

INFORME TÉCNICO FINAL DEL PROYECTO

**ADAPTACIÓN E INTRODUCCIÓN DEL TAGASASTE
O ALFALFA ARBÓREA EN ÁREAS DE SECANO
MEDITERRÁNEO DE CHILE CENTRAL.**



CÓDIGO : Nº A94-0-P-025

Nº DE INFORME TÉCNICO : 7

PERÍODO : 10-05-95 al 31-05-99

Sometido a consideración de la
Fundación para la Innovación Agraria
FIA - Ministerio de Agricultura



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN QUILAMAPU**

CHILLÁN, JUNIO DE 1999



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN QUILMAPU



INFORME TÉCNICO FINAL
DEL PROYECTO

ADAPTACIÓN E INTRODUCCIÓN DEL TAGASASTE O ALFALFA ARBÓREA EN ÁREAS DE
SECANO MEDITERRÁNEO DE CHILE CENTRAL.

Sometido a consideración de la
Fundación para la Innovación Agraria
FÍA - Ministerio de Agricultura



CHILLÁN, JUNIO DE 1999

INVESTIGADORES PARTICIPANTES

CARLOS OVALLE	Responsable del Proyecto Departamento de Producción Animal INIA CRI Quilamapu
FERNANDO FERNÁNDEZ	Departamento de Producción Animal INIA Centro Experimental Cauquenes
JULIA AVENDAÑO	Departamento de Producción Animal INIA Centro Experimental Cauquenes
ALEJANDRO FRAGA	Departamento de Producción Animal INIA CRI Quilamapu
FERNANDO SQUELLA	Departamento de Producción Animal INIA CRI La Platina
ORIELLA ROMERO	Departamento de Producción Animal INIA CRI Carillanca

AYUDANTES DE INVESTIGACIÓN

TERESA ARAVENA	INIA Centro Experimental Cauquenes
JOSÉ CARES G.	INIA CRI Quilamapu
MARÍA ELENA DÍAZ	INIA Centro Experimental Cauquenes
LUIS ALARCÓN	INIA Centro Experimental Cauquenes
CESAR NORAMBUENA	INIA Centro Experimental Cauquenes

MEMORANTES

CESAR SEPÚLVEDA	Universidad Adventista de Chile
-----------------	---------------------------------

TABLA DE CONTENIDOS

I	ANTECEDENTES GENERALES.....	7
II	RESUMEN EJECUTIVO.....	8
III	TEXTO PRINCIPAL.....	10
1	PROPUESTA ORIGINAL.....	10
1.1	Resumen propuesta original.....	10
1.2	Objetivos.....	11
1.3	Justificación del proyecto.....	11
2	RESULTADOS OBTENIDOS.....	13
2.1	COMPONENTE 1. ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL.....	13
2.1.1	Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX región.....	13
2.2	COMPONENTE 2. ESTUDIOS SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE.....	22
2.2.1	Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.....	22
2.2.2	Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de las semillas de tagasaste.....	25
2.2.3	Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste al establecimiento.....	28
2.2.4	Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	30
2.2.5	Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.....	31
2.2.6	Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	45
2.2.7	Efecto del uso de gel para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	54
2.2.8	Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.....	60
2.3	COMPONENTE 3. ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE LA PLANTACIÓN.....	64
2.3.1	Efecto del subsolado y la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	64
2.3.2	Efecto del subsolado, control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.....	68
2.3.3	Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	72
2.3.4	Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje de tagasaste en el secano interior de Arauco.....	75
2.4	COMPONENTE 4: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	85
2.4.1	Sistema de producción agroforestal con tagasaste.....	85
3	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	98
3.1	COMPONENTE 1. ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL.....	99

3.1.1	Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX Región	99
3.2	COMPONENTE 2. ESTUDIOS SOBRE ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE	100
3.2.1	Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de Tagasaste.	100
3.2.2	Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.....	101
3.2.3	Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste.	103
3.2.4	Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	104
3.2.5	Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.	105
3.2.6	Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.....	107
3.2.7	Efecto del uso de gel, para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes	108
3.2.8	Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de la Provincia de Arauco.	109
3.3	COMPONENTE 3: MANEJO DE LA PLANTACIÓN DE TAGASASTE	111
3.3.1	Efecto del subsolado y de la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en Cauquenes.....	111
3.3.2	Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.....	112
3.3.3	Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes	113
3.3.4	Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje del tagasaste en el secano costero de Arauco.....	114
3.4	COMPONENTE 4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL	116
3.4.1	Sistema de producción agroforestal con tagasaste	116
3.5	PRINCIPALES PROBLEMAS METODOLÓGICOS ENFRENTADOS	118
3.5.1	Temporada 1996/97.....	118
3.5.2	Temporada 1997/98.....	118
3.5.3	Temporada 1998/99.....	119
3.6	ADAPTACIONES O MODIFICACIONES INTRODUCIDAS	119
3.6.1	Temporada 1996/97.....	119
3.6.2	Temporada 1997/98.....	119
3.6.3	Temporada 1998/99.....	120
4	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS EJECUTADAS	121
4.1	COMPONENTE 1 : ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL	121
4.1.1	Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX Región.....	121
4.2	COMPONENTE 2 : ESTUDIOS SOBRE ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE	121
4.2.1	Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.....	121
4.2.2	Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.....	121

4.2.3	Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste al establecimiento.	121
4.2.4	Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.	122
4.2.5	Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.	122
4.2.6	Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.	122
4.2.7	Efecto del uso de gel, para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.	122
4.2.8	Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de la provincia de Arauco.	122
4.3	COMPONENTE 3. ESTUDIOS SOBRE MANEJO DE LA PLANTACIÓN	122
4.3.1	Efecto del subsolado y de la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.	122
4.3.2	Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco	123
4.3.3	Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.	123
4.3.4	Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje del tagasaste en el secano costero de Arauco.	123
4.4	COMPONENTE 4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL	123
4.4.1	Sistema de producción agroforestal con tagasaste	123
5	PROBLEMAS ENFRENTADOS	124
5.1	ADMINISTRATIVOS	124
5.2	DE GESTIÓN	124
5.3	LEGALES	124
5.4	TÉCNICOS	124
6	CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y CUADRO RESUMEN DE COSTOS	125
7	DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	127
7.1	ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EJECUTADAS	127
7.1.1	Charlas técnicas.	127
7.1.2	Seminarios	129
7.1.3	Días de campo.	130
7.1.4	Entrega de semillas.	132
7.1.5	Entrega de plantas.	134
7.1.6	Visitas prediales.	135
7.2	PUBLICACIONES	137
7.2.1	Publicaciones científicas.	137
7.2.2	Publicaciones divulgativas	137
7.2.3	Cartillas divulgativas.	137
7.2.4	Boletín Técnico.	137
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
8.1	CONCLUSIONES ESPECIFICAS	139

8.2	CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS.....	141
9	ANEXOS.....	143
10	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	144

I ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del Proyecto Adaptación e Introducción del Tagasaste o Alfalfa
Arbórea en Areas de Secano Mediterráneo de Chile
Central

Código A94-D-P-025

Región VI a IX

Fecha de aprobación o adjudicación 8-11-94

Forma de Ingreso al FIA Concurso regular

Agente Ejecutor y Asociados Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilamapu

Coordinador del Proyecto Carlos Ovalle Molina

Costo total \$ 124.620.959

Aporte del FIA \$ 75.570.758

Período de ejecución 10-05-95 al 31-05-99

II RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto "Adaptación e introducción del tagasaste o alfalfa arbórea en áreas de secano mediterráneo de Chile central", desarrollado en un período de cuatro años tuvo como objetivo general desarrollar un conjunto de estudios que permitieran determinar la factibilidad técnica, biológica y económica de incorporar esta nueva especie forrajera leguminosa arbustiva, con el propósito de solucionar importantes limitantes de disponibilidad forrajera en períodos críticos que afectan a los sistemas ganaderos de la zona de secano mediterráneo de Chile. Paralelamente se espera de esta especie contar con una herramienta efectiva para la rehabilitación de suelos degradados dada su condición de planta fijadora de nitrógeno atmosférico.

Se adoptó una metodología que consideró cinco componentes: a) estudio del comportamiento de la especie en una amplia gama de condiciones agroecológicas lo cual se materializó en una red de 21 sitios de plantación entre Navidad y Puerto Saavedra b) desarrollo de técnicas intensivas de establecimiento para lo cual se realizaron 8 unidades experimentales que abarcaron estudios de germinación de semilla, formas de viverización, densidad de plantación, fertilización y control de malezas; c) desarrollo recomendaciones que permitan el establecimiento y manejo exitoso de la plantación; c) la evaluación en términos productivos y económicos de la inclusión del tagasaste en un sistema ganadero ovino de producción de carne del secano; d) por último, un programa de difusión y transferencia tecnológica.

La metodología aplicada permitió cumplir con los objetivos propuestos. Efectivamente se ha introducido al país y se ha desarrollado un conjunto de tecnologías básicas que permiten disponer de una nueva especie útil para la agricultura y ganadería de la zona de secano. Como especie forrajera el tagasaste demostró ser capaz de suministrar materia seca de alta calidad y de bajo costo en períodos críticos, lo cual permitirá mejorar los resultados productivos y económicos de explotaciones ganaderas en áreas marginales. Por otra parte, se dispone de una herramienta de enorme utilidad para un tema que también es de alta prioridad para el estado y para el MINAGRI, como es él de la rehabilitación y restauración de suelos degradados.

En términos más específicos el proyecto, permitió determinar con precisión las zonas de adaptación del tagasaste en Chile Central; no existen limitantes de orden climático en toda el área evaluada del secano de la costa; en cambio, las condiciones de déficit hídrico estival en el secano interior de la VI Región (condición mediterránea semiárida) limitan el establecimiento de la especie. En cuanto a limitantes edáficas los suelos de textura arcillosa con problemas de drenaje afectan en forma severa la sobrevivencia de las plantaciones. Se desarrolló una tecnología completa para el establecimiento y manejo de las plantaciones. Entre los factores claves de éxito están la aplicación conjunta de subsolado del suelo, control de malezas, fertilización de establecimiento y suplementación hídrica estival durante el primer verano.

La inclusión del tagasaste en un sistema de producción de carne ovina del secano interior permitió comprobar que es posible intensificar la producción de carne, aumentando la disponibilidad de alimentos, la carga animal, el rendimiento de peso vivo y el ingreso neto /ha.

Con toda esta información, se desarrolló un programa de difusión y transferencia de tecnología que implicó un vasto programa de actividades de días de campo, charlas técnicas, seminarios y publicaciones. El proyecto culminó con la edición de un Boletín Técnico editado por FIA e INIA, donde se sintetizan todos los avances y conocimientos desarrollados en aspectos de establecimiento, manejo y utilización de la especie. Esta constituye una herramienta de transferencia que ayudará más allá de los límites temporales del proyecto a incorporar, de manera efectiva, esta nueva alternativa en los sistemas productivos de áreas de secano mediterráneo. La Transferencia de tecnología en el período del proyecto no tuvo el impacto masivo esperado, a pesar del enorme esfuerzo desplegado en múltiples actividades. Contribuyó a ello las condiciones económicas imperantes, los cambios en los programas de transferencia de INDAP, la rotación de personal dentro de las empresas de transferencia y la falta de instrumentos de apoyo al financiamiento de las plantaciones.

III TEXTO PRINCIPAL

1 PROPUESTA ORIGINAL

1.1 RESUMEN PROPUESTA ORIGINAL

El Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus var. palmensis*) es una nueva alternativa forrajera arbórea para zonas de secano, introducida al país por INIA en 1988. Resultados de investigaciones preliminares han demostrado una excelente adaptación y alta productividad en el secano interior de Cauquenes y especialmente en el secano de la costa de Arauco.

Este proyecto tiene como objetivo principal completar los estudios de adaptación del tagasaste, haciendo extensiva su introducción a los secanos interior y de la costa de Chile central, entre la VI y la parte norte de la IX Región; además de verificar su comportamiento en una mayor diversidad de condiciones agroecológicas y edáficas específicas como dunas litorales, arenales de la VIII Región, etc.. Paralelamente el proyecto iniciará la difusión de la especie entre los agricultores en áreas en que, a la luz de los resultados existentes, es posible y seguro iniciar un programa de transferencia (secano interior y costero de la VIII Región y parte sur de la VII Región). Con estos objetivos, se dispondrán plantaciones de Tagasaste en 15 sitios en las áreas mencionadas. La transferencia de tecnología se realizará aprovechando la infraestructura de Centros de Ajuste y Transferencia de Tecnología (CATT) que INIA e INDAP disponen para el apoyo a núcleos de pequeños agricultores en todo el secano, entre la VI y IX región.

Paralelamente se plantea una fase de estudios experimentales conducentes a mejorar la tecnología y disminuir los costos de establecimiento de la plantación. Para ello se realizará un conjunto de ensayos en que se estudiarán alternativas de siembra directa, sistemas de viverización a raíz desnuda, speedlings, subsolado y control de malezas.

Por último, el proyecto contempla la implementación de sistemas de producción animal en donde se evaluará del rol de esta leguminosa arbórea fijadora de nitrógeno, sobre la rehabilitación productiva y económica de sistemas de producción ganaderos del secano interior.

1.2 OBJETIVOS

- Difundir el Tagasaste entre los agricultores de las áreas de secano interior y costero de la VIII región y de la parte sur de la VII Región.
- Transferir las tecnologías disponibles en cuanto a sistemas de plantación, manejo y utilización de la especie
- Completar estudios de introducción y adaptación de la especie abarcando el área de los secanos interior y de la costa entre la VI y la parte norte IX región (Los Sauces, Traiguén).
- Completar estudios sobre establecimiento de la especie, que permitan disminuir los costos de plantación.
- Diseñar sistemas agroforestales combinando praderas con plantaciones de árboles leguminosos. Evaluar estos sistemas en términos técnicos y económicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio es la ocupada por el denominado secano mediterráneo, entre las Regiones VI y parte norte de la IX, con alrededor de 2.5 millones de hectáreas. Es una zona de agricultura difícil y pobre para la cual urge encontrar nuevas alternativas productivas que puedan hacer aportes reales al mejoramiento de los sistemas de producción existentes. En este sentido, la incorporación de una leguminosa arbórea fijadora de nitrógeno como el tagasaste, cumple un doble objetivo, por una parte mejora la oferta forrajera en períodos críticos para los sistemas ganaderos, y por otra, desencadena un proceso de rehabilitación de los suelos degradados.

En relación a la situación actual, los agricultores desarrollan la ganadería utilizando la vegetación natural típica de estas zonas, los espinales del secano interior y las praderas naturales y rastrojos en el secano costero. El espinal se extiende desde el río Petorca por el norte hasta el río Laja, por el sur. El espinal es una pseudo sabana, dominada por el espino (*Acacia caven* Mol.) y una estrata herbácea de especies

terófitas, en la cual dominan las especies compuestas, seguido de gramíneas (*Lolium multiflorum*, *Avena spp.*, *Bromus spp.*) y algunas leguminosas (*Trifolium spp.*, *Medicago spp.*). El clima es de tipo Mediterráneo con precipitaciones anuales promedio de 400 a 1200 mm, en la VI y IX Regiones, respectivamente.

Las explotaciones agrícolas en el Secano Interior, combinan 4 - 5 rubros, de los cuales la ganadería y la cerealicultura son los más extensivos. En los sectores de llanos, el Espinal es un recurso forrajero y de carbón, pero que ha sido sobreexplotado. En los sectores de loma, se desarrolla un sistema tradicional de agricultura, que combina una cerealicultura de secano, sin aportes de fertilizantes ni restituciones orgánicas, sobre suelos de excesiva pendiente, y realizada en forma itinerante sobre todo el predio, con la ganadería. Esto va dejando tras de sí rastrojos y terrenos que son colonizados por comunidades de herbáceas anuales de pobre interés pastoral. Sobre estas se desarrolla una ganadería también de muy bajos rendimientos.

El sistema actual de manejo en el secano interior, se encuentra bloqueado por falta de elementos bióticos capaces de aportar nitrógeno, materia orgánica, y reciclar otros macro y microelementos al los suelos, y por falta de una estructura física y actividad biológica del suelo que permita un mejoramiento progresivo de su fertilidad.

Nuestra hipótesis de trabajo es que intervenciones importantes son necesarias para "desbloquear" el sistema y ponerlo en una nueva trayectoria de sucesión y de mejoramiento. Las leguminosas arbóreas fijadoras de nitrógeno, que también son comestibles por los animales, tienen un papel importante en iniciar un proceso de rehabilitación productiva. Esas leguminosas también se caracterizan por un alto potencial de producción de biomasa, lo cual se traduciría en un aumento de la productividad del sistema agropecuario.

Lo que pretendemos es revertir esta situación de degradación progresiva de los recursos y de los ecosistemas, creando nuevos sistemas de producción en base al desarrollo de un nuevo agroecosistema silvopastoral a través de la combinación de praderas y de un nuevo árbol leguminoso forrajero, fijador de nitrógeno, capaz de contribuir al mejoramiento productivo a corto plazo y a la rehabilitación de los suelos a largo plazo.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

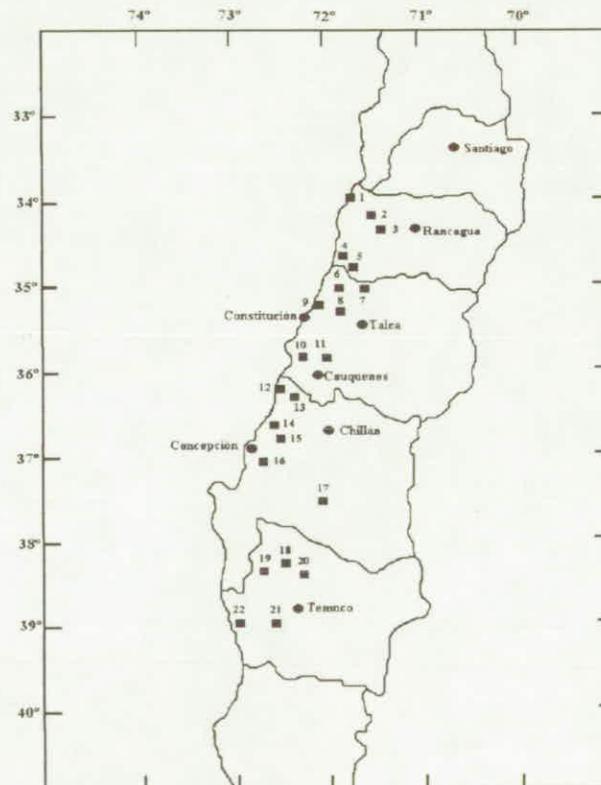
2.1 COMPONENTE 1. ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL.

2.1.1 Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX región.

a) 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 tagasaste 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 Lingüe	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

b) Supervivencia de las plantas

Durante la primera temporada, se evaluó la supervivencia 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 tagasaste 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 supervivencia invernal, principalmente debido a que en dichos lugares las temperaturas medias del período invernal 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 supervivencia al período estival presenta un cuadro muy similar al de la invernal, 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 resulta ser 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.

Nº	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	Purén	*	56
21	38.46	72.50	Nueva Imperial	43	76
22	38.48	73.17	Pto. Domínguez	50	75

(*) No se evaluó, 1= se replantó

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).

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.

Cuadro 3. Situación (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 Trinchera	Muerte plantas	Mal drenaje, textura suelo
VII	Chanco	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. Domnguez	Pto. Domínguez	Sobrevivencia > 90%	-

c) Crecimiento de las plantas

Como se ha visto hasta el momento, 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 tres primeras temporadas (Figuras 2 y 3) y que difiere de la cuarta o última temporada debido principalmente a la sequía imperante en todo Chile, la cual ha llevado a los agricultores a utilizar todos los recursos forrajeros de que disponen en sus predios, incluyendo las parcelas a las cuales hacemos mención. Este último hecho no hubiera afectado el crecimiento de las plantas, pero existió una tendencia al sobretalajeo en varias localidades, lo que afectó al promedio de los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas. De todas formas, existe una tendencia al aumento de tamaño de las plantas, al menos en los secanos interior de la VI a VIII regiones y en el costero.

Por último, sería de mucha importancia el continuar evaluando el desarrollo de las plantas, ya que se ha establecido un período de utilización de la planta de al menos 20 años, con lo que hasta el momento solamente conoceríamos la curva de crecimiento de las plantas en su 20% inicial de vida útil.

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

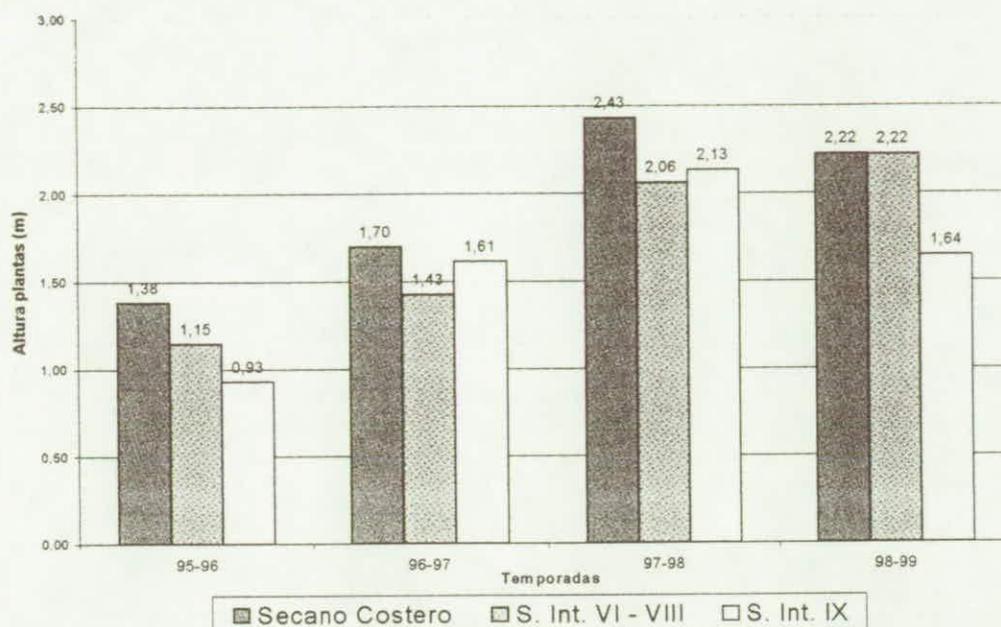
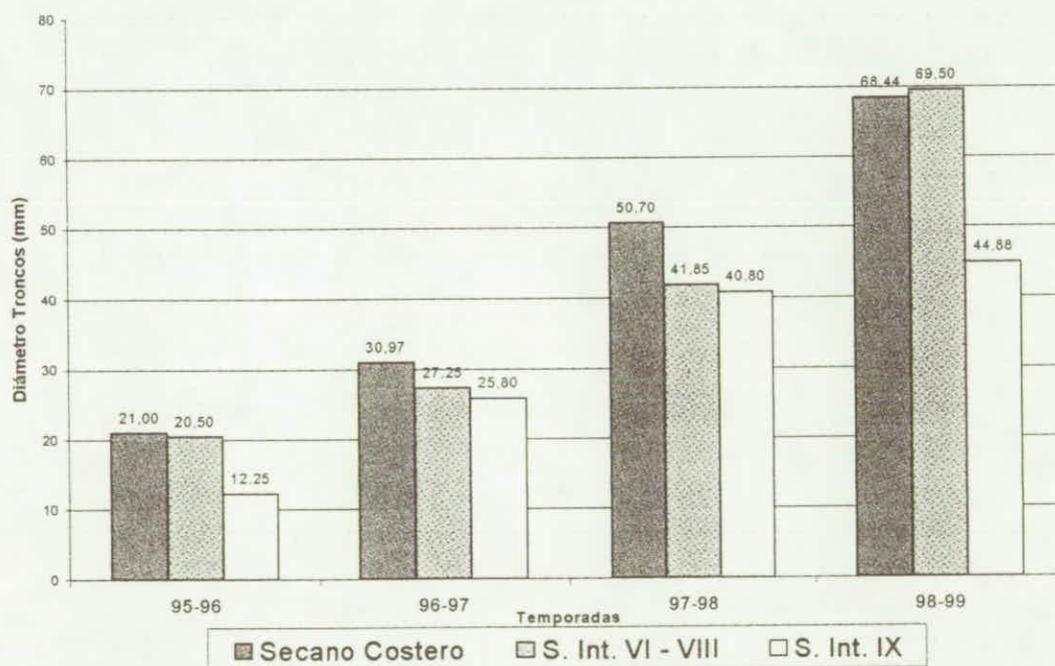


Figura 3. Evolución del diámetro de troncos promedio de plantas de tagasaste durante cuatro temporadas y en diferentes zonas de Chile Mediterráneo Central.



d) Producción de materia seca consumible

◆ En las tres primeras temporadas

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.

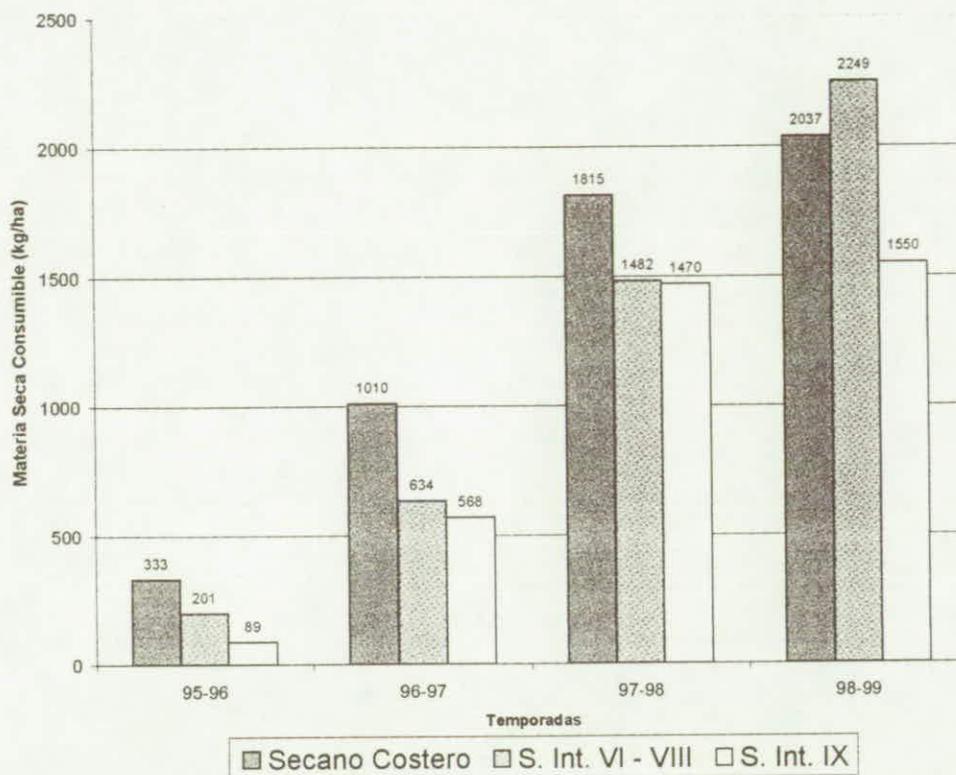
En el secano interior las producciones disminuyen entre un 15 y 20 % con respecto al secano costero, debido principalmente, a las condiciones de suelos de texturas más pesadas, menor humedad relativa y menor pluviometría anual que en el secano costero.

◆ En la última temporada

La situación ocurrida en la última temporada (98-99), con respecto a la producción de materia seca consumible, no se ajusta a la curva o tendencia de lo que ocurrió en las primeras tres temporadas. Es así, que como se observa en la Figura 4, la producción de materia seca de las parcelas ubicadas en el secano interior de la VI a la VIII regiones superó en un 9,4% a la producción de las parcelas ubicadas en el secano costero que en las temporadas precedentes fueron las que tuvieron una mayor productividad. De todas maneras en la cuarta temporada, el secano interior de la VI a VIII regiones y el secano costero, registraron aumentos de producción de un 34,1 y un 10,8%, respectivamente, con respecto a la temporada anterior.

La producción de materia seca consumible registrada en la última temporada en el secano interior de la IX región, superó solo en un 5,1% a la temporada anterior, siendo este leve aumento, el menor de los registrados comparados con las otras zonas sometidas a evaluación (Figura 4).

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



e) Conclusiones

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 en lomajes 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, salvo el drenaje de los suelos. También se recomienda la plantación de tagasaste en el secano interior, eso sí, la sequía estival puede limitar severamente la sobrevivencia de las plantas, especialmente en áreas de la VI y VII regiones como Marchigüe y Hualañé. Por lo tanto, en esta área agroecológica las posibilidades de plantación de la especie abarcan del río Maule al sur.

2.2 COMPONENTE 2. ESTUDIOS SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE

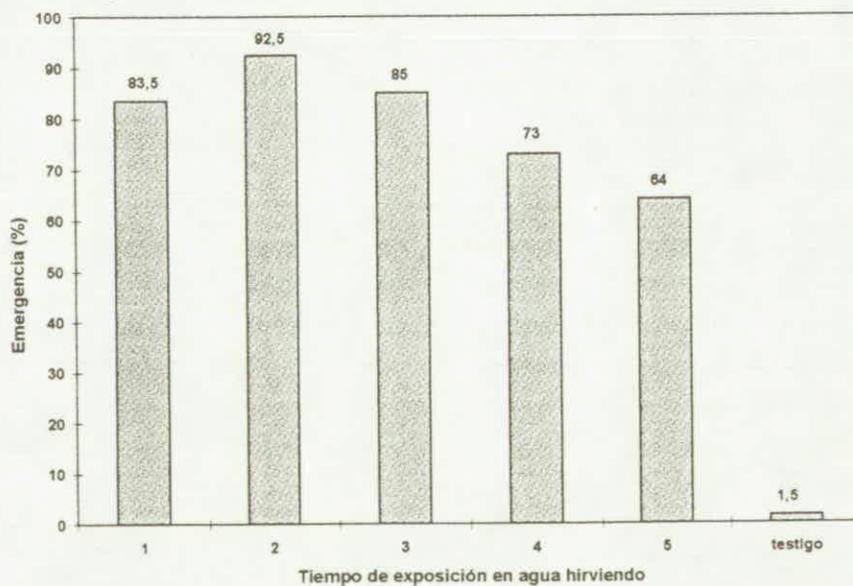
2.2.1 Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.

a) 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. Posteriormente, 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 obtiene 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.

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



b) 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 (220, 400 y 500 minutos; 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.

c) 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.

d) Conclusiones

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 esto, 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 y 20 minutos, es la técnica más recomendable puesto que con ésta hay un menor riesgo de daño de embriones.

2.2.2 Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de las 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.

a) Relación entre temperatura y la porcentaje de germinación

La relación entre temperatura y la porcentaje de germinación respecto al tiempo, se indica en la Figura 1. 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.

b) Efecto de las variaciones de temperatura

Las variaciones de temperatura pueden estimular o retardar la germinación, dependiendo de la especie. En la Figura 2, se observa la relación entre la temperatura y la tasa de germinación expresada en el 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.

Figura 1. Germinación acumulada (%) de semillas de tagasaste en función del tiempo a distintas temperaturas.

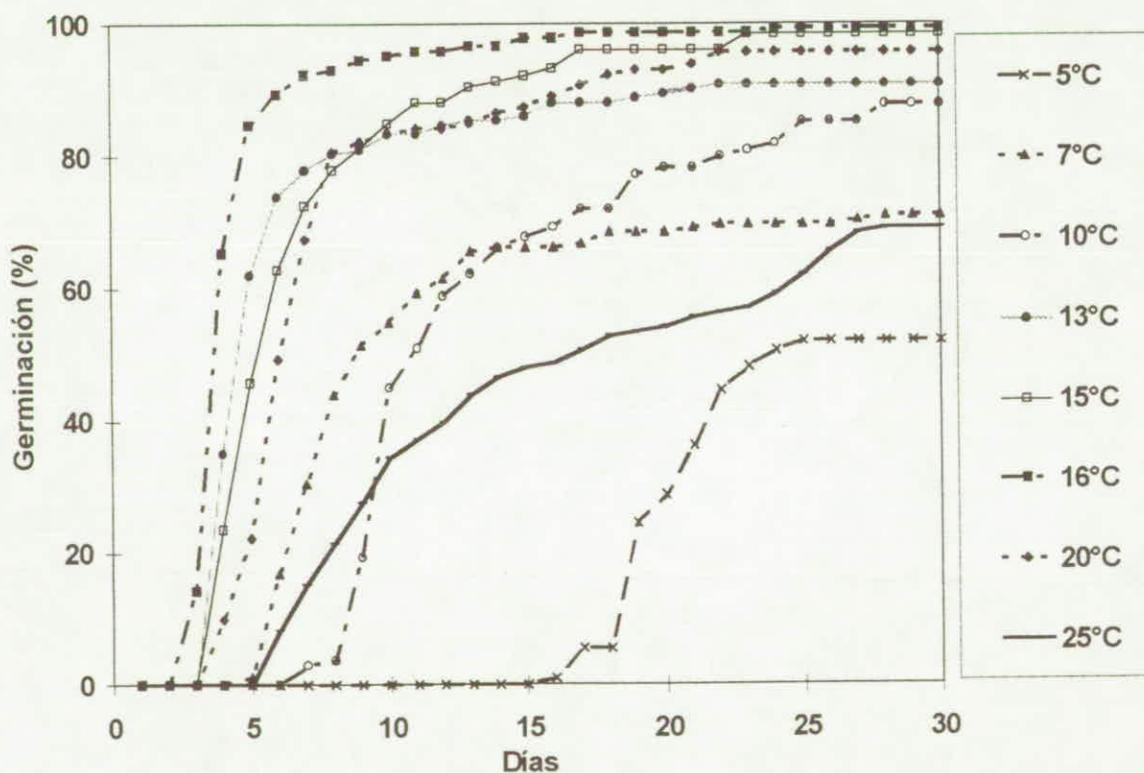
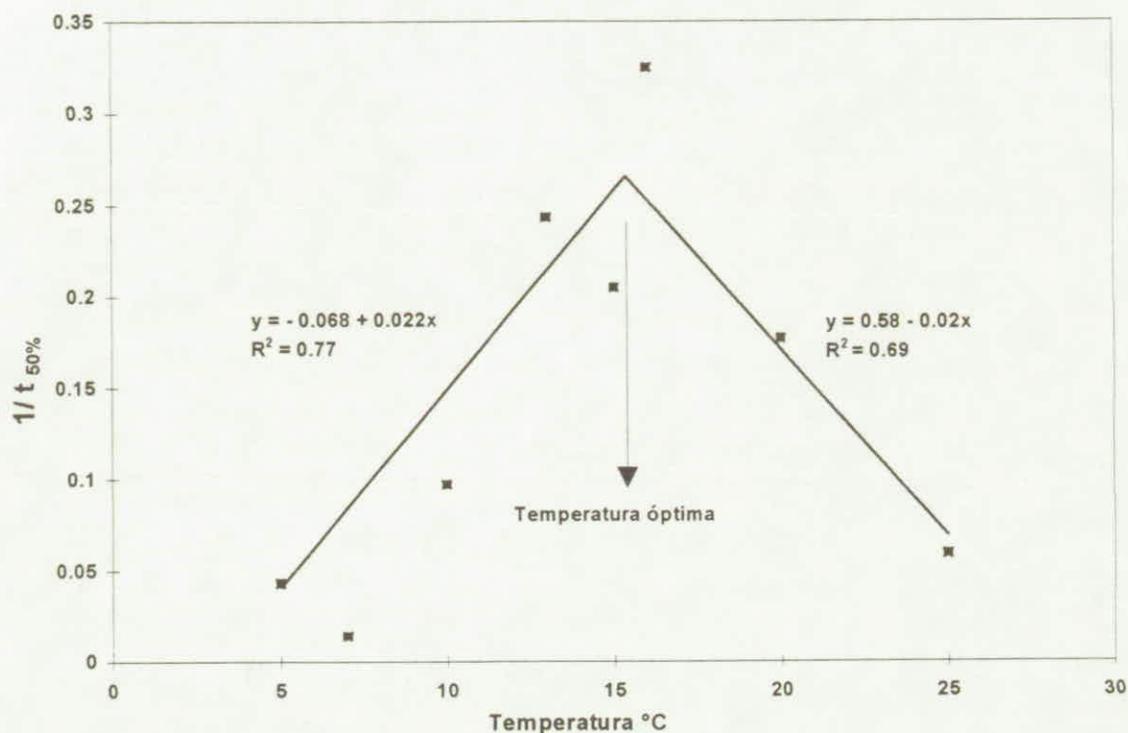


Figura 2. Germinación de semillas de tagasaste en función de la temperatura.



c) Conclusiones

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 tagasaste por siembra directa, al verse restringida la velocidad de germinación y, por consiguiente, el establecimiento de las plantas.

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

La técnica más comúnmente utilizada para establecer plantaciones de tagasaste es realizar un vivero con plantas producidas en bolsas. En los viveros, inicialmente se propuso el uso de una bolsa de gran tamaño (35 cm) lo que encarece el costo de la planta. Con el fin de disminuir estos costos, se estableció un ensayo a objeto de evaluar otras formas de viverización, tales como, utilizar bolsas más pequeñas, speedling y también la siembra directa, de modo de obtener plantas con un sistema radicular desarrollado y nodulado, factores importantes para una plantación exitosa.

En relación al método de viverización y plantación (Cuadro 1), se observó tanto en sobrevivencia como en las otras variables de crecimiento, un exitoso establecimiento con plantas provenientes de viverización en bolsas de 20 cm siguiéndole las plantas viverizadas en bolsa grande (35 cm) y plantadas a raíz desnuda.

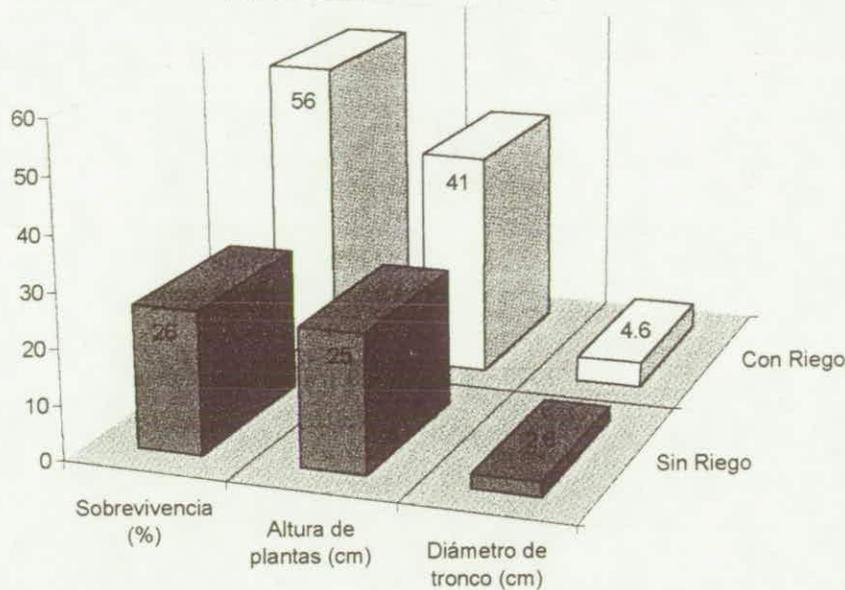
En el caso de las plantas provenientes de siembra directa y speedling, estas no tuvieron un buen comportamiento al establecimiento, lo que se vio reflejado en la muerte prematura de éstas en el caso de la siembra directa, y a un escaso crecimiento en el caso de las plantas provenientes de speedling (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento de plantas de tagasaste al establecimiento en función de la forma de viverización de las plantas durante el primer verano. Temporada 1996-97.

Tipo de viverización	Sobrevivencia (%)	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
Speedling	41,8 b	20,0 cd	2,1 c
Raíz desnuda	47,2 b	33,8 c	4,2 b
Siembra Directa	1,4 c	9,8 d	0,03 d

En cuanto a al efecto de la suplementación hídrica, se observó un significativo efecto de esta variable sobre la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas. Sin embargo, la sobrevivencia observada aun en los tratamientos con riego fue baja (56%) debido a las extremas condiciones de sequía de la primavera y el verano de 1996 (Figura 1).

Figura 1. Sobrevivencia (%), crecimiento en altura (cm) y diámetro de tronco (cm) de plantas de tagasaste con y sin riego estival



a) Conclusiones

Se determinó la factibilidad de disminuir el costo de la planta al viverizar en bolsa de menor tamaño de 20 cm. No se encontró diferencias en crecimiento y supervivencia cuando se compara la planta viverizada en bolsa de 35 cm, en relación a la planta proveniente de bolsa de 20 cm. Además, debe descartarse, como forma de establecimiento, en el secano interior de Cauquenes, las plantaciones de tagasaste por siembra directa o viverización en speedling.

Además, durante el primer año de vida de la plantación, la suplementación hídrica con riegos cada 20 días, con 20 litros de agua /planta, es un factor clave para el logro de una alta sobrevivencia de plantas.

2.2.4 Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Debido al menor costo involucrado en la semilla, tiempo y mano de obra, la siembra directa pareciera ser el método más aconsejable de establecimiento de plantaciones de tagasaste, en relación al mayor costo que implica realizar plantaciones con plantas provenientes de vivero. Con este fin se estableció un experimento a objeto de evaluar distintas fechas de siembra directa y determinar la mejor época de realización de ésta.

Los resultados que se observan en el Cuadro 1, indican que con siembra directa de tagasaste en el secano interior de Cauquenes se obtuvieron porcentajes de supervivencia de plantas inferiores al 50% y crecimientos en altura de plantas inferiores a 50 cm. Este resultado es muy inferior a lo logrado con establecimiento de plantas provenientes de vivero, en que se logran tasas de sobrevivencia superiores al 90% y crecimientos de alrededor de 1 m en el primer año. Este resultado subóptimo de la siembra directa puede ser atribuido a la baja tasa de germinación de semillas y al escaso crecimiento que logran las plantas, debido a las bajas temperaturas invernales. Posteriormente la primavera corta y el largo período de sequía de verano determinan que plantas de escaso desarrollo no logran sobrevivir al período de déficit hídrico estival.

Cuadro 1.- Emergencia y crecimiento de plantas de tagasaste en relación a la época de siembra directa.

Tratamiento Epoca de siembra	Sobrevivencia (%)	Altura de plantas (cm)
15 de Abril	20 abc	56,5 a
15 de Mayo	31 ab	39,5 dc
15 de Junio	41 a	31,6 d
15 de Julio	25 ab	49,8 ab
15 de Agosto	32 ab	41,8 bc
15 de Septiembre	15,4 bc	15,8 e
15 de Octubre	0	0 f

a) Conclusiones

Debido a las condiciones ambientales imperantes en el secano interior, específicamente en Cauquenes, se produce una baja supervivencia y escaso desarrollo de las plantas de tagasaste al ser establecidas mediante la técnica de siembra directa. Por lo tanto, ésta no es recomendable en dicha situación, a diferencia de lo que ocurre en Australia, donde la siembra de grandes extensiones produce economías a escala. En ese ambiente, las temperaturas invernales no limitan la germinación y el crecimiento invernal.

2.2.5 Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.

En zonas de alta pluviosidad de Australia y Nueva Zelanda el tagasaste se siembra directamente o se planta a altas densidades de 2500 a 5000 plantas por hectárea. En el caso de Chile, donde se introdujo la especie en zonas de fuertes limitantes hídricas, sobre todo en los períodos de fines de primavera y verano, el tema de la densidad de plantación adquiere una importancia mayor ya que puede ser un factor determinante en el éxito de la plantación al evitar someter las plantas a la competencia por agua.

Para evaluar el efecto de la densidad de plantación, se estableció un ensayo que permitió evaluar el efecto de la densidad de plantaciones sobre la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas, en rangos que van desde 714 a 5000 plantas por hectárea.

a) Primer año de crecimiento.

En cuanto a resultados, a mediados del primer verano no se observaron tendencias claras en el efecto del tratamiento sobre la sobrevivencia; aunque el tratamiento con la mayor distancia sobre la hilera de plantación, fue el único en donde no hubo mortalidad de plantas (Cuadro 1). Cerca de fines del otoño, la sobrevivencia tendió a estar directamente relacionada con la distancia sobre la hilera o inversamente relacionada con la densidad de plantas por hectárea, sin embargo, no hubo significancia estadística (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sobrevivencia (%)¹⁾ de plantas en dos épocas de evaluación durante el primer año de crecimiento.

Tratamiento	Densidad (Plantas ha ⁻¹)	Epoca de muestreo	
		Enero 1996	Mayo 1996 ¹
T1 (0,5) ^{2,3}	5.000	95 a	85 a
T2 (1,0)	2.500	85 a	65 a
T3 (1,5)	1.666	90 a	80 a
T4 (2,0)	1.250	90 a	85 a
T5 (2,5)	1.000	95 a	90 a
T6 (3,0)	833	95 a	90 a
T7 (3,5)	714	100 a	100 a

1) Después del muestreo, se replantó (Mayo 1996)

2) Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

3) Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P < 0,05$.

b) Segundo año de crecimiento. Efecto de la primera poda de formación.

El posible efecto de esta poda efectuada a 80 cm de altura se estudia al evaluar: 1) la altura a la cual crecen nuevos brotes desde la base del tronco principal, 2) la cantidad de brotes tiernos que emergen y 3) la cantidad de ramillas en el árbol.

En ninguno de los tratamientos se observó algún efecto en las variables anteriormente señaladas, resultados presentados en los cuadros 2, 3 y 4.

Cuadro 2. Altura (cm) desde el suelo a la primera ramilla o brote en 3 épocas de muestreo : inmediatamente, 3 y 11 meses después de la primera poda.

Tratamiento	Epoca de muestreo		
	11.10.94 (inmediat. después)	13.01.95 (3 meses después)	05.09.95 (11 meses después)
T1 (0,5) ¹	10 a ²	16 a	14 a
T2 (1,0)	10 a	16 a	12 a
T3 (1,5)	26 a	33 a	29 a
T4 (2,0)	17 a	25 a	27 a
T5 (2,5)	10 a	17 a	13 a
T6 (3,0)	19 a	24 a	23 a
T7 (3,5)	19 a	25 a	21 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la P $\leq 0,05$.

Cuadro 3. Brotes tiernos (u) en 3 épocas de muestreo : inmediatamente, 3 y 11 meses después de la primera poda.

Tratamiento	Epoca de muestreo		
	11.10.94 ³ (inmediat. después)	13.01.95 (3 meses después)	05.09.95 (11 meses después)
T1 (0,5) ¹	14 a ²	127 a	119 a
T2 (1,0)	8 a	138 a	78 a
T3 (1,5)	9 a	180 a	133 a
T4 (2,0)	17 a	164 a	84 a
T5 (2,5)	11 a	135 a	66 a
T6 (3,0)	8 a	162 a	187 a
T7 (3,5)	7 a	182 a	115 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$.)

³ Antes de podar

Cuadro 4. Ramillas (u) en 3 épocas de muestreo : inmediatamente, 3 y 11 meses después de la primera poda.

Tratamiento	Epoca de muestreo		
	11.10.94 ³ (inmediat. después)	13.01.95 (3 meses después)	05.09.95 (11 meses después)
T1 (0,5) ¹	18 a	34 a	113 a
T2 (1,0)	17 a	24 a	42 a
T3 (1,5)	10 a	28 a	70 a
T4 (2,0)	19 a	36 a	103 a
T5 (2,5)	24 a	31 a	86 a
T6 (3,0)	22 a	31 a	87 a
T7 (3,5)	20 a	30 a	126 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

³ Antes de podar

c) Tercer año de crecimiento.

A fines del segundo año de crecimiento (05.95) se efectuó un segundo replante. A mediados del verano (enero) solo en el T6 la sobrevivencia era un 100%, durante el resto del verano y hasta casi fines del otoño, hubo muerte de plantas en el T4 y T7; no se presentaron diferencias significativas ni tendencias entre tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Sobrevivencia (%) de plantas en tres épocas de evaluación durante el tercer año de crecimiento.

Tratamiento ¹⁾	Fecha de muestreo		
	Agosto	Enero	Mayo
T1 (0,5)	95 a ²⁾	90 a	90 a
T2 (1,0)	90 a	85 a	85 a
T3 (1,5)	90 a	85 a	85 a
T4 (2,0)	95 a	95 a	90 a
T5 (2,5)	100 a	95 a	95 a
T6 (3,0)	100 a	100 a	100 a
T7 (3,5)	95 a	95 a	90 a

¹⁾ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

²⁾ Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

En los Cuadros 6 y 7 se presentan los resultados de crecimiento de dos épocas durante el tercer año de crecimiento. A pesar de que no hubo diferencias significativas, excepto en el diámetro de copa N-S medido a mediados del verano (enero), se observan algunas tendencias de los efectos de los tratamientos en el crecimiento del tercer año, similares a las del año anterior. Es decir, al disminuir la densidad, el diámetro de las copas y troncos tendió a aumentar, no así en la altura máxima (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la tercera época de evaluación (agosto) en el tercer año de crecimiento.

Tratamiento ¹⁾	Altura máxima (m)	Diámetro de copa	Diámetro de copa	Diámetro de tronco (cm)
		N-S (m)	E-O (m)	
T1 (0,5)	1,12 a ²⁾	0,69 a	0,71 a	2,3 a
T2 (1,0)	1,07 a	0,73 a	0,77 a	2,5 a
T3 (1,5)	1,19 a	0,80 a	0,90 a	2,5 a
T4 (2,0)	1,26 a	0,91 a	0,95 a	3,0 a
T5 (2,5)	1,13 a	0,77 a	0,84 a	2,9 a
T6 (3,0)	1,18 a	0,91 a	0,92 a	2,9 a
T7 (3,5)	1,17 a	0,82 a	0,90 a	2,8 a

¹⁾ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

²⁾ Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

Cuadro 7. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la cuarta época de evaluación (enero) en el tercer año de crecimiento.

Tratamiento ¹⁾	Altura máxima (m)	Diámetro de copa N-S (m)	Diámetro de copa E-O (m)	Diámetro de tronco (cm)
T1 (0,5)	1,59 a ²⁾	0,99 b	1,20 a	2,9 a
T2 (1,0)	1,53 a	1,08 ab	1,23 a	3,2 a
T3 (1,5)	1,66 a	1,29 ab	1,39 a	3,2 a
T4 (2,0)	1,73 a	1,37 a	1,44 a	3,7 a
T5 (2,5)	1,48 a	1,23 ab	1,27 a	3,6 a
T6 (3,0)	1,54 a	1,32 a	1,45 a	3,6 a
T7 (3,5)	1,65 a	1,31 a	1,36 a	3,6 a

¹⁾ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

²⁾ Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

d) Cuarto año de crecimiento

◆ Sobrevivencia

A comienzos del cuarto año (08.96) solo en el T6 no se observó muertes de plantas, después del último replante realizado en mayo de 1995 (fines del segundo año de crecimiento).

En el transcurso del cuarto año la sobrevivencia disminuyó en tres de los siete tratamientos. No se presentaron diferencias significativas ni tendencias entre tratamientos en ninguna de las épocas de evaluación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Supervivencia (%) de plantas en tres épocas de evaluación durante el cuarto año de crecimiento.

Tratamiento	Epoca de muestreo		
	Agosto ³	Enero	Junio
T1 (0,5) ¹	90 a ²	90 a	90 a
T2 (1,0)	85 a	85 a	85 a
T3 (1,5)	85 a	85 a	80 a
T4 (2,0)	95 a	95 a	95 a
T5 (2,5)	95 a	95 a	95 a
T6 (3,0)	100 a	100 a	95 a
T7 (3,5)	90 a	85 a	85 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

³ Antes de podar

◆ Crecimiento

En los cuadros 9 y 10 se presentan los resultados de crecimiento de dos épocas. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas, tampoco se pueden comentar tendencias de los efectos de los tratamientos, como las presentadas en el segundo y tercer año de crecimiento, solamente se podría destacar el menor diámetro de copa N-S del T1, en las dos épocas; el menor diámetro de tronco del T1 y T2, en la primera época y el del T1 en la segunda época.

Cuadro 9. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la primera época de evaluación (agosto , antes de podar) en el cuarto año de crecimiento.

Tratamiento	Altura máxima (m)	Diámetro de copa		Diámetro de tronco (cm)
		N-S (m)	E-O (m)	
T1 (0,5) ¹	1,54 a ²	0,94 a	1,35 a	3,3 a
T2 (1,0)	1,33 a	1,17 a	1,33 a	3,3 a
T3 (1,5)	1,54 a	1,32 a	1,44 a	3,6 a
T4 (2,0)	1,55 a	1,35 a	1,35 a	3,9 a
T5 (2,5)	1,42 a	1,21 a	1,24 a	3,6 a
T6 (3,0)	1,31 a	1,32 a	1,33 a	3,4 a
T7 (3,5)	1,52 a	1,40 a	1,44 a	3,9 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la P $\leq 0,05$.

Cuadro 10. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la segunda época de evaluación (enero) en el cuarto año de crecimiento.

Tratamiento	Altura máxima (m)	Diámetro de copa		Diámetro de tronco (cm)
		N-S (m)	E-O (m)	
T1 (0,5) ¹	1,34 a ²	0,95 a	1,10 a	3,5 a
T2 (1,0)	1,35 a	1,01 a	1,13 a	3,6 a
T3 (1,5)	1,39 a	1,15 a	1,25 a	3,8 a
T4 (2,0)	1,36 a	1,19 a	1,15 a	4,2 a
T5 (2,5)	1,29 a	1,06 a	1,18 a	3,9 a
T6 (3,0)	1,34 a	1,17 a	1,25 a	3,8 a
T7 (3,5)	1,46 a	1,33 a	1,29 a	4,3 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la P $\leq 0,05$.

e) Quinto año de crecimiento

◆ Sobrevivencia

En el transcurso del quinto año, la sobrevivencia disminuyó en cinco de los siete tratamientos, no observándose diferencias significativas ni tendencias entre ellos en ninguna de las épocas evaluadas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Sobrevivencia (%) de plantas en tres épocas de evaluación durante el quinto año de crecimiento.

Tratamiento	Epoca de muestreo		
	Agosto	Enero	Junio
T1 (0,5) ¹	90 a ²	75 a	75 a
T2 (1,0)	75 a	75 a	75 a
T3 (1,5)	70 a	65 a	65 a
T4 (2,0)	90 a	85 a	80 a
T5 (2,5)	95 a	85 a	85 a
T6 (3,0)	85 a	75 a	75 a
T7 (3,5)	70 a	70 a	70 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

◆ Crecimiento

De las cuatro variables evaluadas para estimar el crecimiento, en una sola de ellas y en una sola época, se presentaron diferencias entre las distancias de plantación, tal como se puede apreciar en los cuadros 12 y 13. Exceptuando el diámetro de copa en sentido N-S del T5, se podría afirmar que solo el T1 presentó un diámetro menor significativamente al de los cinco tratamientos restantes, en cambio en estos últimos el diámetro fue estadísticamente similar (Cuadro 12).

En este año se puede comentar algunas tendencias similares a las de años anteriores, especialmente entre las densidades extremas (T1 y T2 versus T6 y T7. El diámetro de copa N-S, medido en enero, fue menor en los árboles plantados a 0,5 m sobre la hilera que en el resto de los tratamientos, diferencias que se acentúan en los T5, T6 y T7. El diámetro de tronco tendió a aumentar a mayor distancia de plantación sobre la hilera (cuadros 12 y 13).

Cuadro 12. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la primera época de evaluación (agosto 97) del quinto año de crecimiento.

Tratamiento	Altura máxima (m)	Diámetro de copa N-S (m)	Diámetro de copa E-O (m)	Diámetro de tronco (cm)
T1 (0,5) ¹	1,59 a	1,03 b	1,56 a	3,8 a
T2 (1,0)	1,48 a	1,37 ab	1,58 a	4,1 a
T3 (1,5)	1,46 a	1,60 a	1,52 a	4,0 a
T4 (2,0)	1,47 a	1,55 a	1,50 a	4,6 a
T5 (2,5)	1,29 a	1,40 ab	1,37 a	4,3 a
T6 (3,0)	1,51 a	1,56 a	1,64 a	4,3 a
T7 (3,5)	1,25 a	1,76 a	1,65 a	4,5 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

Cuadro 13. Relación entre la distancia de plantación de tagasaste y algunas variables de crecimiento en la segunda época de evaluación (enero 97) del quinto año de crecimiento.

Tratamiento	Altura máxima (m)	Diámetro de copa		Diámetro de tronco (cm)
		N-S (m)	E-O (m)	
T1 (0,5) ¹	1,74 a	1,20 a	1,76 a	4,4 a
T2 (1,0)	1,54 a	1,38 a	1,58 a	4,5 a
T3 (1,5)	1,55 a	1,52 a	1,65 a	4,5 a
T4 (2,0)	1,59 a	1,43 a	1,62 a	4,9 a
T5 (2,5)	1,55 a	1,48 a	1,39 a	4,5 a
T6 (3,0)	1,45 a	1,45 a	1,48 a	4,7 a
T7 (3,5)	1,61 a	1,75 a	1,76 a	4,9 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

f) Producción de fitomasa (cuarto año)

En el Cuadro 14, se aprecia que en todos los tipos de componentes presentes tanto sobre y bajo la altura de poda, como para fitomasa total consumible por árbol, no se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, a pesar que en el T5 los valores fueron menores y que en general dentro de cada variable hubo valores dispares, de manera que tampoco se aprecian tendencias claras al aumentar la distancia de las plantas sobre la hilera.

La fracción consumible fluctuó entre el 52 a 59% del total consumible (sobre la altura de poda), según el tratamiento, con una media general de un 57 % (Cuadro 14).

Cuadro 14. Producción de fitomasa sobre y bajo la altura de poda (g m.s./ árbol) en el cuarto año de crecimiento.

Trata- miento	Sobre altura de poda				Bajo altura de poda (consumi- ble)	Total consumible en el árbol ⁵	
	Hojas	Brotos (< 7mm de Ø)	Brotos (> 7mm de Ø)	Total ³	Total consum. ⁴		Hojas + Brotos (< 7mm de Ø)
T1 (0,5) ¹	172 a ²	85 a	176 a	433 a	257 a	36 a	293 a
T2 (1,0)	132 a	51 a	132 a	316 a	184 a	52 a	235 a
T3 (1,5)	218 a	73 a	226 a	516 a	291 a	40 a	331 a
T4 (2,0)	198 a	79 a	257 a	534 a	277 a	24 a	301 a
T5 (2,5)	77 a	22 a	87 a	196 a	109 a	41 a	153 a
T6 (3,0)	158 a	48 a	147 a	354 a	206 a	48 a	254 a
T7 (3,5)	209 a	72 a	198 a	478 a	280 a	41 a	321 a

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

³ Suma de las tres columnas precedentes.

⁴ Suma de hojas mas brotes < a 7mm de Ø.

⁵ Suma de total consumible sobre altura de poda mas lo consumible bajo altura de poda.

Cuadro 15. Fitomasa total consumible absoluta y real (kg. m.s./ha) en el cuarto año de crecimiento.

Tratamiento	Densidad de plantación (árboles / ha.)	Total consumible absoluta ³	Sobrevivencia al 26.08.96 (%)	Total consumible Real ⁴
T1 (0,5) ¹	5000	1455 a ²	90	1341 a
T2 (1,0)	2500	588 b	85	545 b
T3 (1,5)	1666	551 b	85	457 b
T4 (2,0)	1250	376 b c	95	348 b
T5 (2,5)	1000	153 c	95	148 b
T6 (3,0)	833	211 c	100	212 b
T7 (3,5)	714	229 c	90	212 b

¹ Entre paréntesis distancia de plantación sobre la hilera (m).

² Distintas letras dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

³ Calculada como la total consumible por árbol por la densidad de plantas.

⁴ Calculada a partir de la anterior y la sobrevivencia de plantas.

Al expresar la fitomasa consumible (absoluta) por unidad de superficie, ésta fue en disminuyendo gradualmente al aumentar la distancia de plantación sobre la hilera, observándose diferencias significativas entre ellos (Cuadro 15); el tratamiento con una menor distancia de plantación sobre la hilera y consecuentemente con una densidad de plantación mas alta produjo la mayor cantidad de fitomasa, significativamente diferente al resto de los tratamientos, entre los cuales también se observaron diferencias significativas (Cuadro 15), los con 2500 y 1666 árboles há⁻¹ produjeron ($P \leq 0,05$) más que los con 1000 ; 833 y 714 árboles por hectárea.

Al considerar la sobrevivencia de cada tratamiento, la fitomasa consumible real varió proporcionalmente, pero también disminuyó gradualmente al aumentar la distancia de plantación sobre la hilera, sin embargo, solo el T 0,5 con 5000 árboles por hectárea, produjo ($P \leq 0,05$) mas fitomasa que los restantes tratamientos, entre los cuales no se observaron diferencias significativas (Cuadro 15).

Las grandes diferencias observadas entre el T1 y T2 se atribuirían a que la densidad disminuyó en un 50%, en cambio entre T2 y los siguientes la disminución fue menor, 16,7 ; 8,3 ; 5 ; 3,3 y 2,4 %, respectivamente, ya que la densidad expresada como proporción del T1 (100%) fue 50,0 ; 33,3 ; 25,0 ; 20,0 ; 16,7 y 14,3 para T2 ; T3 ; T4 ; T5 y T6, respectivamente.

g) Conclusiones

La segunda poda de formación a 80 cm de altura, efectuada en el cuarto año de crecimiento, no tuvo efecto en las variables de altura, diámetro de copa, diámetro de tronco ni producción, en ninguna distancia de plantación.

La producción de fitomasa total y consumible por árbol, al cuarto año de crecimiento, fue similar en todas las distancias de plantación sobre la hilera. Sin embargo cuando la consumible se expresa por unidad de superficie según la densidad de árboles de cada tratamiento, disminuye gradualmente al aumentar la distancia de plantación sobre la hilera, destacándose el tratamiento con una distancia de 0,5 m y 5000 plantas /ha, el cual produjo significativamente más fitomasa total consumible por hectárea que el resto de los tratamientos.

La sobrevivencia de los árboles, al quinto año de crecimiento, ha disminuido por igual en todos los tratamientos.

El crecimiento de los árboles al quinto año, estimada a través de la evaluación de cuatro variables, es prácticamente similar en todos los tratamientos.

2.2.6 Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

a) Crecimiento.

◆ Temporada 1996/97.

Durante esta primera temporada de evaluación, no se observan diferencias significativas en sobrevivencia de plantas ni en las variables de crecimiento, altura, diámetro de tronco y follaje, entre los tratamientos por efecto de la aplicación de diferentes fórmulas de fertilización con fósforo y potasio al establecimiento (Cuadro 1).

Este se debe a que la extracción de nutrientes por parte de las plantas de tagasaste es relativamente baja durante el primer año, puesto que las exigencias son bajas ya que la producción de biomasa también lo es; siendo suficientes los elementos disponibles en el suelo para este período, a pesar que la cantidad disponible en este es baja sobre todo en fósforo y potasio (cuadro 6 y 7).

Cuadro 1. Sobrevivencia y crecimiento de tagasaste en respuesta a la fertilización de establecimiento con fósforo, azufre y potasio en el secano interior de Cauquenes, temporada 1996/97.

Tratamiento	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de Follaje (cm)
T1	98 a ¹	106 ab	10,0 a b	47 a
T2	90 a	97 b	9,3 b	45 a
T3	86 a	113 a	10,6 a	54 a
T4	88 a	102 a	10,4 a b	49 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

◆ Temporada 1997/98.

Durante este segundo año de evaluación se observaron diferencias significativas en las variables de crecimiento entre T1, tratamiento testigo sin fertilización y el resto de los tratamientos que si la recibieron, sin embargo solo se advierte una tendencia al aumento en las variables en estudio en

función de la fórmula de fertilización aplicada, ya que no hay diferencias entre las mezclas utilizadas (Cuadro 2) alcanzando estas un máximo con la aplicación de 60 gr. de superfosfato triple combinado con 40 gr. de sulfato de potasio / planta. Esto refleja la importancia que tiene el hecho que los elementos nutritivos necesarios estén disponibles en la solución del suelo para el posterior desarrollo de las plantas a partir del segundo año, que es cuando comienza la demanda de nutrientes.

Cuadro 2. Crecimiento de tagasaste en respuesta a la fertilización de establecimiento con fósforo, azufre y potasio en el secano interior de Cauquenes temporada 1997/98.

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de Follaje (cm)
T1	116 b ¹	17.7 b	81 b
T2	162 a	25.7 a	146 a
T3	164 a	29.1 a	163 a
T4	178 a	27.0 a	147 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

◆ Temporada 1998/99.

En el Cuadro 3 se presentan los datos de crecimiento de las plantas de tagasaste, transcurridos cuatro años desde su plantación. El crecimiento expresado en altura presenta una clara respuesta a la fertilización ya que las plantas del tratamiento testigo T1 sin fertilización son significativamente más pequeñas que las plantas de los tratamientos que si la recibieron; al comparar los tratamientos se puede observar que las plantas que recibieron el tratamiento T3, 60 gr. de superfosfato triple / planta combinado con 40 gr. de sulfato de potasio son significativamente más altas que las plantas de los otros tratamientos efectuados. En la variable diámetro de tronco hay claras diferencias entre el testigo sin fertilización y las plantas que si la recibieron, entre estos se obtuvo un valor significativamente superior para la combinación aplicada en T3, sin embargo es similar a lo encontrado en T4. Al analizar la variable diámetro de follaje podemos observar que sólo el testigo presenta un diámetro significativamente inferior al obtenido con los otros tratamientos.

Cuadro 3. Crecimiento de tagasaste en respuesta a la fertilización de establecimiento con fósforo, azufre y potasio en el secano interior de Cauquenes temporada 1998/99.

Tratamiento	Altura (Cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)
T1	100.4 c ¹	19.8 c	66.5 b
T2	137.8 b	32.6 b	112.7 a
T3	154.0 a	39.3 a	129.0 a
T4	140.5 b	31.5 ab	114.3 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

b) Producción.

◆ Temporada 1997/98

Durante esta primera temporada de evaluación, las producciones obtenidas son claramente mayores para los tratamientos que recibieron fertilización en comparación con el testigo que no la recibió, sin embargo entre los tratamientos fertilizados solo se observa una tendencia a aumentar la producción a medida que aumenta la fertilización, alcanzando esta un máximo con la aplicación combinada de 60 gr de superfosfato triple y 40 gr de sulfato de potasio / planta(Cuadro 4 y Figura 1).

Cuadro 4. Producción de materia seca total y consumible de tagasaste en respuesta a la fertilización de establecimiento con fósforo, azufre y potasio en el secano interior de Cauquenes temporada 1997/98.

Tratamiento	Producción total (Kg MS / ha)	Producción consumible (Kg MS / ha)
T1	235 b	123 b
T2	735 a	490 a
T3	1100 a	673 a
T4	908 a	570 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

◆ Temporada 1998/99

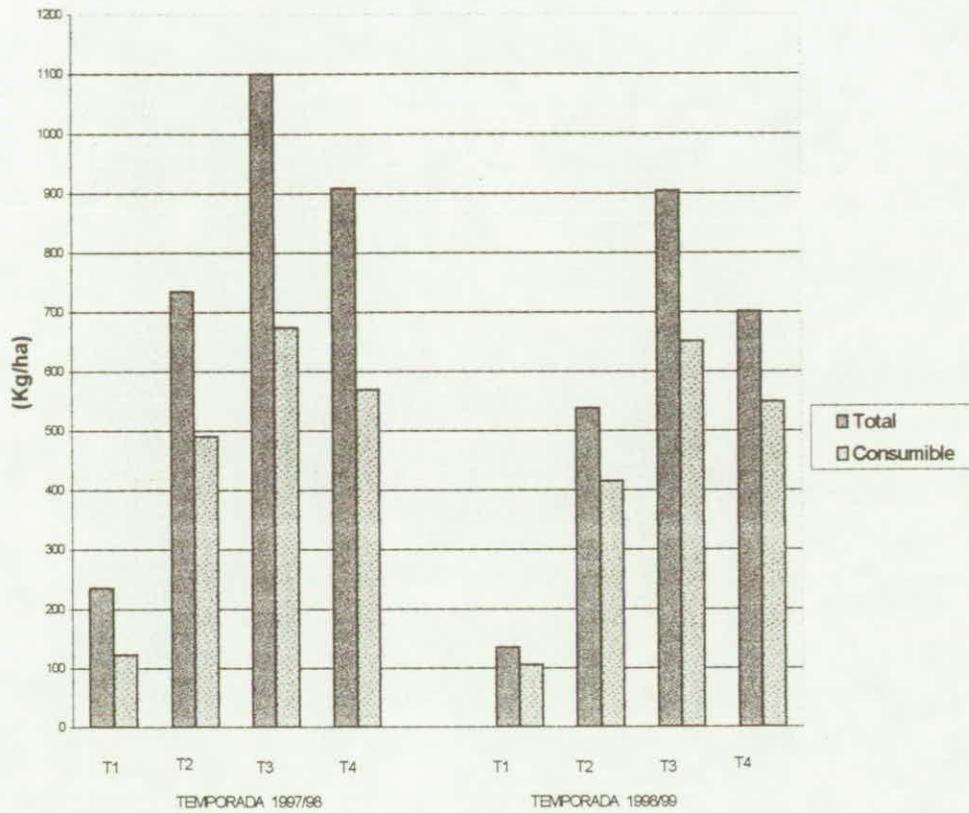
Durante esta segunda temporada de evaluación, se confirma lo obtenido la temporada anterior, ya que se obtuvieron producciones significativamente mayores en los tratamientos que recibieron fertilización en comparación con el testigo que no la recibió, de igual manera, solo se aprecia una tendencia a aumentar la producción a medida que aumentar la dosis de elementos nutritivos alcanzando su nivel mas alto con la aplicación combinada de 60 gr. de superfosfato triple y 40 gr. de sulfato de potasio / planta (Cuadro 5). En general, los rendimientos obtenidos durante esta temporada fueron ostensiblemente menores que los de la temporada anterior (Figura 1), esto se debió a la prolongada sequía que afectó la plantación durante esa temporada.

Cuadro 5. Producción de materia seca total y consumible de tagasaste en respuesta a la fertilización de establecimiento con fósforo, azufre y potasio en el secano interior de Cauquenes temporada 1998/99.

Tratamiento	Producción total (Kg MS / ha)	Producción consumible (Kg MS / ha)
T1	134 b	105 b
T2	538 a	415 a
T3	904 a	651 a
T4	701 a	549 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Figura 2. Producción de Materia Seca (Kg/ha) Total y Consumible



Este resultado revela que las plantas de tagasaste realizan extracciones de nutrientes relativamente bajas en el primer año, debido a la baja tasa de crecimiento y producción de biomasa, para lo cual los elementos disponibles en el suelo serían suficientes en este período, sin embargo no ocurre lo mismo a partir del segundo año cuando la planta comienza a extraer mas elementos nutritivos del suelo y se hace indispensable aportar estos elementos en forma exógena sobre todo cuando la fertilidad natural del suelo es pobre. En este caso, el aumento de la fertilización trae consigo un aumento en la producción.

c) Análisis de suelo.

Se realizaron análisis de suelo para visualizar si la fertilización aplicada al establecimiento altera la composición de nutrientes del suelo del área donde se aplicó la fertilización, los resultados se presentan a continuación.

◆ Temporada 1996/97.

Durante esta temporada se dio inicio a las evaluaciones, a pesar de que el suelo contiene un bajo contenido de fósforo (Cuadro 6), las plantas tienen un crecimiento normal para las condiciones del secano interior.

Cuadro 6. Nivel inicial de nutrientes del suelo, Cauquenes temporada 1996/97 .

Nitrógeno (ppm)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Materia orgánica (%)	PH
3	2	96	2.0	6.1

◆ Temporada 1997/98.

En el cuadro 7, se presentan los valores de N, P y K obtenidos durante esta temporada en los distintos tratamientos. En el caso del fósforo, el nivel de este elemento en el suelo del tratamiento T4 que recibió 90 gr. de superfosfato triple combinado con 60 gr. de sulfato de potasio / planta es significativamente mayor que el resto de los tratamientos; dentro de los otros tratamientos no hay una clara respuesta, ya que solamente la cantidad de este elemento en el tratamiento T3 que fue fertilizado con 60 gr. de superfosfato triple y 40 gr. de sulfato de potasio es significativamente mayor que el testigo que no recibió fertilización. En el caso del potasio, hay un aumento significativo de este elemento en el suelo solamente cuando se aplican 60 gr. de sulfato de potasio mezclado con 90 gr de superfosfato triple. / planta en el tratamiento T4 en comparación con el tratamiento testigo y el tratamiento T1 que fue fertilizado con 20 gr. de sulfato de potasio mas 30 gr. de superfosfato triple / planta, pero este contenido es similar al obtenido en el tratamiento T3.

Cuadro 7. Nivel de nutrientes del suelo por efecto de diferentes fórmulas de fertilización en el secano interior de Cauquenes, temporada 1997/98.

Tratamiento	N (ppm)		P (ppm)		K (ppm)	
T1	6.5	a ¹	2.5	c	55.3	b
T2	4.5	a	15.3	b c	58.5	b
T3	6.2	a	27.3	b	71.8	a b
T4	7.5	a	55.8	a	96.5	a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

◆ Temporada 1998/ 99.

Durante esta temporada de evaluación, los datos logrados muestran que para el caso del fósforo, el nivel obtenido en el tratamiento T4 que se fertilizó con 90 gr. de superfosfato triple mezclado con 60 gr. de sulfato de potasio / planta es significativamente mayor que el resto de los tratamientos, el contenido que se obtuvo en el tratamiento T3 es similar al obtenido en el tratamiento T2 pero significativamente superior al tratamiento testigo que no recibió fertilización (Cuadro 8) de tal manera que a medida que se aumenta la dosis de fósforo aplicado, se aumenta su contenido en suelos con bajos contenidos de él como en este caso (Cuadro 6). Para el caso del potasio, solamente hay diferencias claras en el contenido de este nutriente en el suelo entre el tratamiento T4 que recibió 90 gr. de superfosfato triple combinado con 60 gr. de sulfato de potasio / planta y el tratamiento T2 que fue fertilizado con la mezcla de 30 gr. de superfosfato triple con 20 gr. de sulfato de potasio (Cuadro 8), no hay un aumento de este elemento en el suelo a causa de la fertilización puesto que no hay diferencias significativas entre el tratamiento testigo y las demás fórmulas de fertilización,

Cuadro 8. Nivel de nutrientes del suelo por efecto de diferentes fórmulas de fertilización en el secano interior de Cauquenes, temporada 1998/99.

Tratamiento	N (ppm)		P (ppm)		K (ppm)	
T1	13.55	a ¹	4.0	c	88.5	a b
T2	14.20	a	24.5	b c	85.5	b
T3	12.70	a	36.2	b	107.7	a b
T4	12.00	a	73.5	a	130.2	a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

d) Análisis foliar.

◆ Temporada 1997/ 98.

En el cuadro 9 se presentan los porcentajes de N, P y K en la biomasa de las plantas. En el contenido de fósforo, se observan diferencias significativas entre el testigo que no recibió este elemento y el resto de los tratamientos que si lo recibieron, sin embargo entre estos, sólo se aprecia una tendencia al aumento a medida que aumenta la dosis de este. El contenido de potasio es significativamente mayor en los tratamientos T3 y T4 en comparación con el testigo pero similares entre sí; al comparar los tratamientos que recibieron fertilización con este elemento, el contenido de él es claramente mayor en el tratamiento T4 que en T2, siendo este último similar al contenido en la biomasa del tratamiento T3.

Cuadro 9. Nivel de nutrientes en la biomasa por efecto de diferentes fórmulas de fertilización en el secano interior de Cauquenes, temporada 1997/98.

Tratamiento	N (%)		P (%)		K (%)	
T1	2.9	b ¹	0.09	b	0.92	c
T2	3.4	a	0.15	a	1.00	b c
T3	3.4	a	0.17	a	1.12	a b
T4	3.4	a	0.18	a	1.20	a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

◆ Temporada 1998/99.

Los datos obtenidos del contenido de N, P y K en la biomasa de tagasaste, durante esta temporada se presentan en el cuadro 10. El contenido de fósforo es significativamente mayor en los tratamientos que recibieron este elemento y el testigo que no lo recibió, los tratamientos que si lo recibieron no presentan diferencias significativas entre sí. El contenido de potasio es claramente mayor en las plantas de los tratamientos T4 y T3 que fueron fertilizados con 60 y 40 gr. de sulfato de potasio en combinación con 60 y 90 gr. de superfosfato triple / planta en comparación con las plantas del testigo sin fertilizar, Las diferentes fórmulas de fertilización donde se incluyen diferentes dosis de potasio no afectaron el contenido de este elemento en al biomasa de las plantas

Cuadro 10. Nivel de nutrientes en la biomasa por efecto de diferentes fórmulas de fertilización en el secano interior de Cauquenes, temporada 1998/99.

Tratamiento	N (%)		P (%)		K (%)	
T1	1.8	a ¹	0.04	b	0.32	c
T2	2.0	a	0.05	a	0.35	b c
T3	1.9	a	0.06	a	0.41	a b
T4	1.9	a	0.06	a	0.40	a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$.

e) Conclusiones.

El buen establecimiento de una plantación de tagasaste, implica lograr un rápido y uniforme crecimiento de las plantas. Para esto, se debe dar acceso a las plantas a los elementos que ellas necesitan para satisfacer sus exigencias nutritivas. El suelo este aportará parte de estos elementos de acuerdo a su fertilidad natural, dependiendo de esto es necesario incorporar fertilizantes en forma exógena. Luego de evaluar distintas formulas de fertilización al establecimiento durante tres temporadas se puede concluir que hay un efecto de la fertilización tanto en las variables de crecimiento como de producción, aunque solo se observa una tendencia al aumento entre las distintas formulas aplicadas, se puede decir que esta es fundamental para lograr un rápido y buen establecimiento.

2.2.7 Efecto del uso de gel para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

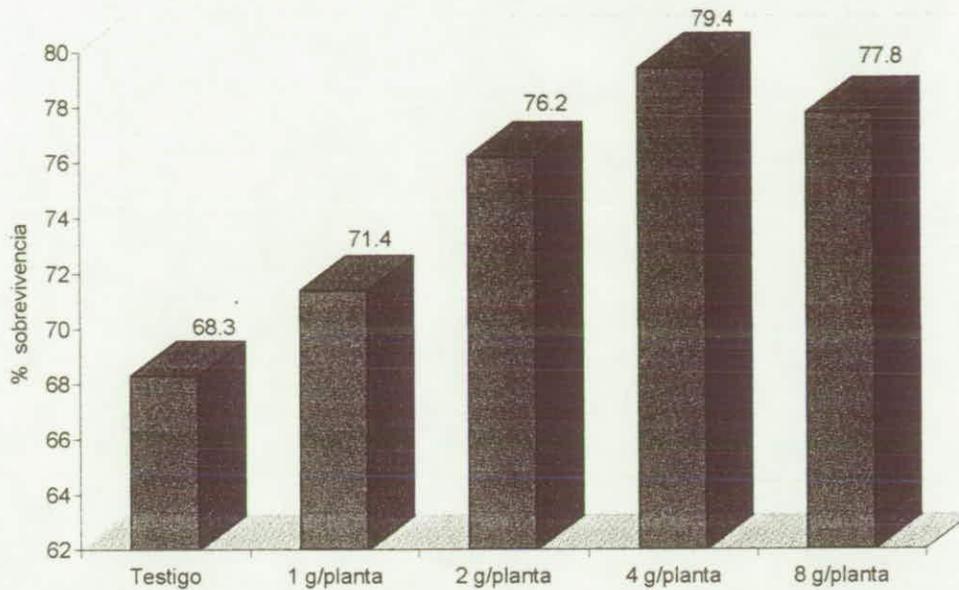
Uno de los principales problemas en el establecimiento y sobrevivencia del tagasaste durante el primer año, es la falta de humedad disponible del suelo, durante el período estival. En zonas de secano donde el recurso agua es escaso, sobre todo durante los meses de verano, se hace imprescindible que ésta sea suministrada. En plantaciones comerciales ésto 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.

En plantaciones forestales se ha experimentado con relativo éxito, el uso de polímeros en la plantación, los cuales tienen la característica de aumentar la retención de humedad del suelo, permitiendo un mejor uso de esta por parte de las plantas en el período estival, lo cual mejoraría la sobrevivencia de ellas durante este período.

Las experiencias llevadas a cabo en tagasaste, en las que se probaron 4 dosis de aplicación de gel al hoyo de plantación (Cuadro 2), demostraron, en el primer año de plantación, que existe un efecto significativamente positivo en términos de mejorar en aproximadamente un 10% la sobrevivencia de las estas luego de transcurrido el primer verano después de la plantación, (Cuadro 1 y Figura 1).

Debe destacarse que las condiciones del verano de 1997 fueron particularmente severas en términos de rigurosidad de la sequía de verano, no registrándose precipitaciones entre octubre y marzo. En el ensayo no se aplicó ninguna suplementación hídrica.

Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de tagasaste con distintas dosis de gel aplicado a la plantación



Además de la sobrevivencia, la aplicación de una dosis de 2 g de gel por planta permitió, en la primera temporada, mejorar el crecimiento de las plantas aproximadamente en 12 cm en altura, 3 cm en diámetro de troncos y 7 cm en diámetro de follaje (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sobrevivencia 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	Sobrevivencia (%)	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

Al segundo año desde la plantación, las variables de crecimiento no fueron afectadas por la dosis de gel al momento de la plantación, pero en cuanto a la producción se observa un comportamiento muy similar al del primer año, vale decir un mayor rendimiento de materia seca en las plantas en que el tratamiento incluyó una dosis de 2 g de gel por planta.

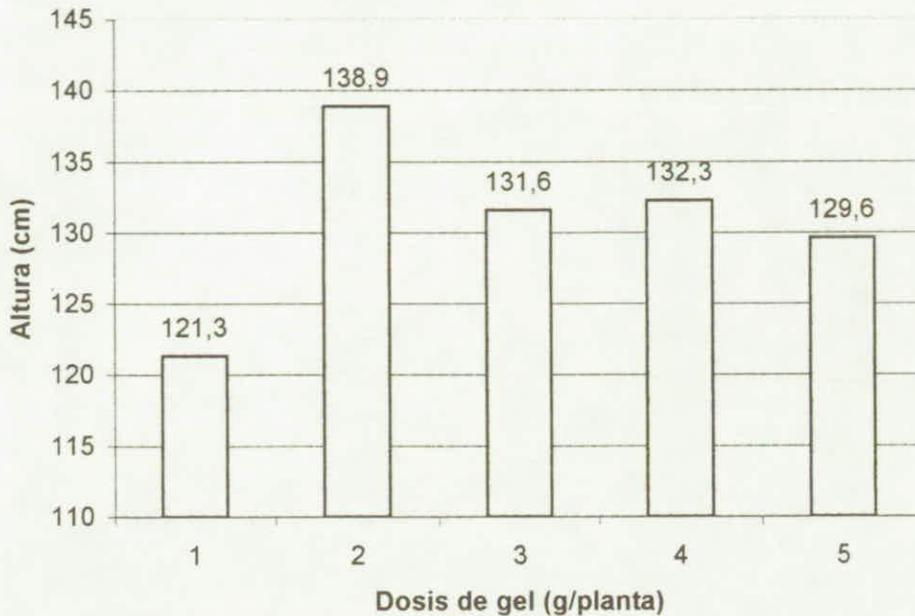
Es evidente que la dosis de gel adecuada para permitir un buen establecimiento y por lo tanto buenas producciones de fitomasa es la de 2 g por planta, con diferencias significativas en producción de materia seca consumible con respecto a las otras dosis utilizadas y el testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. 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 Mat. Seca Total Kg/ha	Producción de Mat. Seca 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

La última temporada de evaluación, 1998-1999, registró algunas diferencias con las anteriores, debido principalmente a las condiciones de extrema sequía que se han vivido en el país. A pesar de aquello, en lo que se refiere al crecimiento en altura de las plantas, la dosis de 2 gramos de polímero por planta siguió siendo la que produjo plantas de mayor tamaño (Figura 2).

Figura 2. Efecto de la dosis de gel (gramos por planta) sobre el crecimiento en altura de plantas de tagasaste. Temporada 98-99. Cauquenes.



En cuanto al grosor promedio de los troncos, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos pero es posible observar una tendencia a lograr mejores tamaños de troncos en los tratamientos con 4 y 2 g de gel. (Figura 3).

Lo que efectivamente arrojó resultados erráticos fue la producción de materia seca. A pesar de no existir diferencias significativas, el tratamiento con 2 g de gel, el cual había sido el mejor en las temporadas anteriores, solo apareció en el cuarto lugar con una producción de 614,7 Kg de materia seca consumible por hectárea (Figura 4). Lo que puede haber ocurrido es que con los poco más de 200 mm de lluvia caída en la zona de Cauquenes, no se cumplieron los requerimientos mínimos de la especie, viéndose fuertemente afectadas las plantas de todos los tratamientos en la misma forma.

Figura 3. Efecto de la dosis de gel (gramos por planta) sobre el diámetro de troncos de plantas de tagasaste. Temporada 98-99. Cauquenes.

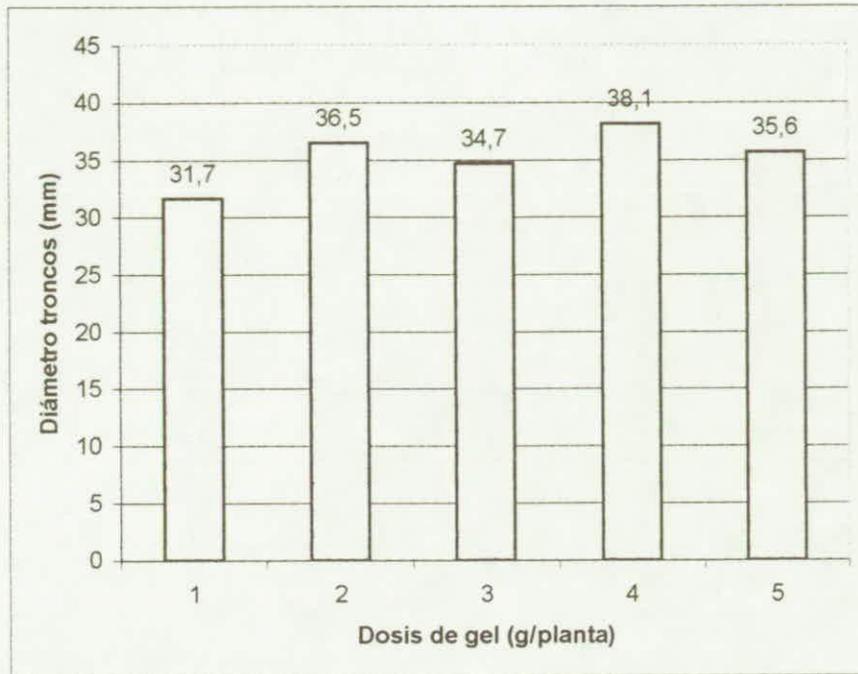
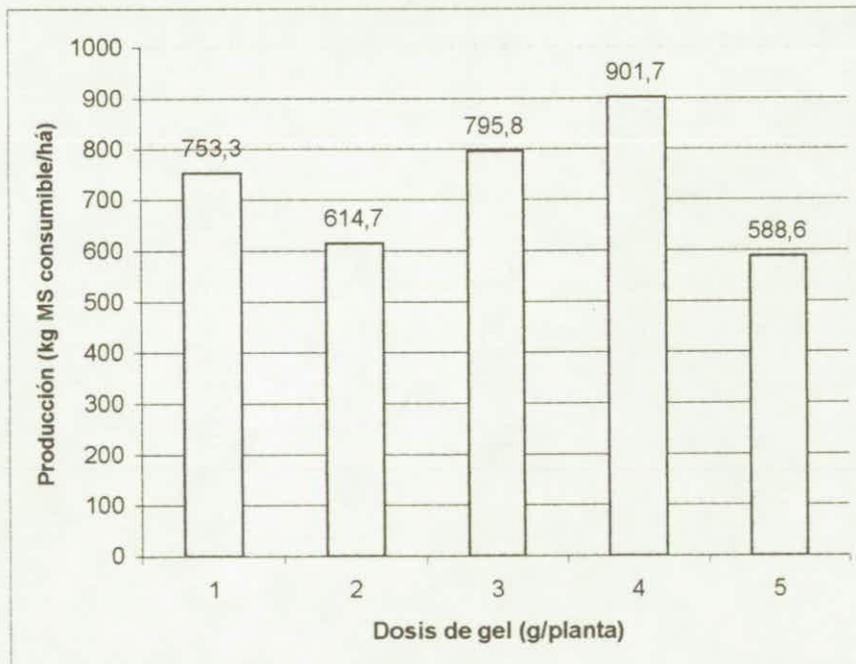


Figura 4. Efecto de la dosis de gel (gramos por planta) sobre la producción de materia seca consumible de plantas de tagasaste. Temporada 98-99. Cauquenes.



a) Conclusiones

Uno de los principales problemas en el establecimiento y sobrevivencia del tagasaste 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, sobre todo durante los meses de verano, se hace imprescindible el suministro de agua. 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.

La aplicación de gel al momento de la plantación, mejora en un 30 % el porcentaje de sobrevivencia y en un 12 % el crecimiento en altura de las plantas permitiendo un mejor uso del agua disponible en el suelo, durante el período estival.

La adición de 2 g de gel al hoyo de plantación es una practica benéfica para el establecimiento y posterior crecimiento de las plantas de tagasaste, principalmente en sectores donde el verano es muy seco. De todas formas, la adición de gel a la plantación no es una práctica que pueda suplir las necesidades hídricas de la planta en zonas donde el régimen de pluviometría no cumple con los requerimientos mínimos de la especie que son de aproximadamente 500 mm de lluvia anual.

2.2.8 Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.

Las plántulas de tagasaste, no compiten bien con las malezas debido a su lento crecimiento inicial, comparativamente al de las malezas que experimentan un crecimiento rápido, debido a su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las zonas mediterráneas de secano. De esta forma, compiten en mejor forma por agua, luz y nutrientes del suelo que el tagasaste.

a) Efecto sobre el desarrollo en el primer año

El efecto del control de malezas se evaluó como la respuesta en crecimiento de la planta de tagasaste por efecto de la mayor o menor disminución de la competencia que ejercieron las malezas en cada tratamiento. Se observó un significativo efecto del control de malezas de preplantación sobre el crecimiento de plantas de tagasaste al primer año de vida. El efecto del mismo sobre la sobrevivencia de las plantas no fue significativo, debido posiblemente al hecho que las condiciones ambientales de la provincia de Arauco son óptimas y no limitan la sobrevivencia de las plantas aún en presencia de competencia con malezas.

En cuanto a los tratamientos de herbicidas mas apropiados, se observó una clara superioridad de los tratamientos que incluían Glifosato en la mezcla, dado que la principal maleza presente correspondió a la gramínea perenne *Agrostis* sp. la cual requiere de un herbicida sistémico para obtener un adecuado control. La mejor combinación de herbicidas fue la mezcla de Glifosato con Goal que permitió un mayor espectro de control ya que este último corresponde a un herbicida residual que controló malezas de hoja ancha y gramíneas anuales de emergencia tardía.

El efecto del control de malezas con Surflan y Herbadox tuvieron un deficiente control ya que no afectan a la principal maleza (*Agrostis* sp) presente en el ensayo.

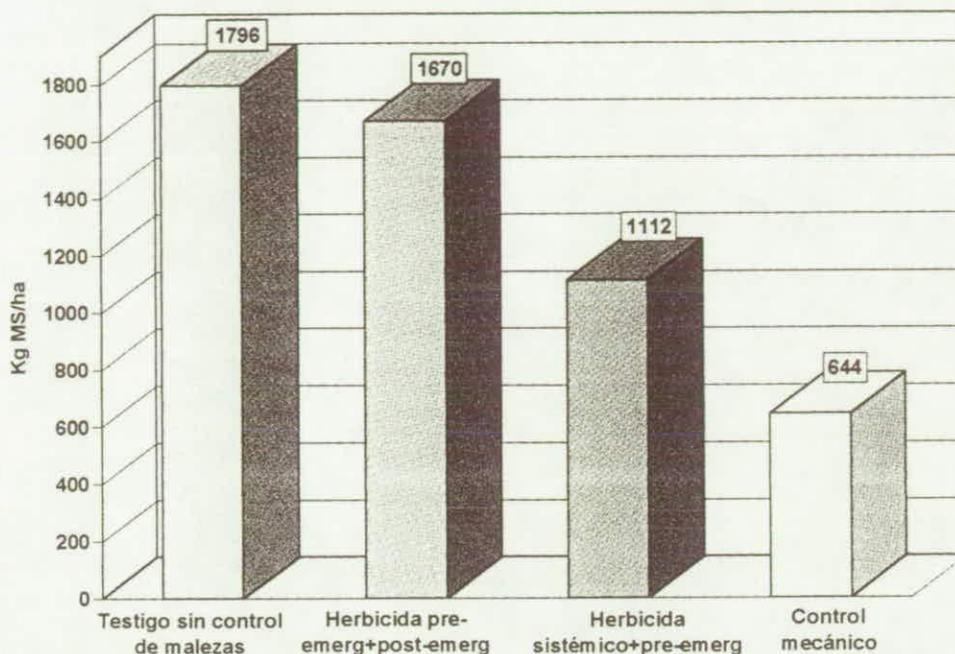
Cuadro 1. Efecto del control de malezas con herbicidas de preplantación en el establecimiento de plantaciones de tagasaste. (Lebu, temporada 1996-97)

Tratamiento	Sobrevivencia (%)	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)
Testigo Limpia a mano	95 a	62,4 a	6,9 ab	21,5 bc
Testigo sin control de malezas	92 a	45,1 bc	5,2 dc	15,8 cd
Roundup + Simazina	97 a	56,3 ab	6,5 bc	22,6 b
Roundup + Goal	75 a	66,2 a	8,0 a	29 a
Surflan + Goal	78 a	41,0 c	5,5 dc	14,3 d
Herbadox + Goal	81 a	41,7 c	4,8 d	12,2 d

b) Efecto sobre el desarrollo y la producción al segundo año

Se observó, que la menor biomasa de malezas, posterior al tratamiento utilizado, se obtuvo con el tratamiento de control mecánico (limpia a mano). Las mezclas que incluían un herbicida pre-emergente+post-emergente, 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 los cultivos desde las primeras etapas de desarrollo. Por otro lado, se logró establecer que las mezclas que incluían un herbicida sistémico, realizaron un mejor control de las malezas perennes existentes. Con lo cual se puede decir que la mejor combinación de herbicidas es una mezcla de un sistémico sumado a un selectivo residual que controle hoja ancha y gramíneas (glifosato+simazina).

Figura 1. Biomasa de malezas (kg MS/ha), según diferentes tratamientos de control con herbicidas pre-plantación, en el establecimiento de tagasaste



De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó un mayor crecimiento de las plantas, en los tratamientos que incluían Glifosato (sistémico) en la mezcla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del control de malezas con herbicida sistémico 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

c) **Conclusiones**

El control de malezas, es una práctica de fuerte impacto sobre las variables de crecimiento de la planta de tagasaste, o sea, sobre la altura, el diámetro del follaje y el diámetro del tronco, con diferencias significativas para estas variables cuando se aplicó el control de malezas. Del mismo modo, la producción de biomasa en cuanto a la cantidad de forraje total y consumible, éstas fueron significativamente mayores en los tratamientos con control de malezas.

2.3 COMPONENTE 3. ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE LA PLANTACIÓN

2.3.1 Efecto del subsolado y la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

En áreas con fuerte déficit hídrico estival, el éxito de la plantación puede verse comprometido en algunos años. Por esta razón, aparte de ensayos sobre control de malezas, se diseñó un experimento para estudiar el efecto del subsolado y de la suplementación hídrica en el primer verano, sobre la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas (Cuadro 1)

a) Efecto de la suplementación hídrica.

Se obtuvieron tasas de 38% de mortalidad de plantas en el primer verano en ausencia de suplementación hídrica en suelos graníticos del secano interior de Cauquenes (Cuadro 1). Este resultado reafirma la necesidad de realizar riegos de verano para obtener un adecuado establecimiento de la plantación. La sobrevivencia se mejora en forma directa con la frecuencia de la aplicación de los riegos, alcanzando tasas máximas de 95% con riegos semanales. El costo de esta práctica es elevado por lo tanto es posible realizar riegos quincenales o mensuales con porcentajes de sobrevivencia de entre 88 y 92% (Cuadro 1).

En relación a las variables de crecimiento, tanto en el primer año como en el segundo, el efecto de la frecuencia de los aportes hídricos de verano, es igualmente importante. En cuanto a la producción, tanto para frecuencias de riego semanales como para las quincenales, la producción de materia seca total y consumible fue significativamente más alta que para frecuencias de riego mensuales y el testigo sin riego (Cuadro 2). Siempre como respuesta a una mayor frecuencia de suplementación hídrica de verano se obtuvo un significativo incremento en el crecimiento en altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje y producción de biomasa (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de riego sobre la sobrevivencia y el crecimiento de plantas de tagasaste en el primer año (Temporada 1996/97).

Frecuencia de riego	Sobrevivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)
Semanal	95 a	141 a	19,4 a	125 a
Quincenal	91 a	126 b	15,3 b	91 b
Mensual	88 a	116 bc	11,4 c	60 c
Sin Riego	62 b	109 c	10,3c	58 c

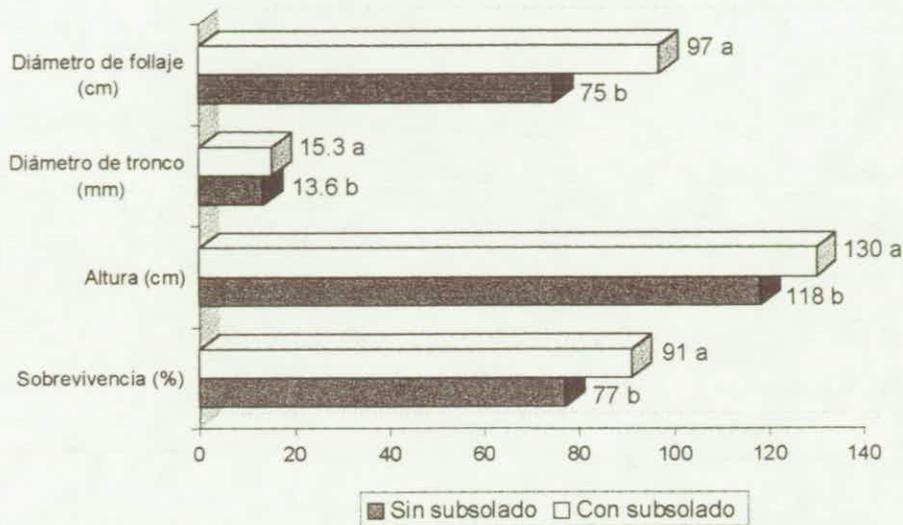
Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de riego sobre la sobrevivencia, crecimiento y producción de plantas de tagasaste en el segundo año (Temporada 1997/98).

Frecuencia de riego	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)	Producción de Mat. Seca total Kg/ha	Producción de Mat. Seca Consumible Kg/ha
Semanal	247 a	44 a	216 a	2623 a	1590 a
Quincenal	237 ab	43 ab	216 a	2364 a	1409 a
Mensual	223 c	40 ab	203 a	1791 b	1053 b
Sin Riego	228 bc	41 ab	214 a	1819 b	1068 b

b) Efecto del subsolado

Como se observa en la Figura 1, se encontró un efecto positivo del subsolado del suelo previo a la plantación del tagasaste, en el primer año, sobre las variables de sobrevivencia, altura de plantas, diámetro de troncos y diámetro del follaje. El subsolado permite mejorar las condiciones físicas del suelo permitiendo un mayor desarrollo y exploración del suelo por parte de las raíces lo que se traduce un mejor establecimiento y crecimiento de las plantas.

Figura 1. Supervivencia, crecimiento en altura, diámetro de tronco y follaje de plantas de tagasaste establecidas con y sin subsolado



c) Efecto combinado de subsolado y frecuencia de riego

Se observa que en todos los tratamientos de frecuencia de riego que incluyeron el subsolado preplantación, tuvieron un crecimiento y producciones de forraje mejores que en los tratamientos donde no se hizo subsolado (Cuadro 3). Esto pone en evidencia que el subsolado es una práctica que ayuda a mejorar las producciones de materia seca en plantaciones de tagasaste y su efecto es mayor cuando se realiza suplementación hídrica.

Cuadro 3. Efecto de la el subsolado y la frecuencia de riego sobre la el crecimiento y producción de plantas de tagasaste en el segundo año.

Tratamiento	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco (mm)	Diámetro de follaje (cm)	Producción de Mat. Seca total Kg/ha	Producción de Mat. Seca Consumible Kg/ha
Con subsolado + Riego semanal	265	47	234	2916	1890
Con subsolado + Riego quincenal	246	45	227	2822	1657
Con subsolado + Riego mensual	239	44	213	2023	1195
Con subsolado + Sin Riego	240	44	225	2185	1269
Sin subsolado + Riego semanal	230	40	198	2329	1290
Sin subsolado + Riego quincenal	228	41	207	1907	1162
Sin subsolado + Riego mensual	202	37	189	1559	941
Sin subsolado + Sin Riego	210	38	197	1453	838

d) Conclusiones

Los resultados confirman la hipótesis de la importancia del subsolado y la suplementación hídrica de verano, como factores claves para obtener un adecuado establecimiento de la plantación. Riegos quincenales en el establecimiento de una plantación de tagasaste en el secano interior, son muy benéficos para lograr una buena supervivencia, desarrollo y posteriores producciones de materia seca.

En suelos graníticos del secano interior, el subsolado debiera incorporarse como una práctica obligatoria e indispensable si se desea obtener un establecimiento exitoso, ya que mejora en un 18 % la supervivencia de las plantas luego del primer verano. El subsolado también presentó un marcado efecto sobre el crecimiento en altura, diámetro de troncos, diámetro de follaje y producción de materia seca de la plantación de tagasaste. Por otra parte, riegos de verano cada 15 días, con 20 l de agua por planta, aseguran una adecuada supervivencia de plantas durante el primer verano.

Finalmente, en el establecimiento de la plantación se debe tener en cuenta ambos efectos, tanto del subsolado, como de la suplementación hídrica. Al realizar estos 2 manejos en forma conjunta, se potencian los resultados obtenidos en relación a las variables de crecimiento y producción.

2.3.2 Efecto del subsolado, control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.

Los estudios presentados anteriormente fueron orientados a determinar en forma precisa las dosis de fertilizante mas apropiadas, las frecuencias de riego necesarias, los herbicidas mas efectivos de manera de lograr un establecimiento exitoso del tagasaste, especialmente en ambientes restrictivos. En el presente ensayo, se estudió en forma conjunta todas estas prácticas de establecimiento, de manera de conocer el efecto aditivo de estas, en el establecimiento de la plantación.

Para el presente estudio se procedió a evaluar los siguientes factores: subsolado, con (cs) y sin (ss); control de malezas, con (cm) y sin (scm) y fertilización, con (cf) y sin (sf).

a) **Subsolado**

La práctica de la labor de subsolado preplantación es positiva para las variables de crecimiento de la planta de tagasaste, o sea, sobre la altura, el diámetro del follaje y el diámetro del tronco, con diferencias significativas para éstas variables cuando se aplicó el subsolado (Cuadro 1). En cuanto a producción de biomasa, no existen diferencias significativas entre el tratamiento con y sin subsolado con un nivel de significancia del 5 %, pero existe la tendencia de aumentar la producción cuando se efectúa la labor de subsolado (Cuadro 1), tendencia que se hace manifiesta al analizar los datos con un nivel de significancia del 10%, observándose una producción significativamente mayor para el tratamiento con subsolado.

b) **Control de malezas**

El control de malezas es positivo para las variables de crecimiento de la planta de tagasaste, o sea, sobre la altura, el diámetro del follaje y el diámetro del tronco, con diferencias significativas para éstas variables cuando se aplicó el control de malezas. En cuanto a producción de biomasa, la cantidad de forraje total y consumible, éstas fueron significativamente mayores en los tratamientos que incluyeron control de malezas. (Cuadro 1).

c) **Fertilización**

Para las variables de crecimiento de la planta de tagasaste: altura, diámetro del follaje y diámetro del tronco, la fertilización tiene un efecto significativo sobre éstas. En cuanto a producción de biomasa, la

cantidad de forraje total y consumible, éstas fueron significativamente mayores en los tratamientos con fertilización. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización sobre el crecimiento y producción de tagasaste en áreas de secano costero. 1997-1998.

Tratamientos	Altura Cm	Diámetro follaje cm	Diámetro tronco mm	Producción M.S. total Kg/há	Producción M.S. cons. Kg/há
Efecto del Subsolado					
Sin	167,0 b	150,9 b	20,3 b	946,1 b ¹	647,8 b ¹
Con	178,6 a	160,2 a	22,5 a	1184,1a	771,2 a
Efecto del Control malezas					
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
Efecto de la Fertilización					
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

¹ Valores con igual letra no difieren entre sí (P < 0,1) según prueba de Duncan

En cuanto a la producción de Materia Seca, se observó un efecto importante de la fertilización sobre la producción de Materia Seca (Cuadro 1 y Figuras 2 y 3). Por otro lado el subsolado también tiene un efecto positivo sobre la producción pero de menor importancia que el de la fertilización (Figuras 1 y 3). Por último, el control de malezas es el factor menos influyente sobre la producción de forraje en plantas de tagasaste, debido probablemente a que la competencia que ofrecen las malezas es principalmente por fertilizantes, agua y no por luz (Figuras 1 y 2).

Al igual que en otros ensayos, la última temporada (1998-1999) solamente entregó tendencias parciales, debido a que la producción y crecimiento de las plantas se vió fuertemente afectada por la falta de lluvias, tal como se observa al comparar las últimas dos temporadas (Figuras 1, 2 y 3)

Figura 1. Efecto del subsolado y el control de malezas sobre la producción de biomasa en plantas de tagasaste en las temporadas 97-98 y 98-99.

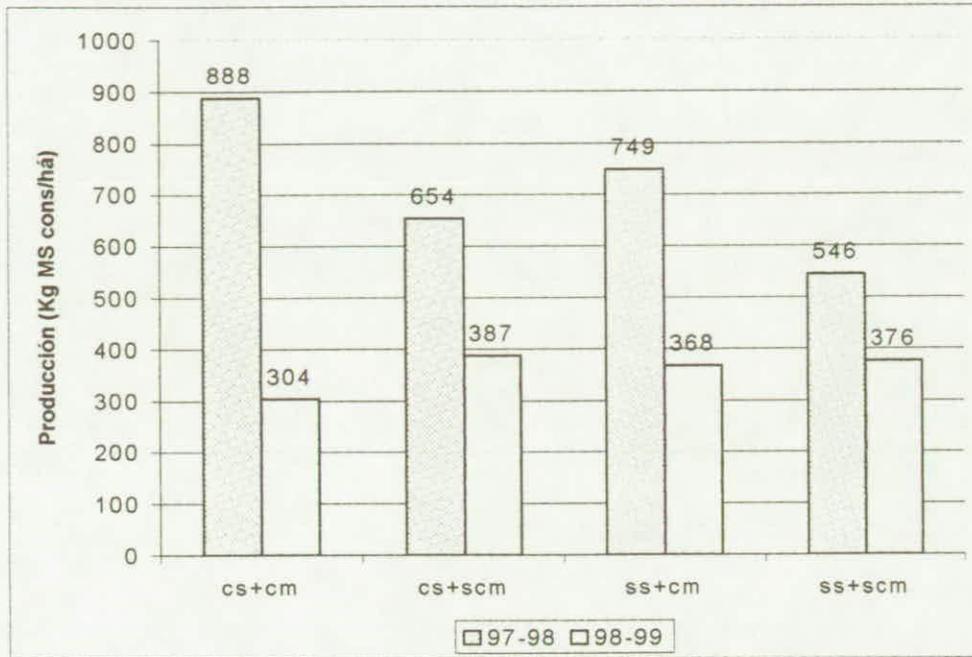


Figura 2. Efecto del control de malezas y la fertilización sobre la producción de biomasa en plantas de tagasaste en las temporadas 97-98 y 98-99.

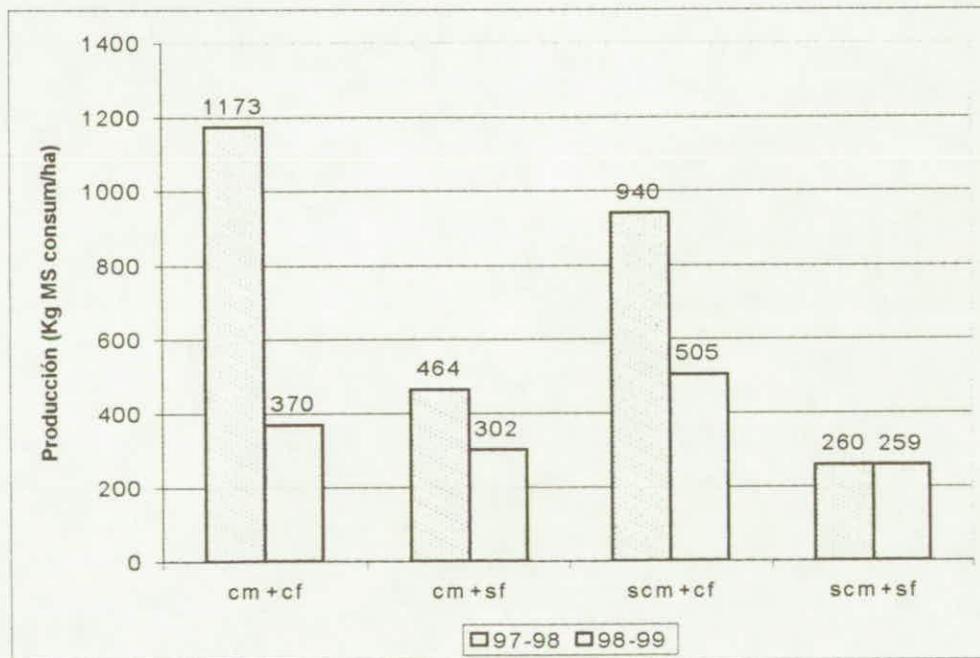
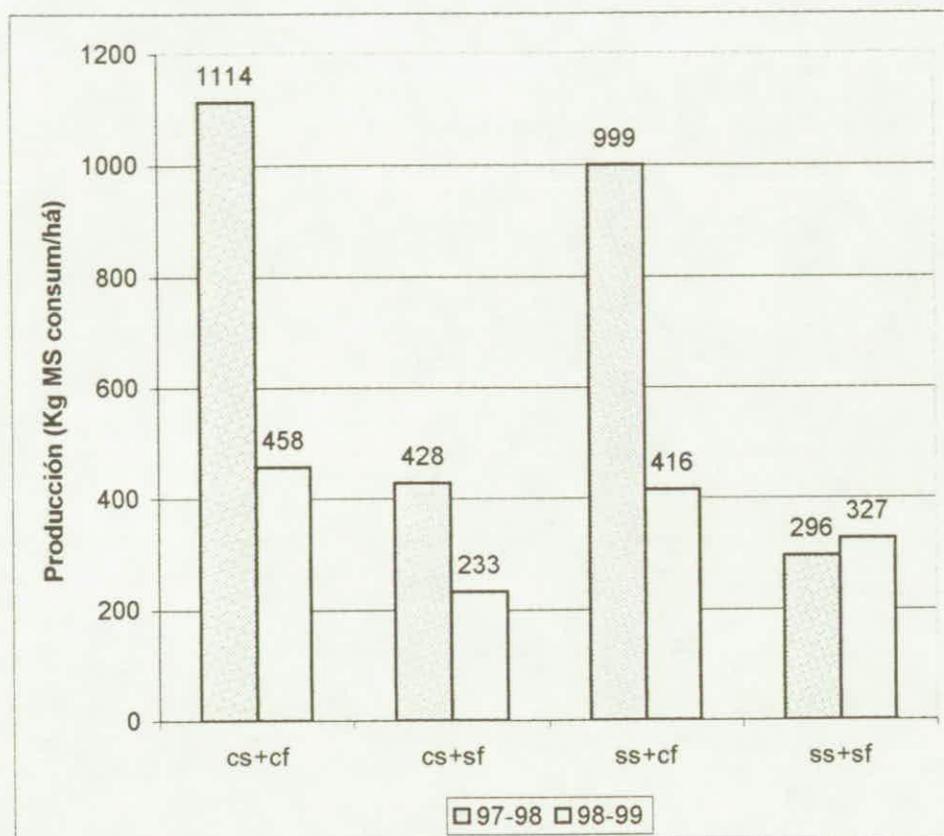


Figura 3. Efecto del subsolado y la fertilización sobre la producción de biomasa en plantas de tagasaste en el secano costero.



d) Conclusiones.

Reafirmando lo sostenido en temporadas anteriores, las practicas de manejo evaluadas, o sea, subsolado, control de malezas y fertilización son necesarias para lograr un buen establecimiento de la plantación y como consecuencia obtener buenas producciones de forraje, en este caso, en zonas ubicadas en el secano costero.

Estadísticamente no existe una interacción de estos factores, pero puede observarse una tendencia, sobre todo en lo que se refiere a mejorar la producción de materia seca por unidad de superficie y que es obviamente el objetivo de toda explotación ganadera.

2.3.3 Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes

Este ensayo se estableció para evaluar el efecto aislado y conjunto del subsolado y la fertilización de establecimiento en plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Se observó que el desarrollo de las plantas se ve favorecido significativamente por el uso conjunto de las prácticas de subsolado y fertilización, vale decir sobre las variables de altura, diámetro de follaje y diámetro de troncos. La fertilización por si sola, también tuvo un efecto significativo sobre las variables mencionadas pero en menor medida que la combinación de ambas labores (fertilización y subsolado). El tratamiento testigo siempre tuvo plantas con menor desarrollo que los otros tratamientos.(Cuadro 1 y Figuras 1 y 2).

Al comparar los datos del Cuadro 1 (1997-1998) y las figuras 1,2 y 3 (1998-1999), podemos darnos cuenta de que vuelve a ocurrir la misma situación que en ensayos anteriores en donde queda demostrado el efecto negativo de la falta del recurso hídrico en la última temporada de evaluación. A pesar de ello, la producción de biomasa se ve igualmente favorecida por la interacción del subsolado y la fertilización de establecimiento. De esta manera, el tratamiento fertilización + subsolado tuvo producciones significativamente mayores la los tratamientos fertilizado y sin fertilización.

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro follaje (cm)	Diámetro tronco (mm)	Producción M.S. total (Kg há ⁻¹)	Producción M.S. consumible (Kg há ⁻¹)
Sin fertilización	125.2 c	107.6 b	18.2 c	0187.5 c	0137.2 c
Fertilización	167.9 b	194.0 a	28.0 b	1195.7 b	0785.9 b
Fertilizado+subsolado	203.9 a	204.4 a	36.8 a	1959.5 a	1130.5 a

Valores con igual letra no difieren entre sí (P < 0,05) según prueba de Duncan

Figura 1. Efecto de la fertilización y el subsolado sobre el crecimiento de tagasaste en Cauquenes (1998/99)

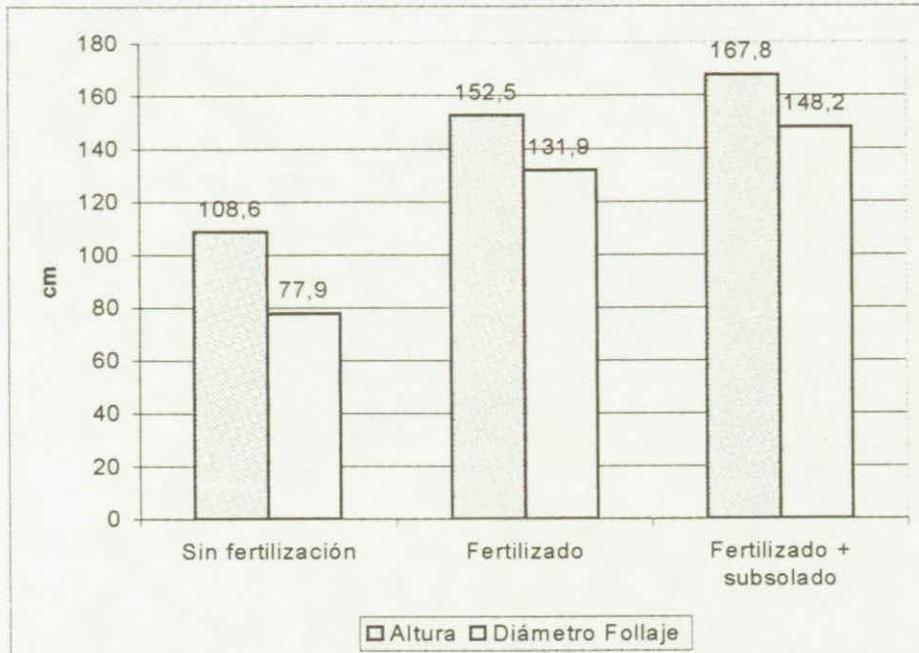


Figura 2. Efecto de la fertilización y el subsolado sobre el crecimiento de tagasaste en Cauquenes (1998/99)

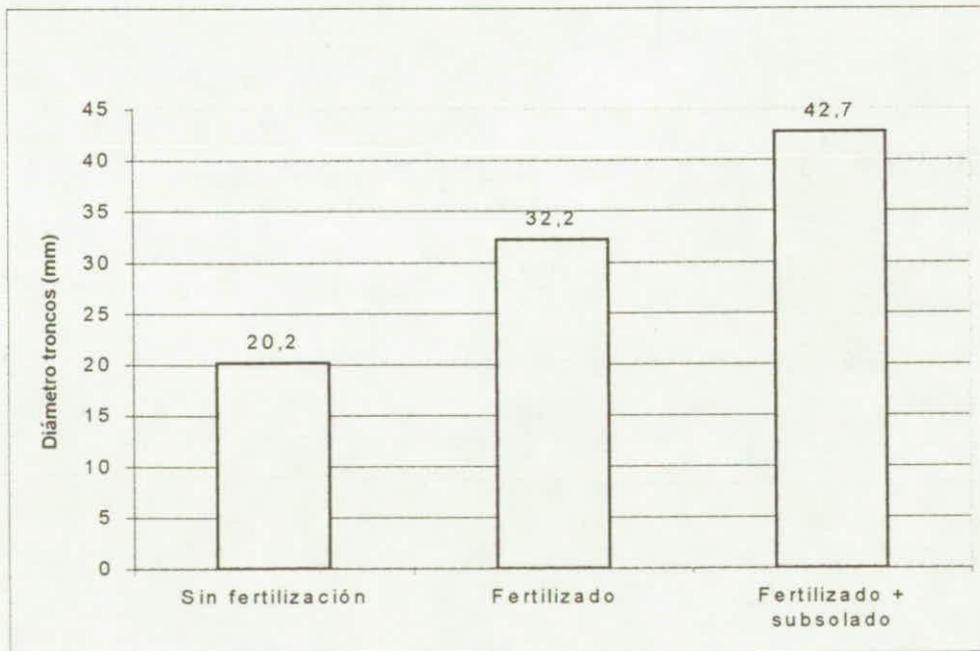
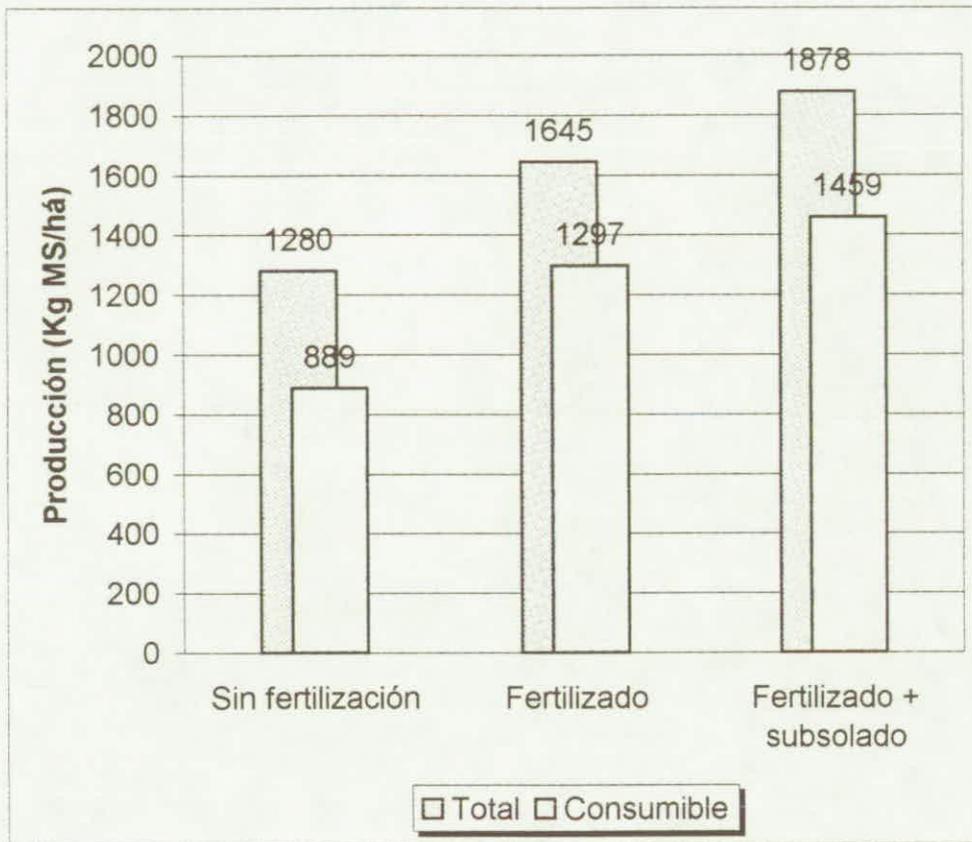


Figura 3. Efecto de la fertilización y el subsolado sobre la producción de biomasa de plantas de tagasaste en Cauquenes (1998/99)



a) Conclusiones

Queda demostrado que las labores de subsolado y fertilización de establecimiento, en conjunto, debieran ser prácticas habituales para asegurar un buen desarrollo y producción de forraje proveniente de plantas de tagasaste. No basta con realizar una buena fertilización, sobre todo en zonas ubicadas en el secano interior, donde es habitual encontrarnos con suelos de texturas pesadas que afectan el buen desarrollo radicular de las plantas, lo que afecta directamente a la absorción de nutrientes por parte de las raíces. Este último hecho queda subsanado al realizar el subsolado, labor que como consecuencia, mejora el desarrollo y futuras producciones de la plantación.

2.3.4 Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje de tagasaste en el secano interior de Arauco.

a) Crecimiento.

◆ Temporada 1996/97.

Durante la primera evaluación, después de transcurrido un año de la aplicación de la fertilización, no se observan diferencias significativas en las variables de crecimiento altura de planta y diámetro de tronco entre los tratamientos por efecto de la aplicación de dosis crecientes de fósforo, ni por aplicaciones de distintas fórmulas de fertilización que incluyen azufre y potasio (Cuadro 1). Para la variable diámetro de follaje tampoco hay una respuesta a la fertilización ya que no se observan diferencias entre el testigo y los tratamientos, de igual manera que con las aplicaciones crecientes de fósforo y solamente se obtuvo un menor diámetro en el tratamiento T6 que recibió fósforo y azufre en relación a T2, T3 y T5 que solamente recibieron fósforo y T7 que recibió fósforo y potasio (cuadro 1).

De tal manera que durante esta primera temporada de evaluación no se percibe una respuesta en crecimiento a la fertilización de mantención en arbustos de tres años de edad.

Cuadro 1. Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio, sobre el crecimiento de tagasaste de tres años. Lebu, 1996-97.

Tratamiento	Altura de plantas (Cm)	Diámetro de tronco (Cm)	Diámetro de follaje (Cm)
T1	238 a ¹	48 a	270 ab
T2	243 a	46 a	284 a
T3	223 a	44 a	285 a
T4	240 a	49 a	268 ab
T5	252 a	50 a	284 a
T6	229 a	45 a	230 b
T7	222 a	43 a	280 a
T8	220 a	44 a	263 ab

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

◆ Temporada 1997/98.

Durante esta segunda temporada de evaluación, los resultados encontrados para diámetro de tronco y de follaje no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ni entre estos y el testigo. Con relación a la altura de las plantas, se presentan diferencias significativas solo entre T4 y T7 que corresponde a la aplicación de 120 gr. de superfosfato triple/planta y 60 gr. de superfosfato triple mas 60 gr. de Sulfato de sodio/ planta (cuadro 2), Al igual que la temporada anterior, no se percibe una tendencia que muestre cual mezcla de nutrientes se debiera aplicar como fertilización de mantención.

Cuadro 2. Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio, sobre el crecimiento de tagasaste de tres años. Lebu, 1997-98.

Tratamiento	Altura de plantas (cm)	Diámetro de tronco(mm)	Diámetro de follaje (cm)
T1	170 a ¹ b	53 a	162 a
T2	169 a b	55 a	163 a
T3	167 a b	43 a	149 a
T4	188 a	55 a	180 a
T5	171 a b	53 a	164 a
T6	161 a b	49 a	145 a
T7	147 b	48 a	145 a
T8	173 a b	55 a	175 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

◆ Temporada 1998/99.

Los resultados logrados en esta temporada, corroboran los obtenidos en las temporadas anteriores en relación a que no existe una respuesta clara a la fertilización de mantención en cuanto a crecimiento de las plantas, ya que solo se encontraron diferencias significativas para las variables altura entre los tratamientos T4 y T7 al igual que durante el año anterior y para la variable diámetro de tronco entre T3 y T4 (cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio, sobre el crecimiento de tagasaste de tres años. Lebu, 1998-99.

Tratamiento	Altura de plantas (Cm)	Diámetro de tronco (Cm)	Diámetro de follaje (Cm)
T1	169 ab	52 ab	162 a
T2	168 ab	55 ab	168 a
T3	167 ab	42 b	148 a
T4	188 a	57 a	180 a
T5	171 ab	52 ab	163 a
T6	160 ab	48 ab	144 a
T7	146 b	47 ab	145 a
T8	172 ab	54 ab	175 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

b) Producción

◆ Temporada 1996/97.

Durante esta primera temporada de evaluación, no se observa una tendencia clara del efecto de las diferencias fórmulas de fertilización de mantención en la producción de biomasa obtenida entre los tratamientos en producción de biomasa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio sobre la producción de materia seca total y consumible de tagasaste en el secano costero de Arauco, temporada 1996/97.

Tratamiento	Producción (gramos / planta)
T1	4.069
T2	2.806
T3	3.944
T4	3.881
T5	4.169
T6	3.225
T7	3.487
T8	2.213

◆ Temporada 1997/98.

Durante esta temporada, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos en producción de biomasa total y consumible (Cuadro 5 y Figura 1). Esto se debe principalmente a que las raíces de tagasaste de cuatro años de edad como estas, son capaces explorar un gran volumen de suelo desde donde extraen los nutrientes que necesitan tanto para su crecimiento y producción, así es como a pesar que el suelo es pobre en fósforo (Cuadro 7, 8 y 9) esta característica le permite extraer los elementos nutritivos necesarios.

Cuadro 5. Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio sobre la producción de materia seca total y consumible de tagasaste en el secano costero de Arauco, temporada 1997/98.

Tratamiento	Producción total (Kg MS / ha)	Producción consumible (Kg MS / ha)
T1	1034 a	695 a
T2	940 a	569 a
T3	812 a	451 a
T4	1187 a	722 a
T5	995 a	460 a
T6	566 a	316 a
T7	623 a	350 a
T8	1027 a	572 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

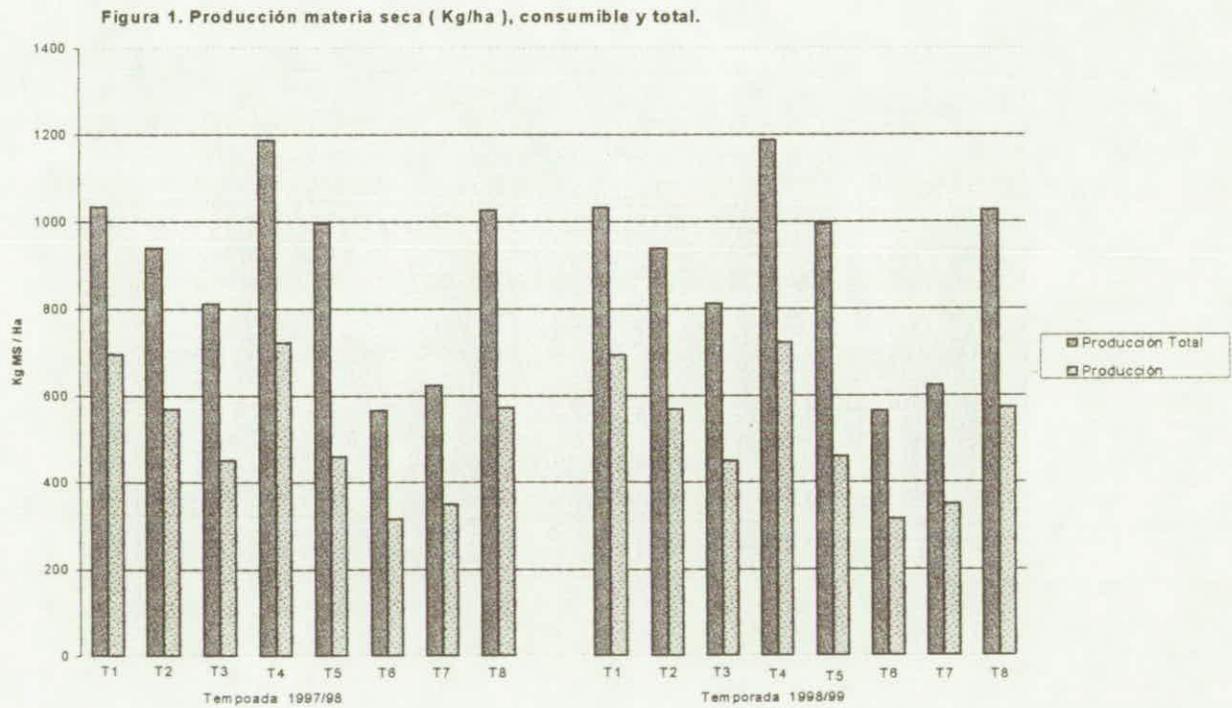
◆ Temporada 1998/99.

Al igual que durante la temporada anterior, en los valores obtenidos no se observan diferencias significativas entre los tratamientos para la producción de biomasa total y consumible (Cuadro 6 y Figura 1). Esto confirma que no existe respuesta a la fertilización de mantención en producción, debido a que las raíces de tagasaste extraen nutrientes a distintas profundidades del suelo y la fertilización realizada fue aplicada en los primeros centímetros y no tendría efecto.

Cuadro 6. . Efecto de la dosis de fósforo y de la fertilización de mantención con Azufre y Potasio sobre la producción de materia seca total y consumible de tagasaste en el secano costero de Arauco, temporada 1998/99.

Tratamiento	Producción total (Kg MS / ha)	Producción consumible (Kg MS / ha)
T1	1033 a	694 a
T2	939 a	568 a
T3	812 a	450 a
T4	1187 a	722 a
T5	995 a	460 a
T6	565 a	316 a
T7	623 a	349 a
T8	1027 a	571 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$



c) **Análisis de suelo.**

Se realizaron análisis de suelo durante las diferentes temporadas para visualizar si la fertilización de mantención altera la composición de nutrientes del suelo del área donde se aplicó la fertilización alrededor del árbol, los resultados se presentan a continuación.

◆ Temporada 1996/97.

Durante esta temporada se dio inicio a las evaluaciones, a pesar de que el suelo contiene un bajo contenido de fósforo (Cuadro 7), las plantas tienen un buen crecimiento, esto es debido ya desde el tercer año las raíces de tagasaste pueden explorar un gran volumen de suelo, permitiendo esto proporcionarse los elementos que la planta requiere para su crecimiento y producción.

Cuadro 7. Nivel inicial de nutrientes del suelo.

Nitrógeno (ppm)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Materia orgánica (%)	PH
13	3	251	5.5	5.5

◆ Temporada 1997/98.

Los valores obtenidos durante esta temporada no presentan diferencias entre ninguno de los tratamientos como se muestra en el cuadro 8, salvo para el contenido de fósforo entre el tratamiento T2 que recibió 30 gr de superfosfato triple / planta y el tratamiento T6 que recibió 60 gr de superfosfato triple / planta.

Cuadro 9. Nivel de nutrientes del suelo en el secano costero de Arauco, temporada 97/98.

Tratamiento	pH	MO (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
T1	5.2 a ¹	7.9 b	9.8 a	7.0 a b	310.0 a
T2	5.2 a	8.1 a b	13.5 a	6.8 b	319.3 a
T3	5.2 a	8.1 a b	10.8 a	8.8 a b	356.8 a
T4	5.2 a	8.1 a b	8.5 a	7.8 a b	305.0 a
T5	5.3 a	8.6 a b	11.8 a	7.5 a b	342.5 a
T6	5.2 a	8.9 a	8.5 a	9.8 a	285.5 a
T7	5.2 a	8.5 a b	12.0 a	8.0 a b	320.8 a
T8	5.1 a	8.4 a b	12.8 a	8.5 a b	285.5 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

◆ Temporada 1998/99.

Los datos obtenidos durante esta última temporada de evaluación no presentan diferencias entre sí para los diferentes tratamientos (Cuadro 10). Las dosis aplicadas no ayudaron a mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo, elemento que se mantuvo siempre en un bajo nivel.

Cuadro 10. Nivel de nutrientes del suelo en el secano costero de Arauco, temporada 98/99.

Tratamiento	PH	MO (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
T1	4.83 a	9.7 a b	28.5 a	6.0 a	336.8 a
T2	4.85 a	9.5 b	23.7 a	5.75 a	286.3 a
T3	4.95 a	9.9 a b	22.7 a	6.25 a	327.3 a
T4	4.83 a	9.7 a b	22 a	5.0 a	275.5 a
T5	4.9 a	10.7 a b	21.3 a	5.75 a	307.5 a
T6	4.87 a	10.3 a b	19.7 a	5.0 a	265.7 a
T7	4.85 a	10.9 a	25.5 a	6.75 a	306.3 a
T8	4.78 a	10.4 a b	36 a	6.5 a	330.0 a

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

d) **Análisis foliar.**

Se realizó un análisis de la biomasa foliar, para establecer el efecto que tendrían las distintas formulas de fertilización de mantención aplicadas en el nivel de nutrientes de las plantas, los resultados se presentan a continuación.

◆ Temporada 1996/97.

Los valores obtenidos durante esta primera temporada de evaluación no muestran una tendencia clara del efecto de la fertilización sobre el nivel de nutrientes en la parte aérea (Cuadro 11), así es como el nivel de fósforo es prácticamente igual y el de potasio es igual entre los tratamientos T7 y T8 que lo recibieron.

Cuadro 11. Efecto de distintas dosis de fertilizantes, sobre la composición química de la biomasa de hojas de tagasaste. Arauco, temporada 97/98.

Tratamiento	%N	%P	%K
T1	3.2	0.12	1.09
T2	3.6	0.14	1.06
T3	3.4	0.13	1.38
T4	3.1	0.13	1.09
T5	3.2	0.13	1.19
T6	3.1	0.13	1.38
T7	3.0	0.13	1.21
T8	3.0	0.12	1.21

◆ Temporada 1997/98.

Los valores obtenidos durante esta temporada no presentan diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el cuadro 12, solamente para el contenido de potasio en los tratamientos T2 y T4; que no es atribuible al efecto de alguno de los tratamientos puesto que ninguno de ellos incluía este elemento en la mezcla

Cuadro 12. Efecto de distintas dosis de fertilizantes, sobre la composición química de la biomasa de hojas de tagasaste. Arauco temporada 97/98.

Tratamiento	%N	%P	%K
T1	4.6 a ¹	0.24 a	1.27 A b
T2	4.6 a	0.26 a	1.30 A
T3	4.4 a	0.25 a	1.18 A b
T4	4.2 a	0.22 a	1.12 b
T5	4.4 a	0.25 a	1.15 a B
T6	4.1 a	0.23 a	1.19 a B
T7	4.3 a	0.25 a	1.19 a B
T8	4.3 a	0.23 a	1.17 a B

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

◆ Temporada 1998/99.

Los resultados obtenidos durante esta temporada no muestran diferencias entre las diferentes mezclas aplicadas en nitrógeno y fósforo, solamente se obtuvieron diferencias para el potasio entre los tratamientos T5 que no recibió este elemento y T7 que sí lo recibió.

Cuadro 13. Efecto de distintas dosis de fertilizantes, sobre la composición química de la biomasa de hojas de tagasaste. Arauco temporada 98/99.

Tratamiento	%N	%P	%K
T1	3.7 a ¹	0.16 a	0.97 a b
T2	3.7 a	0.16 a	0.83 a b
T3	4.0 a	0.19 a	0.97 a b
T4	4.1 a	0.19 a	0.92 a b
T5	3.9 a	0.18 a	0.80 b
T6	3.7 a	0.17 a	1.00 a b
T7	3.6 a	0.16 a	1.03 a
T8	3.7 a	0.16 a	1.00 a b

¹ Distintas letras dentro de una misma columna, indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0.05$

e) **Conclusiones.**

Los resultados obtenidos después de tres temporadas de evaluaciones, permiten señalar que no hay un efecto de la fertilización de mantención tanto en las variables de crecimiento como de producción, puesto que las raíces de las plantas de tagasaste ya establecidos penetrarían a distintas profundidades del perfil del suelo extrayendo los elementos nutritivos que requiere para su crecimiento y producción.

2.4 COMPONENTE 4: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

2.4.1 Sistema de producción agroforestal con tagasaste.

a) Segundo año (1998)

◆ Manejo de los animales.

El periodo de utilización real de la pradera anual con tagasaste solo se ajustó a lo programado en el verano; dada la sequía que afectó a la zona (Cuadro 1), el ramoneo del Tagasaste en otoño-invierno y en primavera fue muy corto (Cuadro 2).

Cuadro 1. Precipitación mensual y total anual de 1997, 1998 y media de 33 años.

	Año 1997	Año 1998	Media 1959 a 1991
Enero	1,3	0,0	8,2
Febrero	7,0	0,0	4,5
Marzo	0,6	2,8	10,3
Abril	127,7	24,3	36,4
Mayo	145,6	66,6	117,5
Junio	302,1	54,7	149,3
Julio	60,2	15,4	144,5
Agosto	71,6	30,5	83,4
Septiembre	63,0	31,9	53,9
Octubre	125,0	0,0	27,9
Noviembre	62,2	2,4	17,0
Diciembre	19,7	0,0	9,8
Total	986,0	228,6	662,7

Cuadro 2. Periodos de utilización real y programado de la pradera anual con tagasaste en los sistemas Semi-Intensivo (SI) e Intensivo (I). Segundo año (1998).

Periodo de Utilización	Sistema	Real			Programada		
		Inicio	Fin	Días	Inicio	Fin	Días
Verano (preencaste y encaste)	Sistema SI	29/01.	27/02	30	21/01.	21/02	31
	Sistema I	29/01.	27/02	30	21/01.	21/02	31
Otoño-invierno (gestación, parición y lactancia)	Sistema SI	02/06	22/06	20	15/05	04/07	50
	Sistema I	02/06	22/06	20	15/05	04/07	50
Primavera (lactancia)	Sistema SI	23/09	19/10	27	15/09	25/10	40
	Sistema I	23/09	13/10	21	15/09	25/10	40

◆ Peso vivo de las ovejas.

En todas las épocas evaluadas las ovejas del sistema testigo(T) pesaron mas que las de los sistemas semi-intensivo (SI) e intensivo (I), estas diferencias fueron estadísticamente significativas en cinco épocas, cuatro de ellas correspondieron a controles efectuados durante, o al ramoneo del Tagasaste de los sistemas SI e I (Cuadro 3).

En todos los animales se observaron pérdidas de peso a medida que avanzaba la temporada productiva hasta finales de septiembre (Cuadro 3), como consecuencia de la baja disponibilidad de forraje tanto en la pradera anual como en los árboles, debido a las condiciones de sequía (Cuadro 1), haciéndose necesario suplementar los tres grupos desde el 07/08 al 22/09 con 1 Kg. de alfalfa (pellet) por oveja al día.

Cuadro 3. Peso vivo (Kg.) de las ovejas ¹⁾. Segundo año (1998).

Época	Fecha	Sistema		
		Tradicional	Semi Intensivo	Intensivo
1.- Antes encaste	15/01/98	73,2 a	66,9 b	67,0 b
2.- Inicio ramoneo Tagasaste SI e I	29/01/98	71,2 a	68,3 a	68,9 a
3.- Inicio encaste. En Tagasaste SI e I	05/02/98	74,7 a	67,2 b	66,9 b
4.- En encaste Fin ramoneo Tagasaste SI e I	27/02/98	70,6 a	62,5 b	61,8 b
5.- Fin encaste	06/04/98	70,1 a	65,9 a	68,8 a
6.- Último tercio gestación. Inicio ramoneo Tagasaste SI e I.	02/06/98	60,7 a	58,4 a	60,1 a
7.- Último tercio gestación. Fin ramoneo Tagasaste SI e I	22/06/98	61,7 a	54,4 b	55,7 b
8.- Al Parto		55,0 a	52,4 a	54,1 a
9.- Lactancia	20/08/98	51,6 a	48,8 a	48,7 a
10.- Lactancia Inicio ramoneo Tagasaste SI e I	23/09/98	52,5 a	51,0 a	50,9 a
11.- Lactancia Fin ramoneo Tagasaste SI e I	13/10/98	56,6 a	50,6 b	49,1 b
12.- Destete y Esquila	13/11/98	58,1 a	54,6 a	57,0 a

¹⁾ Distintas letras dentro de una misma fila (misma época y fecha de pesaje) indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

La condición corporal de las ovejas, evaluada en cuatro épocas, fue similar estadísticamente en los tres tratamientos, aunque siempre tendió a ser mejor en las ovejas del sistema. La condición corporal mas baja se presentó al parto en los tres sistemas T (Cuadro 4).

Cuadro 4. Condición corporal (u) de las ovejas¹⁾. Segundo año (1998).

Época	Fecha	Sistema		
		Tradicional	Semi Intensivo	Intensivo
3.- Inicio encaste. En Tagasaste SI e I	05/02/98	4,1 a	3,7 a	3,7 a
5.- Fin encaste	06/04/98	3,9 a	3,7 a	3,7 a
8.- Al Parto		3,2 a	3,1 a	3,2 a
12.- Destete y Esquila	13/11/98	3,5 a	3,2 a	3,3 a

Distintas letras dentro de una misma fila (misma época y fecha de pesaje) indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

◆ Peso vivo de los corderos.

Los pesos medidos en cinco edades diferentes, entre el nacimiento y el destete, fueron similares en los tres sistemas, corresponde destacar los bajos pesos (Cuadro 5), debido a las precarias condiciones de la madre, especialmente en el primer mes de su lactancia (Cuadro 3).

En el modelo estadístico utilizado para las seis primeras variables del Cuadro 5, se incluyó el efecto sexo del cordero y tipo de parto, encontrándose efectos significativos para tipo de parto en todas ellas y de sexo solo en el peso del 20/08/98 (9.- Lactancia).

Cuadro 5. Peso vivo (Kg.) de los corderos¹⁾. Segundo año (1998).

Época	Fecha	Sistema		
		Tradicional	Semi Intensivo	Intensivo
Al nacimiento		4,0 a	4,0 a	4,0 a
Lactancia	20/08/98	10,6 a	11,3 a	10,7 a
Lactancia Inicio ramoneo tagasaste SI e I	23/09/98	16,1 a	17,7 a	17,3 a
Lactancia Fin ramoneo tagasaste SI e I	13/10/98	20,4 a	22,7 a	21,6 a
Destete	13/11/98	27,1 a	28,2 a	28,7 a
Peso destete corregido a los 90 días de edad (PD90)		21,9 a	23,1 a	23,3 a
Peso destete con corrección total (PD ct)		26,1 a	26,1 a	26,4 a

¹⁾ Distintas letras dentro de una misma fila (misma época y fecha de pesaje) indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Duncan al menos a la $P \leq 0,05$.

◆ Índices reproductivos y productivos de las ovejas.

La fertilidad (F) de la oveja del sistema T presentó valores inferiores a los esperados (93%) para un rebaño ovino. La prolificidad (P) fue buena, destacándose la de las ovejas del sistema I. Por el contrario, en este grupo murieron 5 corderos entre el nacimiento y el destete, de tal manera la S de ellos fue la mas baja. En consecuencia, la eficiencia reproductiva (ER) de la oveja en el sistema I fue alrededor de 6,5% menor que en los otros dos, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Cuadro 6). La productividad de la oveja, que no superó los 29 Kg. de cordero destetado por oveja encastada en los tres sistemas, se vio afectada en forma importante por los bajos pesos de los corderos al destete (Cuadro 5) de los tres tratamientos y por la ER de la oveja en el sistema I (Cuadro 6).

En términos de producción por unidad de superficie, esta fue de 40,7; 63,1 y 63,6 Kg./ha de peso vivo en los sistemas tradicional, Semi-Intensivo e intensivo, respectivamente.

Cuadro 6. Índices reproductivos y productivos de las ovejas. Segundo año (1998).

	S i s t e m a		
	Tradicional	Semi-Intensivo	Intensivo
Ovejas encastadas, cab.	15	15	15
Ovejas muertas entre encaste y parición, cab. 1)	0	0	0
Ovejas encastadas reales, cab. (OPE)	15	15	15
Ovejas paridas, cab. (OP)	13	15	14
Ovejas con aborto, cab (OP y CNM).	1	0	0
Ovejas secas, cab. (OS)	2	0	1
Corderos nacidos vivos, cab. (CNV)	16	17	19
Corderos nacidos muertos, cab (CNM)	1	0	0
Corderos destetados, cab. (CD)	15	17	14
Fertilidad oveja, % (F=OP/OPE) 5) 4)	86,7 a	100,0 a	93,3 a
Prolificidad oveja, % (P=CN/OP) 1) 4)	130,8 a	113,3 a	135,7 a
Viabilidad cordero, % (V=CNV/CN) 4)	94,1 a	100,0 a	100,0 a
Sobrevivencia cordero, % (S=CD/CNV) 4)	93,8 a	88,2 a	73,7 a
Eficiencia Reproductiva de la oveja, % (ER=F x P x V x S) 4)	100,1 a	99,9 a	93,3 a
Productividad de la oveja, Kg. (I= ER*PDr) 2)	27,1	28,2	26,8
Productividad de la oveja, Kg. (I= ER*PDct) 3)	26,1	26,1	24,6

2) CN=CNV+CNM

3) PDr= Peso destete real o absoluto.

PDct= Peso destete con corrección total.

Distintas letras dentro de una misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos según prueba de Chi Cuadrado al menos a la $P \leq 0,05$.

◆ Disponibilidad (D) de forraje en los tres sistemas.

Dado que a fines de mayo ya se estimaba que las precipitaciones eran inferiores a un año normal se decidió muestrear los potreros de los sistemas, con especial atención a los con pradera anual con tagasaste de los sistemas SI e I, resultados que se presentan en el Cuadro 7.

La D de pasto en los potreros de pradera anual tanto del sistema T como del SI e I, disminuyó progresivamente a medida que la temporada de crecimiento avanzaba (Cuadro 7), a diferencia de lo reportado en la literatura para la zona, en donde la D en julio es mínima, llegando a su máximo en la fase de senescencia, en condiciones de pastoreo continuo con ovejas, como es el caso de la pradera anual del sistema T.

La recuperación del estrato herbáceo de la pradera anual del sistema SI e I en los dos períodos que se rezagó por 20 y 27 días, fue extremadamente baja; la tasa de crecimiento habría sido de 0,650 y 1,37 Kg./MS/ha/día, en el rezago de junio y septiembre, respectivamente (Cuadro 7) versus lo señalado en la literatura, para este mismo tipo de pradera, de 3 a 5 Kg./MS/ha/día en años desfavorables hasta 10 Kg./MS/ha/día con régimen térmico favorable en otoño e invierno y de 10 a 50 Kg./MS/ha/día en septiembre y octubre. Situación similar se observó en el estrato herbáceo de la pradera anual con tagasaste tanto del sistema SI como del I, en los tres meses de rezago entre el pastoreo de junio y septiembre (Cuadro 7), la recuperación no superó los 3 Kg./MS/ha/día. Por otra parte, la recuperación del árbol, en este mismo periodo de rezago, habría sido a una tasa de 2 a 3 Kg./MS/ha/día en el potrero del I y SI, respectivamente.

Por último, la literatura señala que entre otoño y primavera la D, necesaria para la expresión del consumo voluntario máximo del animal, es de alrededor de 1.120 a 2.500 Kg. MS/ha (variación entre autores), con D inferiores la tasa o velocidad de consumo (g/min) se afecta y el consumo total diario también, aunque el animal aumente el tiempo de pastoreo al día al máximo (10 a 12 horas); de acuerdo con lo anterior y los valores de D del Cuadro 7, en todas las épocas de muestreo (otoño a primavera) en los cuatro potreros, el consumo voluntario máximo se vio afectado.

Cuadro 7. Disponibilidad de forraje (Kg. MS/ha) de las praderas en los tres sistemas. Segundo año (1998).

Fecha	Origen	Pradera Anual Sistema T		Pradera Anual Sistema SI e I		Pradera Anual con tagasaste Sistema SI		Pradera Anual con tagasaste Sistema I	
		Pot. S2 Norte	Observ.	Pot. S2 Sur	Observ.	Pot. Tag. Norte	Observ.	Pot. Tag. Sur	Observ.
Muestreo	Forraje	Disponib.		Disponib.		Disponib.		Disponib.	
01/06/98	Estrato herbáceo o pasto	761		462		236		485	
	Estrato arbóreo o tagasaste 1)	no hay		no hay		499		443	
	TOTAL	761	En Past.	462	Fin Past.	735	Ini. Past.	928	Ini. Past.
22/06/98	Estrato herbáceo o pasto	357		475		0		0	
	Estrato arbóreo o tagasaste 1)	no hay		no hay		0		0	
	TOTAL	357	En Past.	475	Ini. Past.	0	Fin Past.	0	Fin Past.
23/09/98	Estrato herbáceo o pasto	210		153		240		232	
	Estrato arbóreo o tagasaste 1)	no hay		No hay		282		183	
	TOTAL	210	En Past.	153	Fin Past.	522	Ini. Past.	415	Ini. Past.
13/10/98	Estrato herbáceo o pasto	126		190		0		0	
	Estrato arbóreo o tagasaste 1)	No hay		No hay		0		0	
	TOTAL	126	En Past.	190	Ini. Past.	0	Fin Past.	0	Fin Past.

1) Material consumible por el animal.

b) Evaluación económica

◆ Costo de establecimiento

Se considera un costo de establecimiento de tagasaste que varía de acuerdo a la superficie plantada, debido a que el costo del cerco es un factor muy importante dentro de la estructura de costos totales de establecimiento, por lo tanto al aumentar la superficie, se producen economías de escala, tal como se refleja en el. El cuadro 8 presenta una estructura de los costos directos involucrados en la etapa de establecimiento de tagasaste indicando todos los ítems que constituyen costos. Los valores unitarios de insumos y productos corresponden a precios de marzo 1999 sin incluir IVA y obtenidos en el mercado de la zona.

Cuadro 8. Estructura de costos directos en la etapa de establecimiento de tagasaste. Cifras en \$ de marzo 1999 sin IVA.

ITEM	UN.	VALOR UNITARIO	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
Boronatrocálcita	Kg	88	1	88	5	440
Fertiyeso	Kg	32	170	5440	850	27200
Sulpomag	Kg	142	25	3550	125	17750
Estacas	Unidad	350	100	35000	224	78400
Malla	Rollo	10329	8	82632	17,92	185096
Alambre púas	Rollo	15044	3	45132	6,72	101096
Grapas	Kg	560	3	1680	6,72	3763
Flete				10000	3	30000
TOTAL				\$ 365.757		\$ 1.301.100
TOTAL				POR HA	\$ 365.757	\$ 260.220

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

◆ Evaluación económica de alternativas

Se realizó una evaluación económica considerando las temporadas 1997/98 y 1998/99, comparando los sistemas tradicional, semi intensivo e intensivo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Antecedentes económicos de tres sistemas de producción de ovinos en el secano interior de la VII región bajo un sistema de producción agroforestal con utilización de tagasaste

ITEM	A Ñ O ⁽¹⁾					
	1 9 9 7 SISTEMA PRODUCTIVO			1 9 9 8 SISTEMA PRODUCTIVO		
	Tradicional	Semi Intensivo	Intensivo	Tradicional	Semi Intensivo	Intensivo
EGRESOS						
Superficie total (hás)	10,0	6,7	6,3	10,0	6,7	6,3
Costo Tagasaste (2)	-0-	52.800	35.040	-0-	52.800	35.040
Costo pradera natural anual (3)	11.500	6.440	6.440	11.500	6.440	6.440
Número ovejas	15	15	15	15	15	15
Costo ovejas (4)	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Costo sanidad ovejas (5)	43.950	43.950	43.950	43.950	43.950	43.950
Costo mano obra manejo (6)	12.450	12.450	12.450	12.450	12.450	12.450
Costo sanidad crías (7)	5.950	5.950	5.950	6.375	7.225	5.950
TOTAL EGRESOS	973.850	823.590	781.830	974.275	824.865	781.830
INGRESOS						
Venta ovejas desecho (8)	36.300	36.300	36.300	36.300	36.300	36.300
Venta de corderos – as (9)	179.070	172.020	163.231	149.930	155.570	133.950
Venta de lana (10)	5.980	6.900	6.900	6.900	6.900	6.900
Valoración inventario animal (11)	260.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Valor tagasaste (12)	-0-	14.300	9.490	-0-	14.300	9.480
TOTAL INGRESOS	481.350	529.520	515.921	493.130	513.070	486.630
INGRESO NETO SISTEMA	107.500	107.930	112.091	118.855	90.205	82.800
INGRESO NETO/há	10.750	16.109	17.792	11.886	13.463	13.143

◆ Detalle base de cálculo

- ¹ Año: Corresponde a temporadas, así, se considera 1997 como temporada 1997/98 y 1998 como temporada 1998/99
- ² Costo de tagasaste: Se consideró el costo de establecimiento de la hectárea (\$ 260.000) amortizado en 20 años (vida útil) más el costo de mantención anual/ha.- Global \$ 48.000/ha . Este valor se calculo para la superficie de tagasaste ocupada en cada sistema
- ³ Costo pradera natural: Considera costo de mantención de cercos y mano de obra ocupada en limpieza de potreros (\$ 1.150/año/ha)
- ⁴ Costo de ovejas: Valor de mercado \$ 20.000/borrega de 35 kilos
- ⁵ Costo sanidad ovejas: Incluye vacuna Welchi (2), Carbunco Bacteridiano (1), Mixta (2), antiparasitarios (29 (Distoma y gastrointestinales), corte de pezuñas, esquila de entrepiernas, baño antisármico, autocrotales (\$ 2.930/oveja)
- ⁶ Costo mano obra manejo: Considera traslados, cuidador, mano obra encaste, pariciones etc.- (\$ 830/oveja)
- ⁷ Costo sanidad crías: Incluye corte de colas de borregas, manejo general, autocrotales de hembras seleccionadas para la masa (\$ 300/machos y \$ 550/hembra)
- ⁸ Venta ovejas desecho: Considera 20% de reemplazo a \$ 12.100/oveja (\$ 220/kg x 55 kilos)
- ⁹ Venta corderos-as: A razón de \$ 470/kilo vivo
- ¹⁰ Venta de lana. A razón de \$ 200/kilo x 2,3 kilos/oveja
- ¹¹ Valoración inventario ovejas: a razón de \$ 20.000 c/u al final del período
- ¹² Valor tagasaste: Valor diferencial entre costo total anual y costo de mantención anual (\$13.000/ha) x superficie de tagasaste utilizado por los diferentes sistemas productivos.

c) Conclusiones

◆ Aspectos técnicos

Entregar conclusiones definitivas de este ensayo sería arriesgado, porque se tienen solo dos años productivos de evaluación, duración muy corta para este tipo de investigación; además, en el segundo año, por una parte, se realizaron modificaciones metodológicas y por otra fue un año seco.

Las ovejas de los sistemas productivos con tagasaste tendieron a pesar menos durante todo el año y particularmente en los períodos que ramoneaban el árbol, en relación al sistema tradicional. Sin embargo, en el primer año de evaluación, que fue normal desde el punto de vista productivo de los

recursos forrajeros disponibles, la eficiencia reproductiva de la oveja (número de corderos destetado por oveja encastada) y su productividad (kilos de cordero destetado por oveja encastada) no se vieron afectadas en los sistemas con tagasaste.

En el segundo año de evaluación (1998), por las condiciones de sequía imperantes en la zona, las ovejas de los tres sistemas se vieron afectadas seriamente en sus índices productivos y reproductivos, pero al igual que el año anterior este comportamiento fue similar entre los tres grupos.

La producción de peso vivo por hectárea en los sistemas con tagasaste fue superior en cerca de 23 Kg. con relación al sistema sin árbol, en los dos años de evaluación.

Por las razones expuestas, el uso del tagasaste, como una alternativa de intensificación del sistema de carne ovina, permitiría mejorar la producción o rendimiento de peso vivo.

◆ Aspectos económicos

Se puede observar que al considerar el costo alternativo del suelo ocupado por los diferentes sistemas de producción ovina, todos ellos arrojan resultados económicos negativos ya que la diferencial entre ingreso bruto menos costos directos de producción es menor que el costo alternativo de uso del suelo. Lo anterior ocurre para ambas temporadas.

Al realizar el análisis económico sin considerar costo alternativo del suelo, los sistemas arrojan resultados positivos que en promedio de las dos temporadas van de \$ 11.318/hectárea para el sistema de producción tradicional a \$ 14.786/hectárea para el sistema semi-intensivo y \$ 15.468 para el sistema intensivo.- Lo anterior se traduce en variaciones porcentuales de incremento de ingreso neto de 30 % para el sistema semi-intensivo y del 37 % para el sistema intensivo.

En consecuencia la incorporación de tagasaste como forraje para la producción ovina en el secano interior de la VII Región es una buena alternativa como sistema intensivo o semi-intensivo. La decisión de incorporar esta forrajera en los sistemas productivos ovinos del secano interior será en base a la capacidad de inversión en establecimiento de tagasaste por parte del productor.-

3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

El proyecto se estructuró en 4 componentes de investigación, cada uno de los cuales incluye sus respectivas unidades experimentales (Cuadro 1.).

Cuadro 1. Componentes y unidades experimentales del proyecto.

Componente	Unidades experimentales
Adaptación del tagasaste en áreas de agricultura de secano de Chile central.	* Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX región
Estudios sobre establecimiento de tagasaste	<ul style="list-style-type: none"> * Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste. * Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste. * Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste al establecimiento. * Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes. * Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas. * Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes. * Efecto del uso de gel, para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes. * Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco.
Estudios sobre manejo de la plantación	<ul style="list-style-type: none"> * Efecto del subsolado y de la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes * Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco. * Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes. * Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje del tagasaste en el secano costero de Arauco.
Sistemas de producción agroforestal	* Sistema de producción agroforestal con tagasaste

A continuación se presenta en la metodología utilizada en cada una de las unidades experimentales descritas en el cuadro 1

3.1 COMPONENTE 1. ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL.

3.1.1 Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX Región

a) Objetivos

- ◆ Transferir la tecnología que se conoce respecto de la especie, en áreas de conocida buena adaptación como son los secanos de la costa de la VII y VIII Región y en el secano interior, desde la parte sur de la VII y la totalidad de la VIII.
- ◆ Completar los estudios de adaptación en sectores en que aún no se ha evaluado el comportamiento del tagasaste, como son los secanos interior y de la costa de la VI y de la IX Región.

b) Metodología

Los trabajos se iniciaron en el mes de enero de 1995 con el establecimiento de un vivero de 8000 plantas. Entre junio y agosto de ese año, se establecieron las 22 parcelas de introducción con fines demostrativos y experimentales, entre la VI y la IX Región.

Cada parcela tiene 100 plantas, y dependiendo de la caída pluviométrica de cada zona, la distancia de plantación fue de 4 x 1,5 m en el secano interior de la VI y VII Región y en el de la costa de la VI Región, mientras que en el secano de la costa de la VII Región al sur y del interior de la VIII, esta distancia fue de 4 x 1 m.

c) Evaluaciones

En todos los sitios se realiza un seguimiento del crecimiento y producción de las plantas. Al final de cada temporada de crecimiento, se evalúa crecimiento en altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje y producción de forraje total y consumible por árbol.

3.2 COMPONENTE 2. ESTUDIOS SOBRE ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE.

3.2.1 Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de Tagasaste.

La semilla del tagasaste presenta una alta dureza seminal, debido a la cubierta impermeable de su semilla que impide la imbibición de agua y, por lo tanto, la germinación de esta. Por esta razón, es imprescindible realizar tratamientos de escarificación, para lograr una alta y rápida germinación. Estudios preliminares indican que las semillas de tagasaste no tratadas tienen muy bajos porcentajes de germinación (3% o menos en 3-4 semanas).

Por lo tanto, para mejorar la tasa y velocidad de germinación, existen una serie de tratamientos aplicados a las semillas con el objeto de debilitar la testa, facilitar su hidratación y posterior germinación

a) Objetivos específicos

- ◆ Evaluar la técnica de escarificación más efectiva para lograr adecuados porcentajes de germinación de las semillas.

b) Metodología

Las semillas provenían de la plantación de Cauquenes, las que fueron cosechadas en diciembre de 1995.

- ◆ **Sitio experimental** : Centro Regional de Investigación Quilamapu INIA.
- ◆ **Tratamientos** : Escarificación con ácido sulfúrico por : 40, 70, 100, 130, 160, 190, 220 y 300 minutos.
Escarificación con agua caliente a 100°C por : 1, 2, 3, 4 y 5 minutos.
- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 5 repeticiones.
- ◆ **Nº de semillas por repetición** : 50

c) Manejo del ensayo

La semilla que se utilizó para el tratamiento con ácido sulfúrico, fue puesta en bandejas, luego se agregó el ácido y se mantuvo en este hasta que completaran los distintos tiempos. Al término de cada período, las semillas se sacaron del ácido y fueron lavadas abundantemente con agua destilada.

Para el tratamiento de las semillas en agua, se utilizó un matraz con agua a 100°C. Luego se puso la semilla dentro de este y se dejó hervir por los distintos períodos de tiempo señalados para cada tratamiento, retirando luego la semilla del agua al término del período de inmersión.

Al término de todos los tratamientos, las semillas fueron puestas en placas Petri (50 semillas por placa), sobre papel filtro y luego fueron llevadas a una cámara de germinación a 15°C por un período de 20 días. Cada tratamiento constó de 5 repeticiones.

Las semillas fueron evaluadas diariamente entre los días 1 y 20, aquellas que presentaban una radícula de 5 mm de largo fueron consideradas como germinadas, siendo removidas de la placa una vez que habían sido contabilizadas. Agua destilada fue adicionada a las placas cuando fue necesario a fin de mantener adecuada humedad para la germinación.

d) Evaluaciones

La efectividad de cada uno de los tratamientos de escarificación, fue evaluado en términos de porcentaje de germinación, y tasa de germinación de semillas.

3.2.2 Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.

Se ha demostrado que la temperatura del suelo es un importante factor que condiciona la tasa de germinación de muchas especies. Para determinar la época más adecuada para establecer tagasaste por siembra directa, es necesario conocer la curva de respuesta de germinación en relación a la temperatura, siendo las temperaturas óptima y la límite particularmente importantes.

a) Objetivos específicos

- ◆ Estudiar la respuesta en germinación de las semillas a diferentes temperaturas, para poder determinar la mejor época de siembra.

b) Metodología

Las semillas provenían de la plantación de Cauquenes, las que fueron cosechadas en diciembre de 1995.

- ◆ **Sitio experimental** : Centro Regional de Investigación Quilamapu INIA.
- ◆ **Tratamientos** : Temperaturas de germinación de semillas :
5°C ; 7°C ; 10°C ; 13°C ; 15°C ; 16°C ; 20°C y 25°C.
- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 5 repeticiones.
- ◆ **Nº de semillas por repetición** : 50

c) Manejo del ensayo

Las semillas fueron superficialmente esterilizadas con una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 3 minutos, seguida por un enjuague en agua destilada, y posteriormente escarificadas en ácido sulfúrico por 120 minutos. Luego la semilla tratada fue puesta a germinar en placas Petri sobre papel absorbente, colocando 50 semillas en cada placa, las que fueron puestas en las cámaras de germinación. Las cámaras fueron ajustadas a la temperatura requerida, una semana antes que el experimento comenzara. Las placas fueron envueltas en papel aluminio para mantener las semillas en oscuridad.

Las semillas fueron evaluadas diariamente hasta el día 40. Las que presentaban una radícula de 5 mm de largo fueron consideradas como germinadas, siendo removidas de la placa una vez que habían sido contabilizadas. Agua destilada fue adicionada a las placas cuando fue necesario a fin de mantener la humedad adecuada para la germinación.

d) Evaluaciones

Se evaluó la respuesta de las semillas a las distintas temperaturas en términos de porcentaje de germinación, y tasa de germinación de estas.

3.2.3 Influencia de la forma de viverización y la siembra directa sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de tagasaste.

Para obtener éxito en una plantación de tagasaste, uno de los factores a considerar es obtener plantas que presenten un sistema radicular bien desarrollado y nodulado al momento de la plantación, que le permita desde el inicio un buen establecimiento. Con el fin de lograr este objetivo, en los viveros se ha estado utilizando una bolsa de gran tamaño (35 cm) lo que encarece el costo de la planta.

a) Objetivos específicos

- ◆ Estudiar la factibilidad de disminuir los costos de plantación a través de diferentes formas de viverización y siembra directa.
- ◆ Estudiar el efecto de la suplementación hídrica de verano sobre el establecimiento y crecimiento de las plantas.

b) Metodología

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de Febrero de 1995.

La siembra directa se realizó la primera quincena de junio de 1995. La plantación se efectuó en la misma fecha.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo El Boldo, Centro Experimental Cauquenes INIA.
- ◆ **Tratamiento Principal** : Con y Sin riego de verano
- ◆ **Subtratamiento** : Tipo de planta de vivero:
En bolsa grande de 35 cm
En bolsa pequeña de 20 cm
Speedling
Raíz desnuda
Siembra directa
- ◆ **Diseño experimental** : Parcelas divididas en Bloques al azar con 4 repeticiones.
- ◆ **Nº de plantas por repetición** : 8
- ◆ **Distancia de plantación** : 4 x 1 m

- c) **Evaluaciones**
- ◆ **Crecimiento** : Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
 - ◆ **Biomasa** : aérea y de raíces al final del segundo año.
 - ◆ **Profundidad de enraizamiento** : en el primer año mediante la extracción de dos árboles
por tratamiento y subtratamiento.

3.2.4 Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Dentro de los costos de establecimiento del tagasaste, el valor de la planta y el costo ligado a la mano de obra utilizado en labores de hoyadura y plantación es de gran incidencia. Una forma de disminuir este costo es estableciendo las plantaciones a través de siembra directa.

- a) **Objetivos específicos**
- ◆ Estudiar a nivel de campo, el efecto de la época de siembra en la germinación y emergencia de las plantas de tagasaste.
 - ◆ Evaluar la factibilidad de establecer tagasaste a partir de siembra directa.
- b) **Metodología**
- ◆ **Sitio experimental** : Fundo El Boldo, Centro Experimental Cauquenes INIA.
 - ◆ **Tratamientos** : Epocas de siembra :
15 de Abril ; 15 de Mayo ; 15 de Junio ; 15 de Julio ;
15 de Agosto ; 15 de Septiembre ; 15 de Octubre.
 - ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 5 repeticiones.
 - ◆ **Dosis de semilla** : 10 g/hilera
 - ◆ **Longitud de hilera** : 6 metros
- c) **Manejo del ensayo**
- ◆ **Preparación de suelo** : Limpia manual sobre la hilera con azadón,

posteriormente se preparó la cama de semilla con el mismo implemento.

- ◆ **Fertilización (por hilera):**
 - 250 g Superfosfato triple
 - 500 g Fertiyeso
 - 75 g Sulpomag
 - 2,5 g Boronatro calcita

- ◆ **Riego:**

Se regó durante los meses de abril y mayo, de octubre en adelante se realizará un riego mensual, a todos los tratamientos.

d) **Evaluaciones**

- ◆ **Sobrevivencia** : Porcentaje de emergencia y sobrevivencia de plántulas.
- ◆ **Crecimiento** : Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje y crecimiento radicular.

3.2.5 Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.

En zonas de alta pluviosidad de Australia y Nueva Zelanda el tagasaste se siembra directamente o se planta a altas densidades de 2500 a 5000 plantas por hectárea. En el caso de Chile, donde se está introduciendo la especie a zonas de fuertes limitantes hídricas, sobre todo en los períodos de fines de primavera y verano, el tema de la densidad de plantación adquiere una importancia mayor ya que puede ser un factor determinante en el éxito de la plantación al evitar someter las plantas a la competencia por agua.

a) **Objetivos**

- ◆ Estudiar la relación existente entre la densidad de plantación del tagasaste y la tasa de sobrevivencia y producción de fitomasa total y consumible.
- ◆ Establecer recomendaciones para plantación de la especie en ambientes semiáridos a subhúmedos.

b) Metodología

- ◆ Sitio Experimental : Centro Experimental Cauquenes Fundo El Boldo
- ◆ Suelo : Granítico, Serie Maule.
- ◆ Tratamientos : En un sistema de espaciamiento entre hileras fijo de 4 m, se probarán las distancias sobre la hilera y como consecuencia las siguientes densidades de plantas:

Distancia de plantación sobre la hilera	Densidad Plantas /ha
0,5	5000
1,0	2500
1,5	1666
2,0	1250
2,5	1000
3,0	833
3,5	714

◆ Fertilización de establecimiento

Fertilizante	Dosis g/planta
Superfosfato Normal	100
Sulfato doble de K y Mg	15
Boronatrocálcica	0,5

c) Evaluaciones.

- ◆ Sobrevivencia de plantas
- ◆ Crecimiento :Altura máxima
Diámetro de copas
Diámetro de troncos
- ◆ Producción de Fitomasa: Total Consumible (hojas y tallos de \varnothing inferior a 5 mm)

d) **Manejo del ensayo:**

El ensayo se estableció a partir de plantas de vivero de aproximadamente 6 meses de edad y 70 cm de altura. Se plantó en hoyos de 50 cm de profundidad. Los fertilizantes se ubicaron en el fondo de cada hoyo, se cubrieron con una capa de suelo y posteriormente se procedió a plantar.

3.2.6 **Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes**

a) **Objetivos**

- ◆ Estudiar el efecto de la fertilización a la plantación, en el establecimiento y desarrollo de plantas de tagasaste.
- ◆ Determinar el rol del fósforo, calcio, azufre, potasio y boro en el crecimiento y producción de la planta.

b) **Metodología**

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de febrero de 1996. La plantación se realizó el 21 de junio de 1996.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo El Boldo, Centro Experimental Cauquenes INIA.

◆ **Tratamientos :**

Tratamiento	SFT g/planta	Sulfato de K g/planta	Boronatro calcita g/planta	Carbonato de calcio g/planta
T1	0	0	0	50
T2	30	20	2	50
T3	60	40	2	50
T4	90	60	2	50

- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 4 repeticiones.
- ◆ **Nº de plantas por repetición** : 56
- ◆ **Distancia de plantación** : 4 x 1,5 m

Cada tratamiento consta de 2 hileras de 10 m cada una.

c) Evaluaciones

- ◆ Crecimiento : Altura, Ø de tronco, Ø del follaje, dos veces al año.
- ◆ Producción de forraje : Total y consumible, en los tres primeros años de crecimiento.
- ◆ Análisis de suelo : Inicial y final.
- ◆ Análisis foliar : Una vez al año.

3.2.7 Efecto del uso de gel, para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes

a) Objetivos

- ◆ Evaluar el efecto de distintas dosis de polímeros que aumentan la disponibilidad hídrica del suelo, en el establecimiento, desarrollo y sobrevivencia estival de plantaciones de tagasaste.

b) Metodología

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de febrero de 1996.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo El Boldo, Centro Experimental Cauquenes INIA.
- ◆ **Tratamientos** :
 - T1 : Testigo sin gel
 - T2 : 1 g/ planta
 - T3 : 2 g/ planta
 - T4 : 4 g/ planta
 - T5 : 8 g/ planta
- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 3 repeticiones.
- ◆ **Nº plantas / repetición** : 105
- ◆ **Distancia de plantación** : 4 x 1,5 m

c) **Manejo del ensayo.**

El ensayo se estableció el 19 de junio de 1996. Previo a la plantación, el suelo fue subsolado y sobre la línea de subsolado se preparó el suelo con una rastra forestal de 0,8 m de ancho.

d) **Evaluaciones**

- ◆ **Crecimiento** : Altura, Ø de tronco, Ø del follaje, dos veces al año.
- ◆ **Producción de forraje** : Total y consumible, al primer y segundo año.

3.2.8 **Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de la Provincia de Arauco.**

Las plántulas de tagasaste, no compiten bien con las malezas debido a su lento crecimiento inicial, comparativamente al de las malezas que experimentan un crecimiento rápido, debido a su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las zonas mediterráneas de secano. De esta forma, compiten en mejor forma por agua, luz y nutrientes del suelo que el tagasaste.

a) **Objetivos específicos**

- ◆ Evaluar el efecto de distintos herbicidas aplicados en pre-plantación, en el crecimiento de plantas de tagasaste en la fase de establecimiento.

b) **Metodología**

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de Febrero de 1996.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo Ranquil Lebu (Arauco).
Propiedad del Sr. Luis Alberto Neira
- ◆ **Tratamientos** :
Testigo Sin Control (TS)
Testigo limpio (TL), limpia manual
Herbicidas de preplantación :
Roundup + Simazina (R + S)
Roundup + Goal (R + G)
Surflan + Goal (S + G)

Herbadox + Goal (H + G)

- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 4 repeticiones.
- ◆ **Nº plantas / repetición** : 9
- ◆ **Distancia de plantación** : 3 x 1 m
- ◆ **Franja en tratamiento** : 10 m

c) **Manejo del ensayo**

El ensayo se estableció el 8 de agosto de 1996. Previo a la plantación, se aplicaron los herbicidas de preplantación (23 de mayo). Para el caso del tratamiento control con limpia manual, considera una labor mensual de control de malezas.

d) **Evaluaciones :**

- ◆ **Malezas** : Composición botánica, Biomasa (g/m^2), al primer y segundo año.
- ◆ **Tagasaste** : Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
- ◆ **Producción** : Fitomasa total y consumible, al primer y segundo año.

3.3 COMPONENTE 3: MANEJO DE LA PLANTACIÓN DE TAGASASTE.

3.3.1 Efecto del subsolado y de la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes

a) Objetivos

- ◆ Evaluar la influencia del subsolado y de distintas frecuencias de riego, en la sobrevivencia y crecimiento de plantas de tagasaste durante la fase de establecimiento, durante el primer verano.

b) Metodología

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de febrero de 1996.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo El Boldo, Centro Experimental Cauquenes INIA.
- ◆ **Diseño experimental** : Parcelas divididas en Bloques al azar con 3 repeticiones.
- ◆ **Tratamiento principal** : Con y sin subsolado.
- ◆ **Subtratamiento** : Frecuencias de riego:
 - a) Sin riego
 - b) 1 vez por semana
 - c) 1 vez cada quince días
 - d) 1 vez al mes
- ◆ **Nº de plantas por repetición** :68
- ◆ **Distancia de plantación** :4 x 1,5 m
- ◆ **Dimensiones parcela principal** :3 hileras de plantas de 40 m de largo.
- ◆ **Dimensiones sub parcela** :3 hileras de plantas de10 m de largo.

c) Manejo del ensayo

La plantación del ensayo se realizó el 21 de junio de 1996. Los tratamientos que incluían subsolado fueron laboreados previamente hasta el 20 de mayo. El ensayo se mantuvo libre de malezas. Los

riegos se realizaron con las frecuencias indicadas, aplicando a todos los tratamientos una cantidad de agua equivalente a 20 litros/planta, entre los meses de noviembre y marzo.

d) **Evaluaciones**

- ◆ **Humedad** : Contenido de humedad disponible del suelo mediante evaluaciones mensuales por método gravimétrico.
- ◆ **Crecimiento** : Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
- ◆ **Producción de forraje** : Total y consumible, al primer y segundo año.

3.3.2 **Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco**

a) **Objetivos**

- ◆ Estudiar el efecto aditivo del subsolado, control de malezas y fertilización, en el establecimiento y desarrollo de plantaciones de tagasaste, en el secano costero de Arauco.

b) **Metodología**

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de febrero de 1996.

- ◆ **Sitio experimental** : Fundo Ranquil Lebu (Arauco).
Propiedad del Sr. Luis Alberto Neira.
- ◆ **Tratamiento principal** : Con y sin subsolado.
- ◆ **Subtratamiento** : Con y sin control de malezas.
El control de malezas consistió en la aplicación de Gramoxone en pre-plantación en una dosis de 2 lt/ ha.
- ◆ **Sub subtratamiento** : Con y sin fertilización.
La fertilización consistió en la aplicación de:
100 g/planta de Fertiyeso
50 g/planta SFT
15 g/planta Sulpomag
0,5 g/planta Boronatrocalcita

◆	Diseño experimental	:Parcelas sub-subdivididas en Bloques al azar con 3 repeticiones.
◆	Nº de plantas por repetición	:216
◆	Distancia de plantación	:4 x 1 m
◆	Dimensión parcela principal	:3 hileras de 40 m
◆	Dimensión de la Sub parcela	:3 hileras de 20 m.
◆	Dimensión de la Sub subparcela	:3 hileras de 10 m.

c) Manejo del ensayo

El ensayo se estableció el 26 de julio de 1996. Previo a la plantación el suelo se subsoló el 17 de abril. La aplicación de herbicida se realizó el 20 de junio, haciendo un repase manual con azadón sobre la hilera. La fertilización se realizó el 9 de agosto.

d) Evaluaciones

◆	Crecimiento	: Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
◆	Producción de forraje	: Total y consumible, al primer y segundo año.
◆	Malezas	:Composición botánica, Biomasa g/m ² , al primer año.

3.3.3 Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes

a) Objetivos

- ◆ Estudiar el efecto del subsolado y la fertilización, en el establecimiento y desarrollo de plantaciones de tagasaste, en el secano interior de Cauquenes.

b) Metodología

Las plantas se obtuvieron de un vivero el cual se sembró el 15 de febrero de 1996.

◆	Sitio experimental	:Fundo El Boldo del Centro Experimental Cauquenes
---	---------------------------	---------------------------------------------------

- ◆ **Tratamientos** :
 - T1: Sin fertilización
 - T2: Fertilizado
 - T3: Fertilizado + subsolado
 La fertilización consistió en la aplicación de:
 - 100 g/planta de Fertiyeso
 - 50 g/planta SFT
 - 15 g/planta Sulpomag
 - 0,5 g/planta Boronatrocalcita
- ◆ **Diseño experimental** : Bloques al azar con 3 repeticiones.
- ◆ **Distancia de plantación** : 4 x 1 m
- ◆ **Dimensión de parcela** : 3 hileras de 10 m

c) **Manejo del ensayo**

El ensayo se estableció el 24 de julio de 1996. Previo a la plantación el suelo se subsoló el 17 de abril. La fertilización se realizó al momento de la plantación.

d) **Evaluaciones**

- ◆ **Crecimiento** : Altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
- ◆ **Producción de forraje** : Total y consumible, al segundo año.

3.3.4 **Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje del tagasaste en el secano costero de Arauco**

a) **Objetivos**

Estudiar el efecto de la fertilización de mantención en el crecimiento, sobrevivencia y producción de forraje, en árboles en plena utilización.

b) **Metodología**

El estudio se realizó sobre una plantación de tres años, establecida en junio de 1994.

- ◆ **Sitio experimental** :Fundo Ranquil Lebu (Arauco).
Propiedad del Sr. Luis Alberto Neira.
- ◆ **Tratamientos** :
 - 1) T1 = 0
 - 2) T2 = 30 g SFT / Planta.
 - 3) T3 = 60 g SFT / Planta.
 - 4) T4 = 120 g SFT / Planta
 - 5) T5 = 240 g SFT / Planta
 - 6) T6 = 60 g SFT + 50 g Sulfato de Sodio
 - 7) T7 = 60 g SFT + 60 g Muriato de Potasio.
 - 8) T8 = 60 g SFT + 60 g Muriato de Potasio + 50 g Sulfato de Sodio.
- ◆ **Diseño experimental** :Bloques al azar con 4 repeticiones
- ◆ **Nº de plantas por repetición** :48
- ◆ **Distancia de plantación** :4 x 1 m

c) **Manejo del ensayo**

La fecha aplicación de los fertilizantes fue el 8 de agosto.

La poda se realizó el 25 de julio, luego de la utilización con novillos.

d) **Evaluaciones**

- ◆ **Análisis de suelo** :inicial y final
- ◆ **Análisis foliar** :se evaluará el contenido de N, P y K total en las hojas de la planta.
- ◆ **Crecimiento** :altura, diámetro de tronco, diámetro del follaje.
- ◆ **Producción** :Biomasa total y consumible, al primer y segundo año.

3.4 COMPONENTE 4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL

3.4.1 Sistema de producción agroforestal con tagasaste

a) Objetivos

- ◆ Evaluar la inclusión del tagasaste en una explotación ganadera ovina y determinar el impacto sobre las variables productivas y económicas.
- ◆ Determinar las ganancias de peso, tasas de fertilidad, prolificidad, parición, y destete de ovejas en pastoreo de tagasaste en los períodos críticos de escasez de forraje y altos requerimientos nutricionales (encaste, parición y lactancia).

b) Metodología

La Metodología descrita en informes anteriores corresponde a la aplicada durante el año 1997 (ene. a dic). En 1998, de acuerdo a lo comentado en el informe anterior, al comportamiento animal y al periodo real de utilización en otoño-invierno y en primavera del área con tagasaste del año 1997, fue necesario realizar modificaciones en la metodología, por lo tanto, a continuación se presenta la metodología de cada año.

◆ Metodología Año 1997

Se establecieron tres sistemas de producción ovina, cada uno con 15 ovejas. En dos de ellos los animales tienen acceso a un área con tagasaste, con dos intensidades diferentes de utilización y a un área con pradera anual, denominados sistema semi-intensivo (SI) e intensivo (I); el tercer sistema, correspondería al sistema tradicional (T) de pastoreo permanente en pradera anual.

Tanto en el sistema SI e I, el periodo de utilización del tagasaste es en verano (pre-encaste y encaste), por 30 días, en otoño-invierno (gestación, parición y lactancia) por 90 días y en primavera (lactancia) por 40 días. En el Cuadro 1. se detalla la carga y superficie de cada sistema.

Cuadro 1. Carga animal y superficie de los tres sistemas. Año 1997.

Sistema	Pradera anual		Pradera anual con tagasaste		Superficie total (ha)
	Carga animal (ov/ha)	Superficie (ha)	Carga animal (ov/ha)	Superficie (ha)	
Semi-Intensivo (SI)	1,5	5,6	6	1,10	6,7
Intensivo (I)	1,5	5,6	9	0,73	6,3
Tradicional (T)	1,5	10,0		0	10,0
Total		21,2		1,83	23,0

El sector de pradera anual se dispondrá de dos potreros, en uno de 11,5 ha, se manejan las 30 ovejas de los sistemas SI e I, en el otro de 10 ha, las 15 ovejas del sistema T. El área con tagasaste, corresponde a una plantación efectuada en 1993.

♦ Metodología Año 1998

El periodo de utilización del tagasaste en otoño-invierno (gestación, parición y lactancia) se redujo de 90 a 50 días, por lo tanto, la utilización del tagasaste para el total del año se redujo de 160 días en el año 1997 a 120 días en 1998. Así, la carga animal de la pradera anual aumentó a 1,75 ov./ha y la de pradera anual con tagasaste disminuyó a 4,5 y 6,4 ov./ha en los sistemas SI e I, respectivamente (Cuadro 2); en el sistema T en el cual se debe mantener la misma carga (de la pradera anual) que la de los sistemas SI e I, se manejaron ovejas tampón durante todo el año adicionales a las 15 cabezas.

Cuadro 2. Carga animal y superficie de los tres sistemas. Año 1998.

Sistema	Pradera anual		Pradera anual con tagasaste		Superficie total (ha)
	Carga animal (ov/ha)	Superficie (ha)	Carga animal (ov/ha)	Superficie (ha)	
Semi-Intensivo (SI)	1,75	5,6	4,5	1,10	6,7
Intensivo (I)	1,75	5,6	6,4	0,73	6,3
Tradicional (T)	1,75	10,0		0	10,0
Total		21,2		1,83	23,0

c) Evaluaciones

- ♦ Producción de fitomasa de la pradera y de los árboles.
- ♦ Peso vivo periódico de los animales.
- ♦ Registros individuales de las ovejas.

3.5 PRINCIPALES PROBLEMAS METODOLÓGICOS ENFRENTADOS

3.5.1 Temporada 1996/97

Los problemas mas importantes encontrados no se derivaron de la metodología aplicada, sino que se han generado por los “accidentes climáticos” ocurridos en el transcurso del proyecto, como han sido las fuertes sequías de los veranos 1996, 1997 y 1998, que obligaron a extremar las medidas de cuidado (riegos repetidos de verano) de modo de asegurar la mantención de la red de sitios de plantación que se tiene a lo largo de toda la zona mediterránea. Dichos accidentes generaron un mayor número de desplazamientos y por ende en gastos en viáticos y combustibles.

Por otra parte, algunas dificultades se encontraron en los trabajos de transferencia tecnológica producto de los cambios que han experimentado los programas de transferencia de INDAP y debido a que estas actividades se ejecutan en coordinación muy estrecha con los agentes de extensión que desarrollan estos programas. Lo anterior provocó que las empresas de transferencia y los técnicos con que se trabajaba inicialmente en cada sector, cambiaron o cesaron en sus funciones lo que provocó discontinuidad en las labores de transferencia. Aparte de lo anterior, no se hubo otro tipo de problemas metodológicos.

3.5.2 Temporada 1997/98

En lo referente a las parcelas de introducción, hubo pérdida total de plantas en los sectores de Name, Hualqui y Victoria, debido a problemas de pudriciones radiculares provocados por el exceso de humedad en el suelo. Este resultado ocurrió debido a las condiciones de altas precipitaciones que se observaron en 1997 debido al fenómeno del niño. Estas parcelas estaban ubicadas en el secano interior en sectores de suelos arcillosos de posición baja y con mal drenaje. Por otra parte, hubo dos parcelas que no pudieron ser evaluadas, debido a que por descuido de los agricultores se permitió el ingreso de animales que consumieron gran parte de la fitomasa evaluable de la planta. Estas dos parcelas se encuentran ubicadas en los sectores de Los Coipos y Lo Valdivia, en el secano interior de la VI Región.

En el sistema agroforestal con ovinos, se redujo el período de utilización del tagasaste de 90 a 50 días, con lo cual disminuyó la carga animal programada inicialmente. Este cambio fue necesario realizarlo, debido a que en un comienzo se sobreestimó la producción de materia seca del tagasaste.

En transferencia de tecnología, debido a la rotación permanente de agentes de extensión, por los cambios ocurridos en los programas de transferencia de tecnología de INDAP se continuó con la búsqueda de nuevas contrapartes (técnicos y empresas de transferencia) a fin de retomar y reiniciar los trabajos de difusión. De este modo se ha entrado en contacto con agrónomos y técnicos de las municipalidades de las comunas involucradas en el proyecto, encontrando buen apoyo en municipios donde se encuentran profesionales que laboran para el servicio PAIS.

3.5.3 Temporada 1998/99

En la última temporada no hubo problemas metodológicos en el proyecto, ya que todos fueron solucionados en su momento, tomándose las medidas necesarias.

3.6 ADAPTACIONES O MODIFICACIONES INTRODUCIDAS

3.6.1 Temporada 1996/97

En el caso de sitios de plantación afectados por condiciones de sequía extrema se procedió a su replante, lo cual produjo un incremento del trabajo en riegos de las nuevas plantas en el verano de 1997, a fin de asegurar su sobrevivencia. Debido a los cambios permanentes de agentes de extensión, fue necesario contactar nuevos técnicos y empresas para retomar los trabajos de difusión.

3.6.2 Temporada 1997/98

No fue posible evaluar las parcelas de los sectores de Name, Hualqui y Victoria, debido a problemas de pudriciones radiculares provocados por el exceso de humedad en el suelo. Este resultado se obtuvo debido a las condiciones de altas precipitaciones que se observaron en 1997 debido al fenómeno del niño. Estas parcelas estaban ubicadas en el secano interior en sectores de suelos arcillosos de posición baja y con mal drenaje. Por otra parte, hubo dos parcelas que no pudieron ser evaluadas, debido a que por descuido de los agricultores se permitió el ingreso de animales que consumieron gran parte de la

fitomasa evaluable de la planta. Estas dos parcelas se encuentran ubicadas en los sectores de Los Coipos y Lo Valdivia, en el secano interior de la VI Región.

En el sistema agroforestal con ovinos, se redujo el período de utilización del tagasaste de 90 a 50 días, con lo cual disminuyó la carga animal programada inicialmente. Este cambio fue necesario realizarlo, debido a que en un comienzo se sobreestimó la producción de materia seca del tagasaste.

3.6.3 Temporada 1998/99

Como se señaló en la temporada anterior, hubo parcelas que no pudieron ser evaluadas, debido a que por descuido de los agricultores se permitió el ingreso de animales que consumieron gran parte de la fitomasa evaluable de la planta. Estas dos parcelas se encuentran ubicadas en los sectores de Los Coipos y Lo Valdivia, en el secano interior de la VI Región. Esta última fue recuperada en parte volviéndose a cercar la mitad para seguir evaluándose, ya que presenta una muy buena recuperación de las plantas.

Finalmente se hizo buen contacto con profesionales que laboran en los programas PRODESAL, PRODER y Servicio PAIS, con los cuales se logró realizar varias charlas, un día de campo y visitas a terreno en sus respectivas comunas.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS EJECUTADAS

A continuación, se detallan las actividades desarrolladas en cada uno de los componentes y unidades experimentales, durante el período que abarcó el proyecto.

4.1 COMPONENTE 1 : ADAPTACIÓN DEL TAGASASTE EN ÁREAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE CHILE CENTRAL.

4.1.1 Difusión del tagasaste entre agricultores y estudio de la adaptación en los secanos interior y costero de la VI a la IX Región.

Se estableció una red de introducción de 22 sitios de plantación. Originalmente se planificó instalar 21 parcelas pero se agregó otra en Los Angeles, para adicionar al estudio otro tipo de suelos.

4.2 COMPONENTE 2 : ESTUDIOS SOBRE ESTABLECIMIENTO DE TAGASASTE.

4.2.1 Influencia del método de escarificación sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.2 Influencia de la temperatura sobre la germinación y emergencia de semillas de tagasaste.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

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

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.4 Efecto de la época de siembra directa sobre la germinación, emergencia y establecimiento de plantas de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.5 Influencia de la densidad de plantación sobre la sobrevivencia y crecimiento de las plantas.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.6 Influencia de la fertilización en el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.7 Efecto del uso de gel, para mejorar la disponibilidad hídrica del suelo y asegurar el establecimiento de plantaciones de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.2.8 Efecto del control de malezas en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de la provincia de Arauco.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.3 COMPONENTE 3. ESTUDIOS SOBRE MANEJO DE LA PLANTACIÓN.

4.3.1 Efecto del subsolado y de la frecuencia de riego en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.3.2 Efecto del subsolado, el control de malezas y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano costero de Arauco

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.3.3 Efecto del subsolado y la fertilización en el establecimiento de tagasaste en el secano interior de Cauquenes.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.3.4 Influencia de la fertilización de mantención en el crecimiento y la producción de forraje del tagasaste en el secano costero de Arauco.

Se realizaron todas las actividades programadas inicialmente en el proyecto. Es decir, instalación, evaluación y mantención del ensayo.

4.4 COMPONENTE 4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROFORESTAL.

4.4.1 Sistema de producción agroforestal con tagasaste

Se realizaron las actividades programadas, pero hubo la necesidad de introducir algunos cambios, pues se sobrestimó la producción de forraje producido por el tagasaste. Realizados los cambios correspondientes se continuó con la evaluación y mantención del sistema.

5 PROBLEMAS ENFRENTADOS

5.1 ADMINISTRATIVOS

No se presentaron

5.2 DE GESTIÓN

En el primer año del proyecto se ocasionaron problemas de gestión presupuestaria del proyecto, producto que se ejecutaban cargos en 3 centros experimentales de INIA. El problema se resolvió centralizando el manejo presupuestario a partir del segundo año en un solo centro, el cual correspondió al Centro Experimental Cauquenes.

5.3 LEGALES

La inexistencia de instrumentos de fomento por parte del estado que incentiven la plantación de tagasaste, homólogas a la existente para plantaciones forestales, o para el establecimiento de praderas, limitó la adopción de esta tecnología. Se hicieron gestiones ante la SEREMI de la VIII región y se están llevando a cabo ante el FIA, para que a través de su asesor forestal, se hagan las acciones necesarias para incorporar esta especie en las tablas de costo del DL 701 modificado.

5.4 TÉCNICOS

En la red de sitios de plantación de tagasaste del componente 1 del proyecto, se debió enfrentar a problemas de mal manejo de las parcelas experimentales por parte de los agricultores. Estos se debieron a fallas en el cuidado y mantención de cercos con lo cual en algunas parcelas se registraron daños por ingreso incontrolado de animales, lo cual afectó las evaluaciones de crecimiento y producción. El problema se solucionó rehaciendo y reparando los cercos con cargo al proyecto.

Cuadro 2. Costo total del proyecto por actividad o componente e institucion financiera (en \$)

COMPONENTE	TOTAL	INSTITUCION FINANCIERA	
		FIA	INIA
1. Operación			
1.1. Red de Introducción	11.001.350	11.001.350	
1.2. Ensayos de Establecimiento	4.206.288	4.206.288	
1.3. Sistemas de Producción	7.721.752	7.721.752	
1.4. Transferencia de Tecnología	7.191.368	7.191.368	
2. Personal			
2.1. Profesional			
2.1.1. Ingeniero Agrónomo (Jornada Completa)	24.000.000	24.000.000	
2.1.2. Investigadores INIA	28.000.000		28.000.000
2.2. Técnico			
2.2.1. Técnico Agrícola (Media Jornada)	4.968.000	4.968.000	
2.2.2. Técnico INIA (Media Jornada)	4.968.000		4.968.000
2.3. Secretaria (Jornada Parcial)	2.592.000		2.592.000
2.4. Incentivo personal	9.600.000	9.600.000	
3. Administración INIA	10.990.201		10.990.201
4. Inversiones			
4.1. Camioneta	8.242.000	5.742.000	2.500.000
4.2. Computador	600.000	600.000	
4.3. Impresora	240.000	240.000	
4.4. Máquina fotográfica	300.000	300.000	
TOTALES	124.620.959	75.570.758	49.050.201

7 DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

7.1 ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EJECUTADAS.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron diversas actividades de transferencia tecnológica entre la VI y IX Región, cuyos destinatarios fueron agricultores, profesionales y técnicos que se desempeñan en estas zonas, además de estudiantes que visitaron el Centro Experimental Cauquenes.

A continuación, se describe las diferentes actividades ejecutadas:

7.1.1 Charlas técnicas.

Tienen como principal objetivo mostrar como se inserta el tagasaste dentro del esquema de producción de forraje en áreas de secano, sus ventajas, forma de establecerlo y su manejo. Se realizan en dos etapas, primero una exposición teórica apoyada por diapositivas donde se presentan los principales resultados obtenidos y se entrega material divulgativo; una segunda etapa consiste en visitar una plantación en terreno para reforzar lo expuesto, finalmente se realiza una ronda de preguntas y respuestas para aclarar dudas de los asistentes.

a) Temporada 1996.

Durante esta temporada se realizaron 13 charlas técnicas a las que asistieron alrededor de 350 productores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Charlas técnicas realizadas durante la temporada 1996.

Localidad	Fecha	Nº Asistentes	Descripción
Cauquenes	19 Enero	94	Profesores y alumnos Agronomía U de Chile
Cauquenes	26 Junio	8	Funcion. Indap y extensionistas VII Región
Concepción	03 Junio	8	Seremi, directivos Indap y Ong VIII Región
Curepto	05 Junio	12	Jefes técnicos empresas asistencia técnica
Cauquenes	2 Septiembre	40	Profesores y alumnos Ing. Forestal U de C
Cauquenes	18 Octubre	12	Monitores proyecto conservación de suelos
Cauquenes	21 Octubre	40	Productores, atendidos por Agraria
Tirua	24 Octubre	20	Productores de la comuna.
Lebu	7 Noviembr.	18	Codere VIII Región
Cauquenes	11 Noviembre	45	Alumnos Esc. Agrícola de Cato, VIII Región
Parral	13 Noviembre	11	Jefes técnicos empresa asist. Técnica
Talca	15 Noviembre	12	Equipo técnico Fundación Crate
Cauquenes	22 Noviembre	30	Alumnos Liceo Cl. Urrutia

b) Temporada 1997.

Durante esta temporada se realizaron 18 charlas técnicas con una asistencia estimada de 553 personas, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Charlas técnicas realizadas durante la temporada 1997.

Localidad	Fecha	Nº Asistentes	Descripción
Cauquenes	7 Enero	15	Productores atendidos por Fundación Crate
Cauquenes	24 Marzo	45	Productores de Sagrada Familia, Curico.
Cauquenes	20 Agosto	15	Productores GTT, Mulchen
Cauquenes	4 Septiembr	30	Estudiantes Liceo Cl. Urrutia
Portezuelo	24 Septiem	25	Alumnos Liceo agrícola
Peralillo	3 Octubre	30	Agricultores y técnicos
Cauquenes	13 Octubre	18	Productores de Licanten
Cauquenes	31 Octubre	45	Estudiantes Agronomía U. Católica Vlpso.
Lolol	17 Noviembr	26	Est. Liceo agrícola
Lolol	17Noviembr	22	Productores sector Tricahue
Cauquenes	19Noviembr	40	Estudiantes Escuela agrícola, Cato
Cauquenes	24Noviembr	23	Productores de Parral
Cauquenes	27Noviembr	45	Productores de San Carlos
Cauquenes	27Noviembr	12	Productores de Hualañe
Purén	28Noviembr	35	Productores, profesionales y. Téc. Prodesal
Carahue	16 Diciembr	45	Productores sector Chapo
Cauquenes	17 Diciembr	32	Productores de Ñiquen.
Arauco	23 Diciembr	50	Productores comuna de Lumaco

c) **Temporada 1998.**

Durante esta temporada se realizaron 15 charlas técnicas, a las cuales se estima asistieron alrededor de 400 personas, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Charlas técnicas realizadas durante la temporada 1998.

Localidad	Fecha	Nº Asistentes	Descripción
Lumaco	23 Febrero	60	Productores atendidos por Fundación Conadi
Cauquenes	23 Marzo	45	Productores de Curepto.
Cauquenes	13 Abril	23	Productores de Curepto.
Cauquenes	17 Abril	35	Productores sector la Patagua
Cauquenes	23 Abril	38	Productores de Licantén
San Carlos	14 Agosto	15	Productores sector Chicalindo
San Carlos	14 Agosto	17	Productores sector Las Juntas
Portezuelo	24 Septiembre	12	Productores y extensionistas
Chanco	11 Octubre	23	Productores de leche
Cauquenes	19 Octubre	40	Estudiantes Ing. Forestal U. de C.
Cauquenes	30 Octubre	11	Profesionales SAG, VIII Región
Cauquenes	13 Noviem	20	Productores de Licantén
San Nicolás	27 Noviem	12	Productores de diversos sectores
Cauquenes	15 Diciemb	26	Productores de Licantén
Cauquenes	22 Diciemb	25	Productores de Curepto

d) **Temporada 1999.**

Durante esta temporada se realizaron 4 charlas técnicas, a las cuales asistieron alrededor de 75 personas, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Charlas técnicas realizadas durante la temporada 1999.

Localidad	Fecha	Nº Asistentes	Descripción
Las Cabras	6 Enero	18	Productores, profesionales y técnicos Indap
Galvarino	11 Enero	12	Profesionales y técnicos Ong Lonko kilapan.
Curanipe	15 Enero	8	Profesionales y técnicos Prodecop
Yumbel	7 Abril	38	Pequeños productores de la comuna

7.1.2 Seminarios

Los integrantes del equipo participaron como expositores en el seminario " Sistemas Agroforestales con Tagasaste en la Provincia de Arauco", realizado en Lebu el 21 de Agosto de 1997, este evento contó además con el patrocinio del programa de capturas tecnológicas de FIA.

En el Centro Regional de Investigaciones Quilamapu, se realizó el seminario “Adaptación e introducción del tagasaste o alfalfa arbórea en áreas de secano mediterráneo central” que contó con la asistencia aproximada de 40 profesionales.

7.1.3 Días de campo.

Están destinados a despertar el interés de los productores, profesionales y técnicos para que conozcan la especie, haciendo énfasis a que es una nueva especie forrajera para zonas de secano, la cual presenta un alto valor nutritivo y puede ser utilizado en épocas de escasez de forraje. Estas actividades consisten en una charla introductoria apoyada con póster y entrega de material divulgativo, donde se presentan los principales resultados que se han obtenidos, posteriormente se realiza un recorrido por la plantación y se contestan dudas que se presenten. Las actividades que se ejecutaron se presentan a continuación.

a) Temporada 1996.

Durante esta temporada, se realizaron 27 días de campo a los cuales asistieron alrededor de 885 personas entre productores, profesionales y técnicos. como se muestra en el Cuadros 5.

Cuadro 5 . Días de campo realizados durante la temporada 1996.

Localidad	Fecha	Nº de Asistentes
Cobquecura	15 Enero	16
Colmuyao	15 Enero	21
Paredones	16 Enero	43
Lo Valdivia	17 Enero	36
Paredones	17 Enero	38
Curepto	18 Enero	34
Cauquenes	19 Enero	94
Florida	24 Enero	15
Llico	30 Enero	12
Los Coipos	31 Enero	27
Chanco	2 Febrero	17
Navidad	5 Marzo	14
Chanco	7 Marzo	13
Santa Rosa (Quilamapu)	3 Abril	183
Cauquenes	17 Abril	22
Cauquenes	25 Abril	8
Licantén	23 Mayo	18
Lebu	29 Mayo	42
Cauquenes	4 Julio	15
Arauco	31 Julio	33
Cauquenes	16 Septiembre	12
Purén	27 Agosto	16
Los Sauces	26 Agosto	33
Tirua	24 Octubre	40
Cauquenes	14 Noviembre	35
Cauquenes	26 Noviembre	33
Cauquenes	27 Diciembre	15

b) Temporada 1997.

En esta temporada, se ejecutaron 6 actividades de este tipo, con una asistencia aproximada de 325 personas entre productores, profesionales y técnicos. como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Días de campo realizados durante la temporada 1997.

Localidad	Fecha	Nº de Asistentes
Paredones	23 Enero	54
Lo Valdivia	23 Enero	13
Lebu	21 Agosto	80
Cauquenes	16 Octubre	95
Navidad	22 Octubre	25
Chillán	20 noviembre	60

c) **Temporada 1998.**

En esta temporada, se ejecutaron 3 actividades de este tipo, con una asistencia aproximada de 110 personas entre productores, profesionales y técnicos. como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Días de campo realizados durante la temporada 1998.

Localidad	Fecha	Nº de Asistentes
Carahue	7 Abril	57
Cauquenes	28 Octubre	38
Lebu	24 Noviembre	18

7.1.4 **Entrega de semillas.**

En el transcurso de la ejecución del proyecto y producto de charlas y días de campo, algunos agentes de extensión y productores han manifestado interés en establecer tagasaste, por esto se hizo entrega de semilla y recomendaciones para la confección de viveros, como además una cartilla divulgativa con las recomendaciones de como confeccionar el vivero. Las personas y/o instituciones a las que se les ha entregado cada temporada, se presentan a continuación:

a) **Temporada 1997.**

Esta temporada se entregaron 7 Kg a 14 personas como se muestra en el cuadro 8, la mayoría dentro del área donde se desarrolla el proyecto y dos en otras áreas(Yungay y Coihueco) para probar el comportamiento de las plantas en esos sectores.

Cuadro 8. Entrega de semilla, temporada 1997.

Nombre	Institución	Localidad	Cantidad (gramos)
Flor Campos A.	Agroprincipal	Angol	500
Javier Silva	Fundación Crate	Licantén	500
Christian Fiabane	Productor	Hualañe	250
Hugo Barrueto	Conaf	Rancagua	1000
Marcos González	Conaf	Viña del Mar	250
María Meier	Instituto Indígena	Traiguén	1000
Ernesto Mondaca	Cinder	Curepto	500
Alvaro González	Municipalidad	Pencahue	300
Dpto. Rural	Municipalidad	Los Sauces	250
Jeanette Moraga	Agraria	Cauquenes	250
Julio Rosales	Municipalidad	Yungay	500
Oscar Skews	Productor	Coihueco	250
Beatriz Gallardo	Catev	Talca	250
Oscar Godoy	Agroprogreso	Temuco	1000

b) Temporada 1998.

Al igual que durante la temporada anterior, se entregaron de 11 kilos de semilla a 18 profesionales y técnicos para difundir la especie dentro de los productores vinculados a sus respectivas instituciones (Cuadro 9).

Cuadro 9. Entrega de semilla, temporada 1998.

Nombre	Institución	Localidad	Cantidad (gramos)
Sergio Bravo	Municipalidad	Ercilla	1.000
Elias Valdés	Productor	Peralillo	250
Rodrigo Cea	Municipalidad	Los Sauces	1.000
Patriicia Zambrano	Inia	Portezuelo	250
Oriella Romero	Inia	Temuco	500
Juan Inostroza	Inia	Temuco	200
María Meier	Instituto Indígena	Lumaco	500
Fernando Squella	Inia	Litueche	300
Raúl Palma	Agrotec	Curepto	500
Rosendo Huenuman	Asoc. Productor.	Carahue	250
Javier Silva	Fundación Crate	Licantén	200
Emilio Roa	Municipalidad	Galvarino	1.000
Isaias Carrillo	Municipalidad	Purén	2.000
Jorge Curihuinca		Nueva Imperial	200
Martín Manquecura		Nueva Imperial	250
Fosis	Fosis	Temuco	500
Coop. Camp. Ercilla		Ercilla	1.000
Dpto. Rural	Municipalidad	Pto. Saavedra	1.000

c) **Temporada 1999.**

Esta temporada se entregaron 5 kilos de semilla a 6 instituciones interesadas en confeccionar plantas y establecerlas en distintos sectores de las localidades donde desarrollan labores de extensión (cuadro 10).

Cuadro 10. Entrega de semilla, temporada 1999.

Nombre	Institución	Localidad	Cantidad (gramos)
Rodrigo Cea	Municipalidad	Los Sauces	1.500
Manuel Curin	Sodecam	Temuco	1.000
Rosa Toro	Soc. Lonkokilapan	Temuco	1.000
Dpto. Rural	Municipalidad	San Carlos	500
	Conaf	Pichilemu	200
Rodrigo Barrera	Servicio Pais/ Municip.	Tirua – Isla mocha	500

7.1.5 **Entrega de plantas.**

Durante las temporadas 1997 y 1998, se entregaron de 5.030 plantas a productores e instituciones interesados como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Entrega de plantas de tagasaste, temporadas 1997 y 1998.

Nombre del receptor	Localidad	Temporada	Cantidad
Juan Giacaman	Florida	1997	800
Juan Carlos Vera	Florida	1997	700
Productor	San Fabian	1998	300
Agrícola Forestal Panil	Florida	1998	1.200
Jorge Riquelme	Portezuelo	1998	500
Infor	La Estrella	1998	500
Pedro Chamorro	Cauquenes	1998	800
Luis Sánchez	Cauquenes	1998	30
CET	Yumbel	1998	200

7.1.6 Visitas prediales.

En el transcurso de la ejecución del proyecto, se han visitado predios de productores, para visualizar sectores factibles para establecer tagasaste, las visitas han sido en compañía de agentes de extensión que atienden estos productores y a productores no vinculados a grupos de asistencia técnica.

a) Temporada 1997.

Durante esta temporada, se visitaron productores interesados en establecer la especie, algunos de ellos adquirieron semillas, confeccionaron vivero y realizaron plantaciones otros solamente interesados en localizar sectores dentro del predio para realizar la plantación. (Cuadro 12).

Cuadro 12. Visitas prediales, temporada 1997.

Nombre	Institución	Localidad	Superficie (has)
Javier Silva	Fund. Crate	Licanten	1.0
Ernesto Mondaca	Cinder	Curepto	1.0
Jeanette Moraga	Agraria	Cauquenes	0.5
Gullermo Badilla		Cauquenes	1.5
Juan Giacaman		Florida	0.5
Juan Carlos Vera		Florida	0.5

b) Temporada 1998.

Se visitaron productores con plantaciones establecidas, otros que establecieron durante esta temporada y algunos interesados en establecer plantaciones a futuro (Cuadro 13)

Cuadro 13. Visitas prediales, temporada 1998.

Nombre	Localidad	Superficie (has)
1.- Agricultores con plantaciones durante 1997.		
a.- Guillermo Badilla	Cauquenes	1.5
b.- Juan Giacaman	Florida	0.5
c.- Juan Carlos Vera	Florida	0.5
2.- Agricultores con plantaciones durante 1998.		
a.- Luis Neira	Lebu	4.0
b.- Carmen Neira	Lebu	2.0
c.- Amalia Neira	Lebu	2.0
d.- Guillermo Badilla	Cauquenes	2.0
3.- Agricultores e instituciones interesados.		
a.- Alicia Velasquez	Cauquenes	
b.- Ulisés Manríquez	Cauquenes	
c.- Claudio Brikmann	San Javier	

c) Temporada 1999.

Durante esta temporada, se han visitado algunos sectores de pequeños productores atendidos por instituciones interesadas en incluir la plantación de tagasaste dentro de sus líneas de trabajo.

Cuadro 14 Visitas prediales, temporada 1999.

Nombre	Localidad
a.- Prodesal	Constitución
b.- Dpto. Desarrollo Rural	Yumbel
c.- Consul	San Javier
d.- Cedra	Pelluhue
e.- Prochanco	Chanco

7.2 PUBLICACIONES.

Se han publicado artículos científicos y divulgativos como además cartillas divulgativas donde se dan a conocer diversos aspectos de relacionados con el establecimiento y manejo de la planta.

7.2.1 Publicaciones científicas.

Se publicó en la revista Agricultura Técnica, volumen 56 N° 3 : 214 – 219, el artículo titulado “Producción de fitomasa aérea consumible de tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *Palmensis*) en dos localidades de ambientes climáticamente contrastados en la zona mediterránea”, referido a la adaptación y producción de la especie.

7.2.2 Publicaciones divulgativas.

Se publicó en la revista Tierra Adentro N° 7: 46–49, el artículo “Tagasaste o alfalfa arbórea para el secano : Excelente forraje en períodos críticos” , donde se dan a conocer las características de la especie, su adaptación, producción primaria, valor nutritivo y su utilización por los animales.

7.2.3 Cartillas divulgativas.

Se publicaron dos cartillas divulgativas: “Tagasaste: Una alternativa forrajera para áreas de secano”, la que contiene información sobre la forma de reproducción de la especie, plantación, manejo y costos de establecimiento. “Como hacer un vivero de tagasaste : Produzca usted sus propias plantas”, en la cual se describe la manera de realizar un vivero, en ella se incluyen consejos como la época de siembra, escarificación de la semilla, inoculación de esta, tipo de envase a utilizar, sustrato a usar, cantidad de semilla y los cuidados posteriores en cuanto a riego, control de malezas, plagas y enfermedades.

7.2.4 Boletín Técnico.

Se publicó el boletín técnico serie Quilamapu N° 113, “ El tagasaste en Chile”, donde se analizan in-extenso los siguientes temas : Distribución y descripción de la especie comportamiento en distintas áreas del secano mediterráneo, germinación y emergencia de plántulas, confección de vivero,

establecimiento, manejo y utilización, composición química y valor nutritivo, producción de carne bovina, fijación biológica de nitrógeno y una evaluación económica de un sistema de producción utilizando ganado bovino.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES ESPECIFICAS

1. El proyecto, permitió determinar con un adecuado grado de precisión las zonas de adaptación del tagasaste en Chile Central. En toda el área del secano de la costa entre Navidad (33°, 5' L.S.) y Puerto Saavedra (38°, 48' L.S.) no existen limitantes de orden térmico ni de déficit hídrico estival, que limiten el establecimiento de la especie. Por el contrario, las condiciones de déficit hídrico estival existentes en el secano interior de la VI Región (zona mediterránea semiárida, Di Castri y Hajek, 1976) limitan el establecimiento de la especie. En cuanto a condiciones edáficas, suelos de textura arcillosa con problemas de drenaje deficiente, afectan en forma severa la sobrevivencia de las plantaciones. Se recomienda entonces, evitar plantaciones de tagasaste en sectores donde puedan existir condiciones de excesiva humedad en el perfil del suelo, por problemas de textura y/o en suelos de posición baja o "vegas". También pudieran presentarse estas condiciones en sectores de topografía de lomaje, con mal drenaje interno del suelo. Para zonas del secano interior, se debe efectuar las plantaciones junto con la llegada de las primeras lluvias para permitir un buen establecimiento mediante el buen aprovechamiento del agua existente de modo de lograr un adecuado desarrollo inicial de las plantas.
2. En cuanto a la producción de materia seca consumible por los animales, los niveles de producción fueron altos y permiten efectivamente hacer de la especie un recurso importante para períodos de escasez. La producción se incrementa entre el primer y el tercer año a tasas cercanas al 100% anual. En el secano costero la producción, fue mas elevada que en el secano interior debido a factores medioambientales favorables. Se obtuvo niveles de producción promedio entre sitios de 2,2 ton de MS/ha/año. En los sitios de mejores condiciones edafoclimáticas la producción osciló entre 3,2 y 4,2 ton de MS/ha en el cuarto año.
3. En relación a los estudios de semillas, dos aspectos son esenciales: el tagasaste posee altos requerimientos térmicos para la germinación y presenta una alta dureza seminal. Ambos factores condicionan el establecimiento en cuanto a épocas de siembra, formas de viverización y manejo de la semilla. Temperaturas bajo 10°C limitan la velocidad y el porcentaje de germinación de la semilla. La connotación práctica de este hecho es que siembras directas de otoño son contraindicadas en nuestras condiciones, al contrario de lo que ocurre en otras áreas como

Australia, en donde el tagasaste se establece principalmente por siembra directa. En cuanto a dureza seminal, la semilla de tagasaste prácticamente posee un 100% de semilla dura, por lo tanto éstas deben ser escarificadas para permitir una buena germinación y emergencia de las plantas. El método mas apropiado y recomendado para ello es la escarificación con máquina escarificadora por un tiempo de 15 minutos.

4. En cuanto a técnicas de vivero, la mejor forma de producir plantas es la viverización en bolsas de polietileno de 20 cm. El vivero debe realizarse desde fines de primavera a inicio del verano para asegurar plantas en buen estado para su plantación a fines de otoño.
5. En cuanto a técnicas intensivas de establecimiento, las labores preparatorias deben considerar: a) un subsolado profundo (0,8 a 1 m) de preplantación, especialmente en zonas de suelos con texturas pesadas, b) esta labor debe ser seguida de un rastraje sobre la hilera de plantación; c) una fertilización de establecimiento que considere la aplicación de fósforo (25 g de P_2O_5) y otros elementos como azufre, magnesio y boro; d) aplicación de 2 g de gel en el hoyo de plantación; e) el control de malezas al establecimiento con una mezcla de glifosato y oxifluorfen f) utilizar una densidad de 2.500 plantas por hectárea, en un marco de plantación de 4x1m.
6. En cuanto al manejo de primer año, la recomendación considera: a) regar con 20 l de agua cada 15 días en el verano de la primera temporada de crecimiento para asegurar una buena sobrevivencia de las plantas. Esta práctica no fue necesaria en sectores del secano de la costa; b) no se determinó efecto de la fertilizaciones de mantención entre el segundo y el cuarto año. Probablemente la planta tiene un sistema radicular muy eficiente y profundizador que le permite explorar el perfil de suelo en profundidad, además de su reconocida capacidad de fijación de nitrógeno.
7. La utilización de tagasaste en sistemas de producción ovina en el secano interior, permite obtener adecuados índices reproductivos y productivos de los animales y aumentar la carga animal por hectárea en un 67% y la producción de peso vivo entre un 60 y un 70%, dependiendo del año. El mejoramiento en términos de ingreso neto, es de un 30 a 37%. En conclusión, el uso del tagasaste es una alternativa de intensificación de los sistemas ganaderos de carne ovina, mejorando la producción, rendimiento de peso vivo e ingreso /ha. Los mismos resultados fueron obtenidos

pero en sistemas de carne bovina en Arauco en el marco de un proyecto con fondos regionales de la VIII Región.

8. La Tráansferencia de tecnología no tuvo el impacto esperado, a pesar del enorme esfuerzo desplegado en actividades de terreno, seminarios, charlas y publicaciones. La alta rotación de empresas de tráansferencia y de personal dentro de las empresas junto con los cambios en los programas de INDAP, conspiraron para el logro de un resultado de mayor impacto. Por otra parte, la deprimida empresa ovina y bovina de carne en toda el área de secano, no está en condiciones de realizar inversiones de consideración. Debe considerarse que la plantación de tagasaste es de alto costo inicial, el cual asciende a \$ 365.757 por hectárea, sin embargo, al considerar una superficie de plantación equivalente a 5 hectáreas este costo es menor (\$ 260.220/ha) debido a economías de escala específicamente en lo referente a construcción de cercos, lo cual es necesario para proteger la plantación contra el daño de lagomorfos. Por otra parte, la inexistencia de herramientas de fomento a la plantación del tipo Decreto 701, impide un mayor desarrollo del área plantada. A la fecha la superficie plantada es exigua contándose con 30 has en la zona de Arauco, 15 has en el sector de Cauquenes, 3 has en el área de Portezuelo, 5 has en el área de Hualañé – Licantén, 3 has en el sector de Curepto, 2 has en Florida, 4 has en Los Sauces, 2 has en Purén, 2 has en Lumaco y 2 has en Temuco. Para la presente temporada, la demanda por semillas y plantas permite estimar una intención de plantación de unas 10 a 20 has adicionales, lo cual es todavía bastante bajo.

8.2 CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS.

Se ha introducido y se ha desarrollado un conjunto de tecnologías básicas que permiten disponer de una nueva especie que puede ser de enorme proyección para el país en dos ámbitos. El primero, como especie forrajera capaz de suministrar materia seca de alta calidad y de bajo costo en períodos críticos, lo cual permite mejorar los índices productivos y los ingresos de explotaciones ganaderas de áreas marginales, con lo cual se contribuye al mejoramiento de calidad de vida de los habitantes rurales de esas zonas. Por otra parte, se dispone de una herramienta de enorme utilidad para un tema que también es de alta prioridad para el estado y para el MINAGRI, como es él de la rehabilitación y restauración de suelos degradados. Estudios conducidos en paralelo con este proyecto, y mediante financiamiento internacional, han demostrado que el tagasaste es una especie con una alta capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico (Ovalle y otros, 1996 y 1997). Esta característica junto con otras

(sistema radicular profundizador, tolerancia a la sequía) le otorgan habilidad para establecerse en suelos degradados. En este sentido, la CONAMA ha iniciado en la IX región, comuna de Ercilla y en la VII región, comuna de San Javier programas de recuperación de suelos degradados que en etapa piloto cubren áreas de 20 has.

Las perspectivas de futuro, para un mayor uso de esta tecnología estarán supeditadas a un mejoramiento del negocio de producción de carne bovina y ovina, en el secano. También la demanda puede venir de las nuevas alternativas productivas de mayor rentabilidad como la lechería ovina y caprina, que se están impulsando en el secano a través de diferentes proyectos. Estas producciones si requerirán de nuevas fuentes de forraje de calidad y de mejor repartición temporal no tan dependientes del factor lluvias. Otra fuente de demanda es la necesidad de incorporar la plantación de tagasaste a los programas de fomento a la plantación de praderas y/o de recuperación de suelos degradados que impulsa el Ministerio de Agricultura. Por último, será indispensable poner a la disposición a los agricultores y ganaderos, instrumentos de fomento, junto con un programa de transferencia de tecnología, que permitan solventar económica y técnicamente los requerimientos de esta nueva alternativa. Por el momento no ha sido posible incluir el tagasaste en el nuevo decreto 701, ni en el fomento a las praderas ni en los programas de recuperación de suelos. Se deberá seguir trabajando en ese ámbito.

La convergencia de todos estos elementos es considerada clave para mejorar el impacto de esta nueva alternativa productiva.

9 ANEXOS

Serie Quilamapu N° 113 ISSN 0716-6265



CARLOS OVALLE M.
ALEJANDRO FRAGA S.
FERNANDO FERNÁNDEZ E.
JULIA AVENDAÑO R.
KATHERINE CORTÉS B.

El Tagasa en Chile

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN QUILAMAPU

CHILLÁN, CHILE, MAYO 1999

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

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

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

1	Contenido de proteína cruda	89
2	Contenido de Fibra Detergente Ácido, Lignina y Cenizas	91
3	Valor energético	92
4	Minerales	93
5	Contenido de metabolitos secundarios	93
6	Consumo y digestibilidad de nutrientes	94
7	Digestibilidad <i>in vivo</i>	96
7.1	Consumo y variaciones de peso vivo	98
7.2	Digestibilidad de la materia seca y materia orgánica	98
7.3	Digestibilidad de la proteína	100
7.4	Digestibilidad de la fibra detergente ácido	101
7.5	Consumo de energía metabolizable	102
		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	113
2	Metodología	115
3	Variaciones y ganancias de peso vivo	115
4	Tipificación de la carne	116
		120

IX EL TAGASASTE COMO ÁRBOL FIJADOR DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO

1	Producción de biomasa	123
2	Nodulación	125
3	Contenido de nitrógeno	126
4	Acumulación de nitrógeno total y derivado de la atmósfera	127
5	Fijación biológica de nitrógeno	128

X EVALUACIÓN ECONÓMICA

1	Costos de establecimiento	131
2	Costos de mantención	133
3	Evaluación económica de un sistema de producción de carne bovina	135
		136

BIBLIOGRAFÍA

TAGASASTE O ALFALFA ARBÓREA PARA EL SECANO: EXCELENTE FORRAJE EN PERÍODOS CRÍTICOS

El tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) es una emergente especie forrajera arbustiva que se adapta a condiciones de clima mediterráneo como las que existen en Chile central y centrosur. Es utilizada, tanto en su región de origen (archipiélago de Canarias) como en Australia y Nueva Zelanda, como un recurso forrajero para corte o pastoreo durante los períodos críticos, en los que el crecimiento de las praderas se encuentra limitado por aridez o frío.

Se trata de una planta parcialmente resistente a las heladas y a la sequía. En Australia se ha introducido a zonas con precipitaciones anuales desde 450 a 1.200 milímetros. Es especialmente adaptada a suelos de textura liviana; no soporta suelos con problemas de mal drenaje ni aun si este problema ocurre en forma temporal.

Su adaptación y producción, en los secanos del interior y de la costa entre la VI y la IX Región, se está estudiando con el patrocinio de la Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, FIA (Figura 1). En el presente artículo se entregan los primeros antecedentes nacionales de producción, crecimiento,

Investigaciones del INIA con financiamiento del FIA entregan los primeros antecedentes nacionales de crecimiento, rendimiento y efectos sobre la producción de carne y lana.

Carlos Ovalle
Ingeniero Agrónomo Dr.
INIA Quilamapu

Fernando Fernández
Julia Avendaño
Susana Arredondo
Ingenieros Agrónomos
INIA Cauquenes

composición química y digestibilidad obtenidos de los trabajos actualmente en ejecución.

Estudios de adaptación

La especie se introdujo a Chile en 1988, como parte de un proyecto de investigación desarrollado por INIA, orientado a la búsqueda y selección de arbustos y árboles forrajeros que pudieran integrarse a los sistemas de producción ganadera del secano, en

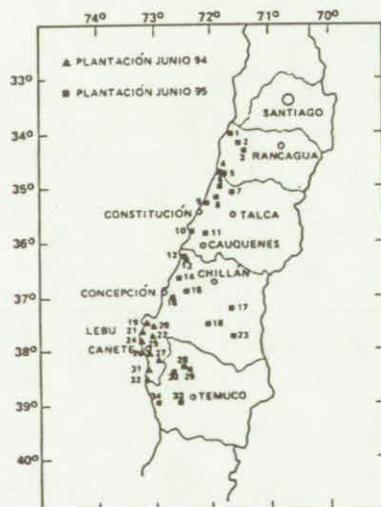


Figura 1. Sitios de plantación de tagasaste.

Cuadro 1

Composición química de distintos componentes de la planta de tagasaste. INIA Quilamapu. 1995

Componente	Proteína cruda (%)	Fibra (% det. ácido)	Lignina (%)	Ceniza (%)	Energía metabolizable (Mcal/kg m.s.)
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

que la producción y calidad de las praderas anuales es muy baja.

El área en que el tagasaste ha mostrado mejor adaptación es el secano de la costa de la VIII Región, más específicamente en la provincia de Arauco. En la costa de la VII Región, de Chanco al sur, la adaptación ha sido buena.

Actualmente se estudia su comportamiento más al norte, tanto en la costa como en el interior.

En el secano interior de la VIII Región (Ninhue, Portezuelo, Trehuaco y Coelemu) y de la parte sur de la VII (Cauquenes), la adaptación también ha sido buena. La diferencia es que, siendo las condiciones de sequía de verano más severas que en la costa, se ha requerido suplementar con uno o dos riegos mensuales con 20 litros de agua por planta entre los meses de diciembre y marzo.

Producción primaria

Los antecedentes disponibles de Australia y Nueva Zelanda sobre producción de biomasa o materia seca de tagasaste (un indicador de producción y rendimiento que considera toda la masa vegetal producida) son muy variables, dependiendo del clima, suelo, edad, densidad de la plantación, etc. El rango de producción de materia seca por hectárea al año (m.s./ha/año) va desde 19 toneladas, en plantaciones de cinco años en zonas del oeste de Australia con 1.100 milímetros de precipitación anual, hasta tres toneladas en zonas con 450 milímetros de pluviosidad. En su región de origen, alcanza a entre seis y doce toneladas.

Además de su producción, se ha observado un efecto beneficioso en el pasto bajo los arbustos de tagasaste -que es una especie fijadora de nitrógeno- probablemente debido al alto contenido de este elemento en las hojas caídas. Sobre la base de los antecedentes obtenidos en plantaciones experimentales es posible inferir una producción de materia seca consumible, en plantaciones al quinto año, de alrededor de 6.275 kilos por hectárea al año, en la zona de Arauco (secano costero), con 1.250 milímetros de precipitación anual; alrededor de 4.275 kilos por hectárea al año en la zona de Cauquenes (secano interior), con 695 milímetros de precipitación anual (Figura 2). Las cifras son destacables, ya que la pradera natural produce de una a dos toneladas y el trébol subterráneo de dos a tres toneladas.

Valor nutritivo

Antecedentes nacionales sobre la composición química indican que las hojas de tagasaste poseen un alto contenido de proteína y un bajo contenido de fibra, ambos del orden de un 20% (Cuadro 1). Los tallos tiernos tienen contenidos de proteína y fibra de 12,5% y 42,1%, respectivamente. El contenido de lignina, ceniza y energía, se indican también en el Cuadro 1.

Las hojas y los tallos tiernos presentan una alta digestibilidad (evaluado por el método *in situ*) de la materia seca y de la proteína, alcanzando valores entre 86 y 61% para la materia seca de hojas y tallos tiernos, respectivamente, y entre 87 y 61% para la proteína de los mismos

componentes (figuras 3 y 4, ver página 48). Además, en la digestión de la proteína, el 70% de ella alcanza el intestino delgado del animal y un 68% es absorbida a este nivel, por lo que es un excelente complemento proteico para animales que pastorean praderas de baja calidad.

En estudios realizados en el extranjero se ha encontrado bajos contenidos de fósforo y azufre, sin embargo estas deficiencias no deberían causar proble-

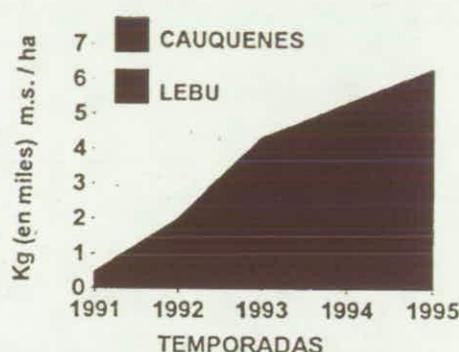


Figura 2. Evolución temporal de la producción (kg de m.s./ha) del forraje consumible de tagasaste.

mas graves, porque en la práctica la dieta de ovejas (u otros animales) está compuesta por una mezcla de praderas y arbustos y nunca de arbustos exclusivamente.

También se ha señalado que la concentración de fenoles (taninos) en la fracción consumible (hojas y tallos tiernos) del tagasaste es menor al 3% en los tres primeros meses de rebrote de árboles pastoreados y cortados en otoño, contenido que aumentaría en alrededor del 10% en todos los otros meses del año. Estos porcentajes son adecuados, ya que niveles de concentración de fenoles mayores al 10% reducen el valor nutritivo del alimento y pueden inhibir seriamente el consumo.

Utilización por los animales

La palatabilidad del tagasaste o disposición de los animales a consumirlo es muy alta en comparación con las plantas forrajeras anuales, como lo demuestran estudios extranjeros realizados en

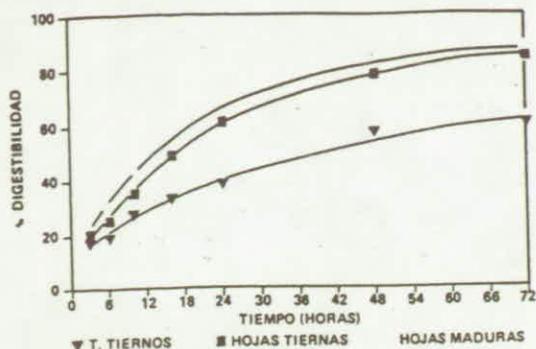


Figura 3. Digestibilidad de la materia seca en hojas y tallos tiernos de tagasaste.

ovejas, caprinos, corderos y vacunos. Sin embargo, existe todavía poca información sobre ganancias de peso vivo de los animales. En Nueva Zelanda se informa de ganancias de peso en corderos del orden de 90 gramos por día. En Chile, un estudio de consumo y ganancias de peso vivo realizado en Cauquenes, determinó que carnerillos de un año de edad, no habituados al consumo de tagasaste perdieron peso a razón de 133 gramos por jornada en los 10 primeros días de alimentación. Sin embargo, luego de un período de acostumbamiento, se observaron incrementos crecientes en la medida que aumentó el consumo. Las ganancias observadas entre el día 11 y el día 57 crecieron de 83 a 261 gramos diarios por animal.

En general, las investigaciones realizadas a la fecha muestran que el valor nutritivo del tagasaste es inferior a lo esperado, si se tiene en cuenta su contenido de proteína y su digestibilidad.

En relación a producción de lana, en ensayos realizados en Australia en una zona con 450 milímetros de precipitación anual, pastoreando tagasaste en verano y otoño, se lograron pesos de vellón limpio de 3,0 kilos, en comparación con pesos de 2,2 kilos cuando se pastoreaba sobre praderas sin tagasaste. En una plantación de 1.000 hectáreas, se encontró que la especie es altamente rentable como sustituto de suplementación con cereales cuando se trató de suplir períodos de déficit de forraje en ovejas.

Esta leguminosa
arbustiva es
recomendable para
zonas en las cuales la
baja calidad y
producción de las
praderas naturales
limita la actividad
ganadera.

Establecimiento y manejo

En zonas sobre 650 milímetros de precipitación anual se recomienda plantar en hileras distanciadas a cuatro metros entre sí y a un metro sobre la hilera. En zonas de mayor aridez es necesario ampliar la distancia sobre la hilera a un metro y medio.

En relación al tratamiento de la semilla, se han obtenido tasas de 64 a 98% de germinación después de la escarificación con agua caliente. Sin embargo, el método más seguro es escarificar la semilla con ácido sulfúrico. La escarificación es un procedimiento a que se someten las semillas duras o con requerimientos específicos, como frío, para que puedan germinar.

En Australia, genera bien y en variados tipos de suelo los nódulos que le



permiten fijar el nitrógeno, pero la inoculación con cepas seleccionadas es beneficiosa. En el país existe disponibilidad de inoculante, el cual es producido por el profesor Alfonso Herrera en el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

La plantación con plantas de vivero, realizada después de las primeras lluvias de otoño, generalmente da excelentes resultados. En años favorables llegan a crecer hasta un metro y medio de altura, y pueden ser pastoreadas por ovejas a partir del segundo invierno. Se recomienda cortar la rama superior de las plantas jóvenes para favorecer un crecimiento arbustivo. Luego del trasplante desde el vivero, las pequeñas plantas son muy apetecidas por el ganado, conejos y liebres, por lo que se hace necesario protegerlas por uno o dos años antes de iniciar el pastoreo controlado.

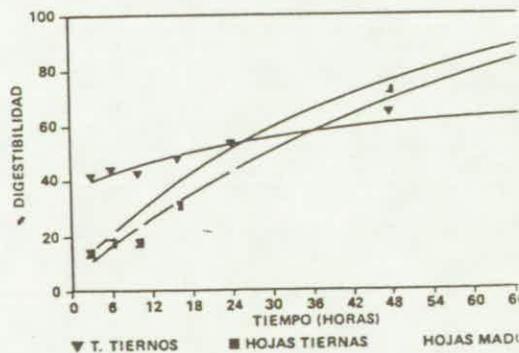
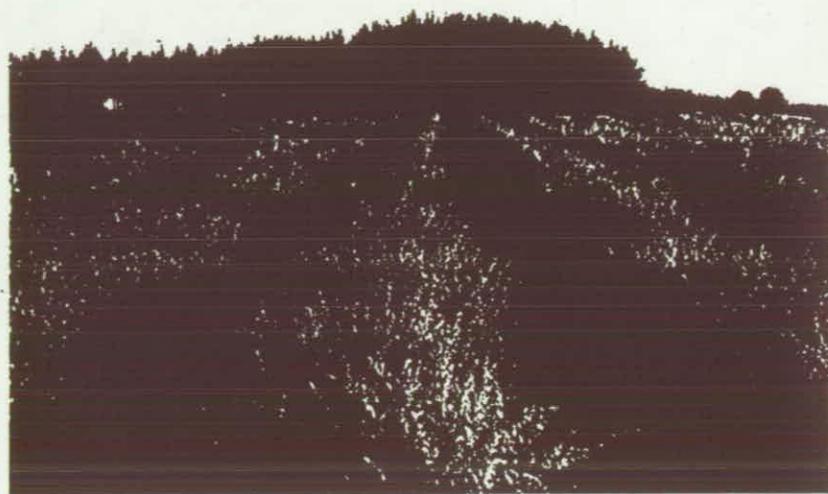


Figura 4. Digestibilidad de la proteína cruda en hojas y tallos tiernos de tagasaste.



Plantación de tagasaste en el fundo Ránquil, de Luis Alberto Neira, en Lebu, provincia de Arauco. Crecimiento a los dos años (izquierda) y a los cinco años (derecha).

También se puede utilizar para corte de ramas (suministrándolas al ganado sin que la planta sufra los daños que causan los animales), pudiendo llegar a ser más productivo que pastoreado por ovejas, pero este sistema de manejo es más caro que el pastoreo directo. En pastoreo directo con ovejas y sobre todo con vacas, hay que retirar los animales cuando el follaje accesible ya se ha consumido, a objeto de prevenir daños a la corteza.

En Australia, varios investigadores han encontrado respuesta a la fertilización con fósforo, cobre y zinc. En cuanto a enfermedades, existen antecedentes de susceptibilidad a *Fusarium oxysporum* en Australia, y de *Phytophthora citricola* en Nueva Zelanda. Ambos son hongos del suelo muy comunes en el mundo y se ha encontrado mortalidad de plantas en plantaciones experimentales. En Chile existen ambos hongos, pero no se han realizado estudios específicos para detectar su incidencia en esta planta.

En resumen, el tagasaste se ha evaluado durante cinco temporadas en plantacio-

nes experimentales en la zona de Cauquenes y en la provincia de Arauco. Aquí las precipitaciones varían entre 690 milímetros en Cauquenes y 1.200 milímetros promedio anual en Lebu. En ambas áreas la temperatura mínima promedio mensual no es inferior a 5°C. El tagasaste ha presentado buenos niveles productivos y un alto valor nutritivo en el material consumible, constituyéndose como una excelente nueva alternativa forrajera recomendable para zonas de secano en las cuales la calidad y producción de las praderas naturales es una limitante para el desarrollo de la actividad ganadera. ▲

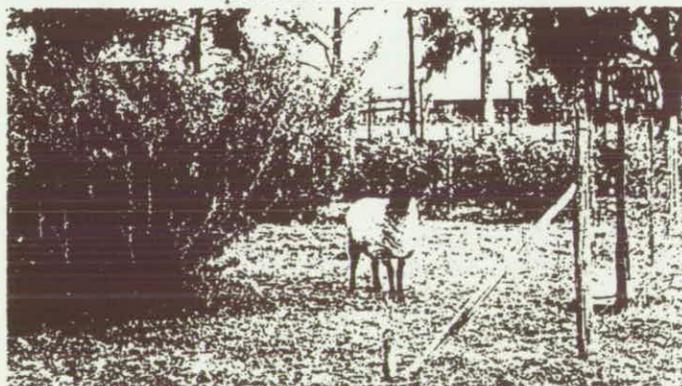
CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

La alfalfa arbórea o tagasaste es un pequeño árbol forrajero de la subfamilia Papilionáceas, Leguminosas. Es miembro de la tribu de los géneros *Cytisus* y *Teline*, de los cuales existen varias especies naturalizadas en Chile, como el espino, el acacio, el algarrobo y el úlex. Este grupo de leguminosas arbustivas está principalmente distribuida en la cuenca del Mediterráneo, pero tiene una amplia dispersión en el mundo.

El tagasaste es una planta perenne que normalmente vive entre 20 y 30 años; puede alcanzar cinco metros de altura si no es talado o pastoreado. En ausencia de abejas u otro polinizador es autopolinizante. Posee flores blancas que aparecen abundantemente entre fines de invierno y principios de primavera.

En su lugar de origen crece en condiciones similares a nuestras áreas de secano de las regiones VII y VIII: entre altitudes de 500 a 1.200 metros sobre el nivel del mar, con 500 a 700 milímetros de lluvia anual y con cuatro a cinco meses de sequía de verano.

En Canarias las variaciones de temperatura en invierno y verano van de 5 a 15°C y de 20 a 30°C, respectivamente. El tagasaste se desarrolla mejor en suelos con buen drenaje, de pH 5 a 7, incluso en arenas profundas, pero produce bien en suelos volcánicos, ácidos, y otros. Posee raíces profundas que facilitan su establecimiento en suelos degradados y su sobrevivencia en periodos secos.



Ensayo con animales en la provincia de Cauquenes; plantación de tres años

VIII.

OTROS USOS

- Refugio para los animales
- Control erosión
- Mejora las condiciones del suelo
- Corta fuego
- Producción de miel
- Habitat para la vida silvestre

VIII.

VALOR NUTRITIVO

Composición química del tagasaste

Componente	Proteína (%)	Fibra (%)	Energía (Mcal/kg ms)	Digestibilidad materia seca (%)
Hojas	20	20	2,64	86
Tallo tierno	12,5	42,1	2,66	61
Tallo lignificado < 1cm	6,5	55	1,29	32

VIA - CTR Quiquapu

IX. GANANCIAS DE PESO VIVO

En un ensayo de utilización invernal con torques, se ha obtenido las siguientes ganancias de peso durante 78 días:

Tratamiento	Ganancia (kg/animal/día)
Tagasaste x/lo	0,25
Tagasaste + 2 kg avena	0,76

VIA - CTR Quiquapu

V. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

Costos de establecimiento de 1 ha de Tagasaste. (\$ Julio 1996)

ITEM	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANT.	VALOR \$
PLANTACION				
MANO DE OBRA				
Limpieza	JH	2.500	2	5.000
Trazado hileras	JH	2.500	0,5	1.250
Hoyadura	JH	2.500	7	17.500
Plantación	JH	2.500	3,5	8.750
Fertilización	JH	2.500	3,5	8.750
INSUMOS				
Plantas	unidad	40	2.500	100.000
Fertilizantes				
Super fosfato triple	kg	118	125	14.750
Boronatrocálcica	kg	88	50	4.400
Yeso Agrícola	kg	30	250	7.500
IMPLEMENTOS				
Tractor con subsoador	ha	8.000	1	8.000
Subtotal				175.900
CERCO				
MANO DE OBRA				
Hoyadura	JH	2.500	2	5.000
Instalar polines	JH	2.500	1	2.500
Instalar malla y alambre	JH	2.500	3	7.500
INSUMOS				
Polines	unidad	492	100	49.200
Malla gallinero	metros	213	400	85.200
Alambre púa	metros	35	1.600	56.000
Grapas	kg	477	3	1.431
Sub total				206.831
TOTAL COSTO ESTABLECIMIENTO =>				382.731



I Nuev Lida Fono-Fax 221159 ChMh

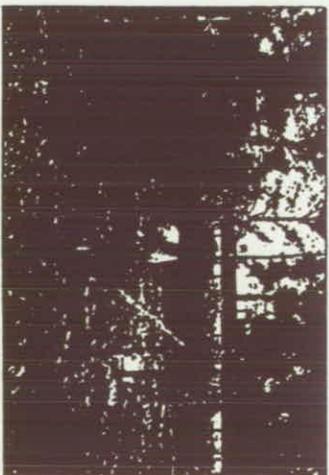


GOBIERNO REGIONAL
FNDR VIII REGION



TAGASASTE

Una nueva alternativa forrajera para zonas de secano



Carlos Ovalle M
Susana Arredondo S
Julián Avendaño R
Fernando Fernández E

Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agrícolas
Centro Regional de Investigación Quiquapu
Chillán, Julio de 1996

I. INTRODUCCION

El tagasaste (Chamaecrista prostrata) es un arbusto forrajero leguminoso de hoja persistente, originario de las Islas Canarias. En su zona de origen crece en áreas con 500 a 1.200 mm. de lluvia anual, con 4 a 5 meses de sequía de verano, similares a nuestras áreas de secano de la VII y VIII regiones del país. Este arbusto fue introducido a Chile en 1968 por INIA, como parte de un proyecto de investigación orientado a la búsqueda y selección de arbustos y árboles forrajeros que puedan integrarse a los sistemas de producción ganadera de áreas de secano, en que la producción y calidad de las praderas anuales es muy baja.

II. PRODUCCION DE PLANTAS

* Semillas

La semilla puede ser cosechada por el mismo agricultor, desde su plantación, durante los meses de diciembre a enero, cuando las vainas se encuentran secas.

* Escarificación

La cubierta de las semillas del tagasaste es muy dura, y es necesario escarificarlas antes que sea sembrada. El método más eficiente de escarificación es con ácido sulfúrico durante 220 minutos, obteniendo germinaciones de sobre el 90%; otra forma es hacerlo en agua hirviendo por 2 minutos.

* Inoculación

Las semillas deben ser inoculadas para obtener una buena nodulación de plantas. La inoculación se realiza a la semilla antes que sea sembrada, y posterior a la escarificación. El inoculante es específico y es producido por el profesor Alfonso Herrera de la Facultad de Agronomía, U. de Concepción.

III. VIVERO

Las plantas se producen en vivero, ya sea a raíz desnuda o en bolsas de polietileno de 40 cm. de largo. La época de siembra es desde diciembre a enero; las plantas permanecen hasta mayo o julio para ser transplantadas al potrero.

IV. ESTABLECIMIENTO

* Tipos de suelo

El tagasaste se adapta a suelos arenosos infértiles, volcánicos, graníticos, con un rango de pH de 5 a 6,5. Requiere suelos bien drenados, ya que la planta no soporta condiciones de anegamiento.

* Subsulado

En suelos, en que existe a 20 ó 30 cm. de profundidad una estrata impermeable o pie de arado, es necesario subsolar, con el objeto de permitir una rápida penetración de las raíces, facilitando de esta forma el exitoso establecimiento de las plantas.

* Época de plantación

La plantación se realiza entre mayo y julio, dependiendo de la zona. Las plantaciones de mayo son adecuadas en zonas sin riesgo de heladas y primaveras cortas y secas, y en julio en zonas de heladas y primaveras húmedas.

* Distancia de plantación

La distancia de plantación es 4x1 m., en el secano costero, y 4x1,5 m., en el secano interior.

* Fertilización

Se recomienda aplicar la siguiente fertilización: 50 g. de Super Fosfato Triple/planta, 20 g. de Yeso agrícola/planta. En suelos graníticos, se debe aplicar además 0,5 g. de Bor/planta.

* Protección de la plantación

El tagasaste es una especie extremadamente palatable para liebres y conejos, los que pueden causar enormes daños en plantaciones en el primer y segundo año, por lo cual, es recomendable proteger la plantación con malla de gallinero o cerco eléctrico, dependiendo de las condiciones y capital del agricultor.

V. MANEJO

* Riego de primer verano

Se recomienda regar las plantas dos veces al mes, proporcionando aproximadamente 20 litros de agua por planta, durante los meses más críticos, entre fines de primavera y verano, especialmente en el secano interior (Cauquenes al norte).

* Pastoreo

El pastoreo se puede iniciar al segundo año de establecimiento. Es recomendable hacerlo dividiendo el potrero en pequeñas parcelas, para ser pastoreadas por cortos períodos de tiempo y luego rezagarlas.

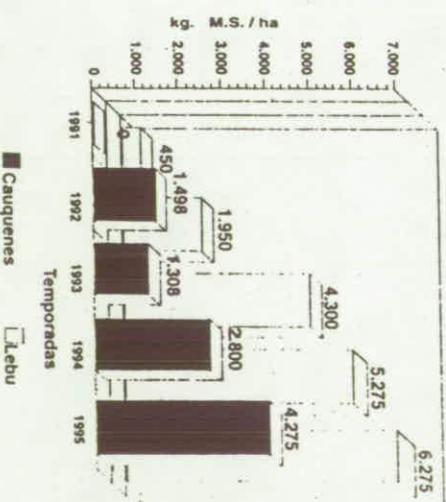
* Corte

El control del crecimiento del tagasaste, además del pastoreo, es esencial para una adecuada mantención de las plantaciones a una altura compatible con la utilización animal. No se debe cortar en períodos que puedan causar un stress a la planta, tales como heladas o altas temperaturas.

VI. PRODUCCION DE FORRAJE

La producción de forraje en el secano interior (Cauquenes) y secano costero (Lebu), se presenta en el siguiente gráfico:

Figura 2



SOMBREADERO

Dado que el vivero se realiza durante los meses de más calor (enero y febrero), es indispensable sombrear las plantas durante los primeros estados de crecimiento. Para tal efecto, lo más práctico es el uso de malla Raschel de 50 a 80% de cubrimiento, o bien si se desea reducir los costos se pueden usar ramas.

MANEJO DEL VIVERO

RIEGO

Inicialmente, antes y durante la emergencia de las plántulas, el riego debe ser diario. Posteriormente, cuando las plantas estén más desarrolladas, el riego se puede realizar dos veces por semana. Es importante evitar los excesos o déficit de humedad.

CONTROL DE MALEZAS

En las primeras etapas de desarrollo de las plantas, las malezas son el principal problema del vivero, por lo que deben ser controladas a mano hasta que el vigor de las plantas permita que este control sea menos frecuente.

ENFERMEDADES Y PLAGAS

Es conveniente prevenir la aparición de enfermedades, en especial fitóptora, desinfectando el suelo o sustrato a utilizar y las semillas al momento de sembrarlas. Si se presentaran problemas de caída de plantas, se pueden realizar aplicaciones de fungicidas como Captan o Thiram. En relación a las plagas, los caracoles y babosas pueden ser un problema en el vivero; para controlarlos se puede hacer uso de cebos, colocados en recipientes que los mantengan aislados del agua.



Vivero de Tagasaste



Tamaño de la semilla



Gobierno Regional
FNDR VIII Región

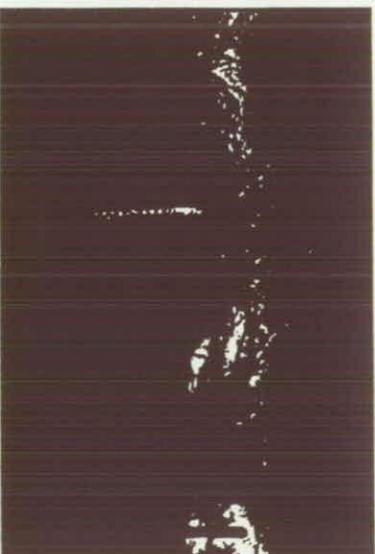


Serie Quilmapu N° 89
ISSN 0716-6265

COMO HACER UN VIVERO DE TAGASASTE

Produzca usted sus propias plantas

Fernando Fernández E.
Teresa Aravena A.
Alejandro Fraga S.
Carlos Ovalle M.



Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilmapu

COMO HACER UN VIVERO DE TAGASASTE

Produzca usted sus propias plantas

Fernando Fernández E., Ingeniero Agrónomo, C.E. Cauquenes
Teresa Arzave A., Ing. de Elección Agrícola, C.E. Cauquenes
Alejandro Fraga S., Ingeniero Agrónomo, CRI, Quilmanpu
Carlos Ovalle M., Ingeniero Agrónomo, Dr., CRI Quilmanpu

ANTECEDENTES GENERALES

El tagasaste (*Chamaecytisus proflerius* spp. *palmensis*) es una leguminosa arbustiva de gran valor para la alimentación de ganado en zonas de secano, cuando el forraje disponible de la pradera o su calidad son limitantes.

Esta planta produce semillas duras, es decir, en condiciones naturales no germinan si se siembran tal como las producen los arbustos; además, para germinar las semillas necesitan una temperatura del suelo sobre 13° C, condición que no se cumple en otoño, que es cuando la plantación se efectúa. Por estos motivos, la mejor manera de establecer el tagasaste es a través de plantas producidas en vivero.

Para poder obtener plantas de buena calidad, con un desarrollo adecuado y capaces de soportar las condiciones adversas que se presentan en las primeras etapas del crecimiento, se deben considerar algunos aspectos importantes al momento de realizar el vivero.

ÉPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra del vivero dependerá de la fecha en que se desea realizar la plantación. Así, en zonas de menores precipitaciones y primaveras cortas (Cauquenes al norte), la plantación se debe llevar a cabo temprano, en lo posible durante el mes de mayo después de las primeras lluvias, en este caso, el vivero deberá sembrarse alrededor del 15 de diciembre. Para plantaciones más tardías (VIII y IX Región), en junio, la siembra del vivero se puede retrasar hasta el 15 de enero.

CANTIDAD DE SEMILLA A UTILIZAR

La cantidad de semillas que se necesita depende de varios factores: porcentaje de plantas aptas para ser llevadas a terreno, número de plantas y pérdidas a la plantación. De acuerdo a lo anterior, en promedio hay 40.000 semillas/Kg, de las cuales el 80% llega a convertirse en una planta apta para la plantación. Se requieren 2.500 plantas para plantar 1 hectárea a distancias de plantación de 4x1 m y si consideramos otras pérdidas, necesitamos a lo menos sembrar 3.125 bolsas.

ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA

Como se mencionó anteriormente, el tagasaste produce semillas duras, por lo tanto es necesario someterlas a un proceso de ablandamiento de su testa o cubierta, de manera que puedan absorber agua. Este proceso se llama escarificación y existen varias formas de hacerlo:

1. Sumergir las semillas en ácido sulfúrico concentrado por 5 horas, luego lavarlas con abundante agua. Este método es muy peligroso si no se toman las debidas precauciones como uso de guantes de goma y de un recipiente resistente al ácido.
2. Poner las semillas en un recipiente con agua y calentar al fuego. Cuando el agua comience a hervir, se debe retirar inmediatamente el recipiente y enfriar, ya que en caso contrario se podrían dañar las semillas.
3. Procesar las semillas en una máquina escarificadora, la cual realiza un lijado de las semillas durante 15 minutos. La semilla que vende 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 se hinchen, lo que indica el inicio de la germinación.

INOCULACIÓN

El tagasaste es una leguminosa arbustiva de alta capacidad de fijación de nitrógeno cuando nodula adecuadamente. Para ello y posterior al pregerminado, es necesario inocular las semillas para asegurar una adecuada nodulación. El inoculante usado para tal efecto es específico para tagasaste y es producido por el profesor Alfonso Herrera de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, sede Chillán.

El inoculante se comercializa a la forma de polvo y las instrucciones de uso vienen indicadas en el envase.

TIPO DE ENVASES O CONTENEDORES

Los mejores resultados obtenidos en nuestras investigaciones en cuanto a envases, son las bolsas de polietileno de 20 cm de profundidad perforadas en la base, para permitir la evacuación del exceso de agua. Es un sistema de alto costo debido a la gran cantidad de tiempo y mano de obra que consume.

Por otra parte, CONAF ha probado con éxito en Chomedahue, VI Región, una bandeja de plumavil con compartimientos de 16 cm de profundidad, conocida con el nombre de speedling. Con este tipo de contenedor se logra un considerable ahorro de tiempo y mano de obra, además, puede ser reutilizado por varios años según el trato que reciban.

SUSTRATO

El tipo de sustrato o mezcla de suelo donde se pondrán las semillas a germinar, dependerá del sistema a utilizar. Para el sistema de bolsas de polietileno se recomienda utilizar una mezcla en partes iguales de arena y suelo arcilloso que tenga en lo posible bastante materia orgánica. En cuanto al sistema de speedlings, en el vivero de CONAF se usa un sustrato producido a partir de corteza de pino y que es comercializado por empresas del rubro forestal.

10 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Arredondo, S. 1995. Digestibilidad *in situ* de cinco componentes de la planta de Tagasaste (*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 Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) mediante la técnica de novillos fistulados en el rumen. Agricultura Técnica (Chile) 57 (2) : 127-135.
- Barrales, L. y Flores H.. 1990. Análisis de varianza, diseños básicos usando PROC ANOVA. Boletín de biometría N°8. E.E. La Platina. 85 p.
- 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.
- 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 tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Univ. Adventista de Chile. 64 p.
- 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.
- Carrasco, P.; Millán J. y Peña L.. 1993. EULA. Suelos de la cuenca del río Bío-Bío, características y problemas de uso. 108 p

- Di Castri, F. 1968. Esquisse ecologique du Chili. En: Biologie de L'Amérique Australe. Tome IV. C.N.R.S. Paris. p. 7.
- 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.
- 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. 1989b. 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.
- 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.
- Moate, P. 1989. Tagasaste Research Results and Farmer Experiences. Gippsland Agriculture Centre. Ellinbank. pp : 12-14.
- 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.
- National Research Council. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 90 p.
- 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.
- 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 tagasaste; 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 Tagasaste (*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. Tagasaste o alfalfa arborea 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.; Avendaño, J.; Fernández, F.; Arredondo, S. y Neira, L. A. 1996b. Producción de fitomasa aérea consumible de Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus subsp. Palmensis*) en dos localidades de ambientes climáticamente contrastados en la zona Mediterránea. *Agricultura Técnica, Chile* 56 (3): 214-219.
- Ovalle, C.; Aronson, J.; Longeri, L.; Herrera, A. and Avendaño, J. 1996. Nitrogen fixation, nodulation and biomass accumulation in three Chilean legumes trees and Tagasaste *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 Tagasaste, *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*. (En prensa).
- 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.
- Oyarzún, R. 1985. Destete precoz de corderos. I. Niveles de heno en raciones para corderos en confinamiento. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Agronomía (Tesis de grado). 50 p.
- Pérez, V. y Sagot, P. 1892. Le Tagasaste (*Cytisus proliferus* varietas). Fourrage important. IN: Pérez, V. (ed). Imprimerie de la semaine medicale. 78 p.
- Provenza, F.D. 1996. Familiarity and novelty in animal diets: Implications for management. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 21: 12-16.
- 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.
- SAS Institute INC. 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computers, 6th Ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. U.S.A.
- Sepúlveda, C. 1998. Evaluación de distintos métodos de escarificación de semillas de tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*), Tesis Ingeniero Agrónomo. Univ. Adventista de Chile. 60 p.
- Snedecor, G.W. and Cochran, N.G. 1956. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Ames, Iowa, The Iowa State College Press. 534 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. Tagasaste (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. Tagasaste tree lucerne. High production fodder crop. Night Owl Shepparton. 102 p.
- Snook, L.C. 1989. Tagasaste (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. Tagasaste: Its value as a tree crop. Paper presented at Lecture Series, International Tree Crop Institute, Victoria. 4 p.
- Snook, L.C. 1996. Tagasaste. 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 tagasaste - barley supplementation. *Advances in research on Tagasaste* 4: 13-16.

- 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. Supplementary feeding of animals grazing tagasaste In: Tagasaste Review Workshop. De. E. C. Lefroy., C. M. Oldham and N. J. Costa. pp : 100-134.
- 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 Maughan, 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.