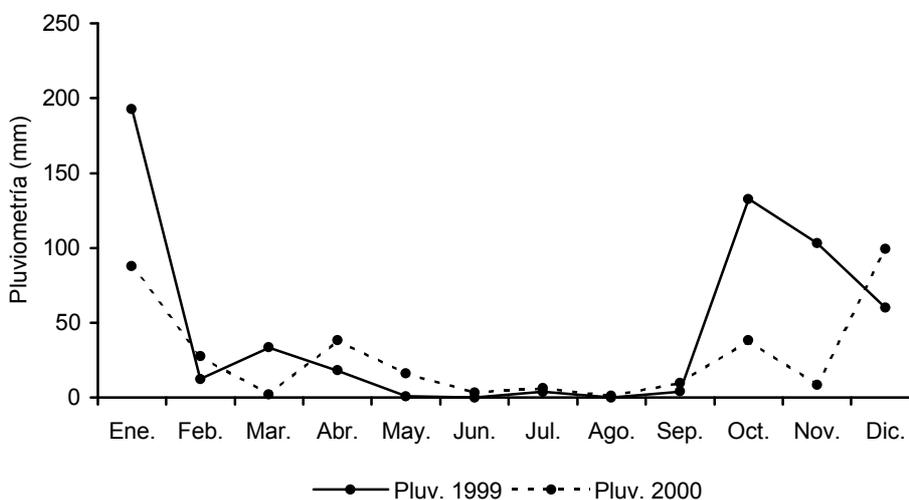
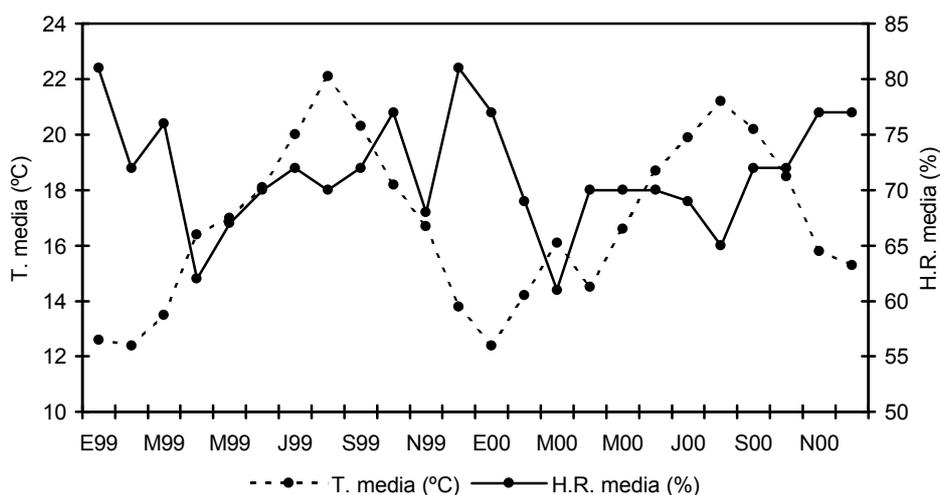
ANEJO 1. Datos climáticos registrados en el invernadero donde estuvieron las plántulas del 10/10/98 al 10/02/99.

Fecha	Temperatura (°C)			H.R. (%)		
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
17/10/98	22.3	28.6	16.0	65.1	87.1	43.1
18/10/98	13.8	20.9	6.6	63.1	87.1	28.9
19/10/98	20.3	30.3	10.4	51.7	84.2	19.1
20/10/98	24.8	35.3	14.3	49.5	73.2	25.7
21/10/98	22.7	33.0	12.4	52.9	80.5	25.4
22/10/98	19.2	27.4	11.1	63.9	91.3	36.4
23/10/98	17.5	25.0	10.1	61.9	91.4	32.4
24/10/98	18.4	26.1	10.6	64.1	91.9	36.2
25/10/98	18.5	26.4	10.5	65.6	91.4	39.9
26/10/98	15.6	21.9	9.4	58.9	80.4	37.4
27/10/98	18.0	27.4	8.6	62.0	91.8	32.1
28/10/98	15.6	23.1	8.1	64.0	90.5	37.4
29/10/98	14.2	21.2	7.1	62.4	88.2	36.6
30/10/98	14.3	21.4	7.3	64.8	94.0	35.5
31/10/98	15.0	24.1	6.0	65.0	94.3	35.6
1/11/98	16.0	23.9	8.1	56.1	81.7	30.5
7/02/99	18.6	27.7	9.4	40.4	67.6	13.1
10/02/99	17.7	27.5	7.8	57.5	90.7	24.3
Media	17.9	26.2	9.7	59.4	86.5	31.6



ANEJO 2. Datos climáticos de la estación de Los Rodeos-Aeropuerto Tenerife Norte- (La Laguna, 617 msm), aportados por el INM durante los años 1999 y 2000.

	1999					2000						
	Temperatura (°C)			H.R. (%)	P. (mm)	Temperatura (°C)			H.R. (%)	P. (mm)		
	Med.	Máx.	Mín.			Med.	Máx.	Mín.				
Enero	12.6	15.1	10.0	81.0	192.8	12.4	15.4	9.5	77.0	87.9		
Febrero	12.4	15.4	9.5	72.0	12.3	14.2	18.0	10.4	69.0	27.7		
Marzo	13.5	17.0	10.0	76.0	33.4	16.1	20.5	11.8	61.0	2.2		
Abril	16.4	21.2	11.6	62.0	18.2	14.5	18.6	10.3	70.0	38.1		
Mayo	17.0	22.0	12.1	67.0	0.8	16.6	20.9	12.3	70.0	15.9		
Junio	18.1	22.3	14.0	70.0	0.0	18.7	23.2	14.1	70.0	3.5		
Julio	20.0	24.0	16.0	72.0	3.9	19.9	24.8	15.1	69.0	6.2		
Agosto	22.1	26.4	17.8	70.0	0.0	21.2	26.4	16.0	65.0	1.0		
Septiembre	20.3	24.1	16.4	72.0	4.1	20.2	24.9	15.5	72.0	9.8		
Octubre	18.2	21.6	14.9	77.0	132.7	18.5	22.1	14.9	72.0	38.1		
Noviembre	16.7	19.4	14.0	68.0	103.3	15.8	18.8	12.8	77.0	8.5		
Diciembre	13.8	16.3	11.3	81.0	60.0	15.3	18.7	11.8	77.0	99.1		
TOTAL						561.5						338.0



ANEJO 3. Datos climáticos de la estación de El Helecho -El Bueno- (Arico, 931 msm), aportados por el Cabildo Insular de Tenerife durante los años 1999 y 2000.

	1999					2000						
	Temperatura (°C)			H.R. (%)	P. (mm)	Temperatura (°C)			H.R. (%)	P. (mm)		
	Med.	Máx.	Mín.			Med.	Máx.	Mín.				
Enero	10.6	15.0	7.8	74.2	100.8	10.1	13.4	7.6	69.0	43.9		
Febrero	9.6	13.1	6.7	69.5	2.6	14.1	17.7	10.5	44.5	36.9		
Marzo	10.7	14.1	7.8	75.9	45.6	15.2	18.7	11.8	48.6	1.4		
Abril	15.6	19.3	12.0	51.5	4.0	11.7	15.7	8.3	72.2	7.4		
Mayo	15.6	19.3	11.9	61.5	13.3	13.8	17.8	10.6	74.2	19.9		
Junio	17.8	21.5	13.9	58.6	0.0	19.8	24.1	15.5	50.1	1.0		
Julio	21.5	25.5	16.6	51.5	0.2	21.5	26.3	16.6	57.7	0.1		
Agosto	22.1	25.9	18.2	56.7	2.2	21.9	26.0	17.9	51.7	2.3		
Septiembre	17.3	21.3	14.1	75.0	3.0	19.4	23.5	15.5	59.7	1.6		
Octubre	15.3	18.7	12.6	76.9	69.1	16.4	20.3	13.1	64.6	0.3		
Noviembre	14.5	18.0	11.7	72.5	41.2	13.5	17.1	10.5	72.6	10.9		
Diciembre	11.7	14.8	9.0	77.7	80.7	13.5	17.5	9.9	62.0	6.0		
TOTAL						362.7						131.7

