



El Tagasaste en Chile

Editores:

Carlos Ovalle M.
Alejandro Fraga S.
Fernando Fernández E.
Julia Avendaño R.
Katherine Cortés B.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN QUILAMAPU

CHILLÁN, CHILE, MAYO 1999

Editores

Carlos Ovalle M.
Alejandro Fraga S.
Fernando Fernández E.
Julia Avendaño R.
Katherine Cortés B.

Diseño y Diagramación
Ricardo González T.

Impresión
Impresora Trama

Se autoriza la reproducción de este material con la
obligación de citar autor y fuente



Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilamapu
Avenida Vicente Méndez 515 – Casilla 426

<http://www.inia.cl/quilamapu>

Tel. 56-42-209500 Fax 56-42-275406

Chillán – Chile

DEDICATORIA

Queremos dedicar esta obra a nuestro recordado colega y amigo señor Luís Alberto Neira E. (Q.E.P.D.), quién participó activamente y apoyó siempre con particular entusiasmo los trabajos de investigación. Sin la contribución de Luís Alberto, los trabajos con tagasate en Arauco difícilmente pudieran haberse realizado con tal calidad y acuciosidad. Esta contribución es parte de su vasta obra en favor de la agricultura y ganadería de la provincia de Arauco.

Los autores

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, quién financió el proyecto « Adaptación e Introducción del Tagasate o Alfalfa Arbórea en Áreas de Secano Mediterráneo de Chile Central ».-

A la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), quién financió una gira de captura tecnológica relacionada con la producción, manejo y utilización de tagasate en Australia.-

A l Gobierno Regional y a la Secretaría Ministerial de Agricultura de la VIII Región por el apoyo financiero para los trabajos con tagasate en la provincia de Arauco.-

A l programa ECOS - CONICYT, que permitió la traída de expertos extranjeros.-

A l equipo técnico y de apoyo en terreno del Centro Experimental Cauquenes y del CRI Quilamapu, en especial a Teresa Aravena, José Cáres, Cesar Norambuena, María Elena Díaz y Luís Alarcón.-

A los técnicos de las empresas de transferencia de tecnología que contribuyeron a la difusión de esta nueva alternativa forrajera.-

A todos los agricultores de la zona de secano que facilitaron sus predios para el desarrollo del proyecto.

El Tagasate en Chile

Autores

INIA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Centro Regional de Investigación Quilamapu

*Carlos Ovalle M.
Alejandro Fraga S.
Susana Arredondo S.
Germán Klee G.
Ernesto Jahn B.
Victor Kramm M.
Roberto Velasco H.
Katherine Cortés B.*

Centro Regional de Investigación Carillanca

Oriella Romero Y.

Centro Experimental Cauquenes

*Julia Avendaño R.
Fernando Fernández E.
Teresa Aravena A.*

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN CAMPUS CHILLÁN

*Alejandro del Pozo L.
Luis Longeri S.
Alfonso Herrera O.
Oscar Skewes R.*

CENTRE D'ÉCOLOGIE FONCTIONNELLE ET ÉVOLUTIVE CNRS

James Aronson

TESISTAS

*Felix Blu L.
Juan Carlos Canobbi V.
Felipe Ojeda C.
Marcela Ramirez S.
Cesar Sepúlveda S.*

INDICE

Página

INTRODUCCIÓN

13

I DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN

15

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Origen y dispersión de la especie | 17 |
| 2 | Descripción morfológica | 18 |
| 3 | Adaptación a condiciones de suelo y clima | 18 |

II COMPORTAMIENTO DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE

25

- | | | |
|---|---------------------------------------|----|
| 1 | Sitios de plantación | 27 |
| 2 | Establecimiento de las parcelas | 28 |
| 3 | Sobrevivencia de las plantas | 29 |
| 4 | Crecimiento de las plantas | 32 |
| 5 | Producción de materia seca consumible | 33 |

III GERMINACIÓN Y EMERGENCIA

37

- | | | |
|-----|---|----|
| 1 | Características de la semilla | 39 |
| 2 | Métodos de escarificación | 39 |
| 2.1 | Escarificación en agua hirviendo | 39 |
| 2.2 | Escarificación en ácido sulfúrico concentrado | 41 |
| 2.3 | Escarificación mecánica | 42 |
| 3 | Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste | 43 |

IV VIVERO

47

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas al establecimiento | 49 |
| 2 | Época de siembra del vivero | 50 |
| 3 | Substrato | 51 |
| 4 | Sombreadero | 51 |
| 5 | Cantidad de semilla a utilizar | 51 |
| 6 | Escarificación | 52 |

7	Inoculación	52
8	Riego	52
9	Sanidad	53

V ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA DE TAGASASTE 57

1	Protección de la plantación	59
2	Densidad de plantación	60
3	Efecto del subsolado	60
4	Efecto de la suplementación hídrica	63
5	Uso de gel	65
6	Efecto de la fertilización en el establecimiento	67
7	Efecto del control de malezas	68

VI MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL TAGASASTE 73

1	Altura de poda	75
2	Fertilización de mantención	76
3	Estructura y manejo de los árboles	76
4	Sistemas de utilización con animales	77
5	Intensidad, frecuencia y época de utilización	78
6	Selectividad de los animales	82
7	Palatabilidad	85

VII COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DE LA PLANTA DE TAGASASTE 89

1	Contenido de proteína cruda	91
2	Contenido de Fibra Detergente Ácido, Lignina y Cenizas	92
3	Valor energético	93
4	Minerales	93
5	Contenido de metabolitos secundarios	94
6	Consumo y digestibilidad de nutrientes	96
7	Digestibilidad <i>in vivo</i>	98
7.1	Consumo y variaciones de peso vivo	98
7.2	Digestibilidad de la materia seca y materia orgánica	100
7.3	Digestibilidad de la proteína	101
7.4	Digestibilidad de la fibra detergente ácido	102
7.5	Consumo de energía metabolizable	103

8	Digestibilidad <i>in situ</i>	104
8.1	Digestibilidad de la Materia Seca	104
8.2	Degradabilidad de la Proteína	106
8.3	Degradabilidad de la Fibra Detergente Ácido	108
8.4	Degradabilidad de la Energía metabolizable	109

VIII PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA, UTILIZANDO TAGASASTE Y PRADERAS NATURALES

1	Introducción	115
2	Metodología	115
3	Variaciones y ganancias de peso vivo	116
4	Tipificación de la carne	120

IX EL TAGASASTE COMO ÁRBOL FIJADOR DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO

1	Producción de biomasa	125
2	Nodulación	126
3	Contenido de nitrógeno	127
4	Acumulación de nitrógeno total y derivado de la atmósfera	127
5	Fijación biológica de nitrógeno	128

X EVALUACIÓN ECONÓMICA

1	Costos de establecimiento	133
2	Costos de mantención	135
3	Evaluación económica de un sistema de producción de carne bovina	136

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El tagasaste, también denominado «alfalfa arbórea» por sus hojas parecidas a esa planta forrajera, es una leguminosa arbustiva, originaria del archipiélago español de Canarias, donde es reconocido localmente como el cultivo forrajero de mayor importancia, con plantaciones de más de 4.000 hectáreas solo en la isla de La Palma. Colectado en Canarias por botánicos del Royal Botanic Gardens, Kew, Inglaterra, fue llevado a varias colonias inglesas, llegando al sur de Australia en 1879 donde se naturalizó en poco tiempo. Sin embargo, no fue sino hasta la década de los años 50 cuando se comenzó a estudiar su utilización como fuente de forraje.

En Chile, a pesar que la introducción de la especie se realizó en los años 50, o quizás previamente, los primeros trabajos en el ámbito forrajero comenzaron en 1988 en el Centro Experimental Cauquenes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), como parte de un proyecto de investigación, búsqueda y selección de arbustos y árboles forrajeros, que pudieran integrarse a los sistemas de producción ganadera del área de secano, donde la producción y la calidad de las praderas anuales es muy baja y estacional.

Los primeras plantaciones se realizaron en el área de Cauquenes (en el año 1993), en donde se comprobó un buen comportamiento productivo y resistencia a la severa sequía estival que caracteriza a esa zona.

Posteriormente, se iniciaron trabajos en la provincia de Arauco con financiamiento del gobierno de la VIII Región, orientados al uso del tagasaste como recurso invernal para cría de toretes y novillos, en donde se encontró un alto potencial productivo con animales en suelos de terrazas marinas.

Paralelamente, la **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**, del Ministerio de Agricultura, financió un proyecto de cuatro años de duración para estudiar el comportamiento del tagasaste en toda el área mediterránea, desde Navidad (VI Región) hasta Puerto Saavedra (IX Región), y desarrollar la tecnología para el establecimiento, manejo y utilización de la especie.

En la presente publicación, nos complace presentar una síntesis de los principales resultados obtenidos en este proyecto, los cuales, esperamos, contribuyan a la difusión de esta nueva tecnología, destinada a mejorar la producción ganadera en esta extensa área de nuestro país.

C A P Í T U L O

I

DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN

Alejandro Fraga S.

Katherine Cortés B.

Carlos Ovalle M.

1.- Origen y dispersión de la especie

El tagasaste pertenece a la familia Fabaceae, subfamilia Papilionaceae, especie *Chamaecytisus proliferus* (L.Fil.)Link, que se encuentra representada en las Islas Canarias, endémica de las islas occidentales y centrales (El Hierro, Gomera, Tenerife y Gran Canaria). Forma 3 subespecies y 5 variedades, distribuidas en un amplio rango altitudinal, y se desarrolla preferentemente, en el bioclima mediterráneo subhúmedo y seco. Dentro de este género, se encuentra la especie *Chamaecytisus proliferus* (L.Fil.)Link subsp. *proliferus* var *palmensis* (n.c. tagasaste) que es endémica de la Isla de la Palma. El tagasaste fue introducido y cultivado, posteriormente, en las restantes islas occidentales y centrales y, hacia fines del siglo fue llevado a Australia donde a partir de los años 50 se ha incorporado con éxito en sistemas ganaderos en áreas mediterráneas de secano. (Foto 1)

El germoplasma de tagasaste con el cual se está trabajando actualmente en el país fue introducido como semilla en el año 1988 desde Australia, y en el año 1991 desde Nueva Zelanda; por el **Centro Experimental Cauquenes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (INIA)**. El origen de las semillas fue la compañía australiana Phoenix Seeds y donaciones efectuadas por el Sr. Laurence Snook, de Western Australia. En 1991, ingresaron al programa 15 nuevas procedencias del DSIR Grasslands División, Canterbury, de Nueva Zelanda. Además, se consiguió una cepa de rizobios apropiada para el tagasaste con la misma empresa australiana.

Sin embargo, la introducción de la especie al país es muy anterior a las fechas mencionadas. El tagasaste ya era mencionado como especie forrajera en el libro de agricultura de Opazo (1930); además, existen ejemplares de al menos 50 años de edad en la VI región en la comuna de Paredones, en el predio "San Francisco" de propiedad de la familia Montero. Posteriormente el señor Homero Alvarez en la década del 80 también realizó introducciones desde Australia para su utilización en la V región del país.

2.- Descripción morfológica

Micro o nano fanerófito de 2 a 4 m de altura. Ramas alternas glabrescentes y ramas jóvenes axilares más o menos acostilladas. Hojas verde grisáceas de las que nacen las ramas floríferas. Las hojas son trifoliadas, alternas, sin estípulas y pecioladas. Folíolos lanceolados, elípticos a oblanceolados. Limbo más o menos plano, ápice agudo, base aguda. Haz glabro o glabriúscula en los más jóvenes. Envés esparcidamente seríceo. Inflorescencias en pseudorracimos subumbeliformes sobre cortas ramillas floríferas axilares, de 4 a 12 mm, con 3 a 7 flores. Estas inflorescencias se disponen tanto en el extremo terminal de ramas floríferas como a lo largo de ellas.

Flores de 16-25 mm blanquecinas, con las venas del estandarte bien marcadas, pediceladas. Una bráctea calicinal, linear aguda, pelosísima externamente, de 5 a 11 mm. Cáliz tubuloso y corola blanquecina. Estandarte con limbo más o menos orbicular a anchamente ovalado. Dorso con pelos más abundantes en el nervio medio. Diez estambres monadelfos, con anteras basifijas y dorsifijas alternativamente. Ovario de 8 a 12 x 1,3 a 2 mm más o menos comprimido, seríceo. Estilo filiforme incurvado hacia la mitad y glabro. Estigma terminal, papiloso, capitado y ligeramente oblicuo.

Legumbre dehiscente, sésil, linear oblonga, más o menos arqueada, negruzca con nerviación transversal marcada, apiculada con 2 a 13 semillas desarrolladas. Semillas ovoide-cilíndricas, negro brillantes con peso medio de 21 a 28 mg. (Fotos 2, 3 y 4)

3.- Adaptación a condiciones de suelo y clima

El tagasaste crece en áreas de clima mediterráneo con precipitaciones anuales que fluctúan entre los 500 y 700 mm y altitudes que van desde 400 a 1.200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Soporta estaciones secas de 4 a 5 meses, similares a lo que ocurre en nuestras áreas de secano de la VII y VIII regiones del país. Requiere de suelos con buen drenaje que van desde texturas arenosas hasta franco arcillosas, además de suelos bien drenados, con un rango de pH entre 5 y 7. La planta

posee raíces profundas que facilitan el establecimiento en suelos degradados y su supervivencia en veranos secos. Desde el punto de vista térmico, se desarrolla en áreas con temperaturas que van desde 5 a 15 °C en invierno y entre 20 y 30 °C en verano.



Foto 1. Plantación de tagasate en hileras dobles. Perth, Australia.

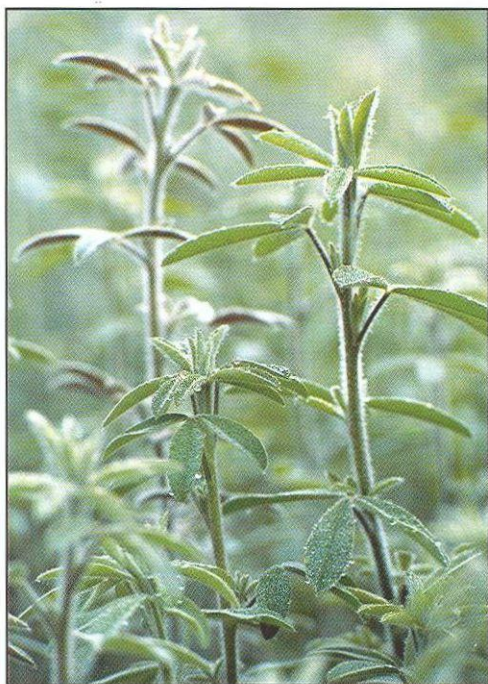


Foto 2. Ramillas y hojas de tagasate

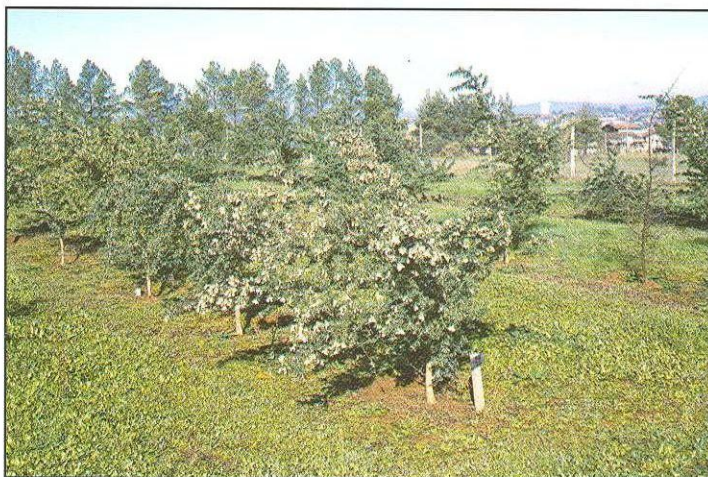


Foto 3. Plantas en período de floración.



Foto 4. Vainas de tagasaste.

C A P Í T U L O

II

**COMPORTAMIENTO DEL TAGASASTE
EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE
SECANO MEDITERRÁNEO DE
CHILE**

*Alejandro Fraga S.
Fernando Fernández E.
Oriella Romero Y.
Carlos Ovalle M.*

1.- Sitios de plantación

Para estudiar el comportamiento en las condiciones agroclimáticas de Chile, se estableció una red de 22 parcelas de introducción entre la VI y la IX región (Figura 1 y Cuadro 1), en diversas condiciones de clima y suelo, abarcando las principales zonas ganaderas del secano mediterráneo.

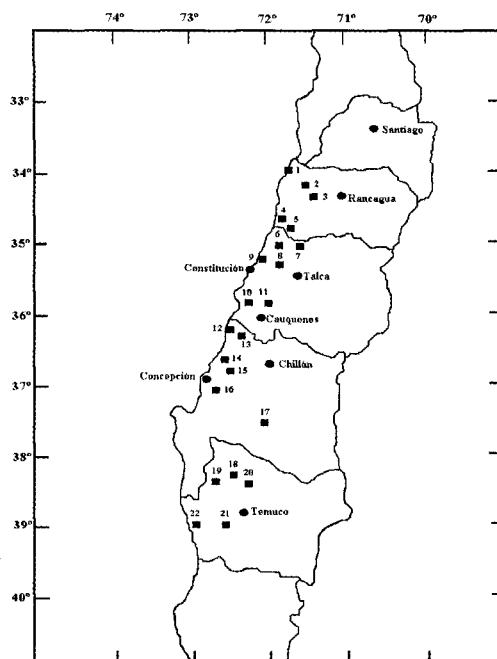


Figura 1. Sitios de plantación de tagasate en la zona mediterránea de Chile.

Cuadro 1. Ubicación de los 22 sitios de plantación de la red de introducción de tagasaste.

Nº	REGIÓN	LOCALIDAD	SECTOR	ZONA
1	VI	Navidad	Centinela	Secano Costero
2	VI	Litueche	Sta. Mónica	Secano Interior
3	VI	Marchigüe	El Portezuelo	Secano Interior
4	VI	Lo Valdivia	Lo Valdivia	Secano Costero
5	VI	Paredones	Panilongo	Secano Interior
6	VII	Llico	Los Cardos	Secano Costero
7	VII	Hualañé	Los Coipos	Secano Interior
8	VII	Curepto	Paraguay	Secano Interior
9	VII	Curepto	La Trinchera	Secano Costero
10	VII	Chanco	Loanco	Secano Costero
11	VII	Cauquenes	Name	Secano Interior
12	VIII	Trehuaco	Pachagua	Secano Interior
13	VIII	Cobquecura	Las Achiras	Secano Costero
14	VIII	Cobquecura	Colmuyao	Secano Costero
15	VIII	Florida	Florida	Secano Interior
16	VIII	Concepción	Hualqui	Secano Interior
17	VIII	Los Angeles	Arenas	Secano Interior
18	IX	Purén	El Lingue	Secano Interior
19	IX	Los Sauces	Guindo Grande	Secano Interior
20	IX	Los Sauces	Huadaba	Secano Interior
21	IX	Nueva Imperial	Entre Ríos	Secano Interior
22	IX	Pto. Domínguez	Pto. Domínguez	Secano Interior

2.- Establecimiento de las parcelas

Los trabajos se iniciaron en el mes de enero de 1995, con el establecimiento de un vivero de 8000 plantas. Las plantaciones fueron efectuadas entre los meses de junio y agosto de 1995, y la distancia de plantación fue variable en función de la pluviometría de la zona. Así es como en el secano interior de la VI y VII regiones, y en el de la costa de la VI región, se plantó a 4 x 1,5 m, mientras que en el secano costero de la VII región al sur y del interior de la VIII, esta distancia fue de 4 x 1 m.

En los lugares que fue necesario, se realizaron riegos de establecimiento mensuales con 20 litros de agua por planta. Anualmente y con posterioridad a las evaluaciones, se realizó una poda de todas las ramas que se encontraban por sobre 80 cm desde el suelo.

3.- Sobrevivencia de las plantas

Durante la primera temporada, se evaluó la sobrevivencia de las plantas a los períodos críticos de invierno y verano, para de esta manera, ir configurando de forma más acuciosa la posible zona de distribución del tagasate en nuestro país. Los datos obtenidos (Cuadro 2) reflejan que:

- Los sitios de plantación ubicados en el secano costero de la zona comprendida entre la VI y VIII regiones, presentaron los más altos porcentajes de sobrevivencia invernial, principalmente debido a que en dichos lugares las temperaturas medias del período invernial son más altas que en el resto de los sitios. Esto es atribuible a la influencia moderadora que tiene el mar sobre el clima del litoral chileno.
- La sobrevivencia al período estival presenta un cuadro muy similar al de la invernial, con mayores porcentajes en las zonas ubicadas en los secanos costeros. Esto se debe, a que en dichas localidades existe un régimen de precipitaciones anuales mayor al de las zonas de secano interior y, nuevamente por influencia moderadora del mar, la evapotranspiración en el secano costero es menor.

En la parcela ubicada en Los Angeles, sobre suelos de arenales de Bíobío, durante el primer año se realizaron riegos por inundación, produciéndose las condiciones para un fuerte ataque por *Phytophthora*, con la consiguiente muerte de la totalidad de las plantas.

Durante el invierno en las localidades de La Trinchera, VII región, y Huadaba, IX región, se presentaron excesos de humedad a nivel de las raíces, debido a la textura arcillosa de los suelos. Por otro lado, una sequía prolongada durante el primer verano de la plantación, produjo una alta mortalidad de plantas como ocurrió, también, en Litueche, Marchigüe y Los Coipos, en la VI región (Cuadro 2).

Cuadro 2. Supervivencia (%) de plantas de tagasaste después del primer invierno (1995) y primer verano (1996) en los 22 sitios de plantación.

N�	Latitud (�)	Longitud (�)	Localidad	Supervivencia invernal (%)	Supervivencia estival (%)
1	33.58	71.53	Navidad	100	99
2	34.10	71.46	Litueche	88	58
3	34.20	71.36	Marchigüe	78	60
4	34.41	71.53	Paredones	100	99
5	34.51	71.57	Llico	93	82
6	34.57	71.42	Los Coipos	95	64
7	35.03	72.02	Curepto	94	90
8	35.05	72.12	La Trinchera	10	*
9	35.40	72.03	Lo Valdivia	94	88
10	35.40	72.34	Chanco	100	100
11	35.55	72.13	Name	97	95
12	36.13	72.48	Las Achiras	87	71
13	36.13	72.48	Colmuyao	100	97
14	36.31	72.43	Trehuaco	81	70
15	36.46	72.37	Florida	97	64
16	36.50	72.35	Hualqui	100	83
17	37.23	72.17	Los Angeles	0 ¹	81
18	37.55	72.53	Guindo Grande	78	54
19	38.00	72.46	Guadaba	35	15
20	38.04	72.58	Pur�n	*	56
21	38.46	72.50	Nueva Imperial	43	76
22	38.48	73.17	Pto. Domínguez	50	75

(*) No se evaluó, 1= se replant 

Es importante destacar que los datos presentados hasta este punto, son los obtenidos de evaluaciones de la primera temporada. En ese sentido, adquiere gran importancia conocer la situación de las parcelas de introducción en las temporadas posteriores, debido a que la supervivencia de las plantas queda sujeta, también, a otros factores no menos importantes como, por ejemplo, la presencia de plagas y/o enfermedades que pudieran afectar las plantaciones en las distintas zonas de introducción. Por esta razón, se presenta el Cuadro 3 donde se muestra la situación de las parcelas en el tercer año.

Cuadro 3. Situación al tercer año (noviembre de 1998) de los 22 sitios de plantación de la red de introducción de tagasaste.

REGIÓN	LOCALIDAD	SECTOR	ESTADO DE LA PLANTACIÓN	CAUSA MORTALIDAD
VI	Navidad	Centinela	Sobrevivencia > 90%	-
VI	Litueche	Sta. Mónica	Muerte plantas	Mal drenaje, textura suelo
VI	Marchigüe	El Portezuelo	Muerte plantas	Sequía de verano
VI	Lo Valdivia	Lo Valdivia	Sobrevivencia $\pm$ 50%	Ingreso animales
VI	Paredones	Panilongo	Sobrevivencia > 90%	-
VII	Llico	Los Cardos	Sobrevivencia > 90%	-
VII	Hualañé	Los Coipos	Muerte plantas	Sequía de verano
VII	Curepto	Paraguay	Sobrevivencia > 90%	-
VII	Curepto	La Tinchera	Muerte plantas	Mal drenaje, textura suelo
VII	Charco	Loanco	Sobrevivencia > 90%	-
VII	Cauquenes	San Isidro	Muerte plantas	Sobretalajeo
VIII	Trehuaco	Pachagua	Sobrevivencia $\pm$ 50%	Suelo pesado en lomaje
VIII	Cobquecura	Las Achiras	Sobrevivencia > 90%	-
VIII	Cobquecura	Colmuyao	Sobrevivencia > 90%	-
VIII	Florida	Florida	Sobrevivencia > 90%	-
VIII	Concepción	Hualqui	Muerte plantas	Nivel freático muy alto
VIII	Los Angeles	Arenas	Muerte plantas	Inundación invernal
IX	Purén	El Lingue	Sobrevivencia > 90%	-
IX	Los Sauces	Guindo Grande	Sobrevivencia > 90%	-
IX	Los Sauces	Huadaba	Sobrevivencia > 90%	-
IX	Nueva Imperial	Entre Ríos	Sobrevivencia > 90%	-
IX	Pto. Domínguez	Pto. Domínguez	Sobrevivencia > 90%	-

En el Cuadro 3 se puede apreciar que existe una constante que afecta notoriamente la supervivencia en el tiempo de una plantación de tagasaste: la intolerancia de la planta a permanecer en ambientes con suelos de mal drenaje, ya sea por la posición baja en que se encuentre, como suelos de "vega", o simplemente por la textura muy pesada que hace que el sistema radicular de la planta se encuentre, por algún tiempo, en un ambiente con mucha humedad o simplemente inundado en el perfil de suelo. Este estrés produciría una propensión de la planta a enfermedades radiculares oportunistas, como la *Phytophthora* spp, enfermedad fungosa que produjo la muerte de las plantas en los lugares que se mencionan en los Cuadros 2 y 3.

4.- Crecimiento de las plantas

Como se ha visto en la sección anterior, las propiedades del suelo, son un factor determinante para el adecuado establecimiento y sobrevivencia de las plantaciones. Dichas características o propiedades, asociadas a las condiciones climáticas de la zona en cuestión, son decisivas para lograr un buen desarrollo de las plantas.

Se ha determinado que una zona muy favorable para el desarrollo de las plantas (altura y diámetro de los troncos), es el secano costero comprendido entre las regiones VI y IX. El secano interior ofrece una combinación de características que permiten un desarrollo más limitado del tagasaste, vale decir, suelos con texturas más pesadas, menor humedad ambiental y menor régimen de precipitaciones anuales, situación que se aprecia en las Figuras 2 y 3.

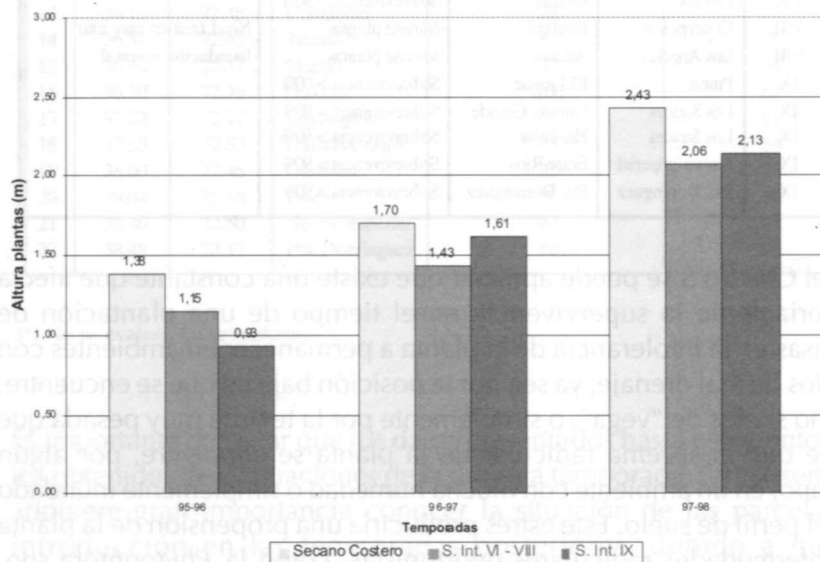


Figura 2. Evolución de la altura promedio de plantas de tagasaste, durante tres temporadas, en diferentes zonas de Chile Mediterráneo.

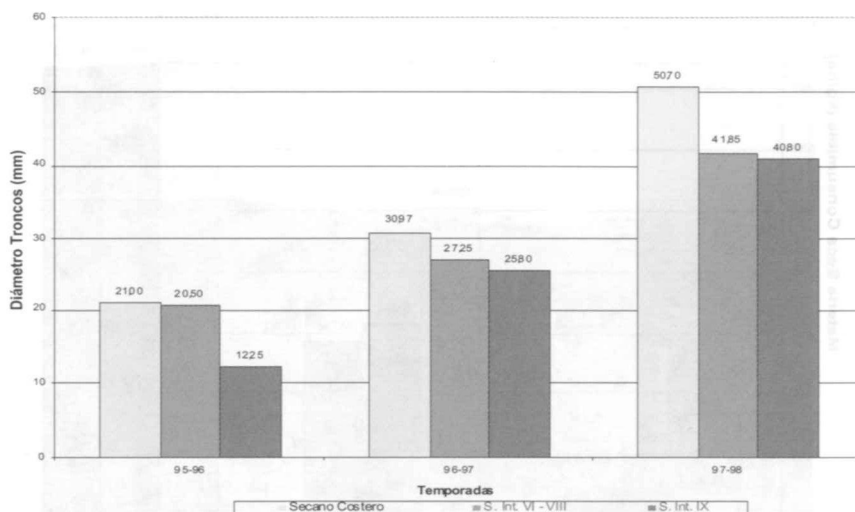


Figura 3. Evolución del diámetro de troncos promedio de plantas de tagasaste durante tres temporadas y en diferentes zonas de Chile .

5.- Producción de materia seca consumible

Tal como sucede en el desarrollo de las plantas, la producción de materia seca consumible de tagasaste, es decir, hojas tiernas y maduras más los tallos menores a 0,5 cm, se ve afectada por los mismos factores: suelo y clima. Es así como en el secano costero comprendido entre las regiones VI y IX, se obtuvieron las mayores cantidades de forraje consumible, con valores promedio de 1,8 toneladas/ha/año en la tercera temporada de crecimiento (Figura 4), con un máximo de 4 toneladas en la localidad de Navidad en la VI región. También se aprecia un aumento promedio de 150% de producción entre la primera y la segunda temporada, y de un 100 % entre la segunda y la tercera.

En el secano interior las producciones disminuyen entre un 15 y 20 % con respecto al secano costero, debido principalmente, a las condiciones de suelos de texturas más pesadas, menor humedad relativa y menor pluviometría anual que en el secano costero.

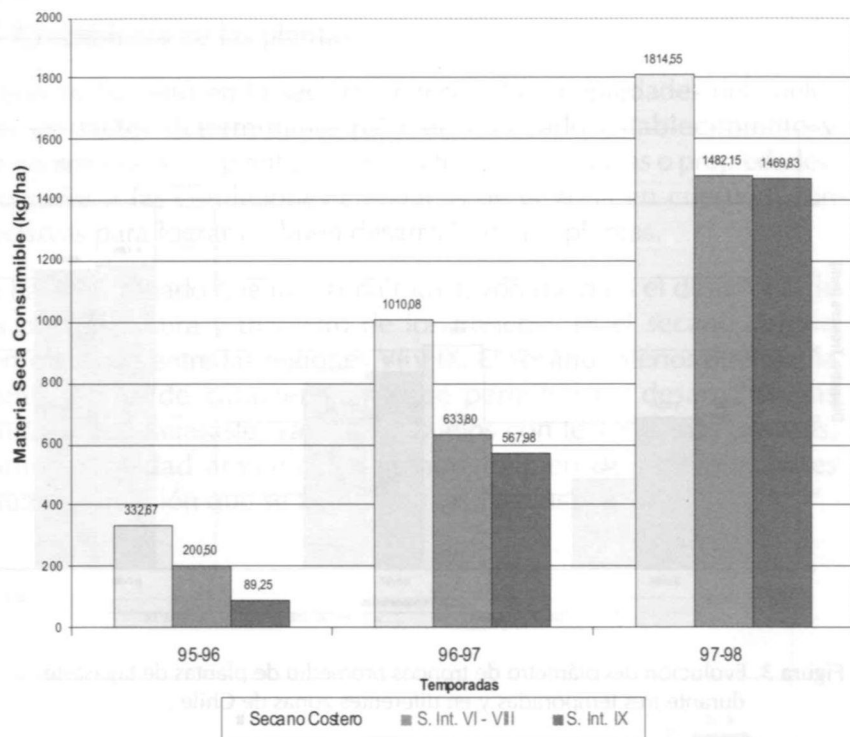


Figura 4. Evolución de la producción promedio de plantas de tagasaste durante tres temporadas y en diferentes zonas de Chile.

Recomendaciones

Se debe evitar realizar plantaciones de tagasaste en sectores donde puedan existir condiciones de excesiva humedad en el perfil del suelo, vale decir, en suelos con texturas muy pesadas y en sectores de posición baja o "vegas". También pudieran presentarse estas condiciones de topografía de lomaje con mal drenaje interno del suelo. Para zonas del secano interior, se debe, en lo posible, efectuar las plantaciones junto con la llegada de las primeras lluvias para permitir un buen establecimiento y desarrollo inicial de las plantas.

Son recomendables las plantaciones en toda la zona del secano costero entre las regiones VI y IX, casi no encontrándose limitaciones. Especialmente se ha observado un excelente desarrollo en sectores arenosos o dunas. (Foto 5)

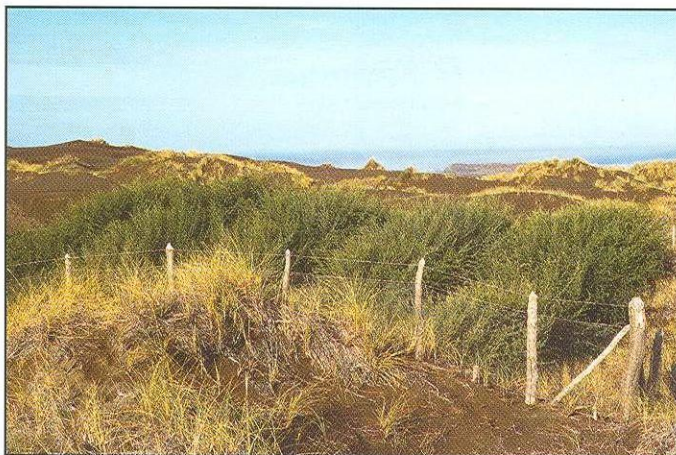


Foto 5. Plantación de tagasaste en dunas litorales. Sector Quidico, comuna de Lebu.

C A P I T U L O

III

GERMINACIÓN Y EMERGENCIA

*Alejandro del Pozo L.
Susana Arredondo S.
Cesar Sepúlveda S.*

1.- Características de la semilla

Las semillas de tagasaste son pequeñas, con un número aproximado de 40.000 semillas por kilo. Éstas presentan una alta dureza seminal y, por lo tanto, son de difícil germinación natural, quedando viables en el suelo por al menos 4 a 5 años.

En general se habla de dureza seminal, cuando al estado natural las semillas no absorben fácilmente humedad. La impermeabilidad es el mecanismo de dormancia de las semillas que impide el movimiento del agua a través de la cubierta seminal. Esta dureza natural de la semilla es muy común en las leguminosas, y se hace especialmente importante para asegurar su sobrevivencia y la persistencia de la especie en zonas donde las precipitaciones son escasas e impredecibles. Entonces, al momento de la siembra necesitan alguna forma de ablandamiento o escarificación para asegurar una buena germinación

Son abundantes las referencias que se encuentran en cuanto a diferentes tratamientos de escarificación de semilla antes de la siembra. En todos se persigue el mismo fin: romper o erosionar la dura testa para facilitar la hidratación y posterior germinación.

Varios métodos de tratamiento de las semillas se han utilizado para romper la dureza seminal. Los más comunes han sido la escarificación mecánica, química y física.

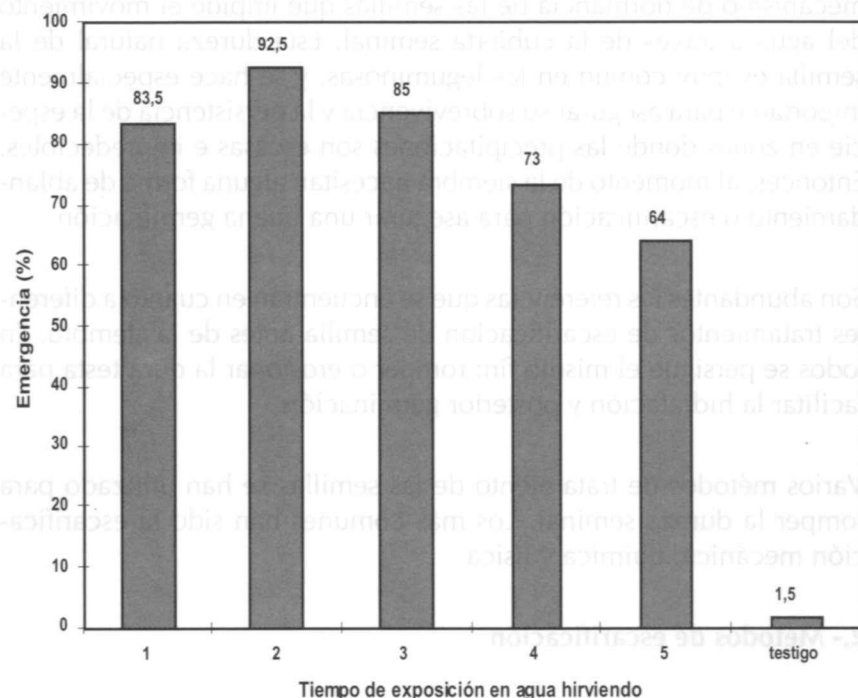
2.- Métodos de escarificación

2.1.- Escarificación en agua hirviendo

Para el tratamiento con agua caliente, las semillas fueron depositadas en agua hirviendo, por tiempos de 1, 2, 3, 4, y 5 minutos. Posteriormente, éstas fueron desinfectadas con Pomarsol Forte 80% WP, y puestas a germinar en placas petri. Cada una de las placas fue expuesta a una temperatura constante de 15°C. El riego se realizó con agua destilada de acuerdo a las necesidades que presentaron visualmente las semillas. Se observó el porcentaje de semillas que germinaron para

cada tiempo de exposición en agua hirviendo.

De acuerdo a estos experimentos, la mejor respuesta en germinación se obtuvo al tratar la semilla a 100°C por 2 minutos. Con esto se asegura la germinación de la semilla, en tanto que el germen no sufre un daño por exceso de exposición a altas temperaturas (Figura 1). La germinación de la semilla no tratada (testigo) fue casi nula.



Fuente : Sepúlveda, 1998.

Figura 1. Emergencia (%) a los 30 días, de semillas de tagasaste, sumergidas en agua hirviendo por distintos tiempos.

2.2.- Escarificación en ácido sulfúrico concentrado

Una segunda forma de escarificación de la semilla consiste en someter la semilla a un baño en ácido sulfúrico concentrado (36 N). Al someter las semillas a diferentes tiempos de exposición en ácido, los más altos porcentajes de germinación se obtuvieron con aquellas semillas tratadas con ácido sulfúrico por 300 minutos. El testigo sólo presentó un 2 % de emergencia, ratificando sus características de semilla dura. Tiempos de escarificación superiores a 300 minutos causaron daño a la semilla, provocando bajos porcentajes de emergencia de las plántulas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de plantas que emergen y que alcanzan los estados fenológicos de desprendimiento de cotiledón y primera hoja trifoliada, en relación a distintos tiempos de escarificación con ácido sulfúrico.

Estado fenológico (%)	Tiempos de escarificación en ácido sulfúrico (minutos)				
	Testigo	220	300	400	500
Emergencia	2	51	73	49	43
Desprendimiento de cotiledón	2	37	60	32	37
1ª Hoja trifoliada	1	27	54	30	28

Fuente: Sepúlveda, 1998.

En el mismo ensayo, el porcentaje de plantas que alcanzaron el estado de desprendimiento de cotiledón para el tratamiento con ácido sulfúrico por 300 minutos, fue también, ampliamente superior al testigo y al resto de los tratamientos (Cuadro 1). El tratamiento testigo presentó sólo un 2% de plantas con desprendimiento de cotiledón, con igual porcentaje de emergencia de semillas.

Con respecto al porcentaje de plantas que llegan a primera hoja trifoliada, el tratamiento de 300 minutos superó al resto de los tratamientos, presentando un 54% de plantas trifoliadas a los 20 días de siembra (Cuadro 1). El tratamiento testigo presentó apenas un 1% de plantas con primera hoja trifoliada, lo que indica que sin escarificación, la semilla no tiene la oportunidad de germinar. Cabe destacar

que sólo un 50% de las plantas llegan a ser normales con este tipo de escarificación.

2.3.- Escarificación mecánica

La escarificación mecánica se realiza con una máquina escarificadora que consta de 4 piedras-lija de un diámetro de 18 cm, instaladas una sobre la otra, con una separación entre ellas de aproximadamente 1 cm. La semilla pasa entre piedra y piedra, las cuales giran sobre un eje para posteriormente evacuar la semilla por gravedad.

La escarificación con esta máquina, con tiempos de escarificación de entre 15 y 20 minutos, presentó una emergencia de plantas de aproximadamente 90%. En cuanto a las plantas que alcanzaron el estado de desprendimiento de cotiledón, el mejor tratamiento fue el realizado con máquina durante 15 minutos, que presentó un 82% de sobrevivencia, a partir de un 91% de plántulas emergidas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de plantas que emergen y que alcanzan los estados fenológicos de desprendimiento de cotiledón y primera hoja trifoliada en relación a distintos tiempos de escarificación mecánica.

Estado fenológico (%)	Tiempos de escarificación mecánica (minutos)										
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	40
Emergencia desde la semilla	11	31	46	75	91	88	92	82	70	70	45
Desprendimiento de cotiledón	20	45	59	74	82	77	71	53	30	19	6
1ª Hoja trifoliada	3	17	25	53	71	69	63	39	23	9	1

Fuente: Sepúlveda, 1998.

Al evaluar la emergencia en tres estados fenológicos, emergencia desde la semilla, plantas con desprendimiento de cotiledón y primer trifolio (Cuadro 2), el tratamiento de 15 minutos presentó los mejores resultados en relación al resto de los tratamientos de escarificación mecánica, superando, además, la respuesta obtenida por los tratamientos con ácido sulfúrico, ya que se obtuvo un mayor porcentaje de plantas al estado de primer trifolio. Esto se traduce en más plantas viables con la escarificación mecánica, para un buen establecimiento posterior de las plantas.

Recomendación

El tratamiento de someter al agua hirviendo la semilla por 2 minutos, es recomendado. Sin embargo, en nuestra experiencia, cuando éste no se realiza en forma exacta, conduce a un alto porcentaje de plántulas anormales con una tasa de germinación muy variable. Por ésto, se hace necesario encontrar otras técnicas que permitan mejores resultados.

La escarificación con ácido sulfúrico concentrado por un lapso de 300 minutos también es recomendable, pero existe un mayor riesgo de causar daño a la semilla y, por lo tanto, obtener un alto porcentaje de plántulas que no van a crecer en forma normal. Además, la escarificación con ácido es peligrosa ya que se trata de un producto cáustico y tóxico, que debe ser manejado con extremo cuidado.

Por último, la escarificación de la semilla en forma mecánica, con máquina escarificadora, por un lapso de entre 15 a 20 minutos, es la técnica más recomendable puesto que con ésta hay un menor riesgo de daño de embriones.

3.- Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.

La temperatura del suelo es un factor clave que condiciona la velocidad de germinación de las semillas de muchas especies. Para determinar la época más adecuada para establecer tagasaste por siembra directa, es necesario, entonces, conocer las condiciones térmicas del suelo al momento de la siembra y la curva de respuesta de germinación en relación a la temperatura.

La relación entre temperatura y la porcentaje de germinación respecto al tiempo, se indica en la Figura 2. La mayor germinación obtenida fue de un 99%, la que se logró a 16°C. Además, a esta temperatura se obtuvo la mayor velocidad de germinación ya que, al cuarto día, habían germinado más del 65% de las semillas. Por el contrario, el menor porcentaje de germinación se alcanzó a los 5°C, con un valor de

sólo 52% logrado a los 25 días. Es importante señalar que con temperaturas bajas, como por ejemplo, 10, 7 y 5 °C, el 50% de la germinación se logró a los 11, 9 y 24 días, respectivamente. Para el caso de temperaturas mayores a 25°C, el 50% de germinación se logró en el día 17.

Las variaciones de temperatura pueden estimular o retardar la germinación, dependiendo de la especie. En la Figura 3, se observa la relación entre la temperatura y la tasa de germinación, expresada como el inverso del tiempo que demora en germinar el 50% de las semillas. La temperatura óptima de germinación de las plántulas, se aproxima a los 16°C, donde la velocidad de germinación es mayor. Bajo este rango se encuentra la temperatura subóptima que oscila desde los 3,1 a los 15°C, aproximadamente. Por encima de la temperatura óptima, se encuentra la temperatura supraóptima, la cual se ubica entre los 17 y 29°C. La temperatura mínima o base de germinación es de 3°C.

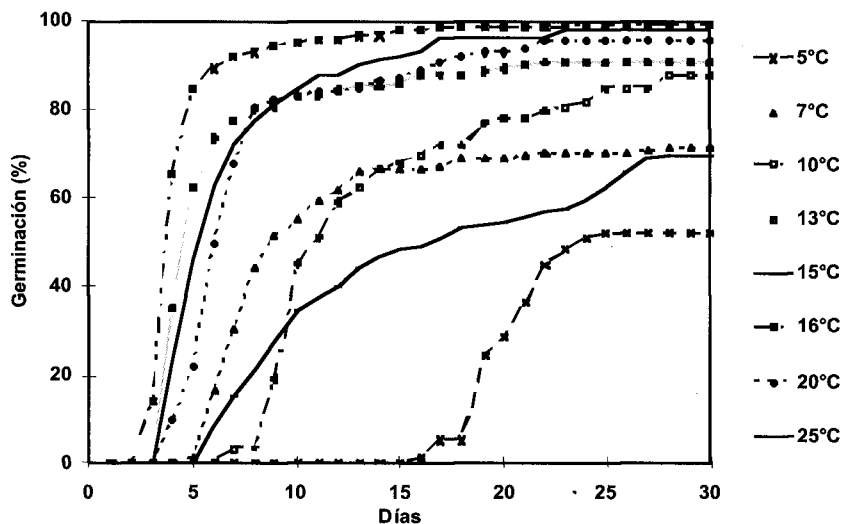


Figura 2. Germinación acumulada (%) de semillas de tagasaste en función del tiempo a distintas temperaturas.

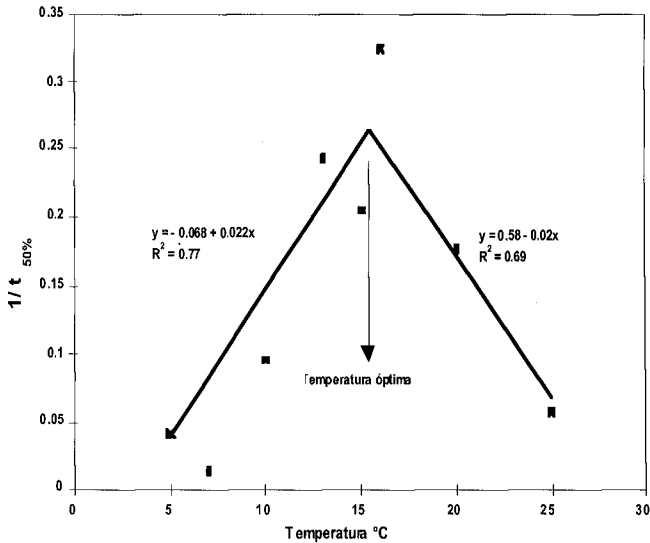


Figura 3. Tasa de germinación (1/t 50%) de semillas de tagasate en función de la temperatura.

Recomendación

Dentro del rango de temperaturas evaluadas, los más altos porcentajes de germinación se lograron entre los 13 y 20°C, con valores superiores al 90%. Estas condiciones de temperatura se presentan al momento de preparar el vivero (15 enero al 15 febrero), por lo que la temperatura no sería limitante en esta época.

Los antecedentes obtenidos en estos ensayos, nos permiten suponer que las condiciones térmicas del otoño-invierno (mayo a julio), limitan el establecimiento del tagasate por siembra directa, al verse restringida la velocidad de germinación y, por consiguiente, el establecimiento de las plantas.

C A P Í T U L O

IV

VIVERO

Fernando Fernández E.

Teresa Aravena A.

Carlos Ovalle M.

1.- Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas al establecimiento.

La técnica más utilizada en el país para obtener plantas de tagasaste, es realizar un vivero en bolsas. El uso de una bolsa de gran tamaño (35 cm), fue ideado para favorecer el crecimiento de la raíz. Sin embargo, esta práctica encarece el costo de la planta.

Con el objeto de disminuir estos costos, se evaluaron la siembra directa y distintas formas de viverización, tales como la utilización de bolsas más pequeñas (20 cm) y raíz desnuda. La finalidad de estos métodos es obtener plantas con un sistema radicular desarrollado y nodulado, para obtener éxito en la plantación.

En relación al método de viverización (Cuadro 1), se observó, tanto en sobrevivencia como en prácticamente todas las variables de crecimiento, un exitoso establecimiento con plantas provenientes de bolsas de 20 cm, siguiéndole con apropiados índices de sobrevivencia y crecimiento las plantas viverizadas en bolsa de 35 cm y plantas obtenidas a raíz desnuda. Con la siembra directa, no se obtuvo un buen comportamiento al establecimiento, lo que se vio reflejado en la muerte prematura de las plantas.

Cuadro 1. Crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste al establecimiento en función de la forma de viverización o siembra directa. Temporada 1996-1997.

Tipo de viverización y siembra directa	Sobrevivencia al trasplante (%)	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (cm)
Bolsa de 35 cm	44,4 b	38,7 ab	4,3 b
Bolsa de 20 cm	66,7 a	52,4 a	6,0 a
Raíz desnuda	47,2 b	33,8 b	4,2 b
Siembra Directa	1,4 c	9,8 d	0,03 d

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Fuente: Sepúlveda, 1997.

Recomendación

No es recomendable realizar plantaciones de tagasaste mediante siembra directa. La sobrevivencia de plantas en zonas de secano interior fue extremadamente baja, presumiblemente por problemas de una menor germinación, derivada de la baja temperatura del suelo en el período otoño-invierno (cuando fueron sembradas).

Por otra parte, las plántulas que se logran establecer tienen una muy baja probabilidad de sobrevivencia en el primer verano, debido al escaso desarrollo aéreo y radicular.

La plantación a raíz desnuda es posible de realizarla en zonas con suelos que presenten una buena capacidad de retención de humedad, bajo condiciones térmicas y de restricción hídrica más atenuadas. Por lo tanto, para establecer el tagasaste con éxito, lo más recomendable es usar una planta viverizada en bolsa de 20 cm. (Foto 6)

2.- Época de siembra del vivero

Los trabajos preparativos del vivero (llenado de bolsas, confección del sombreadero, sistema de riego, etc.) deben iniciarse en el período diciembre - enero para asegurar una oportuna época de siembra.

La fecha de siembra del vivero dependerá de la época en la cual se pretenda realizar la plantación. Así, en zonas de menor precipitación (Cauquenes al norte) es necesario plantar temprano en mayo, después de las primeras lluvias. En este caso, el vivero deberá establecerse alrededor del 15 de enero.

Para plantaciones más tardías, en junio, la siembra del vivero puede retrasarse hasta el 20 de febrero.

3.- Substrato

El sustrato con el que se llenan las bolsas debe contener una adecuada cantidad de arcilla, para constituir un «pan de suelo» o molde consistente. Esto es importante al momento de la plantación, pues con sustratos sin estructura, al romper la bolsa, la tierra se disgrega bruscamente, destruyendo raíces y nódulos, entorpeciendo y dificultando la labor del plantador. Esto ocurre cuando se usa un medio exclusivamente orgánico (tierra de hoja) o demasiado arenoso. Por esta razón, al utilizar bolsas de polietileno se recomienda usar una mezcla en partes iguales de arena y suelo arcilloso, que tenga en lo posible, bastante materia orgánica. (Foto 7)

4.- Sombreadero

Ya que el vivero se realiza en los meses de mayor radiación (enero y febrero), es imprescindible proveer a las plantas de un sombreadero adecuado durante los primeros estados de su crecimiento. Éste se puede hacer a muy bajo costo, con ramas o con malla Raschel de 50 a 80% de cubrimiento. Para 10.000 plantas se necesitan, aproximadamente, 200 m² de sombreadero.

5.- Cantidad de semilla a utilizar

La cantidad de semillas que se necesita depende de varios factores : número de plantas requeridas, porcentaje de germinación y mortalidad a la plantación. En un kilo de semillas hay en promedio 40.000 unidades, con un porcentaje de germinación de entre 90 y 95%. De las plantas efectivamente emergidas, el 80% llega a convertirse en una planta de calidad, apta para su plantación; vale decir, un 72% de las semillas originalmente sembradas. Entonces, para plantar una hectárea de tagasate con una densidad de 4x1 m, vale decir 2.500 plantas/ha, se necesitan, a lo menos, sembrar unos 90 g de semilla, en 3200 bolsas con una semilla por bolsa. Esto, sin considerar en la reposición por pérdidas posteriores al establecimiento de las plantas en terreno, para lo cual hay que estimar un replante de un 5%. Por lo tanto, significa sembrar 3.290 bolsas.

6.- Escarificación

Como ya se mencionó, el mejor método de escarificación de la semilla es mediante el procesamiento mecánico con máquina escarificadora, durante 15 minutos. (La semilla que expende INIA es escarificada de esta forma). Después del proceso de escarificación y previo a la siembra en las bolsas, las semillas se deben pregerminar. Para ello, se depositan en un recipiente sobre papel absorbente empapado en agua, hasta que la inhiben, lo que indica el inicio de la germinación.

7.- Inoculación

El tagasaste es una leguminosa que puede fijar grandes cantidades de nitrógeno atmosférico. Por lo tanto, a condición que la planta nodule bien al momento de la siembra, ésta debe ser inoculada. La inoculación se realiza a la siembra. Para esto, se prepara un caldo de inoculante con agua limpia que no haya sido tratada con cloro. La semilla pregerminada se introduce en el caldo de inoculante y, posteriormente, se siembra.

En el país existe disponibilidad de inoculante, siendo producido en el laboratorio de microbiología, en el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Campus Chillán.

8.- Riego

El riego es extremadamente importante en todas las etapas del vivero, sobre todo en los estados iniciales del establecimiento. Como recomendación práctica, el riego debe ser diario, antes y durante la emergencia de las plántulas. Posteriormente, cuando éstas alcanzan un buen desarrollo, el riego debe realizarse dos veces por semana, ya que los excesos pueden ser perjudiciales.

9.- Sanidad

Es conveniente prevenir la aparición de enfermedades, en especial *Phytophthora spp*, desinfectando el suelo o substrato a utilizar. Las semillas, al momento de la siembra, también deben ser desinfectadas para evitar problemas de caída de plantas. Si esta situación se presenta, se pueden realizar aplicaciones con fungicidas tales como Captan o Thiram.

En relación a plagas, los caracoles y babosas pueden llegar a ser un problema serio, pero su control es muy efectivo con el uso de cebos.

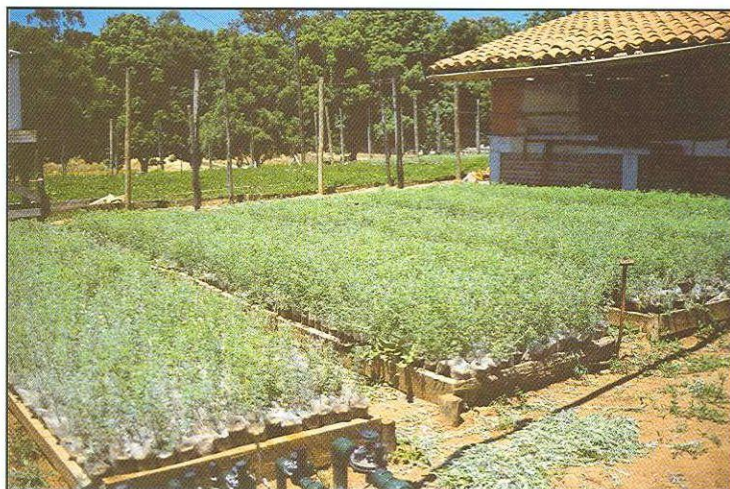


Foto 6. Vivero de tagasaste en bolsas de polietileno.

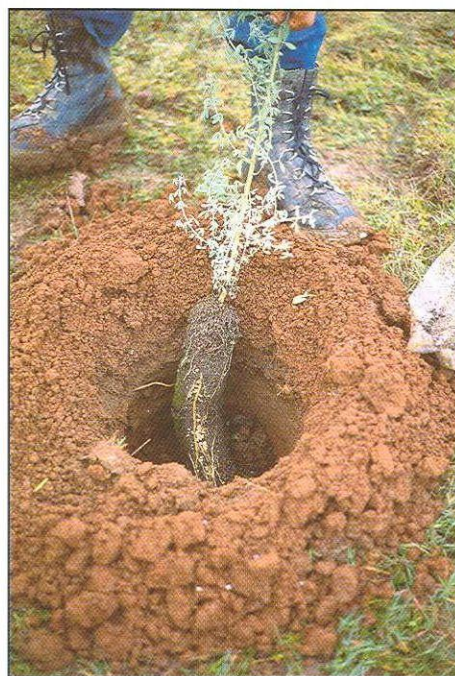


Foto 7. Planta de tagasaste proveniente de viverización en bolsas.

C A P I T U L O

V

ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA DE TAGASASTE

Fernando Fernández E.

Carlos Ovalle M.

Alejandro Fraga S.

Victor Kramm M.

Felipe Ojeda C.

Oscar Skewes R.

1.- Protección de la plantación

El tagasaste es una especie altamente palatable, por lo que sufre de intensos ataques y daños por lagomorfos (conejos y liebres), especialmente en el período de establecimiento en el primer y segundo año.

En Chile existen dos especies representativas del orden Lagomorpha: el conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) y la liebre europea (*Lepus europaeus*), ambos introducidos al país y que en la actualidad se distribuyen en casi todo el territorio continental. Los lagomorfos, por una parte, reconocen al tagasaste como un agente extraño a su territorio, por lo que proceden a su marcaje, cortando la planta y frotando las glándulas mentonianas sobre el tallo en pie. Por otra parte, en verano, las plantas aún pequeñas, son ávidamente consumidas por estos animales, ya que representan prácticamente, el único recurso verde en esa época.

Por lo anterior, es importante determinar un medio de protección efectivo, no contaminante y económico, que facilite el establecimiento de este recurso como una fuente de forraje permanente. Los sistemas de control deben buscar no envenenar al animal, dado el peligro de consumo humano que existe o contaminación de la cadena alimenticia. Por esto, se han probado diferentes métodos de control mecánico, encontrándose que los más adecuados son el cerco eléctrico y el cercado de la plantación con malla de gallinero.

El cerco eléctrico demostró ser altamente eficaz en frenar los ataques de las liebres y conejos, logrando proteger totalmente las plantas. Un análisis de costo simple confirma que éste es el método más recomendable, por su efectividad y economía, siendo su costo inversamente proporcional a la superficie que se proteja. Sin embargo, representa un costo inicial alto, si se compara con otros métodos que, aunque más baratos, poseen un efecto residual corto que no se prolonga más allá de un mes. Por lo tanto, deben volver a aplicarse periódicamente, para obtener un resultado semejante al del cerco eléctrico, con lo que aumenta su valor doce veces en el año. (Foto 8)

En cuanto a la malla tipo gallinero, ésta cumple perfectamente el rol de aislar la planta de los depredadores, si está bien instalada, demostrando ser la alternativa al cerco eléctrico. En cualquier caso, es recomendable proteger la plantación con malla de gallinero o cerco eléctrico, dependiendo de las condiciones y capital que posea el agricultor. La desprotección significa irremediablemente una pérdida de la plantación al primer año, por lo tanto, un fracaso técnico y económico.

2.- Densidad de plantación

La densidad en el establecimiento de la planta de tagasaste está directamente relacionada con la producción de fitomasa total y consumible, es decir, con la calidad y cantidad de forraje apto para el consumo animal. Según experiencias realizadas en Cauquenes y Arauco, con densidades que variaron entre 714 y 5000 plantas/ha (Cuadro 1, Foto 9), no se observaron diferencias en cuanto a desarrollo y crecimiento de las plantas de tagasaste (altura, diámetro de tronco y de copa) ni se observaron diferencias en la cantidad de fitomasa total consumible por planta. Es decir que, a medida que aumentó la distancia de plantación sobre la hilera, disminuyó la producción de fitomasa consumible por hectárea. De tal forma que con una distancia de plantación de 0,5 m (5.000 plantas/ha), se obtuvo la mayor cantidad de fitomasa consumible en comparación con las demás densidades.

3.- Efecto del subsolado.

El subsolado mejora las condiciones físicas del suelo, permitiendo un mayor desarrollo y exploración del perfil suelo en profundidad por parte de las raíces. Esto se traduce en un mejor establecimiento y crecimiento de las plantas, producto de una mejor extracción de nutrientes y absorción de agua. Sobre suelos graníticos serie Cauquenes, se encontró un efecto positivo al realizar un subsolado sobre la hilera de plantación, sobre las variables altura de plantas, diámetro de troncos y diámetro de copa, durante el primer año de establecimiento.

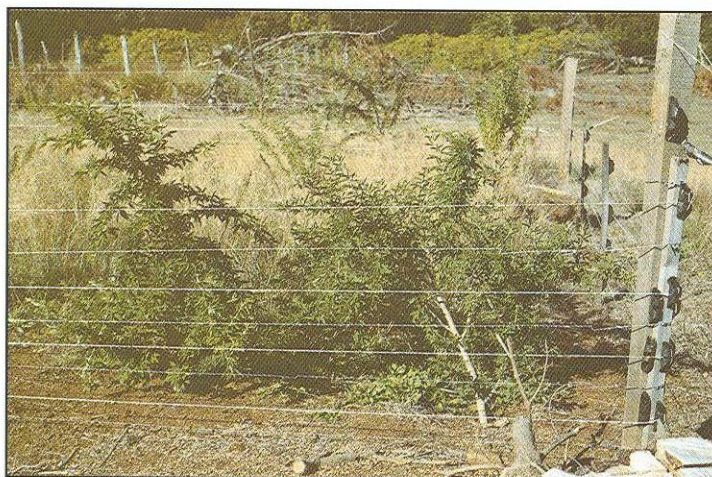


Foto 8. Protección de la planta con cerco eléctrico.

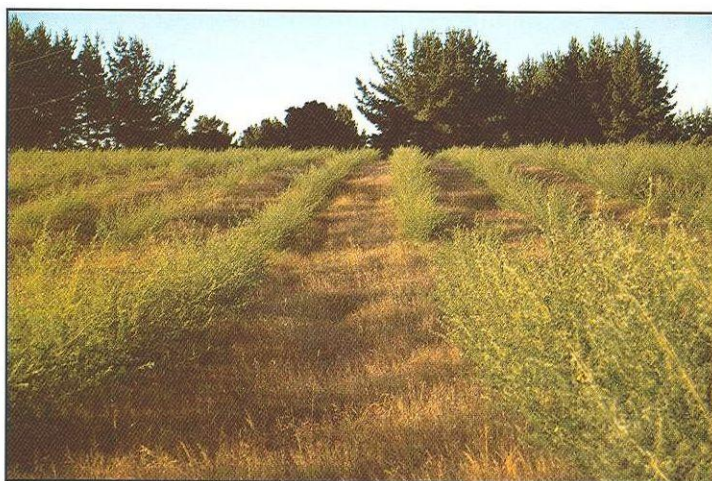


Foto 9. Densidad de plantación de 2.500 plantas por hectárea.
Fundo Ránquil, comuna de Lebu.

Cuadro 1. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento y producción en el quinto año de evaluación en Cauquenes.

Distancia de plantación sobre hilera	Densidad de plantas	Altura Máxima	Diámetro de copa	Diámetro de tronco	Fitomasa consumible real (kg m.s/ha)
(0.5)	5000	1,75 a	1,76 a	4,4 a	1341 a
(1.0)	2500	1,54 a	1,58 a	4,5 a	545 b
(1.5)	1666	1,55 a	1,65 a	4,5 a	457 b
(2.0)	1250	1,59 a	1,62 a	4,9 a	348 b
(2.5)	1000	1,55 a	1,39 a	4,5 a	148 b
(3.0)	833	1,45 a	1,48 a	4,7 a	212 b
(3.5)	714	1,61 a	1,76 a	4,9 a	212 b

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Durante el segundo año, se observó que el subsolado pre-plantación, mantuvo su efecto sobre el crecimiento y producción de forraje, siendo significativamente superior al tratamiento donde no se realizó esta práctica (Cuadro 2). Esto pone en evidencia que el subsolado ejerce un efecto favorable en el establecimiento de plantaciones de tagasaste.

Cuadro 2. Efecto del subsolado pre-plantación sobre el crecimiento y producción de las plantas de tagasaste en el segundo año (temporada 1997/1998).

Subsoado	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de copa (cm)	Prod. M.S total kg/ha	Prod. M.S consumible kg/ha
Sin	220 b	39 b	199 b	1812 b	1058 b
Con	247 a	45 a	224 a	2487 a	1502 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

4.- Efecto de la suplementación hídrica

En áreas del secano interior con fuerte déficit hídrico de verano (Cauquenes), se obtuvieron tasas de mortalidad de plantas de 38% durante el primer verano de la plantación, en ausencia de suplementación hídrica (Cuadro 3). Estas cifras pueden ser mayores, si

el período de lluvias se inicia temprano durante la primavera o en años de sequía severa como la temporada 1998-99. Los resultados obtenidos confirman la necesidad de realizar riegos estivales para obtener un adecuado establecimiento de la plantación.

La sobrevivencia tendió a mejorar directamente, con la aplicación de una frecuencia de riego (20 l/planta/riego), alcanzando valores de 95% con riegos semanales. El costo de esta práctica es elevado, por lo que es posible realizar riegos quincenales o cada 20 días, obteniéndose porcentajes de sobrevivencia de entre 88 y 92% (Cuadro 3).

En relación a las variables de crecimiento y producción evaluadas, la producción de fitomasa o forraje fue significativamente más alta, cuando se regó con frecuencia semanal o quincenal durante el primer verano (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la frecuencia de riego sobre la sobrevivencia en la primera temporada (1996-1997) y el crecimiento de plantas de tagasaste en la segunda temporada (1996-1998) Cauquenes.

<i>Temporada (1996-1997)</i>		<i>Segundo año (Temporada 1997/1998)</i>			
Frecuencia de riego	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)	Producción de M.S Consumible Kg/ha
Semanal	95 a	247 a	44 a	216 a	1590 a
Quincenal	91 a	237 ab	43 ab	216 a	1409 a
Mensual	88 a	223 c	40 ab	203 a	1053 b
Sin Riego	62 b	228 bc	41 ab	214 a	1068 b

Valores con igual letra no difieren entre sí (P< 0.05) según prueba de Duncan.

Recomendación.

En el establecimiento de la plantación, se debe tener en cuenta tanto el subsolado, como la suplementación hídrica, puesto que al realizar estas dos prácticas en forma conjunta, se potencian los resultados obtenidos en relación a sobrevivencia, crecimiento y producción.

En el secano costero, desde la VIII región al sur, prácticamente no es necesario regar, ya que la humedad disponible del suelo en esta zona,

se mantiene hasta bastante avanzada la primavera producto de las nieblas matinales y las bajas temperaturas. En esta época, estos elementos influyen en una menor transpiración de las plantas. En la VI y VII regiones, los riegos deben realizarse con una frecuencia de 15 a 20 días, pero sólo durante el primer verano.

En zonas del secano interior con 4 ó más meses de sequía estival, es indispensable la suplementación hídrica de las plantaciones de tagasate. Riegos cada 15 a 20 días con 20 litros de agua por planta, aseguran una adecuada supervivencia y permiten obtener mayor crecimiento y producción en los 2 primeros años de la plantación.

En áreas con fuerte déficit hídrico estival, el éxito de la plantación puede verse comprometido en algunos años. Por esta razón, además de un aporte hídrico en las primeras etapas de vida de la plantación, el subsolado tiene un efecto positivo, al permitir a la planta explorar de mejor forma el perfil del suelo en profundidad.

5.- Uso de gel

Uno de los principales problemas en el establecimiento y sobrevivencia del tagasate durante el primer año, es la falta de humedad disponible del suelo durante el período estival. En zonas de secano, donde el recurso agua es escaso, se hacen imprescindible los riegos, en especial durante los meses de verano. Sin embargo, en plantaciones comerciales esto significa un alto costo, por la escasez del recurso en la zona y la gran cantidad de mano de obra necesaria para efectuar esta labor.

Se ha experimentado con éxito el uso de polímeros en la plantación, caracterizándose por aumentar la disponibilidad de agua en la planta, a través de sus capacidades de absorción y retención. Con ello forma una especie de esponja con humedad disponible, que permite un mejor uso del agua en las plantas durante el período estival, lo que incide positivamente en su sobrevivencia.

En el área de Cauquenes, con plantas provenientes de vivero, se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes dosis de polímero, con el fin de establecer el efecto y la cantidad del producto a aplicar. Después del primer verano post-plantación, se pudo observar que la aplicación de una dosis de 2 g de gel por planta, permitió mejorar el crecimiento de éstas en aproximadamente 12 cm en altura, 3 cm en diámetro de tronco y 7 cm en diámetro de copa. En cuanto a la supervivencia de plantas, ésta se mejoró entre un 8 y un 11%, con la aplicación de dosis iguales o mayores a 2 g de gel por planta (Cuadro 4).

Cuadro 4. Supervivencia y crecimiento de plantas de tagasaste en el primer año, en relación a la dosis de gel aplicada a la plantación

Tratamientos : Dosis de gel g/planta	Supervivencia	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)
	(%)			
Testigo sin gel	68,3	84,2 b	9,0 b	43,3 ab
1	71,4	82,7 b	9,3 b	40,4 b
2	76,2	95,6 a	11,7 a	50,4 a
4	79,4	87,8 ab	9,3 b	41,0 b
8	77,8	77,8 b	8,6 b	38,2 b

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Al segundo año, las variables de crecimiento no fueron afectadas por la dosis de gel aplicadas al momento de la plantación. Sin embargo, la producción de materia seca consumible fue mayor en las plantas tratadas con una dosis de 2 g de gel por planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Crecimiento y producción de biomasa de plantas de tagasaste en el segundo año, en relación a la dosis de gel aplicada a la plantación.

Tratamientos Dosis de gel g/planta	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)	Producción de M.S. Total Kg/ha	Producción de M.S. Consumible Kg/ha
Testigo sin gel	147,3 a	22,7 a	139,1 a	728 a	472 b
1	155,8 a	26,2a	158,7 a	1066 a	699 ab
2	152,6 a	27,6 a	157,9 a	1217 a	815 a
4	153,2 a	26,9 a	161,8 a	1112 a	698 ab
8	153,5 a	26,5 a	149,4 a	1031 a	631 ab

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Recomendación

La adición de 2 g de gel/planta aplicadas al momento de la plantación, es una práctica benéfica y necesaria para el buen establecimiento, sobrevivencia y posterior crecimiento de las plantas de tagasaste, principalmente en sectores donde el verano es muy seco o existen pocas precipitaciones durante el año, como es la zona del secano entre la VI y VIII regiones.

6.- Efecto de la fertilización en el establecimiento

En una plantación de tagasaste, es necesario alcanzar un establecimiento rápido y uniforme, siendo fundamental suministrar los elementos necesarios para satisfacer las demandas nutritivas de las plantas. Parte de éstos son aportados por el suelo, pero también es necesario incorporar fertilizantes en forma exógena. Conocer la respuesta de la planta a distintos elementos y dosis de fertilizantes, es fundamental para lograr un buen establecimiento.

No se encontró efecto de la fertilización de establecimiento en el primer año de crecimiento del tagasaste. Ello se explicaría porque las plantas realizan extracciones de nutrientes relativamente bajas en el primer año, debido a la baja producción de biomasa. Todo indica que los nutrientes disponibles en el suelo serían suficientes durante este período. Sin embargo, no ocurre lo mismo al segundo año, cuando la planta comienza a extraer más elementos del suelo. En este caso, la fertilización de establecimiento trae consigo un aumento en la producción y del crecimiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la fertilización a la plantación, sobre el crecimiento y producción de las plantas de tagasaste en el segundo año de crecimiento (temporada 1997/1998). Cauquenes.

Fertilización	Altura cm	Diámetro follaje cm	Diámetro tronco cm	Producción M.S. total Kg/ha	Producción M.S consumible Kg/ha
Sin	143.1 b	119.2 b	14,6 b	512.3 b	361.9 b
Con	202.5 a	191.9 a	28.1 a	1617.9 a	1057.0 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Recomendación

La fertilización de establecimiento es importante al decidir la plantación, especialmente cuando ésta se realiza en suelos graníticos pobres en materia orgánica y de baja fertilidad natural. Por lo tanto, se recomienda una fertilización al momento de la plantación de: 100 g de Fertiyeso; 50 g de Superfosfato triple; 15 g de Sulpomag y 0,5 g de Boronatocalcita por planta.

7.- Efecto del control de malezas

Las plántulas de tagasaste no compiten bien con las malezas, puesto que su crecimiento inicial es lento en comparación al de éstas últimas. Las malezas experimentan un rápido crecimiento inicial ya que están mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de las zonas mediterráneas de secano.

En el secano costero de la provincia de Arauco, se evaluó el efecto del control de malezas pre-plantación, sobre variables de crecimiento y producción de forraje en respuesta a la competencia que ejercieron las malezas. (Cuadro 7).

La menor biomasa de malezas se obtuvo con los tratamientos control mecánico (limpia a mano) y en aquellos que incluían Glifosato en mezcla con Simazina y Oxifluorfen (Cuadro 7). Sin embargo, las mezclas que incluían Glifosato no realizaron un buen control en malezas de la familia de las compuestas.

Las mezclas de herbicidas que incluían Pendimethalin con Oxifluorfen y Oryzalin con Oxifluorfen, presentaron una mayor biomasa de malezas. El control de malezas fue menos eficiente con esta mezcla debido a que éstos no controlan la principal maleza encontrada en esta zona (*Agrostis* sp). Esta maleza se encuentra, principalmente, en suelos de baja fertilidad, compitiendo fuertemente con las plantaciones desde las primeras etapas de desarrollo.

Por otro lado, se logró establecer que las mezclas que incluían Glifosato, realizaron un mejor control de las malezas perennes existentes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Biomasa de malezas (kg MS/ha), según diferentes tratamientos de control, en el establecimiento de tagasaste.

Tratamiento	Compuestas	Gramíneas anuales	Gramíneas perennes	Leguminosas	Otras	Total
Testigo Limpia a mano	244	0	135	5	260	644 c
Testigo sin control de malezas	1018	236	221	81	239	1796 ab
Glifosato + Simazina	636	50	192	26	218	1122 bc
Glifosato + Oxifluorfen	750	81	152	60	421	1463 abc
Oryzalin + Oxifluorfen	672	526	364	118	333	2012 ab
Pendimethalin + Oxifluorfen	780	396	478	116	396	2166 a

Tal como se observa en el Cuadro 8, el control de malezas es una práctica de fuerte impacto sobre las variables de crecimiento de la planta de tagasaste (altura, diámetro del follaje y diámetro del tronco), con diferencias significativas para estas variables cuando se aplicó el control con el uso de Glifosato. Del mismo modo, la producción de biomasa, en cuanto a la cantidad de forraje total y consumible, fue significativamente mayor en los tratamientos con control de malezas.

Cuadro 8. Efecto del control de malezas (Glifosato) preplantación, sobre el crecimiento y producción de las plantas de tagasaste en el segundo año de establecimiento (temporada 1997/1998).

Control de malezas	Altura cm	Diámetro follaje cm	Diámetro tronco cm	Producción M.S. total Kg/ha	Producción M.S. consumible Kg/ha
Sin	166.1 a	147.6 b	19.5 b	885.7 b	600.2 b
Con	179.5 b	163.5 a	23.3 a	1244.5 a	818.8 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Para complementar esta información, y a modo de visualizar la interacción entre el control de malezas y la fertilización, se presenta la figura 1. En cuanto a la fertilización, se observó un efecto importante de ésta sobre la producción de materia seca. Sin embargo, el control de malezas, si bien es cierto presenta una tendencia a elevar los niveles de producción, tiene una menor influencia debido, probablemente, a que la competencia que ofrecen las malezas es principalmente por nutrientes y agua y no por luz.

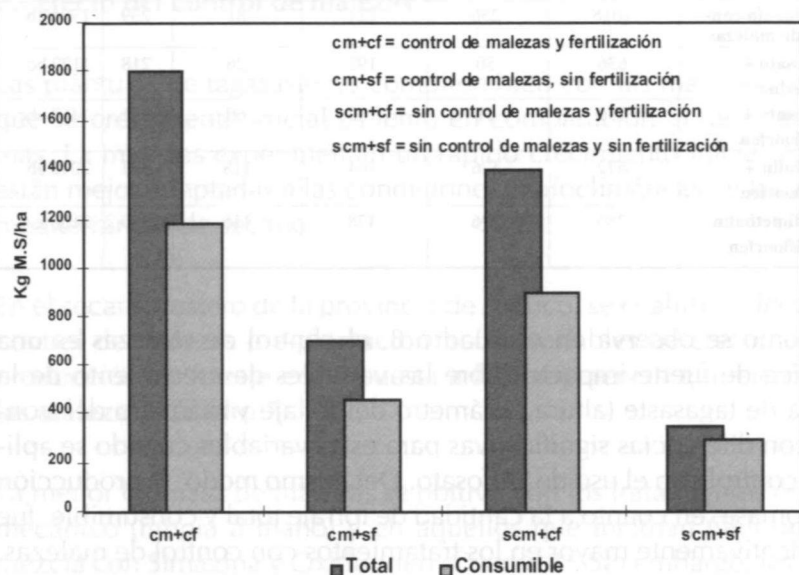


Figura 1. Efecto del control de malezas y la fertilización sobre la producción de biomasa en plantas de tagasaste en el secano costero en el segundo año de establecimiento (Temporada 1997/1998).

Recomendación

De los antecedentes obtenidos en estos ensayos, se puede concluir que el control de malezas preplantación, con Glifosato en mezcla con Simazina, resulta ser el más adecuado, ya que presentó la menor biomasa de malezas al controlar mejor las malezas gramíneas perennes.

Recomendaciones generales para un buen establecimiento

Queda en evidencia que las prácticas de manejo evaluadas, protección de la plantación, subsolado, suplementación hídrica, densidad de plantación, control de malezas y fertilización son necesarias para lograr un buen establecimiento de la plantación y, como consecuencia, obtener buenas producciones de forraje.

Por lo tanto, para realizar una buena plantación se recomienda:

- a) Proteger el contorno de la plantación con malla de gallinero de 50 cm de altura, o bien con cerco eléctrico, teniendo la precaución constante de asegurar el perfecto funcionamiento del cerco y una altura de instalación que impida la entrada de conejos y liebres a la plantación.
- b) Una densidad de plantación de 2.500 plantas/ha
- c) Efectuar un subsolado pre-plantación.
- d) Controlar malezas en forma química, con una mezcla de herbicidas sistémicos de pre-plantación: Glifosato + Simazina
- e) Aplicar 2g de gel/planta al momento de la plantación.
- f) Fertilizar con 100 g de Fertiyeso, 50 g de Superfosfato triple, 15 g de Sulpomag y 0.5 g de Boronatrocaltita por planta, a la plantación.
- g) Suministrar riegos cada 15 ó 20 días posterior a la plantación, dependiendo de la zona y las condiciones climáticas (desde fines de primavera y hasta que llueva efectivamente (15-20 mm) en el otoño próximo.

La combinación de todas estas labores en el establecimiento de una plantación de tagasaste, debiera ser una práctica común para asegurar un buen desarrollo y producción de forraje.

C A P Í T U L O

VI

**MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL
TAGASASTE**

Julia Avendaño R.

Carlos Ovalle M.

Fernando Fernández E.

Marcela Ramírez S.

1.- Altura de poda

La planta de tagasaste se debe manejar a una altura tal, que asegure una adecuada utilización por parte de los animales. Esto se logra mediante podas regulares que permiten manejar la altura de la planta y optimizar su utilización.

En un ensayo realizado en Cauquenes, se observó el efecto de la altura de poda sobre la sobrevivencia, rebrote y la disposición de los nuevos brotes de la planta. Se probaron tres alturas de poda: 50, 80 y 110 cm en plantas de segundo año de crecimiento (Cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto de la altura de la primera poda sobre la sobrevivencia(%), cantidad de brotes tiernos, cantidad de ramillas y altura a la primera ramilla o brote, en todo el árbol un año después de la poda.

Tratamiento	Sobrevivencia (%)	Brotes tiernos (u)	Ramillas (u)	Altura (cm)
T50	80.0 a	213 a	118 a	25 a
T80	96.7 a	265 a	167 a	26 a
T100	96.7 a	300 a	177 a	28 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

La sobrevivencia de los árboles con una altura de poda de 50 cm fue menor. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tres tratamientos (Cuadro 1). A un año de efectuada la poda, la altura a que nace la primera ramilla o brote desde el suelo, fue igual entre los tres tratamientos; es decir, no se habría estimulado la brotación de yemas inferiores. Por otro lado, la cantidad de brotes tiernos y de ramillas presentan la tendencia a aumentar a medida que la altura de poda es mayor, aunque no son significativamente diferentes.

En este ensayo se corroboró con los resultados obtenidos de una segunda poda realizada en los mismos árboles, donde se obtuvo el mismo comportamiento del año anterior. Por lo tanto, la altura recomendada debe ser de acuerdo a la utilización de la planta por los animales: entre los 80 y 100 cm de altura.

2.- Fertilización de mantención

En los tres primeros años de crecimiento, no se observó respuesta a la fertilización de mantención, en cuanto a desarrollo y producción de fitomasa. Los valores obtenidos no muestran diferencias significativas entre sí, incluso con respecto al testigo sin fertilización alguna (Cuadro 2). Esto se debe a que las raíces del tagasaste, al tercer año de vida, penetrarían en el suelo a una profundidad suficiente, que le permitiría extraer los elementos que la planta requiere para su producción. Por lo tanto, no se justifica realizar una fertilización de mantención en los tres años iniciales de la plantación. Sin embargo, este experimento continuará su evaluación, para estudiar este efecto a más largo plazo.

Cuadro 2. Efecto de distintas dosis de fertilizantes sobre el crecimiento y producción de plantas de tagasaste, de segundo año de crecimiento, en el secano costero de Arauco, temporada 97/98.

Tratamiento	SFT	Sulfato de Sodio	Muriato de Potasio	Diámetro troncos	Diámetro follaje	Altura	fitomasa total	fitomasa consumible
	(g)	(g)	(g)	(mm)	(cm)	(cm)	(kg m.s/ha)	(kg m.s/ha)
T1	0			53 a	162 a	170 ab	1034 a	695 a
T2	30			55 a	168 a	169 ab	940 a	569 a
T3	60			43 a	149 a	167 ab	812 a	451 a
T4	120			55 a	183 a	201 a	1187 a	722 a
T5	250			53 a	164 a	171 ab	995 a	460 a
T6	60	50		49 a	145 a	161 b	566 a	316 a
T7	60		60	48 a	145 a	147 b	623 a	350 a
T8	60	50	60	55 a	175 a	173 ab	1027 a	572 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

3.- Estructura y manejo de los árboles

La estructura de la planta es un factor clave para lograr una óptima utilización del tagasaste. Esta estructura se forma en la medida que la planta se utiliza en pastoreo y que se ve sometida a podas regulares.

Cabe destacar que la semilla usada en el país no corresponde a una variedad con homogeneidad genética. Por lo tanto, ésta da origen a

plantas de características muy variadas, con una gran heterogeneidad en altura y forma. Es decir, se encuentran plantas con desarrollo de ramas casi al nivel del suelo y otras muestran una fuerte dominancia apical con un solo tronco grueso. Por esta razón, es fundamental regular la altura y desarrollo de las plantas mediante una poda anual, para lograr una estructura relativamente regular. Con este manejo, se busca el crecimiento de brotes basales para formar, con el tiempo, una estructura de arbusto compuesto de ramas basales que soporten una gran cantidad de hojas y brotes tiernos. Esta forma es fundamental al momento del pastoreo, para que el material consumible (hojas y tallos tiernos) esté accesible a los animales.

Cuando la planta sólo es destinada a ramoneo y no se tiene la precaución de manejar la plantación con podas, se produce la formación de una “canopia” sobre la altura del ramoneo, reduciendo drásticamente los rebrotes frondosos que se encuentran al alcance de los animales. La altura máxima que consumen los ovinos es de 1,3 m (Foto 10). En el caso de los bovinos, los terneros pueden pastorear hasta 1,5 a 1,7 m y, animales de más de un año de edad, pueden utilizar plantas de entre 2,5 y 3 m, dado que son capaces de bajar las ramas con el pecho (Foto 11). Por lo tanto, la estructura ideal de la planta apta para pastoreo, es aquella que posee un desarrollo equilibrado entre número de tallos principales y secundarios, y que presenta una altura manejada de acuerdo al animal que se destine al pastoreo. Con este manejo, se asegura una óptima utilización, desarrollo y persistencia de la planta.

4.- Sistemas de utilización con animales

Las opciones de utilización del tagasate con animales pueden ser como pastoreo o como suministro de forraje cortado (soiling). En el primer caso, los animales consumen casi el 100% de las hojas y un 70% de ramas y brotes. Al mismo tiempo, los animales pastorean la pradera que crece en las entre hileras de la plantación, la que normalmente aporta gramíneas, permitiendo equilibrar la dieta.

La forma más económica de utilización de tagasate es el pastoreo. De esta forma no se incurre en costos como corte y transporte. Por

otra parte, permite un retorno de nutrientes al suelo por medio del estiércol y orines, factor que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo y, con ello, la productividad de la pradera.

Se considera, generalmente, que el corte es una práctica sólo para plantaciones a pequeña escala y con un número limitado de animales que requieren suplementación diaria.

Estudios realizados en Australia, demostraron que ovinos y bovinos bien manejados, pueden pastorear plantaciones de tagasaste sin dañar la planta. En Chile, la planta se ha utilizado indistintamente con bovinos como con ovinos. Sin embargo, necesita de un manejo diferente.

Debido a la tendencia natural de la planta de crecer en altura mas allá de lo conveniente para el uso con animales, el sistema de utilización mas recomendado en Australia es utilizar en forma permanente el tagasaste con bovinos de carne. Para el caso chileno, esta estrategia es posible sin embargo, en la mayor parte de los casos, la plantación de tagasaste estará enfocada a un uso temporal en épocas de déficit de forraje; de allí que la frecuencia y la época de pastoreo sean factores de manejo importantes a considerar.

5.- Intensidad, frecuencia y época de utilización

La intensidad, frecuencia y época de utilización son factores importantes en la recuperación posterior de la planta. Además, determinan la producción total de forraje consumible o aprovechable por parte de los animales.

La frecuencia de pastoreo durante el año, determina la producción de forraje total, la palatabilidad y la calidad del alimento. La utilización o el ramoneo se puede iniciar al segundo año de establecimiento. Es recomendable hacerlo dividiendo el potrero en pequeñas parcelas, para ser pastoreadas por cortos períodos y luego rezagarlas. Por otro lado, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas existentes, se



Foto 10. Línea de altura máxima de consumo en ovinos.

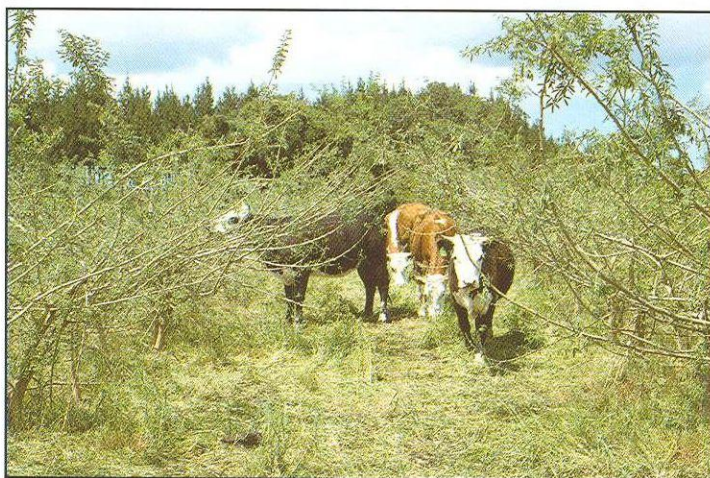


Foto 11. Altura y forma de utilización con bovinos. Plantación en la provincia de Arauco.

recomienda ramonear el arbusto desde una a tres veces al año, de manera de optimizar su recuperación después de la utilización y obtener el máximo de material consumible con un alto valor nutritivo.

En zonas con buena fertilidad y alta pluviometría, se pueden realizar 2 a 3 pastoreos al año; en cambio, en zonas con condiciones desfavorables la frecuencia de pastoreo debe ser menor (1 a 2 veces al año). El sobrepastoreo conduce a una muy lenta recuperación de los árboles.

Por otro lado, la intensidad del pastoreo, tiene relación directa con la producción de forraje consumible. Con períodos de recuperación muy prolongados, la proporción de material lignificado (no consumible) aumenta. Cuando se realiza el primer pastoreo, se recomienda una carga animal de 5 a 10 ovinos ha^{-1} , teniendo el cuidado de inspeccionar las plantas diariamente con el fin de que no se produzca una sobreutilización de las plantas. El tagasaste, una vez que es pastoreado, puede tener una rápida recuperación. Sin embargo, cuando se somete a un sobrepastoreo, se impide la formación de brotes nuevos y la planta se debilita. Si este sobrepastoreo ocurre con ovinos, puede causar serios daños a los árboles, dado que éstos pueden llegar a consumir la corteza (Fotos 12 y 13).

Las épocas de utilización del tagasaste que se recomiendan para los ovinos, son las épocas más críticas para el animal, como lo son el encaste (febrero-marzo) y la lactancia (julio-agosto). Se debe trabajar con una carga animal de acuerdo a la cantidad de forraje que se disponga, rezagando la plantación durante la primavera, donde existe crecimiento de la pradera que satisface, sin problemas, los requerimientos de los animales.

En los bovinos, la época de utilización varía de acuerdo al sistema de producción. Es así como en zonas de secano costero, en un sistema de re-cría de toretes o novillos, la utilización debe ser en otoño - invierno, para terminar la engorda en praderas de vega entre los meses de diciembre y febrero. En el caso del secano interior, el sistema utilizado es el de vaca-cría y, por lo tanto, la mejor época de utilización es durante el invierno (gestación) y en verano, para mejorar los pesos al destete en los terneros de 6 meses.

6.- Selectividad de los animales

Cuando los animales pastorean plantaciones de tagasaste, también tienen acceso a la pradera en la entre hilera, la que puede ser natural o mejorada. Los animales (ovinos y bovinos) son selectivos en el pastoreo, especialmente cuando la disponibilidad de forraje no es limitante y la carga animal es baja. Rechazan entonces, en los comienzos del pastoreo, las especies con mayor grado de lignificación y seleccionan aquellas de mayor valor nutritivo. Esta capacidad de selección disminuye a medida que se prolonga el pastoreo. Con el aumento de la intensidad de talajeo, la disponibilidad de forraje se hace limitante y en las ingestas extruidas se eleva el contenido de componentes de la pared celular (celulosa y lignina).

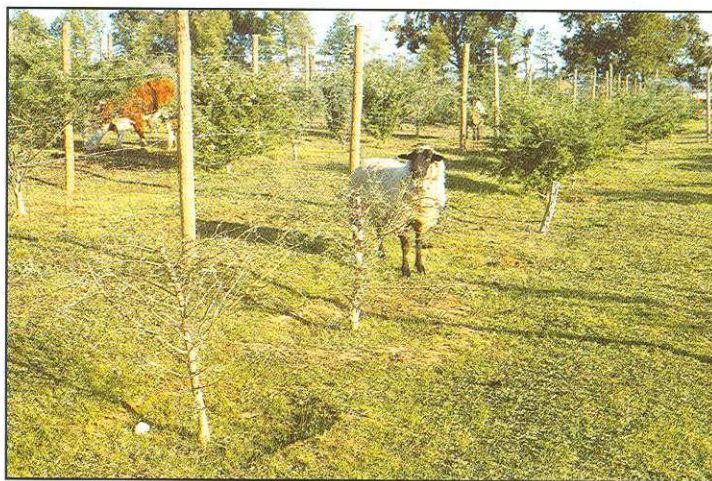
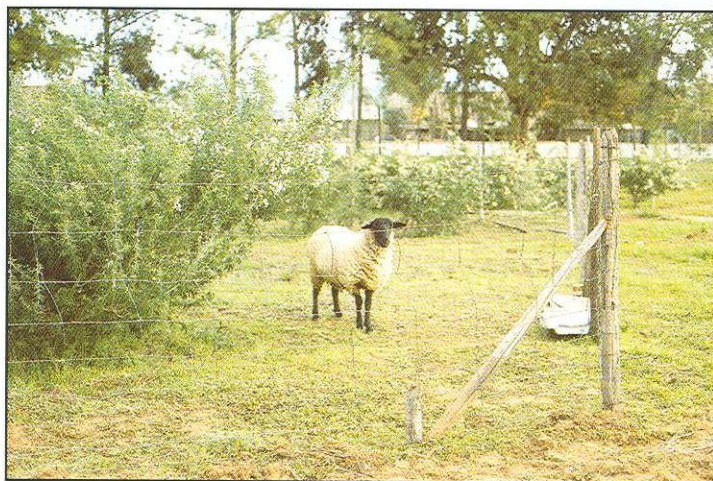
Cuando los animales consumen el tagasaste, obtienen un mayor contenido de nutrientes que el del forraje ofrecido en las praderas. Lo anterior se logra, principalmente, en los niveles de proteína y en la digestibilidad de la materia seca, seleccionando, en el pastoreo y en orden de importancia, hojas, tallos tiernos y tallos maduros.

En una experiencia realizada en la zona de Cauquenes, VII región, se estudió en tagasaste el tipo de material consumido por bovinos y ovinos (Cuadro 3). En el caso de las ramas, se evaluó el largo consumido que corresponde al diferencial entre la longitud de estas ramas antes del ramoneo y después que se retiran los animales.

Cuadro 3. Cantidad, largo, diámetro medio y máximo de las ramas totalmente consumidas, según la especie animal.

Especie animal	Cantidad Consumida (%)	Largo Consumido (cm)	Diámetro medio de ramas consumidas (mm)	Diámetro máximo de ramas consumidas (mm)
Ovino	71,7 a	6,8 a	1,41 a	4,9 a
Bovino	66,5 a	6,3 a	1,36 a	6,0 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Ramírez, 1997.



Fotos 12 y 13. Estado de la plantación, antes y después de la utilización con ovinos.

Cabe destacar que tanto los ovinos como los bovinos (Cuadro 3), seleccionaron ramas en igual cantidad y dimensión (largo y diámetro), consumiendo aproximadamente un 70% de las ramas (incluidos hojas y brotes) del árbol. Con respecto al diámetro máximo de las ramas consumidas por ambas especies, a pesar de que las diferencias no fueron significativas, se observó que los bovinos tendieron a consumir ramas más gruesas que los ovinos.

Tanto los ovinos como los bovinos consumieron totalmente ramas que tenían un largo de 10 cm, un diámetro mínimo de 1,8 mm y un diámetro máximo de 6 mm, que equivalen al 70% del total de las ramas (Figura1). El resto del material (30%), corresponde a ramas parcialmente consumidas y no consumidas por los animales (Figura 1). En cuanto a las ramas parcialmente consumidas, éstas tenían un diámetro a la base de 2,8 mm y al ápice de 1,3 mm con un largo de 22 cm, que corresponden, aproximadamente, a un 20% (Figura1). Ambas especies animales, rechazaron ramas de igual diámetro a la base y al ápice, 4,6 mm y 2,8 mm, respectivamente, con un largo superior a los 23 cm. Los bovinos (Figura1) tendieron a rechazar más ramas (15%) que los ovinos (7%). Por lo tanto, los bovinos son más selectivos que los ovinos frente a una similar condición de pastoreo.

Además de las ramas, los animales consumieron brotes que correspondieron a aquellos que presentaron un largo de 0,9 cm y un diámetro a la base de 0,99 mm. Con respecto a los brotes, los ovinos tendieron a consumir más brotes que los bovinos (94,5% versus 86,7%) y a rechazar menor cantidad (5,5% versus 13,3%) (Figura 2).

7.- Palatabilidad

La palatabilidad del tagasate es muy alta en comparación con plantas forrajeras anuales y arbustivas, según lo demuestran estudios realizados en ovejas, caprinos y vacunos. En ovinos y bovinos que pastorean tagasate por primera vez, una pequeña proporción de los animales lo consume. Sin embargo, después de 3 a 7 días el consumo aumenta, siendo mayor durante los meses más críticos en que no hay suficiente forraje disponible.

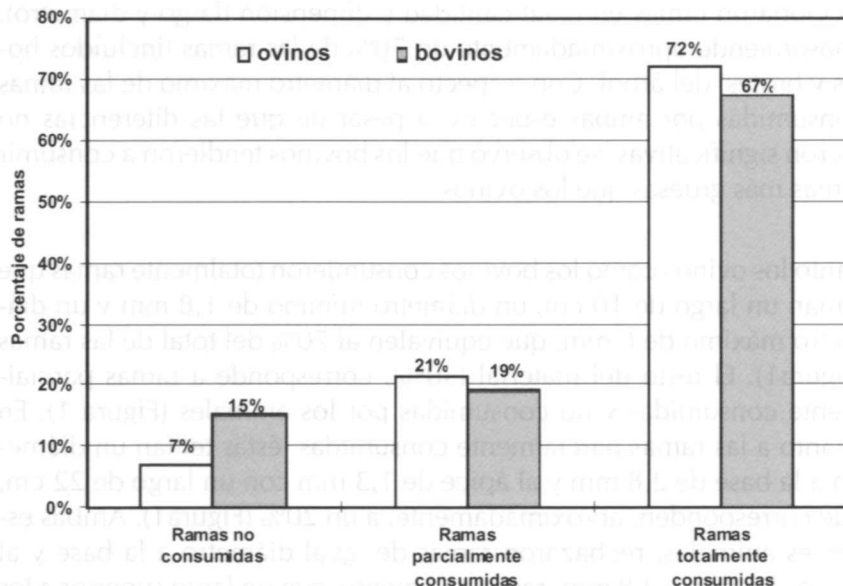


Figura 1. Caracterización de las ramas consumidas, parcialmente consumidas y no consumidas por los animales (%).Fuente: Ramírez, 1997.

Observaciones de pastoreo de tagasaste con ovinos demuestran que la palatabilidad de las diferentes partes de la planta cambia después de la floración (septiembre), ya que aumenta el contenido de lignina (Figura 3) y el contenido de metabolitos secundarios. Con esto, las hojas y tallos finos pueden llegar a ser menos palatables, disminuyendo el consumo de los animales.

Experiencias de pastoreo sugieren que los animales jóvenes son más osados en su hábito alimenticio, y probablemente pastorean más el tagasaste en situaciones en que los animales adultos tienen menos aceptación por éste.

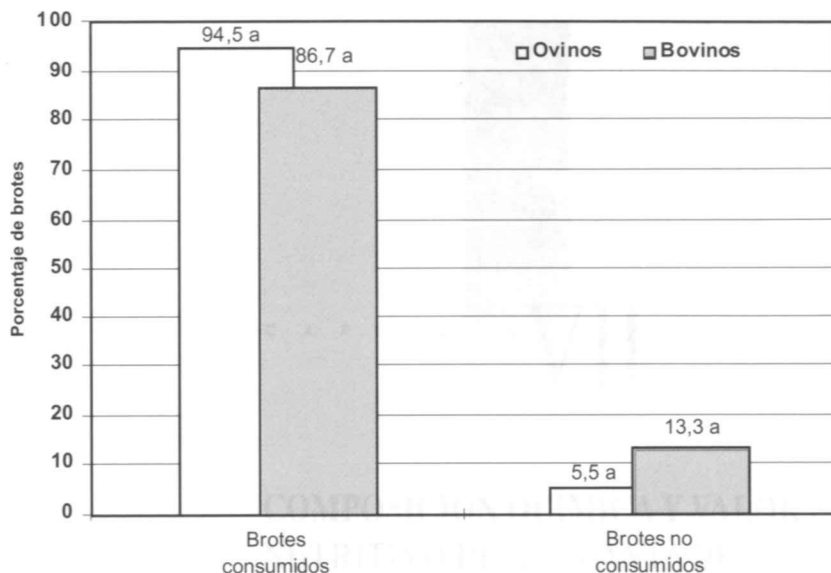


Figura 2. Caracterización de brotes consumidos y no consumidos por los animales (%). Fuente: Ramírez, 1997.

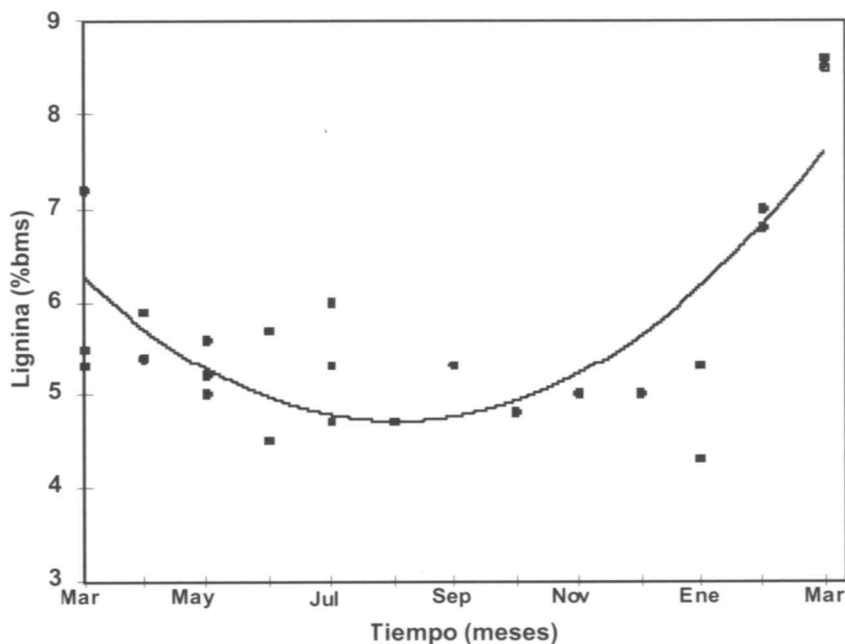


Figura 3. Comportamiento del contenido de lignina de la planta de tagasate durante el año (Newdale, Australia). Fuente: Oldham et al. 1996

C A P Í T U L O

VII

**COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR
NUTRITIVO DE LA PLANTA DE
TAGASASTE**

*Julia Avendaño R.
Susana Arredondo S.
Ernesto Jahn B.
Felix Blu L.
Katherine Cortés B.*

El conocimiento de la composición química de los alimentos, en general, es fundamental para la formulación de raciones que suplan los requerimientos de los animales. En ese sentido, se pueden aprovechar eficientemente los alimentos disponibles, evitando pérdidas de recursos alimenticios y disminuciones en la producción animal que afectan los ingresos del productor.

En la ganadería tradicional del secano interior, durante la temporada estival e incluso a inicios de otoño, los animales subsisten en base a pastoreo de praderas senescentes, además¹ de rastrojos de cereales y leguminosas que se cultivan en esos sectores. En consecuencia, los requerimientos de una ganadería ovina o bovina, desde el punto de vista productivo, son cubiertos, en esos períodos, sólo parcialmente.

El tagasaste al ser una planta leñosa, tiene gran capacidad de producción de forraje. Éste se compone de diferentes estructuras dentro de la planta (Cuadro 1) como : hojas, tallos tiernos y tallos lignificados menores y mayores a 1 cm.

Cuadro 1. Composición química de los componentes de la planta de tagasaste.

Alimento	Proteína	Fibra Detergente Ácido	Lignina	Ceniza	Energía Metabolizable
	(%)	(%)	(%)	(%)	(Meal/kg de ms.)
Hoja tierna	21,0	19,7	7,2	5,7	2,64
Hoja madura	20,3	19,8	7,3	5,0	2,64
Tallo tierno	12,5	42,1	7,9	4,2	2,06
Tallo lignificado < 1 cm	6,5	55,0	11,2	2,4	1,69
Tallo lignificado > 1 cm	3,8	59,7	12,1	1,2	1,55

Fuente: Arredondo, 1996.

1.- Contenido de proteína cruda

Las hojas del tagasaste permanecen por largos períodos en la planta, por lo que constituyen una fuente permanente de alimento, capaz de realizar un buen aporte proteico para los sistemas ganaderos. Esto, debido a que posee un alto contenido de proteína en el forraje consumible que alcanza, aproximadamente, a un 20%.

Estos niveles de aporte proteico permiten mantener o reducir las pérdidas de peso vivo en animales que consumen forrajes de baja calidad durante períodos muy prolongados. Esto se debe a que un aporte adicional de proteína en la dieta, mejora la digestibilidad del resto del forraje disponible.

El alto contenido de proteína bruta de las hojas de tagasaste encontrado en Chile, se compara bien con los niveles encontrados en Nueva Zelanda, variando entre 17 y 26%, entre primavera y fines de verano. El análisis de los componentes de la planta de tagasaste (Cuadro 1) señala un contenido de proteína cruda de 12,5 a 21% en el forraje consumible, destacándose, en especial, las hojas nuevas. Ellas presentan un nivel levemente superior a las maduras en su contenido de proteína lo que las hace comparables a un heno de alfalfa o trébol rosado, para los cuales se señalan valores de 18 y 22%, respectivamente. En relación a los tallos tiernos, éstos poseen contenidos de 12,5 %, inferiores a las hojas. Por otra parte, los tallos maduros o lignificados poseen un nivel de proteína de entre un 6,5 y 3,8% (Cuadro 1); niveles que son comparables a praderas muy degradadas y con bajos niveles nutricionales.

2.- Contenido de Fibra Detergente Ácido, Lignina y Cenizas

Los valores de fibra detergente ácido para el tagasaste (Cuadro 1), varían entre 19,7 y 59,7% en el forraje consumible y no consumible, respectivamente. En el caso de plantas de tagasaste fertilizadas, se describe un contenido de fibra en el forraje consumible de un 20% y para plantas sin fertilización un contenido de 19%. No existe, por tanto, un efecto directo de los niveles de fertilización sobre los contenidos de pared celular de la planta. Sin embargo, estos niveles aumentan según la estructura de la planta que se consuma, encontrándose valores de 55,0 y 59,7% para los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, respectivamente.

A mayor madurez del material, los contenidos de lignina aumentan (Cuadro 1). Es así como su contenido en las hojas y los tallos tiernos, varía entre un 7,2 y 7,9% respectivamente, llegando, aproximadamente,

hasta un 12% en los tallos lignificados. En relación a los contenidos de ceniza, éstos disminuyen con la lignificación del material, siendo mayor su contenido en las hojas tiernas y maduras, y menor en los tallos más lignificados.

3.- Valor energético

En animales jóvenes, una insuficiencia energética trae como consecuencia un retardo en el crecimiento y bajos niveles reproductivos. Por lo tanto, es de gran importancia poder suplir los requerimientos energéticos de los animales con raciones que incluyan alimentos con adecuados contenidos de energía.

Los niveles energéticos en la planta de tagasate (Cuadro 1) varían entre 2,6 y 2,0 Mcal x kg⁻¹ de materia seca para hojas y tallos consumibles respectivamente, inferiores a los encontrados en un heno de alfalfa (2,5 y 2,9 Mcal x kg⁻¹). Estos valores son bajos, si se comparan con alimentos energéticos, como los granos de cereales, que tienen un contenido de energía metabolizable superior a 2,5 Mcal x kg⁻¹ de m.s. Cuando estos últimos se usan en alimentación, los animales tienen un crecimiento más rápido que el obtenido con forrajes, ya que alcanzan un mayor consumo de energía. Sin embargo, su alto costo les hace difícil competir con el valor del pastoreo y forrajes. Los tallos lignificados presentan bajos contenidos de energía metabolizable (1,55 - 1,69 Mcal x kg⁻¹), siendo similares a las pajas de cereales (1,55 Mcal x kg⁻¹).

4.- Minerales

Se ha analizado algunos aspectos de la composición mineral de la planta de tagasate, destacándose que, tanto hojas como tallos presentan contenidos de fósforo bajos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición mineral en hojas y tallos del tagasaste.

	Macroelementos (% (b.m.s.))						Microelementos (mg x kg ⁻¹ de m.s.)				
	P	K	S	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Si
Hojas	0,15	1,10	0,15	0,42	0,17	0,03	7,1	125,0	204,0	58,0	3,7
Tallos	0,08	1,20	0,08	0,17	0,09	0,04	4,3	102,0	66,0	44,0	6,8

Fuente: Blu, 1996.

Al comparar la concentración de algunos de estos elementos con las tablas de requerimientos minerales para la nutrición animal, los contenidos de P y S en el tagasaste, son bajos. Si se compara su composición química específicamente con un heno de alfalfa o trébol rosado, se puede establecer que el tagasaste posee menores tenores de P, K, S y Ca. No obstante, estas deficiencias no deberían causar problemas graves porque, en la práctica, las raciones de los animales deberían estar compuestas por una mezcla de arbusto - pradera y algún suplemento mineral.

5. Contenido de metabolitos secundarios

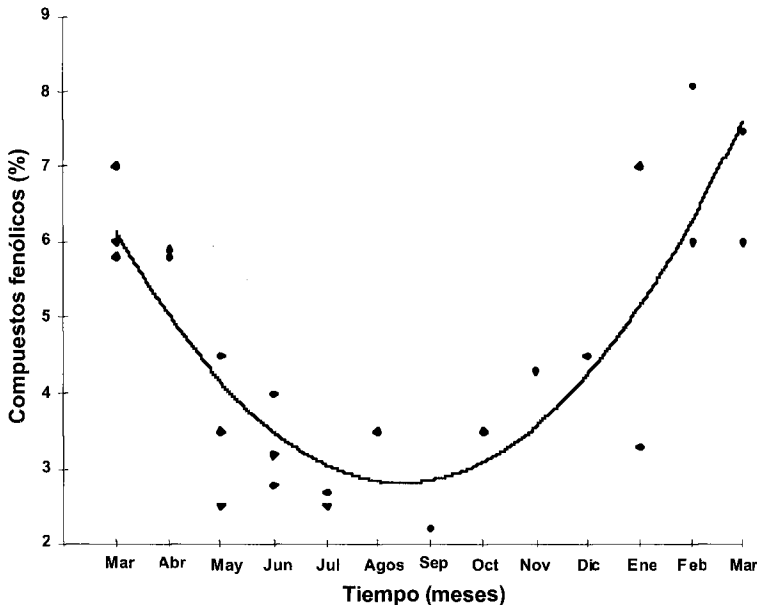
Los arbustos contienen diferentes cantidades de metabolitos secundarios del grupo de los taninos, los cuales pueden afectar la disponibilidad de los nutrientes y la utilización del forraje, además de disminuir la digestibilidad. Los taninos son conocidos por ejercer un efecto negativo en la digestión de los carbohidratos estructurales, y pueden formar complejos indigestibles con la proteína reduciendo la degradabilidad de ésta.

Existen algunos metabolitos secundarios del grupo alcaloides, fenoles u otros que podrían estar afectando el consumo y la digestibilidad de los nutrientes de los compuestos consumibles de la planta. Estos compuestos sufren variaciones estacionales importantes en la planta, como respuesta a cambios fenológicos o estados de estrés. Las fluctuaciones en las ganancias de peso vivo tienen un patrón de comportamiento similar con la concentración de metabolitos secundarios en la fracción consumible de tagasaste, los que son bien conocidos por sus efectos en la palatabilidad, consumo, selección de la dieta y

digestibilidad en muchas especies, constituyendo un mecanismo de defensa de la planta contra los herbívoros.

El tagasate puede contener altos niveles de “fenoles” que reducen su valor nutritivo, al causar la transformación de las proteínas de la dieta en insolubles, dejándolas indisponibles para el animal. Además, pueden causar inhibición del crecimiento bacteriano, reduciendo los rangos de digestión de la planta, junto con una disminución en la palatabilidad. Estos compuestos fenólicos de bajo peso molecular presentes en el tagasate, han sido identificados en Australia como: flavonas, apigenina y luteolina.

Antecedentes Australianos en la localidad de Newdale señalan que la concentración de fenoles (Figura 1) es menor al 3% en los tres primeros meses de recuperación de los árboles pastoreados y podados en invierno (jun-jul-ago), aumentando en forma creciente desde la primavera (septiembre) hasta inicios de otoño (marzo), llegando a valores de 7% como promedio de toda la plantación.



Fuente: Oldham et al. 1996

Figura 1. Comportamiento en la concentración de compuestos fenólicos totales (apigenina y luteolina), en plantas de tagasate de Newdale, Australia.

Se ha observado que ciertas plantas, dentro de la misma plantación, son ignoradas por las ovejas. Al medir sus contenidos de fenoles, se ha encontrado el doble de compuestos fenólicos al ser comparadas con el promedio de la plantación. Cuando la concentración total de fenoles es muy alta (> 17%), las ovejas, definitivamente, rechazan el tagasaste.

Aunque el rol de los compuestos fenólicos presentes en el tagasaste no ha sido establecido claramente, existen evidencias que éstos cumplen una función en la planta, puesto que aumentan su concentración durante el verano e inicios de otoño. Sin embargo, la digestibilidad del tagasaste, no es suficientemente baja en esta época como para provocar una reducción en el crecimiento animal. Por lo tanto, el menor consumo, posiblemente debido a efectos en la palatabilidad, podría ser el agente causal de la baja producción animal que se presenta en este período.

Se puede establecer, entonces, que los componentes fenólicos en baja concentración (bajo 4%) no influyen en la calidad del alimento verde para rumiantes. Sin embargo, sobre un 10% se reduce el valor nutritivo, en tanto que concentraciones por sobre el 15% en el material fresco, podrían inhibir, seriamente, el consumo.

Por otra parte, se ha identificado la existencia del alcaloide esparteína, en un número de subespecies de tagasate con concentraciones entre 0,05 a 0,8% medido en plantas de las Islas Canarias. En Australia, la subespecie *C. proliferus* subsp. *proliferus* var. *palmensis* tiene solamente un 0,09% de esparteína. Este compuesto, al igual que otros alcaloides, en altas concentraciones, puede limitar la palatabilidad e inclusive ser tóxico para los animales.

6.- Consumo y degradabilidad de nutrientes

En los rumiantes el consumo está estrechamente relacionado con las características del forraje, el cual impone limitaciones físicas sobre el consumo. Esto se produce porque el tiempo potencial de digestión de un forraje, determina la proporción mínima que persiste como residuo indigestible (como éste ocupa espacio en el rúmen mientras es retenido, disminuye la capacidad total del compartimento). Por otro lado, la

tasa de digestión determina el tiempo que un material, potencialmente digestible, está ocupando espacio en el rumen. Por tanto, en términos generales se puede indicar que bajo condiciones normales, el consumo potencial del animal puede ser representado por una asíntota que es función del peso vivo.

La degradabilidad resulta de la transformación de las sustancias contenidas en el alimento en compuestos químicos relativamente simples y solubles, que puedan, más tarde, pasar libremente a través de la membrana intestinal y ser absorbidos para su posterior utilización por parte del animal, con el fin de satisfacer sus requerimientos nutritivos. Dicha transformación se debe, principalmente, a la acción de los jugos digestivos, ayudados por la masticación y la rumia. A esto se agrega, en los rumiantes, la fermentación microbiana producida en el rumen y en el ciego en otros herbívoros, lo cual permite obtener gran cantidad de nutrientes por el ataque microbiano a la celulosa.

La digestibilidad es una medida biológica y en ella intervienen un gran número de factores, teniendo mayor importancia aquellos que se relacionan directamente con el animal y el alimento. Éstos son : la composición química del alimento, estado de madurez de la planta al momento de ser utilizada, y diferencias entre rumiantes y no rumiantes en cuanto a la digestibilidad de algunos alimentos y dentro de una misma especie.

El consumo y degradabilidad de los nutrientes del tagasate, se ha estudiado en el Centro Experimental Cauquenes, en dos trabajos. En uno de ellos se determinó el consumo y la digestibilidad *in vivo* en carnerillos Suffolk Down de un año de edad, alimentados con raciones que incluían tagasate en reemplazo de heno de alfalfa. El otro estudio se realizó con novillos Holando Americano, con fístula ruminal, donde se estableció la degradabilidad de los nutrientes de 5 componentes de la planta (hojas secas y maduras, tallos tiernos y lignificados < a 1 cm de diámetro y > a 1 cm de diámetro), a través de la introducción de bolsas de dacrón en el rumen, durante distintos tiempos de incubación (*in situ*).

7. Digestibilidad in vivo

7.1. Consumo y variaciones de peso vivo

En este experimento se establecieron 4 raciones diferentes compuestas de tagasaste y alfalfa en proporciones variables (Cuadro 3). Para lograr un acostumbramiento de los animales al cambio de alimentación, se determinó un período de 8 días (pre-experimental). Durante este período, sólo los animales de los tratamientos con 100 y 70% de alfalfa lograron un consumo superior a 1 kg m.s./día (Cuadro 3). En los tratamientos con 60 y 90% de tagasaste, el consumo de alimentos fue menor, obteniéndose mantención de peso vivo y pérdidas de -133 g/ovino/día, respectivamente (Cuadro 4).

El consumo de materia seca total, posterior a la etapa de acostumbramiento, aumentó gradualmente, obteniéndose ganancias de peso vivo para todas las raciones. Sin embargo, disminuyó significativamente entre tratamientos, al aumentar la proporción de tagasaste en la ración. Esto debido a que la eficiencia de conversión del alimento también disminuyó (Cuadro 5). Los rechazos en los tratamientos con 30, 60 y 90% de tagasaste estaba compuesto, solamente, de los tallos más lignificados y gruesos.

Cabe destacar que los animales alimentados con una alta proporción de tagasaste (90%), aumentaron su tasa de consumo en relación directa al tiempo que fueron sometidos a su dieta. Paralelamente, sus ganancias de peso también aumentaron de manera progresiva, superando, incluso, las ganancias obtenidas por el T40 - 60%. Por el contrario, en los tratamientos sin tagasaste (T100-0) y con 30% de éste (T70-30), el consumo total de alimentos y las ganancias de peso fueron relativamente constantes durante el período experimental (Cuadros 3 y 4).

La figura 2 confirma que los animales alimentados con más de 30% de tagasaste, necesitan un período de acostumbramiento de más de 10 días.

Cuadro 3. Consumo total de alimentos (g.m.s./animal/día) en los cuatro tratamientos.

Tratamientos			Período (etapa)					Promedio	
Alfalfa (%)	Tagasate (%)	Pre experi- mental (días)	Experimental (días)						
			0 - 8	9 - 22	23 - 30	31 - 48	49 - 55		
100	0	1279 a	1724 a	1836 a	1987 a	1971 a	1759 a	1880 a	
70	30	1164 a	1522 b	1700 b	1823 b	1933 a	1628 b	1745 b	
40	60	836 c	1151 c	1295 c	1454 c	1595 b	1266 c	1374 c	
10	90	505 c	810 d	924 d	1113 d	1286 c	928 d	1033 d	

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Fuente: Blu, 1997.

Cuadro 4. Variaciones diarias de peso vivo (g/animal/día) en los cuatro tratamientos.

Tratamientos		Período (etapa)					Ganancia promedio g/an/día	Ganancia promedio g/an/día	
		Pre- Experi- mental (días)	Experimental						
			(días)						
Alfalfa (%)	Taga- saste (%)	0 - 8	9 - 22	23 - 30	31 - 48	49 - 55	(0 - 55)	(9 - 55)	
100	0	208 a	345 a	375 a	292 a	405 a	325 a	354 a	
70	30	242 a	298 a	281 a	255 a	274 ab	270 b	277 b	
40	60	0 b	260 a	140 b	241 a	238 ab	176 c	220 c	
10	90	-133 b	60 b	83 b	130 b	262 b	80 d	134 d	

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Fuente: Blu, 1997.

Cuadro 5. Eficiencia de las raciones (kg.m.s./kg P.V) en los 4 tratamientos durante el período experimental.

TRATAMIENTOS			
100 % Alfalfa 0% Tagasate	70 % Alfalfa 30% Tagasate	40 % Alfalfa 60% Tagasate	10 % Alfalfa 90% Tagasate
5,3 b	6,3 ab	6,3 ab	7,7 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Fuente: Blu, 1997.

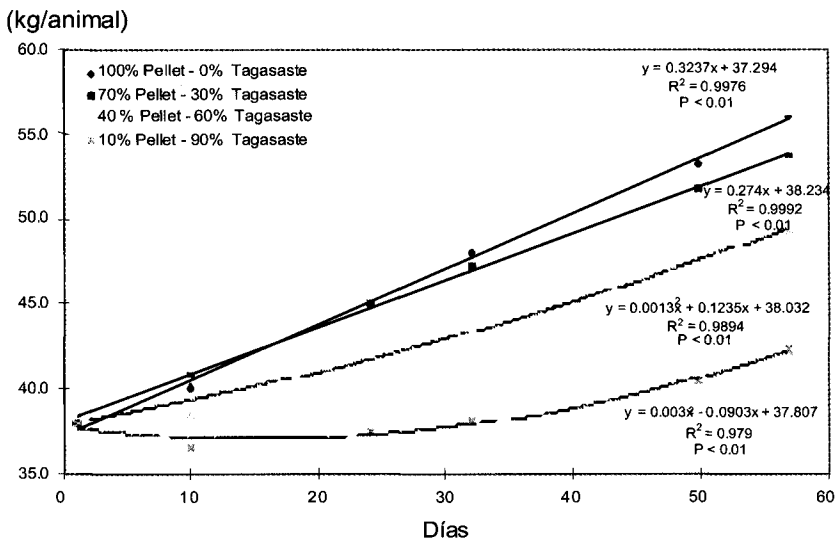


Figura 2. Peso vivo (kg/animal), en los cuatro tratamientos durante todo el período del ensayo.

Fuente: Blu, 1997.

7.2.- Digestibilidad de la materia seca y materia orgánica

Tanto para el consumo de materia seca (M.S.) y de materia orgánica (MO) total digestible, como para los coeficientes de digestibilidad de la M.S. y de la MO, se observan las mismas tendencias (Cuadro 6). Por otro lado, el consumo de M.S. y MO total digestible, aumenta significativamente a medida que la dieta tiene una mayor proporción de heno de alfalfa (Cuadro 6). Ello indica que, a mayores niveles de tagasaste incluidos en la dieta, se disminuye el consumo de materia seca, a pesar de que la digestibilidad es similar (61.9 - 62.9%), siendo las cuatro dietas igualmente digestibles.

Al comparar estos valores de digestibilidad de la materia seca (DMS) del tagasaste con los de otras investigaciones, se puede establecer una similitud de utilización de este componente, donde para las hojas se señala entre un 67 a 86% de DMS (*in situ*, *in vitro* e *in vivo*); en cambio, para los tallos tiernos o menores a 5mm de diámetro, la DMS es de alrededor de 61% y para tallos de mayor diámetro (hasta 8mm) es de 46 a 59%. Por lo tanto, el 61,3% obtenido en este estudio, se asemejaría más a los valores citados para los tallos.

Cuadro 6. Consumo (g/animal/día) y digestibilidad (%) de materia seca y materia orgánica total digestible.

Raciones		M.S. total digestible (g/anim/día)	Digestibilidad de la M.S. (%)	M.O total digestible (g/anim/día)	Digestibilidad de la M.O (%)
Alfalfa (%)	Tagasate (%)				
100	0	1191 a	59.9 a	1108 a	61.9 a
70	30	1102 b	60.9 a	1146 b	62.3 a
40	60	855 c	59.4 a	820 c	60.9 a
10	90	687 d	61.3 a	670 d	62.9 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.

Fuente: Blu, 1997.

7.3.- Digestibilidad de la proteína

El consumo total de proteína (Cuadro 7), disminuye, gradualmente, al aumentar la proporción de tagasate en las raciones, observándose diferencias entre las cuatro raciones. La disminución gradual del consumo de proteína, a medida que aumenta la proporción de tagasate en las raciones, se debe, principalmente, al menor consumo de materia seca total.

El consumo de proteína total digestible, disminuye, gradualmente, al aumentar la proporción de tagasate en las raciones. Sin embargo, los coeficientes de digestibilidad de la proteína, son similares tanto para niveles altos y bajos de inclusión de tagasate en la dieta (Cuadro7).

Al aumentar el nivel proteico, en este caso con inclusiones crecientes de heno de alfalfa, la ración se hace más palatable, lo que trae como consecuencia, un mayor consumo de proteína, junto con aumentos en las ganancias de peso vivo de los animales. A medida que se aumenta la proporción de tagasate en la dieta, existe un factor limitante para obtener mayores ganancias de peso, debido a un menor consumo de materia seca, lo que disminuye paralelamente los consumos de proteína y E.M.. Sin embargo, este menor consumo no afecta negativamente los índices productivos de los animales, permitiendo mantener una adecuada condición corporal en momentos tan importantes como el encaste, el parto y el destete.

Cuadro 7. Consumo de proteína total digestible (g/animal/día) y digestibilidad (%), en las 4 raciones.

Raciones			
Alfalfa (%)	Tagasaste (%)	Proteína total digestible (g/anim/día)	Digestibilidad (%)
100	0	270.1 a	73.3 a
70	30	240.6 b	72.6 a
40	60	186.8 c	72.7 a
10	90	136.6 d	72.4 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Blu, 1997.

Si se comparan los valores de digestibilidad de la proteína en henos de alfalfa, de un 53,3 y 70,8% para plena floración y 10% de flor, respectivamente, la dieta que incluye solamente alfalfa supera levemente el mayor valor señalado para el heno de alfalfa. Sin embargo, la digestibilidad del tagasaste es muy superior al compararlo con un heno de alfalfa con 100% de flor. Se puede destacar, además, la buena digestibilidad de la proteína para todas las raciones evaluadas.

7.4.- Digestibilidad de la fibra detergente ácido (FDA)

Existe un mayor consumo total de fibra a medida que aumenta la proporción de alfalfa en la ración (Cuadro 8). Esto se atribuye a que el heno de alfalfa presenta un mayor nivel de fibra detergente ácido (34,6% FDA) y que al ir aumentando en las raciones, favorece el aporte y consumo de fibra. Contrariamente, el tagasaste, al ir aumentando en las raciones, hace disminuir el aporte de fibra de la alfalfa, debido a que proporciona menos fibra a la ración (31% FDA).

El consumo de FDA total digestible, de las dietas que contienen un nivel más alto de tagasaste en la ración, fue menor comparado con las demás dietas ofrecidas. Del mismo modo, presentó un menor coeficiente de digestibilidad como consecuencia de un bajo consumo proteico, lo que hace disminuir los coeficientes de digestibilidad de la fibra a medida que se restringe el consumo de proteína. Esto significa

que al aumentar el nivel proteico de la ración, se favorece un mayor ataque a la celulosa debido a un aumento en la actividad microbiana, incrementando la digestibilidad de la fibra.

Cuadro 8. Consumo de FDA total digestible (g/animal/día) y digestibilidad (%), en los 4 tratamientos.

Tratamientos				
Alfalfa (%)	Tagasaste (%)	Consumo de FDA (g/animal/día)	FDA total digestible (g/anim/día)	Digestibilidad (%)
100	0	685 a	261.3 a	38.2 a
70	30	591 b	240.6 b	36.0 ab
40	60	465 c	143.6 c	30.8 c
10	90	265 d	109.0 d	32.8 bc

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Blu, 1997.

7.5.- Consumo de energía metabolizable

La energía metabolizable corresponde a la porción de la energía que el animal puede utilizar para cualquier proceso fisiológico, sin considerar las pérdidas de energía por concepto de heces fecales, orina y gases de la digestión.

A medida que en las raciones se incorpora tagasaste, el menor consumo de materia seca predispone a un menor consumo de energía metabolizable (Cuadro 9), al tiempo que bajan las ganancias de peso vivo de los animales. Esta situación se debería considerar para hacer uso de algún suplemento energético en combinación con el tagasaste, si se desea potenciar la producción. Por otra parte, las raciones con tagasaste incluyen, en general, tallos con bajo aporte de energía cuando se suministra como forraje de corte. Tal situación podría evitarse con un pastoreo directo de tagasaste, ya que permitiría un mayor consumo de hojas, al existir mayor selectividad del material, lo que se traduce en un aumento del valor energético del alimento utilizado por el animal.

Cuadro 9. Consumo de energía metabolizable (Mcal/animal/día) en las cuatro raciones.

Tratamientos		
Alfalfa (%)	Tagasaste (%)	Consumo de EM (Mcal/animal/día)
100	0	4,55 a
70	30	4,28 b
40	60	3,43 c
10	90	2,69 d

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Blu, 1997.

8.- Digestibilidad *in situ*

Este método simula lo que realmente pasa con el alimento en el rumen del animal, cuyo objetivo es evaluar la digestibilidad y tasa de degradación ruminal de la planta de tagasaste y sus distintos componentes, utilizando la técnica *in situ*. Para esto, se tomaron distintas partes de la planta de tagasaste, la cual, desde el punto de vista fenológico, se encontraba en la fase de foliación y brotación. Estas partes fueron clasificadas en cinco tipos de componentes: hojas nuevas (HN), hojas maduras (HM), tallos tiernos (TT), tallos lignificados menores a un centímetro de diámetro ($TL < 1\text{ cm}$) y tallos lignificados mayores a un centímetro de diámetro ($TL > 1\text{ cm}$).

La degradabilidad ruminal de los distintos componentes de la planta se evalúa a través de la degradación de la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la fibra detergente ácido (FDA) desde bolsas dispuestas en el rumen de los animales.

Las muestras se mantienen dentro del rumen (incubación) en los tiempos de 3, 6, 10, 16, 24, 48 y 72 horas, y la incubación se realiza en bolsas de dacrón de 9 x 15 cm, con una porosidad de 1600 orificios/cm².

8.1.- Degradabilidad de la Materia Seca

Las hojas logran su máximo nivel de degradabilidad en el último tiempo de incubación (72 hrs), alcanzando niveles asintóticos con valores

de 85,1 y 87,2% para las hojas tiernas y maduras, respectivamente (Figura 3). Se puede observar que las hojas maduras son dos puntos porcentuales más digestibles que las hojas tiernas. Esto debido a que, al seleccionar las hojas nuevas, éstas se encuentran en los ápices y, por lo tanto, al extraerlas también se corta parte del tallo tierno, produciéndose, así, un leve descenso en la digestibilidad de éstas en relación con las hojas maduras.

Los antecedentes disponibles en Nueva Zelanda, indican valores similares de degradación de la materia seca en hojas de tagasate, aun cuando sólo se utilizaron 48 horas de incubación como tiempo máximo. En ese período se logró un 79% de degradación de la materia seca, similar al encontrado en las hojas en igual tiempo. Los resultados obtenidos para las hojas de tagasate son comparables con valores de degradabilidad de materia seca (*in situ*), en ensilaje de maíz y heno de alfalfa, los cuales, a las 48 horas de incubación, presentan una degradación alrededor del 70%.

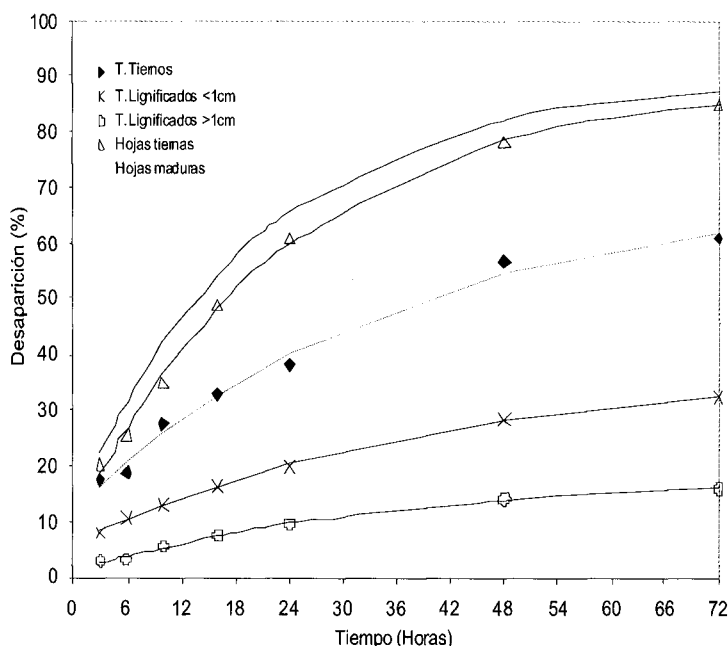


Figura 3. Degradabilidad ruminal (%) de la Materia Seca en hojas y tallos de Tagasate.
Fuente: Arredondo, 1995.

Los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, son los componentes que presentan la mayor resistencia digestiva frente a la acción degradativa efectuada por los microorganismos ruminales, logrando una degradabilidad de sólo 15,9% a las 72 horas de incubación. La baja degradabilidad mostrada por los tallos lignificados menores y mayores a un centímetro de diámetro, estimadas desde 3 a 72 horas de incubación, versus las hojas y los tallos tiernos (Figura 3), se debe a un mayor contenido de pared celular para los dos primeros alimentos, lo cual hace más lenta su digestión.

8.2 Degradabilidad de la Proteína

Uno de los mayores factores que influyen la ganancia de peso vivo de los animales es la cantidad de proteína absorbida desde el intestino delgado, la que es función del contenido de proteína del forraje y de las pérdidas de amonio en la degradación de la proteína en el rumen. El conocimiento de la proporción de la proteína (nitrógeno) perdida en el paso a través del rumen, es también útil en la evaluación del potencial de la planta como un suplemento proteico.

Las curvas de degradabilidad de la proteína al interior de las bolsas de dacrón (Figura 4), resultan ser muy similares para hojas nuevas y hojas maduras, existiendo diferencias para tallos tiernos, tallos lignificados menores a un centímetro de diámetro y tallos mayores a un centímetro de diámetro, todos los cuales presentan una tasa de degradabilidad substancialmente menor. En las hojas se logran los máximos valores de desaparición de la proteína, entre un 85,2%(HN) y 88,2%(HM) a las 72 horas de incubación. Estos valores, se pueden comparar a los de desaparición de proteína en el heno de alfalfa y ensilaje de maíz, de 82 y 70% respectivamente, a las 48 horas de digestión.

Si se compara la utilización de la proteína del tagasaste con un alimento rico en ésta, como la harina de pescado, se observa que ambos alimentos alcanzan iguales niveles de aprovechamiento. En efecto, para el caso de la harina de pescado el aprovechamiento es de un 81% y para las hojas de tagasaste, a las 72 horas de incubación, es de un 85%. Por lo tanto, ambos alimentos, con sus respectivos contenidos proteicos, son altamente digeribles para los rumiantes.

De acuerdo a lo que se aprecia en la Figura 4, las curvas de degradabilidad de la proteína cruda, para los tallos de tagasaste, muestran que el proceso de lisis bacteriana en el rumen de los animales, ocurre en forma lenta y gradual, de acuerdo al tiempo de exposición de estos alimentos a la acción del líquido ruminal. De esta manera, el animal utilizará de mejor forma la proteína existente, por lo que la proteína que escapa a la utilización ruminal, se encontrará disponible a nivel intestinal.

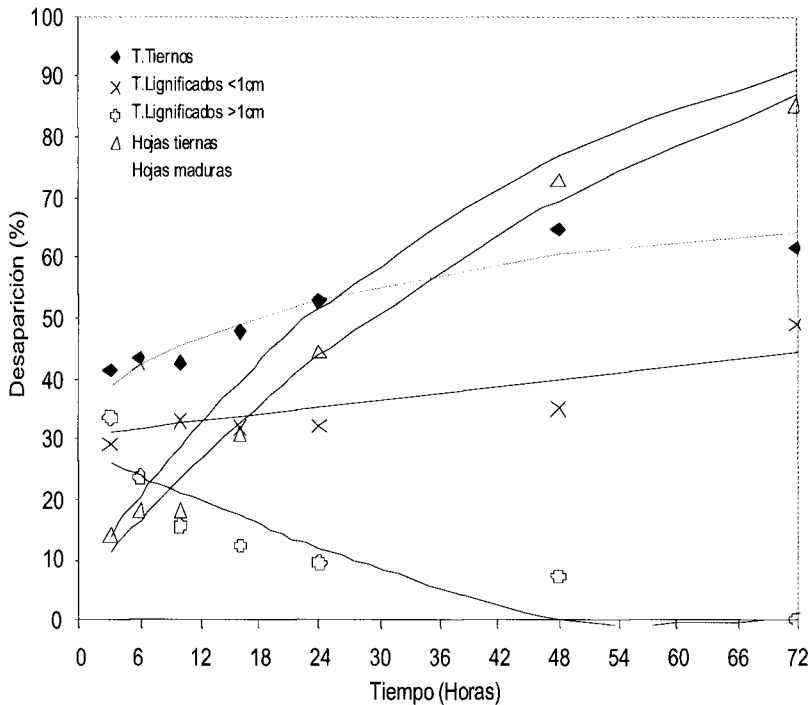


Figura 4. Degradabilidad ruminal (%) de la Proteína en hojas y tallos de Tagasate.
Fuente: Arredondo, 1995.

Los tallos tiernos y lignificados presentan valores de degradabilidad de la proteína cruda, menores a los valores logrados por las hojas a las 72 horas de incubación. La situación responde a que esas estructuras de la planta, presentan un mayor contenido de fibra, lo que protege a los componentes nitrogenados, influyendo en la disponibilidad de las fracciones proteicas a fin de ser degradadas por los microorganismos ruminales.

Los tallos lignificados mayores a 1cm de diámetro no presentan degradabilidad de la proteína cruda, debido a que el contenido de nitrógeno del rumen es mayor al presentado por éstos (3,8%). Por lo tanto, la desaparición se hace negativa, ya que el nitrógeno comienza a ingresar a las bolsas, deteniendo, así, la desaparición desde éstas.

8.3 Degradabilidad de la Fibra Detergente Ácido

Los cinco tipos de componentes de la planta que han sido analizados, tienen un comportamiento diferente en sus contenidos de lignocelulosa (Figura 5).

Los máximos valores de degradabilidad, se obtienen en aquellas bolsas introducidas con una permanencia de 72 horas. Las hojas alcanzan valores de 62 y 66% y los tallos tiernos un valor de 50%. En cambio, los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, sólo lograron un 25 y 14% de degradabilidad, respectivamente. Este comportamiento de los alimentos es atribuible a que la lignocelulosa

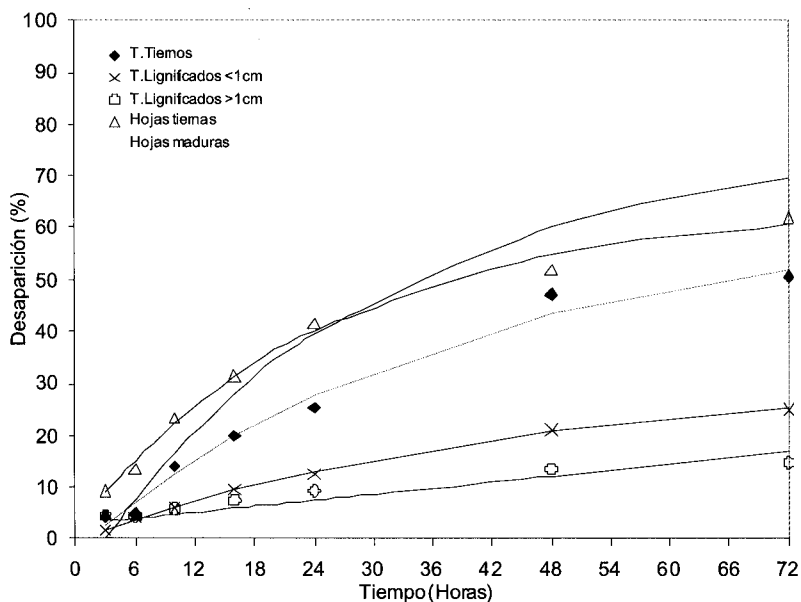


Figura 5. Degradabilidad ruminal (%) de la Fibra Detergente Ácido en hojas y

presente en las hojas, es menor que la contenida en los tallos (Cuadro 1). En consecuencia, los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, presentan un mayor contenido de pared celular, lo cual, asociado a un mayor grado de lignificación, hace más lenta su degradación.

8.4 Degradabilidad de la Energía metabolizable

El contenido de energía en el alimento es inversamente proporcional al contenido de fibra detergente ácido del mismo, debido a que las bacterias celulolíticas del rumen, al digerir la celulosa, producen ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) los que constituyen la mayor fuente de energía para los rumiantes. Por lo tanto, al estar compuesta por lignina y celulosa, su relación es estrecha.

La degradabilidad de la energía metabolizable (Figura 6) es mayor para las hojas que para los tallos, desde las 3 a las 72 horas de incubación. Allí se observan valores de entre un 24 a 92% para las hojas; 31 a 70% para los tallos tiernos; 24 a 47% para los tallos

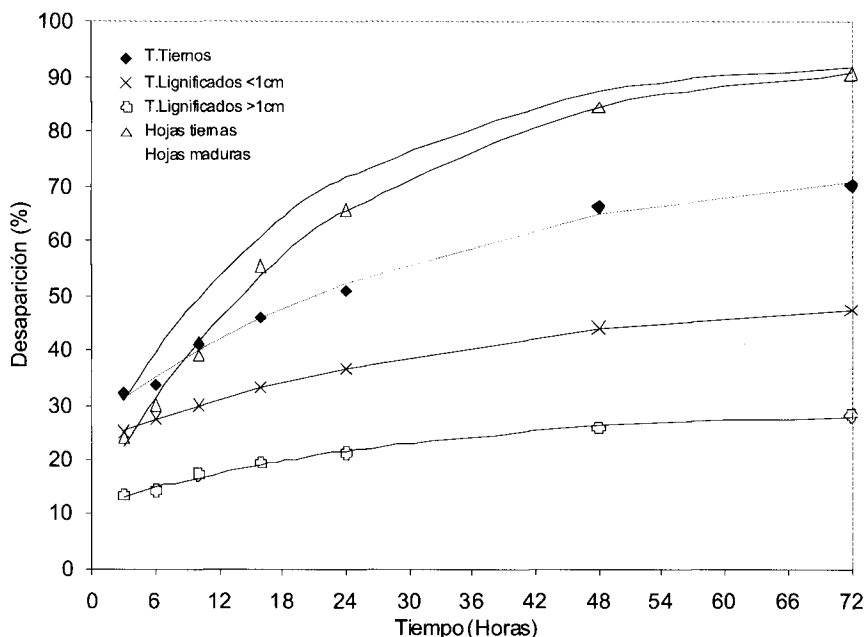


Figura 6. Degradabilidad ruminal (%) de la Energía Metabolizable en hojas y tallos de Tagasate. Fuente: Arredondo, 199

lignificados menores a 1 cm de diámetro y 13 a 28% para los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, respectivamente.

Recomendaciones

Las hojas y tallos tiernos del tagasaste son un alimento de muy buena calidad, comparables con henos de leguminosas, como alfalfa y trébol rosado. Para suministrar tagasaste como forraje a los animales, es recomendable una etapa de acostumbramiento y forzarlos al consumo, ya que frente a un alimento desconocido, los animales, inicialmente, lo rechazan. Por lo tanto, necesitan habituarse al nuevo forraje. Una vez realizada esta fase de acostumbramiento, el tagasaste es muy bien consumido por los animales, al extremo que deben ser vigilados para evitar daños por sobrepastoreo, sobre todo en el caso de las ovejas. Por otro lado, también la flora ruminal debe adaptarse al cambio de ración.

Los animales con raciones que incluyeron tagasaste, aumentaron su capacidad de consumo a medida que avanzó el período en que éstos utilizaron el alimento. En los inicios, experimentaron una leve pérdida y luego mantención de peso vivo. Gradualmente las ganancias diarias se incrementaron a los 10 días de acostumbramiento. A medida que aumentó el contenido de tagasaste y su consumo en la dieta, la eficiencia de conversión disminuyó. Sin embargo, hacia el final del ensayo, los animales tendieron a equiparar las ganancias de peso vivo diarias, con los tratamientos que incluyeron mayor proporción de alfalfa en las raciones.

Los métodos de evaluación de digestibilidad (*in vivo* e *in situ*), son adecuados para predecir la digestión que tendrá este alimento en el rumen, comprobándose que existe una gran utilización de los nutrientes a nivel ruminal. Es importante destacar que, el consumo de materia seca, proteína, fibra y energía total digestible, disminuyó gradualmente al aumentar la proporción de tagasaste en la dieta, debido al menor

consumo de materia seca total. Sin embargo, tanto para niveles altos y bajos de inclusión de tagasaste, los coeficientes de digestibilidad fueron similares.

Además, se logró determinar que el tagasaste tiene una buena aceptación en el consumo por parte de ovinos y bovinos, una vez que éstos se han acostumbrado a este forraje (sobre todo a las hojas nuevas y maduras que son, además, los alimentos que tienen la mayor degradación de materia seca, proteína cruda, fibra detergente ácido y energía metabolizable). La utilización de estas hojas nuevas y maduras a nivel ruminal, es comparable con henos de otras leguminosas forrajeras como la alfalfa y el trébol rosado. Los tallos tiernos presentan una calidad menor y los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, poseen un escaso valor nutritivo.

C A P Í T U L O



VIII

PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA, UTILIZANDO TAGASASTE Y PRADERAS NATURALES

*Germán Klee G.
Carlos Ovalle M.
Juan Carlos Canobbi V.
Alejandro Fraga S.*

1.- Introducción

La producción animal en las zonas mediterráneas se ve limitada por la ausencia de crecimiento de las praderas en el período estival e invernal. Es así como los requerimientos de los animales en estos períodos, deben ser cubiertos por el escaso forraje de dichas praderas y/o por el uso de forrajes conservados, práctica que eleva los costos de producción de los sistemas ganaderos. En este contexto, se evaluó el comportamiento del tagasaste como alimento invernal en recría-engorda de bovinos.

El objetivo fue evaluar las variaciones de peso vivo de terneros de entre 7 y 11 meses de edad en pastoreo invernal de tagasaste y estudiar el efecto de la suplementación de este forraje con cantidades limitadas de avena grano. Esto último, debido a que el tagasaste aporta buenos niveles de proteína, pero bajos niveles de energía, por lo que es necesario suplementarlo con algún alimento energético como los granos de cereales.

2.- Metodología

El estudio se realizó en la Provincia de Arauco, VIII Región, específicamente en el fundo Ranquil del sector Quiapo. Allí se utilizaron 16 terneros enteros mestizos Holando Europeo x Aberdeen Angus o Hereford, de 7,5 meses de edad y 197 kg de peso vivo inicial, los cuales pastorearon 4,6 ha de tagasaste de 3 años de edad, plantados a una densidad de 2500 plantas ha⁻¹ (4x1 m). En la entre hilera había pradera natural (Fotos 14 y 15).

El estudio consideró dos etapas:

Etapas
 Etapa I - período invernal: En la primera etapa los animales fueron sometidos a dos tratamientos: 1) Pastoreo de tagasaste y 2) Pastoreo de tagasaste más suplementación de 2 kg avena grano entero/ternero/día. Esta superficie se manejó en franjas con cerco eléctrico, para controlar el pastoreo de los arbustos.

- Etapa II de finalización o engorda: Período primavera – verano, en pastoreo de praderas naturales de vega mejorada.

3.- Variaciones y ganancias de peso vivo

Como se observa en el Cuadro 1, los terneros que pastorearon tagasaste alcanzaron en la Etapa I, ganancias invernales de 0,39 kg animal/día. Ésta se incrementó a 0,72 kg/animal/día al adicionar avena grano, constituyéndose en una buena ración de recría.

El tagasaste presentó buena composición química de sus componentes consumibles, con valores de proteína que fluctuaron entre 20,5 y 23,1% en hojas y 8,7 a 9,6% para los tallos tiernos, y una producción de material consumible de 2.300 kg m.s./ha/período (Cuadro 2).

Cuadro 1. Antecedentes generales del experimento.

Período	Tratamiento	
	Tagasaste	Tagasaste + Avena
Invernal (131 días)		
Peso inicial, kg	197 a	198 a
Peso final, kg	249 a	293 a
Incremento diario, kg	0,39 b	0,72 a
Carga, nov./ha*	2,8	3,0
Producción kg Peso Vivo./ha	180,9	330,4
Suministro de avena, kg/nov/día	----	2
Primavera-Verano (162 días)		
Peso inicial, kg	249 b	293 a
Peso final, kg	428 a	444 a
Aumento diario, kg	1,10 b	0,93 a
Carga, nov./ha*	2,9	3,1
Producción kg Peso Vivo./ha	477,3	402,7
Total períodos (293 días)		
Aumento diario, kg	0,78 a	0,84 a
Peso inicial, kg	197 a	198 a
Peso final, kg	428 a	444 a
Carga, nov./ha*	1,45	1,55
Producción, kg Peso Vivo./ha	348,6	371,3

Letras distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$). *Carga corregida a $W^{0,75}$ de 300 kg. peso vivo.

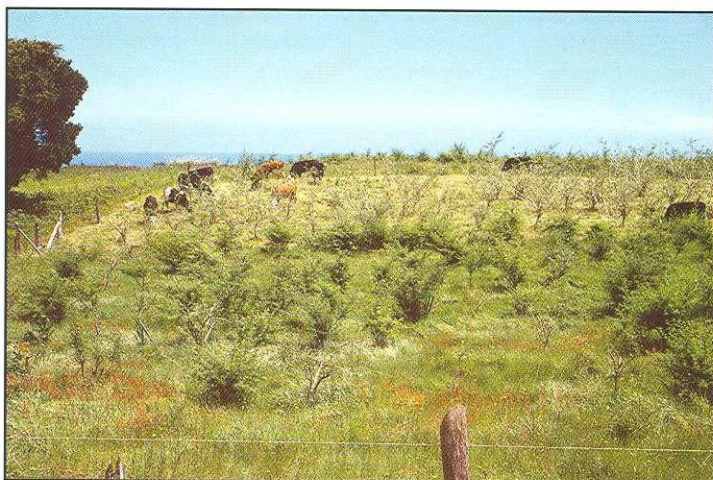


Foto 14. Pastoreo rotativo de una plantación de tagasate con novillos manejados con cerco eléctrico. Vista general del ensayo.

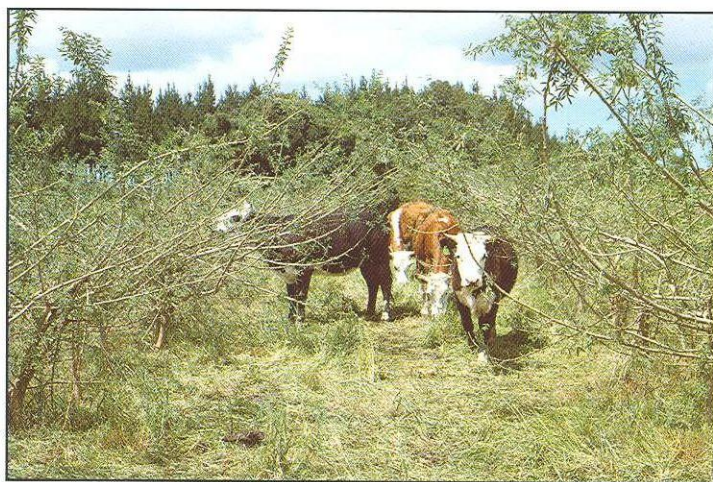


Foto 11. Detalle del consumo de tagasate por bovinos. Provincia de Arauco, 1996.

Cuadro 2. Disponibilidad total, residuo y material desaparecido de Tagasaste y pradera natural en las 4,6 ha durante el período invernal (kg m.s.).

	Forraje Disponible total	Residuo total	Material desaparecido	Porcentaje desaparecido %
Tagasaste	10.580	2.318	8.262	78
Pradera	19.049	14.518	4.531	23
Avena grano*	1.844	---	---	---

Suplemento del tratamiento Tagasaste + avena, correspondiente a 2.096 kg de avena grano.

Durante el período primavera-verano, las ganancias en praderas naturales de vega fluctuaron entre 0,9 y 1,1 kg/nov./día para tagasaste + avena y tagasaste, respectivamente, finalizando con 428 y 444 kg de peso vivo a los 17 meses de edad. De esta forma, la producción de peso vivo/ha/año alcanzó a 348,6 kg en tagasaste y 371,3 kg en tagasaste + avena grano.

Tomando en cuenta el total del período, o sea los 293 días de ensayo (25 abril 96 - 12 febrero 97), los animales alimentados con tagasaste + avena, lograron ganancias de 246 kg/animal y los de tagasaste 231 kg/animal. Las cargas resultantes fueron de 1,45 y 1,55 novillos (equivalente a 300 kg de peso vivo/hectárea) para tagasaste y tagasaste + avena, respectivamente, determinando esto último, que el tratamiento suplementado, lograra una mayor producción/ha, por la avena grano incorporada al sistema (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química de la pradera natural de vega según la época de muestreo.

FECHA	m.s. %	Pt %	FDA %	TND %	EM Mcal/Kg
Sep	14	20,8	36,2	60	2,24
Nov	18	15,1	38,9	58,1	2,16
Ene	18	6,1	48,5	51,8	1,88

En la figura 1, se aprecian las variaciones de peso vivo de los novillos durante todo el experimento, destacándose, en el período invernal, las diferencias de peso que fueron ampliamente favorables a los animales del tratamiento tagasaste + avena. No obstante, los animales del tratamiento tagasaste, durante el período primavera verano, expresaron un crecimiento compensatorio que les permitió al sacrificio con un buen peso.

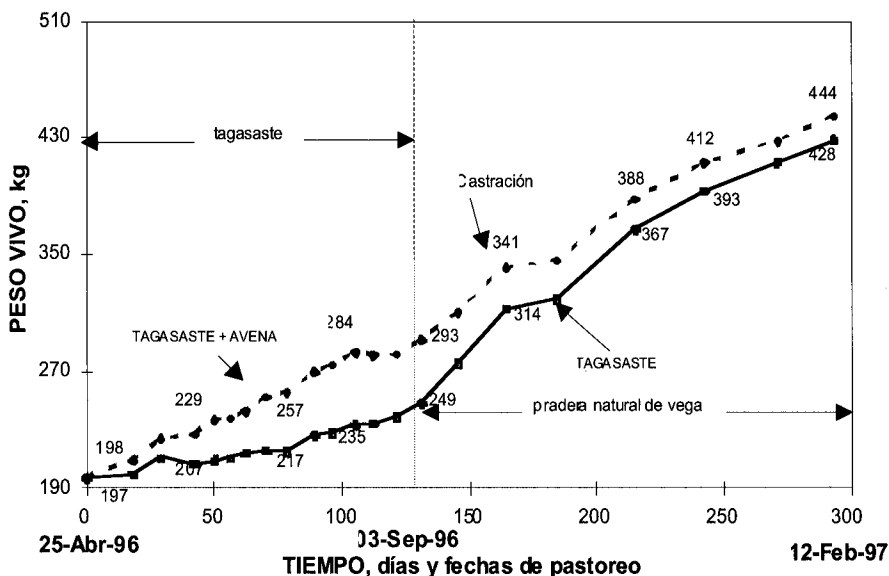


Figura 1. Variación de peso vivo de los novillos durante todo el ciclo productivo.

4.- Tipificación de la carne

La cobertura grasa fue de 4,6 mm en los animales alimentados solamente con tagasaste y de 6,0 mm en los que consumieron tagasaste + avena, parámetro que influyó en la tipificación de las canales de los animales y en el precio alcanzado por éstos. Es así, como el 85% de los animales del grupo tagasaste + avena calificaron en categoría V, mientras que sólo el 35% del grupo tagasaste, calificó en esta categoría. En relación al rendimiento en frío, área del lomo y largo de las canales, no se obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos de animales (Cuadro 4).

Cuadro 4 . Resultados promedios de las canales de los novillos de los tratamientos Tagasate y Tagasate + avena.

Sistema	Peso Canal Kg	Rendimiento canal %	Cobertura grasa mm	Area del lomo cm	Largo de Canal cm
Tagasate	224,9	56,8 a	4,6 a	46,5 a	120,7 a
Tagasate + Avena	237,9	57,8 a	6,0 a	50,8 a	122,3 a

Nota: Letras iguales indican que no hubo diferencia significativa ($P \geq 0,05$) entre los tratamientos.

Conclusiones

El tagasate establecido sobre praderas naturales, es una buena alternativa forrajera para alimentar terneros y toretes durante el período invernal. Permite obtener ganancias diarias de peso vivo medias (0,39 kg), cuando se pastorea en forma directa sin suplementar. Esas mismas ganancias se ven notablemente incrementadas, al adicionar avena grano entera a la ración, considerando siempre, en ambas condiciones, el uso de sales minerales y agua de bebida a libre disposición. La finalización de los animales o engorda en praderas mejoradas de vega, permite terminar los novillos para faenamiento a temprana edad (17 meses).

C A P I T U L O

IX

EL TAGASASTE COMO ÁRBOL FIJADOR DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO

*Carlos Ovalle M.
James Aronson
Luis Longeri S.
Julia Avendaño R.
Alfonso Herrera O.*

Introducción

Las plantas fijadoras de nitrógeno como el tagasaste, el espino y otras leguminosas leñosas arbóreas, pueden tener un rol fundamental en la restauración y en la rehabilitación de la fertilidad de los suelos degradados, como existen en extensos sectores del secano interior, secano de la costa y en suelos arenosos u otros.

Con este objetivo, se diseñó un trabajo a largo plazo destinado a estudiar la fijación simbiótica y su influencia en la rehabilitación ecológica y económica de áreas del secano interior de la zona de Cauquenes (VII Región). Para ello se utilizó el método de la dilución isotópica con N 15, con el objetivo de comparar la fijación de nitrógeno, el crecimiento y la producción de biomasa en 4 especies de leguminosas leñosas. Entre éstas se incluyeron :

- a) *Acacia caven* (espino).
- b) *Prosopis chilensis* (algarrobo).
- c) *Prosopis alba* (algarrobo blanco).
- d) *Chamaecytisus proliferus* var. *palmensis* (tagasaste).

Como árboles referencia no fijadores se utilizó:

- e) *Fraxinus excelsior* (Fresno)
- f) *Shinus polygamus* (Huingán).

1.- Producción de biomasa

Después de 6 años de evaluación, se comprobó que, tanto en los componentes aéreos como en los subterráneos, el tagasaste sobrepasa a las otras especies en producción de biomasa (Cuadro 1). La mayor producción total de esta especie fue, aproximadamente, cinco veces mayor que en espino (*Acacia caven*) y más de veinte veces mayor que en las otras dos especies de algarrobo (*Prosopis chilensis* y *Prosopis alba*).

Cuadro 1. Acumulación total de biomasa (g planta⁻¹) en cuatro árboles fijadores de nitrógeno y dos árboles de referencia, sobre un período de 6 años.

ESPECIES	Acumulación de biomasa total (aérea + raíces)					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<i>Prosopis chilensis</i>	89 b	216 b	465 b	639 b	794 c	1.112,2 b
<i>Prosopis alba</i>	78 b	248 b	302 b	657 b	856 c	1.838,4 b
<i>Acacia caven</i>	148 b	514 b	1131 b	1795 b	3379 b	5.480,8 b
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	451 a	5299 a	8659 a	15486 a	19517 a	26.029,0 a
<i>Fraxinus excelsior</i>	153 b	591 b	1207 b	2563 b	4703 b	11.011,4 a
<i>Schinus polygamus</i>	108 b	587 b	1257 b	2059 b	4331 b	9.000,5 b

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Ovalle, 1998.

2.- Nodulación

En todo el período evaluado, el peso nodular por planta de tagasaste fue significativamente mayor que en las otras especies (Cuadro 2). Las diferencias interespecíficas se hacen más marcadas en el tercer, cuarto, quinto y sexto año que en años anteriores. En cuanto a la profundidad de nódulos alcanzada, ésta no fue diferente entre todas las especies fijadoras de nitrógeno.

Cuadro 2. Peso total de nódulos por año (g planta⁻¹) en dos horizontes del suelo en 4 árboles fijadores sobre un período de 6 años.

ESPECIES	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Prof. de nódulos	
							0 - 40 cm	> 40 cm
<i>P. chilensis</i>	1,2 b	1,78 b	0,53 b	3,11 b	3,36 b	4,08 b	79 a	21 a
<i>P. alba</i>	1,0 b	3,95 b	1,51 b	6,15 b	5,30 b	4,99 b	74 a	26 a
<i>A. caven</i>	1,5 b	0,61 b	0,83 b	2,10 b	2,13 b	5,11 b	74 a	26 a
<i>C. proliferus</i>	15,5 a	27,61 a	67,88 a	71,78 a	113,24 a	223,5 a	81 a	19 a

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Ovalle, 1996.

3.- Contenido de nitrógeno

En el Cuadro 3 se observa que, en general, los contenidos de nitrógeno en el componente leñoso y en la biomasa total (incluidas las raíces) fueron significativamente mayores en las 4 especies fijadoras de nitrógeno, comparado con las 2 especies de referencia. Sin embargo, en lo concerniente a la composición de las hojas, el tagasaste es la especie con mayor contenido denitrógeno entre las fijadoras.

Cuadro 3. Contenido de nitrógeno (%) de los diferentes componentes en 4 árboles fijadores y dos árboles de referencia en la temporada 1995.

ESPECIES	HOJAS	MATERIAL LEÑOSO	TOTAL
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	2,77 a	1,14 a	1,92 a
<i>Acacia caven</i>	2,07 b	1,03 a	1,80 a
<i>Prosopis alba</i>	1,93 b	1,16 a	1,09 b
<i>Prosopis chilensis</i>	1,71 b	1,04 a	1,02 b
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,38 c	0,72 b	0,65 c
<i>Schinus polygamus</i>	1,42 c	0,59 b	0,54 c

Valores con igual letra no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan.
Fuente: Ovalle, 1996.

4.- Acumulación de nitrógeno total y derivado de la atmósfera

En concordancia con los resultados de nodulación, el tagasaste acumuló, durante el período experimental, entre 5 y 30 veces más nitrógeno por planta que cualquiera de las otras 5 especies estudiadas (Cuadro 4), llegando, al sexto año, a acumular la cantidad fijada de 352.1 g/planta.

Cuadro 4. Acumulación total de Nitrógeno y acumulación de nitrógeno fijado (N_{dfa} , g árbol⁻¹) sobre un período de 6 años en 4 especies fijadoras y 2 árboles de referencia.

AÑOS	1992		1993		1994	
ESPECIES	Total	N_{dfa}	Total	N_{dfa}	Total	N_{dfa}
<i>A. caven</i>	2.22	0.31	6.37	5.45	13.73	10.07
<i>P. alba</i>	0.95	0.24	2.10	1.10	2.56	0.48
<i>P. chilensis</i>	0.97	0.30	1.70	1.19	3.46	0.96
<i>Tagasaste</i>	5.53	4.81	58.31	49.1	91.5	76.16
<i>S. polygamus</i>	0.83	-	2.73	-	5.90	-
<i>F. excelsior</i>	1.27	-	2.73	-	5.31	-

AÑOS	1995		1996		1997	
ESPECIES	Total	N_{dfa}	Total	N_{dfa}	Total	N_{dfa}
<i>A. caven</i>	24.9	12.81	49.2	23.68	67.98	33.70
<i>P. alba</i>	8.23	0.64	9.61	1.35	15.63	1.51
<i>P. chilensis</i>	7.27	1.15	8.38	2.18	9.42	2.84
<i>Tagasaste</i>	231.4	192.1	269.7	220.0	419.9	352.1
<i>S. polygamus</i>	13.81	-	35.34	-	52.29	-
<i>F. excelsior</i>	16.55	-	38.64	-	82.38	-

Fuente: Ovalle, 1998.

5.- Fijación biológica de nitrógeno

En el Cuadro 5 se indica una estimación de la fijación por hectárea, suponiendo una densidad de plantación de 1666 árboles/ha. La fijación total para los 6 años ascendió a 496 kg de N/ha. Se destaca la gran cantidad de nitrógeno fijado por hectárea en el año 4 (193.1 kg/ha).

Cuadro 5. Estimación de la fijación biológica de Nitrógeno ($Kg\ ha^{-1}\ año^{-1}$) sobre un período de 6 años en 4 especies fijadoras.

ESPECIES	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total
<i>A. caven</i>	0.52	8.56	7.70	4.56	18.11	16.70	56.15
<i>P. alba</i>	0.40	1.43	0.00	0.35	1.20	0.25	3.62
<i>P. chilensis</i>	0.50	1.48	0.00	0.32	1.72	1.10	5.11
<i>Tagasaste</i>	8.01	73.79	44.98	193.1	46.51	129.50	496.00

Fuente: Ovalle, 1996.

En cuanto a la fracción porcentual de nitrógeno fijado por el árbol, se destaca la marcada y consistente fijación de nitrógeno por el tagasaste (80%). En contraste, las demás especies llegan a un pick de 85%, 70% y 52%, en *A. caven*, *P. chilensis* y *P. alba*, respectivamente, declinando el N_{dfa} en las 3 especies a partir del tercer año (Figura 1).

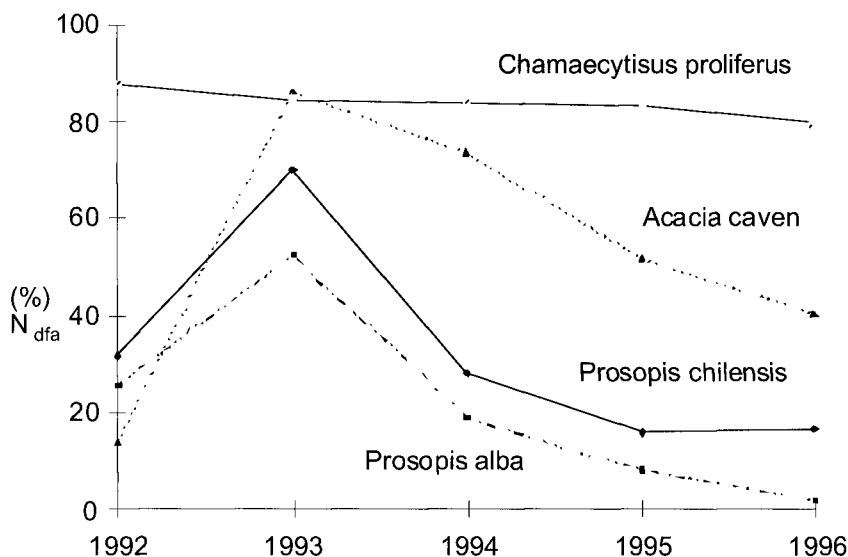


Figura 1. Nitrógeno derivado de la atmósfera (%) en 4 árboles leguminosos sobre un período de 5 años.

Fuente: Ovalle, 1998.

En conclusión, en todas las temporadas evaluadas, el tagasaste probó ser la especie de mayor crecimiento, fijación de nitrógeno y nodulación, en comparación con los otros árboles fijadores y no fijadores. Estos resultados permiten establecer que la planta de tagasaste, a pesar de las restrictivas condiciones de suelo y clima del área que limitan seriamente el crecimiento de las plantas, es una valiosa herramienta para la rehabilitación de suelos, toda vez que es capaz de producir altas cantidades de forraje. Además, el mejoramiento del suelo permite el crecimiento de otras especies herbáceas que crecen en asociación con esta planta, enriqueciendo, considerablemente, la calidad de la pradera.

C A P Í T U L O X

EVALUACIÓN ECONÓMICA

*Roberto Velasco H.
Alejandro Fraga S.*

Introducción

La determinación de los costos de producción y el análisis de la rentabilidad de un rubro dentro de la explotación predial, constituye una base esencial para la toma de decisiones por parte del productor agropecuario.

En este sentido y para contribuir a una mejor toma de decisiones, en este capítulo se presenta detalladamente la estructura de costos directos de producción de tagasate tanto para su etapa de establecimiento como para su mantención. Adicionalmente, se desarrolla el resultado económico de una explotación ganadera bovina en el secano costero de la VIII Región, específicamente en la provincia de Arauco, que utiliza tagasate como base forrajera de alimentación.

1.- Costos de establecimiento

El cuadro 1 presenta una estructura de los costos directos involucrados en la etapa de establecimiento de tagasate indicando todos los ítems que constituyen costos. El análisis se presenta para 1 hectárea como unidad básica y para 5 hectáreas como módulo de una explotación ganadera bovina (engorda de novillos).

Los valores unitarios de insumos y productos corresponden a precios de marzo 1999 sin incluir IVA y obtenidos en el mercado de la zona.

Se puede observar que el costo directo total de establecimiento de tagasate asciende a \$ 365.757 por hectárea, sin embargo, al considerar la superficie del módulo que es de 5 hectáreas este costo es menor (\$ 260.220/ha) debido a economías de escala específicamente en lo referente a construcción de cercos.

Al considerar una hectárea como unidad de análisis, la incidencia de los ítems en el costo directo total (\$ 365.757) es la siguiente: un 7% corresponde a preparación de suelos; un 6% a mano de obra utilizada en construcción de cercos; un 11 % a mano de obra de plantación; un 23% a plantas de tagasate; un 5% a fertilizantes; un 45% a insumos

Cuadro 1. Estructura de costos directos en la etapa de establecimiento de tagasaste en el secano costero de la provincia de Arauco.- Cifras en \$ de marzo 1999 sin IVA .

ITEM	UN.	VALOR UNIT.	CANTIDAD	TOTAL PARA 1 HA	CANT. PARA 5 HA	TOTAL PARA 5 HA
PREPARACIÓN SUELO						
Subsolado	JT+I	72000	0,2	14400	1	72000
Rastraje	JT+I	54400	0,2	10880	1	54400
MANO DE OBRA CERCO						
Hoyadura	JH	3250	1	3250	5	16250
Instalación polines	JH	3250	1	3250	2,24	7280
Instalación alambre y malla	JH	3250	5	16250	11,2	36400
MANO DE OBRA PLANTACIÓN						
Limpieza	JH	3250	2	6500	10	32500
Trazado hilera	JH	3250	0,5	1625	2,5	8125
Hoyadura	JH	3250	5	16250	25	81250
Plantación-fertilización	JH	3250	5	16250	25	81250
INSUMOS						
Plantas	Unidad	50	1670	83500	8350	417500
Fertilizantes						
Súper Fosfato Triple	Kg	120	84	10080	420	50400
Boronatrocaltita	Kg	88	1	88	5	440
Fertiyeso	Kg	32	170	5440	850	27200
Sulpomag	Kg	142	25	3550	125	17750
Estacas						
Malla	Unidad	350	100	35000	224	78400
Alambre púas	Rollo	10329	8	82632	17,92	185096
Grapas	Rollo	15044	3	45132	6,72	101096
Flete	Kg	560	3	1680	6,72	3763
				10000	3	30000
TOTAL				\$ 365.757		\$ 1.301.100
TOTAL				POR HA \$ 365.757		\$ 260.220

JT=Jornada tractor, I=Implemento, JH=Jornada hombre.

de cercos y un 3% a fletes. Lo anterior permite señalar que en la etapa de establecimiento casi el 70% del costo directo total corresponde a la adquisición de plantas y construcción de cerco de protección.

Esta estructura de costos varía al considerar la superficie del módulo ganadero bovino para el secano costero que utiliza 5 hectáreas de tagasaste. En este caso, sobre un costo unitario por hectárea, significativamente menor (\$ 260.220) la preparación de suelos incide en un 9% del costo total directo; la mano de obra utilizada en construir los cercos representa el 5%; la mano de obra ocupada en plantación incide en un 16%; las plantas representan un 32%; los fertilizantes en un 7% ; los insumos de cercos rebajan su incidencia al 28% y el flete representa el 3%.

2.- Costos de mantención

El Cuadro 2 sintetiza los costos directos involucrados en la mantención anual de una plantación de tagasaste, tanto para una superficie de una hectárea como para la superficie utilizada por el módulo ganadero (5ha).

Item	Unid.	Valor Unitario	Cantidad/Ha	Costo/Ha	Costo/5 Ha
Poda	JH	3.250	7,0	22.750	113.750
Fertilización	JH	3.250	0,8	2.600	13.000
Superfosfato Triple	KG	120	50,0	6.000	30.000
Imprevistos y otros				3.425	17.125
TOTAL COSTOS				34.775	173.875

Cuadro 2. Estructura de costos directos de mantención de plantación de tagasaste en el secano costero de la Provincia de Arauco. Cifras en \$ de Marzo 1999 sin IVA.

En el cuadro anterior se puede observar que el ítem de mayor incidencia en el costo directo total de mantención es la mano de obra ocupada en la labor de poda representando alrededor de un 65%; la mano de obra utilizada en la fertilización incide en un 7%; el fertilizante fosfatado propiamente tal representa un 17% en tanto que los imprevistos y varios inciden en un 11%.

3.- Evaluación económica de un sistema de producción de carne bovina

El cuadro 3 indica el flujo de ingresos y egresos del módulo ganadero bovino que utiliza como principal fuente alimenticia 5 hectáreas de tagasaste y suplementación a base de 2 Kg de avena grano entera.

Cuadro 3. Flujo de ingresos y egresos anuales del módulo ganadero bovino en el secano costero de la Provincia de Arauco, utilizando 5 hectáreas de tagasaste más suplementación. Cifras en \$ de marzo de 1999, sin IVA.

Años	1	2	3	4	5
Costos	1.690.044	951.763	1.340.707	2.118.595	2.507.539
Plantación	1.301.100	-	-	-	-
Mantención plantación	-	173.875	173.875	173.875	173.875
Compra terneros	295.500	591.000	886.500	1.477.500	1.773.000
Suplementación	45.144	90.288	135.432	225.720	270.864
Sanidad	8.400	16.800	25.200	42.000	50.400
Comisiones y fletes	39.900	79.800	119.700	199.500	239.400
Ingresos	652.680	1.305.360	1.958.040	3.263.400	3.916.080
Novillos	652.680	1.305.360	1.958.040	3.263.400	3.916.080
Flujo ingresos Netos	(1.037.364)	353.597	617.333	1.144.805	1.408.541

Años	6	7	8	9	10
Costos	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539
Plantación	-	-	-	-	-
Mantención plantación	173.875	173.875	173.875	173.875	173.875
Compra terneros	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000
Suplementación	270.864	270.864	270.864	270.864	270.864
Sanidad	50.400	50.400	50.400	50.400	50.400
Comisiones y fletes	239.400	239.400	239.400	239.400	239.400
Ingresos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Novillos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Flujo ingresos Netos	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541

Años	11	12	13	14	15
Costos	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539
Plantación	-	-	-	-	-
Mantenión plantación	173.875	173.875	173.875	173.875	173.875
Compra terneros	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000
Suplementación	270.864	270.864	270.864	270.864	270.864
Sanidad	50.400	50.400	50.400	50.400	50.400
Comisiones y fletes	239.400	239.400	239.400	239.400	239.400
Ingresos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Novillos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Flujo ingresos Netos	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541

Años	16	17	18	19	20
Costos	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539	2.507.539
Plantación	-	-	-	-	-
Mantenión plantación	173.875	173.875	173.875	173.875	173.875
Compra terneros	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000	1.773.000
Suplementación	270.864	270.864	270.864	270.864	270.864
Sanidad	50.400	50.400	50.400	50.400	50.400
Comisiones y fletes	239.400	239.400	239.400	239.400	239.400
Ingresos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Novillos	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080	3.916.080
Flujo ingresos Netos	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541	1.408.541

TIR	71%
VAN	\$ 6.760.765

El análisis se practica a un horizonte de 20 años por cuanto se estima ésta sería la vida útil de las plantas de tagasaste en las condiciones del secano costero de Arauco. Los costos están conformados por los items plantación, mantención, adquisición de terneros, suplementación alimenticia, sanidad del ganado y comisiones-fletes. Los ingresos anuales están dados por la venta de novillos producto de la engorda en el módulo. Se observa en el Flujo de Ingresos Netos que la recuperación de la inversión inicial de plantación más los costos operativos anuales se recuperan al término del cuarto año de evolución del módulo ganadero.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) para este módulo ganadero y a un horizonte de 20 años es de 71% en tanto que el Valor Actualizado Neto (VAN) de los flujos de ingresos netos a una tasa de corte del 12% anual es de \$ 6.760.765.- Ambos índices indican que un proyecto de esta naturaleza otorga buenas expectativas económicas.



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Arredondo, S. 1995.** Digestibilidad *in situ* de cinco componentes de la planta de Tagasate (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) mediante el uso de la técnica de novillos fistulados en el rumen. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Univ. Adventista de Chile. 54p.
- Arredondo, S.; Jahn, E., y Ovalle, C. 1997.** Evaluación de la composición química y de la digestibilidad *in situ* de cinco componentes de la planta de Tagasate (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) mediante la técnica de novillos fistulados en el rumen. Agricultura Técnica (Chile) 57 (2) : 127-135.
- Barry, T. N. 1989.** Condensed tannins : Their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem. In : The roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion 1989, eds. Nolan, J. V., Leng, R. A. and Demeyer, D. I. Penambul Books, Armidale, NSW, Australia. pp : 152-169.
- Barry, T. N. and Manley, T. R. 1984.** The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. British Journal of Nutrition. 51 : 493-504.
- Bird, S. H. and Leng, R. A. 1978.** The effects of defaunation of the rumen on the growth of cattle on low-protein-high-energy diets. British Journal of Nutrition. 40 : 163 -167.
- Blu, L.F. 1997.** Determinación del consumo voluntario, valor nutritivo (digestibilidad *in vivo*) y variaciones de peso vivo en ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasate (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Univ. Adventista de Chile. 64 p.
- Bonsi, M. L.; Osuji, P. O. and Tuah, A. K. 1995.** Effect of supplementing the straw with different levels of lucuena or sesbania leaves on the degradation of teff straw, Sesbania, Leucaena, Tagasate and Vernonia and on certain rumen and blood metabolites in Ethiopian Menz sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 52 : 101-129.

- Borens, F.M.** 1986. The nutritive and feeding value of Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). Thesis (Ms. Sci) Lincoln College, University of Canterbury, Department of Animal Science. New Zealand. 76 p.
- Borens, F. and Poppi, D.P.** 1985. The feeding value of tagasaste. (*Chamaecytisus palmensis*) IN: Logan L.A.; Radcliffe J.E. eds. Fodder Trees. A summary of current research in New Zealand. New Zealand Crop Research Division DSIR. Report no.106:43-45
- Borens, F.** 1986. The nutritive and feeding value of tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). Thesis (Ms Sci). Lincoln College, New Zealand University of Canterbury, Department of Animal Science. 76 p.
- Borens, F.M. and Poppi, D.P.** 1990. The nutritive value for ruminants of Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), a leguminous tree. Animal Feed Science and Technology 28 (3) :275 - 292.
- Coleman, S.W. and Barth, K. M.** 1973. Quality of diets selected by grazing animals and its relation to quality of available forage and species composition of pastures. Journal of Animal Science 36 (4) : 754-761.
- Danso, S. K ; Bowen, G. D. and Sanginga, N.** 1992. Biological nitrogen fixation in trees in agro-ecosystems. Plant and Soil 141: 177-196.
- Di Castri, F.** 1968. Esquisse ecologique du Chili. En: Biologie de L'Amerique Australe. Tome IV. C.N.R.S. Paris. p. 7.
- D'Mello, J. P.** 1992. Chemical constraint to the use of tropical legumes in animal nutrition. Anim. Feed. Sci. Technol. 38 : 237-261.
- Donnelly, E. D. and Anthony, W. B.** 1970. Effect of genotype and tannin on dry matter digestibility in *Sericea lespedeza*. Crop Science 10 : 200-202.
- Edwards, N.; McNeill, D.; Oldham, C.; Allen, G.; Roberts, P.; Mailey, J. and Wiley, T.** 1995. Cattle production on Tagasaste. In: T. Wiley and J. Mailey (eds). Tagasaste establishment, grazing systems economics and cattle markets. Tagasaste Field Day, D.A.W.A., Moora. pp. 15-20.

- Edwards, N.; Oldham C.; Allen G.; McNeill D. and Tudor G..** 1996. Animal production from tagasaste. En: Tagasaste review workshop. Club capricorn, yanchep, western Australia. pp. 61-69.
- Edwards, N.; Allen, G.; McNeill, D. and Oldham, C.** 1997. Grazing management of Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*) for sheep and cattle production in southern Australia. Proc. 18th. Int. Grass. Cong., Canada. p. 7.
- Edwards, N.; Mailey, J.C.; McNeill, D. and Oldham, C.** 1997a. The effect on intake, palatability and digestibility of phenolics compounds in tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*). Proc. 18th. Int. Grass. Cong., Canada. pp. 70-81.
- Edwards, N.; Oldham, C. Allen, G.; McNeill, D. and Tudor, G.** 1997b. Animal production from Tagasaste. In: C. Lefroy, C.M. Oldham, and N.J. Costa (eds). Tagasaste Review Workshop, Yanchep, Western Australia pp. 61-99.
- Edwards, N.; Allen, G.; McNeill, D. and Oldham, C.** 1997c. Grazing management of tagasaste. In: E.C. Lefroy, C.M. Oldham and N.J. Costa (eds). Tagasaste Review Workshop, Yanchep, Western Australia pp. 135-153.
- Hamilton, B.; Hulchinson, K.; Annis, P. and Donnely, J.** 1973. Relationships between the diet selected by grazing sheep and the herbage on offer. Australian Journal of Agricultural Research 24: 271-277.
- Harborne, J.B.** 1991. The chemical basis of plant defense. In: R.T. Palo and C.T. Robbins (Eds). Plant defenses againts mammalian herbivory. CRC Press, Boca Raton, Florida pp. 45-59.
- Hardison, W.A.; Reid, J.T.; Martin, C.M. and Woolfolk, P.G.** 1954. Degree of herbage selection by grazing cattle. Journal of Dairy Science 37(1): 89-102.
- Hemsley, J. A.; Peter, D.; Downs, P. A.; Smith, J. and Buscall, D.** 1987. Nutritional comparision of lupin grain vs tagasaste for growth and wool production by merino ewe weaners grazing mature annual pasture. Martindale Research Proyect-Scientific Review, April 1987, School of Agriculture, The University of Western Australia.

- Klee, G.** 1990. Sistemas de producción de carne bovina para la zona centro sur. Serie Quilamapu N° 21. pp. 51 - 58.
- Kunkel, G.** 1974. Flora de Gran Canaria. Ediciones del Ecmo Cabildo Insular de Gran Canaria. La Palma. Vol. 1: 50 p.
- Lambert, M.G.; Jung, G. A.; Harpster, H. W.; Budding, P. J. and Wewala, G. S.** 1989. Forage shrubs in North Island hill country. Forage digestibility. New Zealand Journal of Agricultural Research 32(4): 491-497.
- Lefroy, E.C.; Dann, P.; Wildin, J.; Wesley-Smith, R. and McGowan, A.A.** 1992. Trees and shrubs as sources of fodder in Australia. Agroforestry Systems. 20: 117-139.
- Mathews, G.L.** 1989. Utilization of Tagasaste. In: Department of Agriculture and Rural Affairs (eds). Tagasaste, research results and farmer experiences. (Victoria). Research Report 83: 10-11.
- McGowan, A. A.** 1989. Effect of frequency of harvesting on productivity of Tagasaste. In: Department of Agriculture and Rural Affairs (eds). Tagasaste, research results and farmer experiences. (Victoria). Research Report 83: 4-5.
- McGowan, A. A. and Mathews G.L.** 1994. Effect of inter-row spacing on the production of Tagasaste and associated pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture, N°34, 487-90.
- McNeill, D.; Oldham, C.; Wiley, T.; Allen, G. and Robert, P.** 1994. Grazing management and fertiliser response of Tagasaste. Australian in Advances in Research of Tagasaste. 4: 10-12.
- McNeill, D.M.; Allen, G. and Oldham, C.** 1994. Grazing management and feeding value of tagasaste. In: D. McNeill, R. Woodgate and S. Davies (eds). Proceedings of a seminar on "Productions Options for Beef Cattle". The Aust. Soc. Of Anim. Prod.

- McNeill, D. M.; Allen, G. M.; Brooker, J. D. and Oldham, C. M.** 1996. Presence of the ruminal bacterium *Streptococcus caprinus* does not improve the performance of cattle grazing tagasaste. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 21. (in press).
- McRae, C.F. and Wiley, T.** 1992. Production and persistence of annual and perennial legume and grass species for stable land use systems on sandy soils. Final report on project DAW35 for the wool research and development corporation. Western Australia Department of Agriculture. pp. 23-24.
- Mehrez, A. Z. and Orskov, E. R.** 1977. Study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 88: 645-650.
- Mercy, J.** 1995. The effect of phenolics, extracted from tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), on rumen activity in sheep. Honours Thesis, Faculty of Agriculture, The University of Western Australia.
- Minson, D.J.** 1982. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. IN: Hacker J.B. ed. Nutritional limits to animal production from pasture. Farhnam Royal, CAB International. pp: 167-182.
- Muzquiz, M.; Robredo L.M.; Burbano C.; Cuadrado C.; Ayet G. and Mendez P.** 1996. Variation in the alkaloid content of different subspecies of *Chamaecytisus proliferus* from the Canary Islands.- Journal of Chromatography A 719 pp. 237-243.
- Nsahlai, I. V.; Siaw, D. E. and Osuji, P. O.** 1994. The relationships between gas production and chemical composition of 23 browses of the genus *Sesbania*. J. Sci. Food Agric. 65 : 13-20.
- Oldham, C.M. and Mattinson, B.C.** 1988. Advances in Research on Tagasaste. It is economic to grow Tagasaste to be grazed by sheep?. Martindale Research Project, School of Agriculture, University of Western Australia, Nedlands. 14 p.

- Oldham, C. M.; Wilkins, J.F. and Moore, P.M.** 1989. Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), an evergreen fodder tree, in grazing systems of mediterranean type climates. 1. Feeding value for reproduction when grazed by Merino ewes at joining. 16th International Grassland Congress. Nice, France. pp: 1251-1252.
- Oldham, C. M. and Moore, P.M.** 1989. Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*), an evergreen fodder tree, in grazing systems of mediterranean type climates. 2. The feeding value of tagasaste for wool production when grazed by young merino ewes over summer and autumn. 16th. International Grassland Congress. Nice, France. pp. 1253-1254.
- Oldham, C.M.; Allen, G. and Moore, P.M. and Mattinson B.** 1991. Animal production from tagasaste growing in deep sands in a 450 mm winter rainfall zone. Western Australia Journal of Agriculture 32(1): 24-30
- Oldham, C. M.; Fortune, J.; Mattinson, B. and Wiley, T.** 1992. Advances in research on tagasaste - development and validation of a new sustainable farming system. Perth, University of Western Australia. N° 2. 18 p.
- Oldham, C.M.** 1993a. Tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). A fodder shrub and alternative legume. In: D.L. Michalk, A.D. Craig and W.J. Collins (eds). Alternative pasture legumes. Primary Industries South Australia, Technical Report. 219: 118-138.
- Oldham, C.M.** 1993b. Cattle production from tagasaste - A new industry for the sandplain. In: C.M. Oldham and G. Allen (eds). Advances in Research on Tagasaste N°3, Martindale Research Project, School of Agriculture, University of Western Australia, Nedlands 6907. pp. 23-36.
- Oldham, C.M. and Allen, G.** 1994. Production from cows and calves set stocked on tagasaste at Dunmar, Badgingarra. Advances in Research on Tagasaste 4: 7-9.
- Opazo, R.** 1930. Agricultura. Monografía cultural de las plantas agrícolas, Tomo III, Plantas forrajeras y plantas industriales. p: 156.

- Orskov, E. R. and McDonald, I.** 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science.* 92: 499-503
- Ortega, J.F.; Méndez, P.; Fernández, G.M. y Santos, G.A.** 1990. (*Chamaecytisus proliferus* (L.F.) Link spp. *palmensis* (Christ Kunkel). Una leguminosa forrajera arbustiva originaria de la Isla de La Palma. *Revista Canarias Agrarias y Pesqueras* 8: 328-332.
- Ovalle, C.; Aronson, J.; Avendaño, J.; Alvarez, H.; Meneses, R. y Neira, L. A.** 1992. Alfalfa arbórea o tagasate; un árbol forrajero leguminoso promisorio para sistemas agroforestales. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu* 42: 37-40.
- Ovalle, C.; Aronson, J.; Alvarez, H. y Avendaño, J.** 1993. Alfalfa arbórea o Tagasate (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*). Un árbol forrajero leguminoso con potencial para sistemas agrosilvopastorales en Chile Mediterráneo. *Agricultura Técnica, Chile.* 53(3): 264-271.
- Ovalle C.; Aronson J. y Arredondo S.** 1996. Tagasate o alfalfa arbórea para el secano: excelente forraje en períodos críticos. *Tierra Adentro (Chile)* N° 7 pp. 46-49.
- Ovalle, C.; Del Pozo, A.; Avendaño, J.; Fernández, F. y Arredondo, S. L.** 1996. Restauración y rehabilitación de agroecosistemas degradados en el secano interior Mediterráneo de Chile. En: *II Taller Internacional de Agroecosistemas Degradados en los Países del Cono Sur, Cauquenes, (Chile), Septiembre de 1996.* 21p.
- Ovalle, C. ; Aronson, J. ; Longeri, L. ; Herrera, A. and Avendaño, J.** 1996. Nitrogen fixation, nodulation and biomass accumulation in three Chilean legumes trees and Tagasate *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*. *Proceedings of the Eleventh Australian Nitrogen Fixation Conference. Perth 22 - 27 september 1996* :65-67.
- Ovalle, C.; Longeri, L.; Aronson, J.; Herrera, A. and Avendaño, J.** 1996. N₂-Fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in three Chilean legume trees and Tagasate, *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*. *Plant and Soil*: 179: 131-140.

- Ovalle, C.; Avendaño, J.; Fernández, F.; Arredondo, S. y Neira, L. A.** 1997. Producción de biomasa consumible de Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* Subsp. *Palmensis*) en dos localidades de ambiente climáticamente contrastados en la zona Mediterránea. Agric. Técnica. 56(3): 214-219.
- Ovalle C.; Arredondo, S.; Aronson, J.; Longeri, L. and Avendaño, J.** 1998. Biological nitrogen fixation in four dryland tree species in central Chile. IAEA-TECDOC-1053. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. pp. 23-32.
- Owens, F. N. and Bergen, W. G.** 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals : Historical perspective, current understanding and future implications. J. Anim. Sci. 57, Suppl. 2 : 498-518.
- Pérez, V. y Sagot, P.** 1892. Le Tagasaste (*Cytisus proliferus* varietas). Fourrage important. IN: Pérez, V. (ed). Imprimerie de la semaine medicale. 78 p.
- Radcliffe, J.** 1985. Fodder trees production under cutting, for five years in Canterbury Hill Country. IN: Logan L.A.; Radcliffe J.E. Eds. Fodder trees - a summary of current research in New Zealand. New Zealand, Crop Research Division. DSIR. Report N° 106:19-23.
- Radcliffe, J.** 1983. Fodder trees - an option for dry hill country. Proceedings of the Hill and High country seminar. Lincoln college 10-11 May. New Zealand, Centre for Resource Management. Special Publication, N° 26: 49-57.
- Radcliffe, J.; Alexander, R. and Townsend, R.** 1985. Effect on tagasaste of cutting and sheep grazing at different times of the year. IN: Logan L.A.; Radcliffe J.F. Eds. Fodder trees -A summary of current research in New Zealand. New Zealand, Crop Research Division. DSIR. Report N° 106:24-25.
- Radcliffe, J.E.** 1986. Management of Tagasaste. New Zealand Agricultural Science. 20(3): 145-148.
- Ramírez, S. M.** 1997. Caracterización de los componentes vegetales consumidos por ovinos y bovinos en plantas de tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) (Tesis Ingeniero Agrónomo). Univ. Adventista de Chile. 82 p.

- Robert, O. M.** 1993. Digestibilidad *in situ* de heno de alfalfa y ensilaje de maíz bajo dos condiciones ruminales inducidas mediante la alimentación. Tesis (Ing Agr). Chillán, Universidad de Concepción, Fac.Ciencias Agropecuarias y Forestales. 37 ref. Sum, (En, Es) 59 p.
- Rowe, J. and Zorrilla-Ríos, J.** 1993. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia pp: 89.
- Sepúlveda, C.** 1998. Evaluación de distintos métodos de escarificación de semillas de tagasate (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*), Tesis Ingeniero Agrónomo. Univ. Adventista de Chile. 60 p.
- Snook, L.C.** 1952. Tree Lucerne a fodder crop with has been overlooked. Journal of Agriculture of Western Australia, 3rd series 1: 587-593.
- Snook, L.C.** 1961. Tree Lucerne a fodder crop with a future. Journal of Agriculture of Western Australia, 4th series 2: 173-179.
- Snook, L.C.** 1982. Tagasate (Tree Lucerne) *Chamaecytisus palmensis*: A shrub with high potencial as a productive fodder crop. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 48: 209-213.
- Snook, L.C.** 1986. Tagasate tree lucerne. High production fodder crop. Night Owl Shepparton. 102 p.
- Snook, L.C.** 1989. Tagasate (Tree-lucerne). *Chamaecytisus palmensis*. A browse shrub which will increase production from grazing animals. Animal Production in Australia 15: 589-592.
- Snook, L.C.** 1991. Tagasate: Its value as a tree crop. Paper presented at Lecture Series, International Tree Crop Institute, Victoria. 4 p.
- Snook, L.C.** 1996. Tagasate. A productive browse shrub for sustainable agriculture. Agrovision, Mansfield. 132 p.
- Standing, W; Rowe, J.; Oldham, C.; McRae, C.; Wiley, T. and Gerry de Jong.** 1994. Beef production from tagasate - barley supplementation. Advances in research on Tagasate 4: 13-16.
- Stafford, H. A.** 1988. Proanthocyanidins and the lignin connection. Phytochemistry. 27 : 1-6.

- Topps, J. H.** 1992. Potential, composition and use of legumes shrubs and trees as fodder for livestock in the tropics. *J. Agric. Sci. Camb.* 118 : 1-8.
- Townsend, R.J. and Radcliffe, J.E.** 1987. Establishment and management of Tagasaste. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 48: 109-113.
- Townsend, R.J. and Radcliffe, J.E.** 1988. Tagasaste fodder for stock. *Growing Today*. February-March. pp: 17-18.
- Tudor, G.; Costa, N. and Standing, W.** 1996. Supplementry feeding of animals grazing tagasaste In: *Tagasaste Review Workshop*. De. E. C. Lefroy., C. M. Oldham and N. J. Costa. pp : 100-134.
- Ulyatt, M.J.; Beever, D.E.; Thomson, D.J.; Evans, R.T. and Haines, M.J.** 1980. Measurement of nutrient supply of pasture. *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand.* 36: 671.
- Varvikko, T. and Khalili, H.** 1993. Wilted tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*) forage as replacement for a concentrate supplement for lactating crossbred Friesian x Zebu (Boran) dairy cows fed low-quality native hay. *Animal Feed Science and Technology.* 40 : 239-250.
- Weeb, C.J.** 1980. Tree Lucerne in New Zealand. *Journal of the New Zealand. Tree crops Association* 5: 31.
- Weeb, C.J. and Shand, J.E.** 1985b. Reproductive biology of Tree Lucerne, *Chamaecytisus palmensis* (*Leguminosae*). *New Zealand Journal of Botany* 23(4): 597-606.
- Wiley, T.** 1993. Tagasaste establishment and management. In: *Final report on project DAW35 for the Wool Research and Development Corporation*. Western Australian Department of Agriculture. pp: 11-12.
- Wiley, T. and Maugham, C.** 1993b. Recent results of a number of factors thought to affect the productivity of paddocks of tagasaste. In: C. Oldham and G. Allen (eds). *Advances in Research on tagasaste No.3*. Animal Science Group, School of Agriculture, The University of Western Australia, Nedlands. pp: 37-52.

- Wiley, T. and Maughan, C.** 1990. Recent results of a number of management factors thought to affect the productivity of paddocks of tagasaste. In: T. Lefroy, J. Cook and B. Peake (eds). Tagasaste in Australia. pp: 1-14.
- Wiley, T.; Oldham, C.; Allen, G. and Wiese, T.** 1994. Tagasaste. Department of Agriculture Western Australia. Bulletin 4291. 23 p.
- Woodfield, D.R. and Forde, M.B.** 1987. Genetic variability within Tagasaste. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 48: 102-108.
- Woodward, A. and Reed, J. D.** 1989. The influence of polyphenolics on the nutritive value of browses. A summary of research conducted at ILCA. ILCA Bull. 35 : 2-11.