GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - FIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Producción de Serradella para el Secano Interior de La Araucanía

EDITOR : Adrián Catrileo Sánchez

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - FIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Producción de Serradella para el Secano Interior de La Araucanía

EDITOR: Adrián Catrileo Sánchez

I.S.B.N. 956-7016-29-1

Registro de Propiedad Intelectual
Inscripción N° 159935

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Centro Regional de Investigación Carillanca

Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

La presente publicación entrega resultados obtenidos en el marco del proyecto "Introducción de la serradella y formación de bancos de semilla en sistemas ganaderos frágiles de pequeños agricultores del secano de la IX región", desarrollado entre los años 2003-2006, con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Editor: Adrián Catrileo S., Ing. Agr. MSc. Ph.D
Boletín N°150

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Diseño de portada y diagramación: Imprenta Páginas
Composición y edición de texto: Raquel Romero Rielley
Impresión: Imprenta Páginas
Cantidad de Ejemplares: 500

Temuco, Chile
Diciembre de 2006

INDICE

PRODUCCIÓN DE SERRADELLA *(Ornithopus compressus)* EN EL SECANO INTERIOR DE LA ARAUCANÍA. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN INTERNACIONAL. 9
LA SERRADELLA EN AUSTRALIA 9
El concepto de *Ley Farming System* en Australia 11
Antecedentes generales de la serradella 12
Origen y características morfológicas 12
Calidad nutritiva 14
Tipo de suelos y condiciones hídricas adecuadas para la serradella amarilla 14
Respuesta a la fertilización y aptitud para el pastoreo 15
Escarificación de semillas 16
Formas de siembra y formación de bancos de semilla 17
Secano Interior 19
MORFOLOGÍA, AGRONOMÍA Y MANEJO DE LAS SERRADELLA AMARILLA *(O.compressus)* y SERRADELLA ROSADA *(O.sativus)*. 26
Introducción 26
Origen 27
Adaptación 28
Drenaje 28
Suelo y fertilidad 28
Especies 28
Serradella amarilla (*Ornithopus compressus*) 29
Serradella rosada (Ornithopus sativus) 29
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE SERRADELLA AMARILLA Y ROSADA 30
Características agronómicas 32
Tolerancia a la acidez 32

Respuesta al Fósforo 33
Fósforo al suelo y foliar 33
Fijación de nitrógeno 36
Producción de materia seca (MS) 36
Formas de utilización 37
Valor nutritivo 38
Producción de semillas 40
Semillas duras 40
Utilización 41
Establecimiento y cosecha 42
Epoca de siembra 42
Dosis de siembra y profundidad 42
Cosecha 42
VARIEDADES DE SERRADELLA EVALUADAS EN LA ARAUCANÍA 43
Variedades 44
AGRONOMIA DE LAS VARIEDADES EVALUADAS 45
Germinación 45
Nodulación 45
Producción de semillas 46
Banco de semillas 47
Producción de materia seca 48
Composición botánica y malezas 53
Calidad del Forraje 54
LA SERRADELLA AMARILLA PARA PRODUCCIÓN BOVINA EN EL SECANO DE LA ARAUCANÍA 56
Introducción 56
Serradella amarilla y trébol subterráneo en la región de La Araucanía 57
Serradella amarilla y respuesta animal 58
Producción de forraje 59
Composición química de las praderas 63
Animales e incrementos de peso 63
Producción de semillas 65

SERRADELLA AMARILLA, BALLICAS Y RESPUESTA ANIMAL 65
Producción de forraje y composición química de las praderas 66
Animales e incrementos de peso durante el pastoreo invernal 67
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL USO DE SERRADELLA POR PEQUEÑOS AGRICULTORES DEL SECANO INTERIOR 69
INTRODUCCIÓN 69
Características de los productores de la Comunidad Huenchual (Galvarino) 70
Siembra y manejo de serradella 72
Costos de producción asociados a la serradella y costo del kg MS 72
Costos de producción de MS de T.subterráneo y Serradella 74
LITERATURA CITADA 75
PUBLICACIONES ELECTRÓNICAS 79
ANEXOS 80

PRÓLOGO

En el secano de la Región de La Araucanía, las praderas naturales comprenden sobre el 80% del total de la superficie caracterizadas por tener un período de producción estacional de primavera y una baja productividad. Representan el componente forrajero básico, usualmente sucesional, luego del uso con cereales en sistemas productivos, especialmente de la pequeña agricultura. Por otro lado, las praderas sembradas tienen bajas persistencia debido al déficit hídrico estival, degradándose en el mediano plazo, lo que obliga a su resiembra, aumentando los costos de producción en los sistemas ganaderos.

Forrajeras anuales de resiembra natural, como trébol subterráneo de gran adaptación al sector, superan esta limitante, aportando nitrógeno al suelo y adecuada oferta de forraje. Sin embargo, diferentes limitantes, como costo de la semilla, disponibilidad y menor tolerancia a condiciones marginales de suelo limitan su presencia. Una leguminosa de alternativa, según antecedentes extranjeros y de INIA, lo constituye la serradella amarilla (*Ornithopus compressus*), que es anual de resiembra natural y que en áreas mediterráneas de secano, produce significativamente más materia seca que trébol subterráneo, con menores requerimientos de fertilización fosfatada y potásica, y similar persistencia de producción. Esto da una ventaja a esta especie en términos de mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes y menor costo de producción (siembra), por cuanto una vez formado el banco de semilla puede permanecer en forma permanente en el suelo.

Estudios australianos con esta especie avalan ventajas productivas y económicas relevantes de su inclusión en cualquier sistema de producción ganadera o de rotación con cultivos anuales. Trabajos realizados por INIA Carillanca evaluaron la existencia de un ecotipo (especie no comercial) de serradella amarilla, que ha demostrado alta persistencia, y respuesta animal con producciones superiores a 5.900 kg MS ha^{-1}, superando significativamente a trébol subterráneo. Con estos antecedentes interesó desarrollar un proyecto de evaluación de nuevas variedades de esta especie, factibles de introducir en los sistemas de producción regionales. De esta forma, a partir del 2003 se introdujeron materiales de serradella seleccionadas en Australia para conocer su adaptación al medio y analizar sus proyecciones. El proyecto, con apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), consideró además la visita de expertos australianos y de CLIMA (Center for Legume in Mediterranean Agriculture) que aportaron su experiencia al manejo local. Los resultados fueron permanentemente compartidos a través de actividades específicas con agricultores y extensionistas a través del apoyo de INDAP. Al término del tercer año, se pudo determinar las variedades y especies de serradella mejor adaptadas al sector,

conocer el manejo agronómico de la especie para el Secano Interior de la región y la forma más apropiada para establecer los bancos de semilla que permitan a la especie insertarse y mantenerse en los sistemas de producción locales.

Adrián Catrileo
Editor

PRODUCCIÓN DE SERRADELLA (*Ornithopus compressus*) EN EL SECANO INTERIOR DE LA ARAUCANÍA. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN INTERNACIONAL.

Adrián Catrileo S.
Ing. Agrónomo MSc. Ph.D.

Los resultados de este estudio revelan las claras posibilidades de estas especies leguminosas anuales para su uso en producción animal y sugieren la posibilidad de iniciar su importación con fines comerciales en el Secano Interior de La Araucanía.

LA SERRADELLA EN AUSTRALIA

La falta de leguminosas que pudieran subsistir en suelos bajos en materia orgánica, ácidos y en rotación con cultivos anuales, principalmente trigo y avena en Australia, dio origen a estudios de introducción de materiales forrajeros provenientes de la zona mediterránea en particular de Italia, Grecia, España y Portugal, iniciándose así la introducción de serradellas y otras leguminosas. Luego de años de evaluación, la serradella (*Ornithopus compressus*) es considerada una gran forrajera, existiendo en la actualidad varias especies, líneas y numerosas variedades comerciales, para una amplia gama de condiciones de precipitación y tipo de suelos. En general, las producciones de materia seca pueden superar las 6 t/ha anuales, creciendo en forma natural en suelos ácidos, donde el trébol subterráneo no tiene persistencia de producción. (Freebairn, 1980; Bolland y Gladstones, 1987). La calidad nutritiva de la materia seca de serradella y trébol subterráneo no son diferentes, pero este último contiene fitoestrógenos que se ha comprobado, disminuyen la tasa de fertilidad del ganado ovino (Rossiter y otros, 1985; Adams y otros, 1988).

Las características antes indicadas, han sido posibles debido a la alta producción de semillas de serradella y su facilidad de cosecha, presencia de raíces que alcanzan mayor profundidad en el suelo en la búsqueda de agua, lo cual les permite una permanencia mayor en el suelo en el verano. Lo anterior, unido a características de alta calidad, fijación de nitrógeno por rizobium y capacidad de formación de bancos de semilla, han sido destacados por Loi y otros (2005), lo cual da enormes posibilidades a leguminosas como la serradella en ambientes con restricción.

Serradella amarilla en Australia

Selección de materiales en Perth, Australia

El concepto de *Ley Farming System* en Australia

En condiciones mediterráneas ha sido usual la búsqueda de sistemas productivos que permitan una óptima utilización del suelo en términos de evitar procesos de degradación y mejor aprovechamiento de la producción primaria. En Australia se ha utilizado por décadas el concepto de "Ley Farming System" (LFS) para describir la secuencia cereal/ leguminosa que mejor se adapte a estas condiciones y con el objetivo de aumentar la productividad sobre la base de una mayor concentración de nitrógeno y mejor estructura del suelo (Reeves, 1988). Los estudios australianos muestran que un LFS puede sostenerse en el tiempo indefinidamente una vez creadas las condiciones biológicas (banco de semillas de la leguminosa) y expectativas económicas de los cultivos.

La serradella se complementa con cultivos en sistemas en rotación

En efecto, una vez establecido el banco de semilla, la planta puede perpetuarse en el sistema y constituirse en la base forrajera para el período de descanso del potrero después de cosechado el cereal. La serradella, hipotéticamente, podría ser sembrada en asociación con cereal el primer año, resembrarla con cereal en un segundo año para asegurar la acumulación del banco de semilla y posteriormente, aprovechar su producción.

De acuerdo a experiencias de campo en la comuna de Victoria, en La Araucanía, la serradella si bien puede ser controlada a través de todo el manejo necesario para el cultivo (aradura, rastrajes, herbicidas, etc.), una vez creado el banco de semilla puede regenerarse por sí sola después de los rastrojos.

Las características de la serradella pueden ser factibles de aprovechar en el Secano Interior de La Araucanía, como también en aquellos suelos de característica transicional, ofreciendo una alternativa para la rotación que practican los productores, especialmente pequeños agricultores, cuyos sistemas en general, sólo incluyen la pradera natural después del rastrojo.

Día de campo en Australia: nuevas variedades de serradella

ANTECEDENTES GENERALES DE LA SERRADELLA

Origen y características morfológicas

La serradella es una planta forrajera del género Ornithopus, que en griego significa "pie de pájaro", perteneciente a la familia de las leguminosas. Su origen está en la cuenca del mediterráneo, parte central y noroeste de europa. Se adapta a suelos de baja fertilidad, en especial bajos en fósforo, debido a su mayor eficiencia en el uso de este elemento. Además, presenta menores requerimientos de fertilización en relación con otras leguminosas anuales (Paynter, 1992).

En términos generales es una planta anual de resiembra natural, que inicia su crecimiento en otoño con las primeras lluvias de la temporada, para exhibir su mayor tasa de crecimiento durante la primavera y detener su crecimiento en verano cuando la temperatura ambiental excede a 28° C y el suelo presenta déficit hidrológico. Las hojas son pinadas con 10 a 20 pares de hojas alargadas, tipo vicia. Las flores son pequeñas de color amarillo, rosado o blancas dependiendo de la especie y se presentan en grupos de tres a cinco que se desarrollan a fines de invierno o primavera, dependiendo de la variedad. A partir de las flores se desarrollan vainas curvas, con un número variable de segmentos entre 6 a 12, que contienen una semilla en su interior (Freebairn y Gardner, 2001).

Serradella amarilla en suelos en rotación con trigo (Australia)

La serradella posee una raíz profundizadora, en contraste con la mayoría de las otras leguminosas forrajeras como tréboles y medicagos, que le permite obtener la humedad y nutrientes desde profundidades del subsuelo, de hasta 2 metros. Esta característica radical le confiere la habilidad para continuar creciendo, floreciendo y produciendo semillas cuando otras leguminosas tradicionales han detenido su crecimiento, ya sea por problemas de déficit hídrico extemporáneo en primavera o normal de final de la primavera. Esta característica marca diferencia, especialmente con trébol subterráneo cuyo sistema radical es menos profundo y el cual, con déficit hidrológico de primavera reduce significativamente su producción (Freebairn y Gardner, 2001).

Calidad nutritiva

La calidad nutritiva de materia seca de serradella y trébol subterráneo no son diferentes, pero este último contiene fitoestrógenos que se han comprobado disminuyen la tasa de fertilidad del ganado ovino (Rossiter y otros, 1985; Adams y otros, 1988).

Tipo de suelos y condiciones hídricas adecuadas para la serradella amarilla

De acuerdo a referencias australianas, la serradella amarilla se ha adaptado en Australia a una amplia gama de suelos y condiciones hídricas, debido a la gran cantidad de variedades comerciales obtenidas y que originalmente han sido colectadas en diversos sitios del orbe antes de su mejoramiento.

En términos generales se adaptan bien a suelos desde arenosos a limosos y franco arcillo limosos, con grados de acidez de extremadamente ácido a moderadamente alcalino, es decir pH de 3,5 a 6 (Ewing y Donald, 1999). Esta característica es propia del Secano Interior y suelos transicionales presentes en la IX Región (Rouanet, 1988).

La serradella se adapta a condiciones marginales de suelos

En cuanto a precipitaciones, hay variedades que se adaptan bien desde menos de 350 mm de precipitación anual hasta más de 750 mm anuales (Ewing y Donald, 1999).

Respuesta a la fertilización y aptitud para el pastoreo

Estudios realizados en Australia, comparando la producción y respuesta a la fertilización de las especies de leguminosas más comunes, se ha llegado a determinar mayor producción de serradella amarilla, con menores requerimientos de fertilización fosforada de hasta 50% en relación a trébol subterráneo (Bolland, 1991; Paynter, 1992; Pinkerton y Randall, 1994) y menores requerimientos de potasio de hasta 30%, respecto a trébol subterráneo (Pinkerton y Randall, 1993). En cuanto a las aptitudes para el pastoreo, las experiencias australianas distinguen a la serradella y trébol subterráneo como las que soportan una mayor presión, para lo cual se debe tener el cuidado de hacer pastoreos suaves a fines de primavera para evitar el consumo de flores y permitir la formación de semillas. (Bolland, 1991; Conlan y otros, 1994).

Masa de ovinos en pastoreo de serradella (Australia)

La contribución de leguminosas a la nutrición nitrogenada del suelo se ha estudiado extensamente, especialmente para la producción sustentable de cereales en la rotación de cultivos. La recuperación anual del nitrógeno, que dejan las plantas de serradella bajo el suelo, medido a través del cultivo de trigo ha sido entre 25 a 29% (McNeill y otros, 1998). Esto representa un aporte nitrogenado importante para la sustentabilidad de un sistema ganado-cultivo basada en la sucesión de pradera-cereal, sistema tradicionalmente utilizado en el Secano Interior de la Región de La Araucanía.

Ensayos de pastoreo con ovinos

Escarificación de semillas

La serradella, a diferencia de otras leguminosas anuales de resiembra natural, como tréboles subterráneos y michelanios, se caracteriza en la mayoría de las variedades dentro de las especies, por presentar semillas de diferentes grados de dureza a la germinación, predominando las que tienen más de 90% de semillas duras. Esto se debe a que la vaina que contiene la semilla es impermeable al agua en sus primeros meses de madurez, necesitando medios naturales o artificiales que la escarifiquen para romper esta latencia.

Entre los medios naturales la literatura reporta dejar la semilla en el suelo para que los agentes bióticos y abióticos provoquen el rompimiento de la vaina y la escarificación de la semilla. En general, se ha visto que dejando la semilla en el suelo de un año a otro aumenta su germinación a más del 60% (Sanders, 1996).

En Australia se comercializa y se siembra gran parte de la semilla con vaina, pero se ha desarrollado una extensa línea de investigación actualmente en curso (Loi, Angelo comunicación personal) para bajar el grado de dureza de las semillas de esta forrajera, y permitir una mayor germinación durante el primer año de siembra. Como resultado de estos esfuerzos se han desarrollado medios mecánicos para sacar la semilla de la vaina y a su vez, provocar su escarificación. Mediante estos métodos mecánicos se ha conseguido aumentar la germinación original de 10% a cerca de 85% (Sanders, 1996).

Otro método usual es someter a las semillas a un tratamiento con agua hirviendo por uno a dos minutos, para luego enfriar rápidamente y secar previo a la siembra, lo que aumenta la germinación entre 15 a 25% (Freebairn y Gardner, 2001). También, se han usado los métodos de guardar la semilla cosechada extendida en una capa no superior a tres centímetros, ya sea al aire libre o bajo plástico negro, durante el verano de postcosecha, aumentando su germinación en aproximadamente 6% (Revell y Ewing, 1994).

Máquina escarificadora de semillas (modelo experimental)

Formas de siembra y formación de bancos de semilla

En Australia la siembra tradicional de serradella ha sido con semillas con vaina al voleo sobre suelo preparado. Sabiendo que algunas variedades de interés agronómico tienen germinaciones inferiores a 10% durante el primer año, debido a su gran cantidad de semillas duras, se combinan con variedades que tienen menor interés agronómico, pero de bajo grado de dureza y que germinan prácticamente en un 100% el primer año. Con esto se logra obtener una pradera de serradella, durante el primer año, de una variedad que no es de interés para el largo plazo, pero que es paulatinamente reemplazada en los años siguientes por la variedad que presenta semillas duras. Esto se provoca porque la variedad que tiene semillas blandas germina todos los años con las primeras lluvias que caen, no dejando reservas de semillas para sobrellevar lluvias futuras. La variedad de semillas duras en cambio, durante el primer año sólo germinan a tasas inferiores a 10% y durante el segundo año ello se eleva a tasas de germinación mayores al 60%, traduciéndose en una gran acumulación de semillas de un año a otro que permiten su perpetuación.

También se ha determinado que el uso del fuego sobre praderas naturalizadas de serradella escarifican sus semillas, teniéndose una gran población de plantas en los años siguientes (Martínez y otros, 1999).

Con semillas sin vaina y escarificadas en forma mecánica las siembras se pueden realizar en forma directa y normalmente combinadas con variedades de semillas blandas que germinen bien durante los primeros años, hasta que se forme el banco de semillas de las variedades duras. Para mantener una alta reserva de semilla se recomienda realizar pastoreos livianos durante la floración; la clave del éxito es pastorear moderadamente liviano, pero en forma continua durante la estación de crecimiento (www.agric.wa.gov.au).

Día de campo en Australia

En la Región de La Araucanía se distinguen cinco áreas agroecológicas definidas que son: Secano Costero, Secano Interior, Valle Central, Precordillera y Cordillera Andina. Cada una de estas áreas tienen características propias de suelos, clima, abarcando diversas superficies (Rouanet, 1988). Una característica de la actividad agrícola realizada en La Araucanía es de tipo mixta con áreas importantes de cultivos anuales y una rotación con praderas aptas para la actividad ganadera. Aunque en el Valle Central, Secano Costero y Precordillera predominan las especies forrajeras perennes o de una mayor persistencia y productividad, en el Secano Interior las especies forrajeras sembradas más comunes, corresponden a leguminosas de auto resiembra natural como trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), anuales como trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*) y vicia (*Vicia atropurpurea*), que aunque poseen una menor productividad, se integran adecuadamente en la rotación con los cultivos.

Productores de semilla de serradella en Australia

Secano Interior

La revisión de antecedentes de serradella permiten concluir que las condiciones de clima y suelo más adecuados para que esta forrajera y otras leguminosas anuales de resiembra natural se desarrollen bien, se encuentran en el área de Secano Interior y en algunos suelos transicionales del Valle Central de La Araucanía.

El Secano Interior con mayores posibilidades para la serradella amarilla, ocupa una superficie de 413.000 ha y se encuentra en el sector noroeste de la Región de La Araucanía, con límites aproximados sobre la hoya del río Chol Chol por el sur, ríos Rehue, Huequén y porción central del río Malleco por el norte y en posición paralela a la cordillera de Nahuelbuta. Esta macroárea posee un período hídrico crítico o "estación seca" de 5 a 6 meses, con probabilidades que se agote el agua en el suelo entre los meses de diciembre a marzo; la "estación húmeda", caracterizada por tener exceso de humedad debido a un mayor aporte de agua de lluvias que la demandada por los cultivos, se presenta entre los meses de mayo a septiembre. La caída pluviométrica anual promedio es de 800 a 1.200 mm, con una concentración de 45% entre los meses de mayo a agosto y 14 a 20% en los meses de primavera. La temperatura máxima media de los meses más cálidos, diciembre a febrero, oscila entre 25 a 27°C, siendo la mínima media de 10°C. Por otra parte, durante los meses más fríos, junio a agosto, la máxima media es de 12°C y la mínima media 4°C. Posee un período libre de heladas de 31 días, el cual se presenta normalmente durante enero. Los tipos de suelos que se encuentran en esta macroárea son derivados de cenizas

volcánicas antiguas y graníticos. Son de topografía ondulada a quebrada, susceptibles a la erosión, variando su capacidad de uso entre las clases III, IV, VI y VII. Su aptitud preferencial es silvícola y ganadera y requieren una fuerte fertilización nitrogenada.

Serradella naturalizada en Ercilla, Región de La Araucanía

Los suelos derivados de cenizas volcánicas antiguas o "rojos", poseen sobre 50% de arcilla en su perfil, con bajos contenidos en materia orgánica, que los hace deficitarios en nitrógeno, además de presentar problemas de fijación de fósforo, aunque en menor grado que los suelos de trumao. Presentan problemas de laboreo, derivado de la alta susceptibilidad a erosión, rápido anegamiento en otoño-invierno y extrema sequedad en período estival. En base a lo anterior, su manejo debe realizarse orientado a siembras tempranas de invierno, para conservar su productividad. Para cultivos de invierno, como cereales y leguminosas, existen riesgos de sequía; esta macroárea no es apta para cultivos de primavera. Existen ciertos sectores aptos para la fruticultura bajo condiciones de riego, siendo por condición edáfica principalmente más apta para la explotación ganadera y silvícola (Rouanet, 1988).

Especies mejoradas tradicionalmente recomendadas corresponden a gramíneas, tales como ballicas perennes (*Lolium perenne L.*) y festucas (*Festuca arundinácea*) y en leguminosas trébol subterráneo. La persistencia promedio de estas especies en esta área puede llegar a 8 años (Rojas y Romero, 1990). El déficit hídrico en la época estival se traduce en el mediano plazo, en praderas degradadas, con ausencia de especies nobles, obligando a reestablecerlas y por ende en el aumento de los costos de producción del sistema ganadero. Se estima que en estos sectores las praderas naturales comprenden sobre el 80% de la superficie (Rojas y otros, 2001).

Ecotipo de serradella amarilla en Victoria, Región de La Araucanía.

Ecotipo de serradella amarilla en Quino, Región de La Araucanía

Las praderas naturales en esta área se caracterizan por tener un período de producción estacional de primavera y una baja productividad entre 800 a 1.000 kg MS ha^{-1} (Romero, 1996), compuesta por especies anuales y malezas, correspondiendo a chépica (*Agrostis tenuis*) su principal componente. Representan además, en la mayoría de los sistemas de pequeños productores, el aporte forrajero básico, que germina usualmente después de la cosecha de los cereales. Aunque se incluyen leguminosas para aprovechar la fijación de nitrógeno y aumentar la disponibilidad de forraje, la acidez de los suelos y la baja disponibilidad de fósforo en el perfil, normalmente atentan contra la producción y persistencia de la leguminosa, contribuyendo así a una baja sustentabilidad del sistema.

Una leguminosa alternativa, según antecedentes extranjeros, lo constituye la serradella amarilla (*Ornithopus compressus*), que es anual de resiembra natural y que en áreas mediterráneas de secano, produce significativamente más materia seca que trébol subterráneo, con menores requerimientos de fertilización fosfatada y potásica, y similar persistencia de producción (Paynter, 1992).

Serradella amarilla en Temuco, sector Boyeco

De esta forma, la serradella se presenta como una alternativa cierta para ser usada en la ganadería del Secano Interior y transicionales de la región (Catrileo y otros, 2005), como especie pura o asociada con otras especies forrajeras gramíneas y leguminosas. Los antecedentes que se entregan en esta publicación corresponden a los obtenidos en la ejecución del proyecto **"Introducción de serradella y formación de bancos de semilla en suelos ganaderos frágiles del secano interior de la IX Región"** (Catrileo y otros 2003), el cual fue posible a cofinanciamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y que fuera realizado entre los años 2003 y 2006 en INIA en la localidad de Vilcún y con el apoyo del INDAP, en otros tres sitios de evaluación con productores, ubicados en las comunas de Temuco (Comunidad Epul), Galvarino (Comunidad Huenchual) y Victoria, según se indica en la Figura 1.

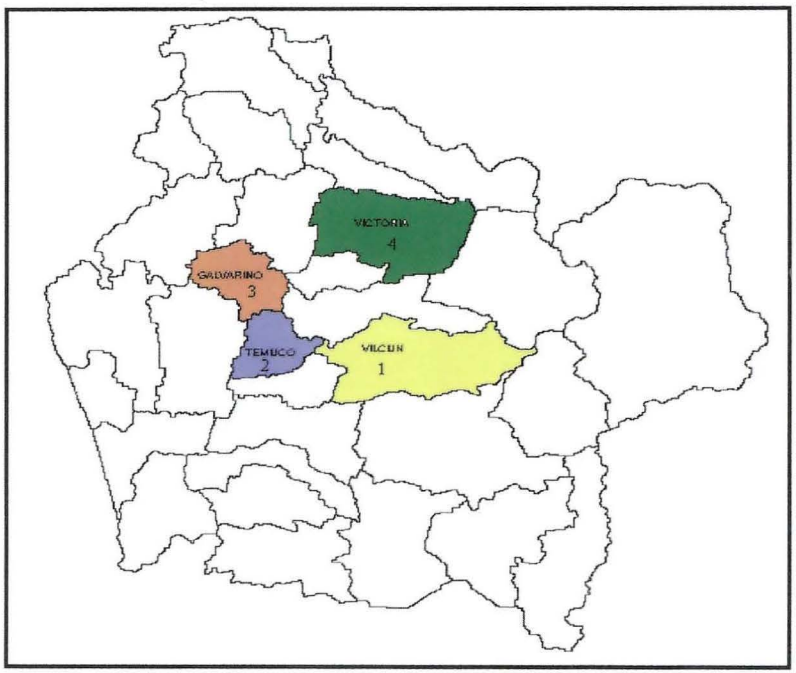


Figura 1. Mapa de ubicación del estudio realizado con serradella. Región de La Araucanía.

En INIA donde se evaluaron nuevas especies y variedades, el estudio se realizó en el Centro Regional de Investigación Carillanca, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Temuco, de la comuna de General López (38°41' lat. Sur, 72°25' long Oeste, 200 m.s.n.m.). El material introducido para su evaluación en la Región de La Araucanía fue obtenido a través de un convenio de colaboración internacional con CLIMA- Australia (Center for Legume in Mediterranean Agriculture), que además brindó su apoyo a través de especialistas.

Serradella amarilla a la madurez: gran producción de semilla.

La capacidad de resiembra de esta especie le confiere una gran persistencia en comparación a leguminosas y gramíneas tradicionales; su mayor producción de forraje y semilla en comparación a trébol subterráneo y mayor eficiencia en el uso del fósforo y potasio, representan una ventaja productiva-económica relevante para cualquier sistema de producción ganadera, especialmente en el Secano Interior de la IX región, donde los niveles de fertilidad del suelo, especialmente fósforo y potasio, son menores al de otras áreas agroclimáticas (Rouanet, 1988).

Adicionalmente, las especies leguminosas, tales como serradella, permiten un ahorro en la fertilización nitrogenada por la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico que le son características y de su alta calidad nutritiva que poseen para la ganadería, y que pueden ser un aporte importante para mejorar los sistemas de producción de la pequeña y mediana empresa agrícola.

Otro atributo importante, es la introducción de esta especie en sistemas silvopastoriles, debido a la complementariedad que significa tener una leguminosa bajo el dosel del bosque, con aportes importantes de nitrógeno de parte de esta, hacia las especies forestales.

Serradella amarilla en plantaciones forestales. Región de La Araucanía

Serradella amarilla después de ratrojo de trigo, Temuco

MORFOLOGÍA, AGRONOMÍA Y MANEJO DE SERRADELLA AMARILLA (*O.compressus*) y SERRADELLA ROSADA (*O.sativus*).

Oriella Romero Y.
Ing. Agrónomo M.Sc.

Serradella amarilla (O. compressus) en sus variedades Avila y Santorini y el ecotipo nacional Victoria y serradella rosada (O. sativus) con sus variedades Cádiz y la línea French, constituyen opciones forrajeras leguminosas para algunas áreas del Secano Interior de la Región de La Araucanía.

Introducción

En Chile, la introducción de germoplasma forrajero desde los centros de mejoramiento de Europa, Australia, Nueva Zelandia y otros, ha sido uno de los trabajos más recurrentes en la búsqueda de especies y variedades. Esto ha permitido solucionar problemas que limitan la producción y calidad del forraje como: stress hídrico, baja fertilidad y alto contenido de aluminio en algunos suelos, especialmente en las áreas de secano de la provincia de Malleco.

Dentro de las especies forrajeras, las leguminosas anuales de resiembra son una alternativa agronómica interesante, por su gran capacidad de producir semillas y la formación de bancos de semillas que convierten las praderas anuales en praderas permanentes de resiembra anual. A estas especies, se agregan gramíneas y leguminosas que por su adaptación y productividad han sido características de este ambiente. Es así, que INIA Carillanca de acuerdo a estudios de evaluación en el secano de diferentes especies y mezclas, recomienda a partir de los años 80 el trébol subterráneo sólo o asociado a festuca, como una alternativa tendiente a mejorar la producción y calidad del forraje consumido por los animales.

Vista general serradella amarilla, ecotipo chileno en predio de pequeño agricultor.

Recientemente se han introducido al país desde Australia, nuevas variedades de serradella amarilla y serradella rosada. Estas especies son una alternativa forrajera interesante por su amplia distribución y adaptación a suelos ligeramente ácidos y soportar periodos de déficit hídrico, pudiendo complementarse con trébol subterráneo.

A continuación se describen las características morfológicas, agronómicas, su manejo y resultados productivos de las serradellas amarilla y rosada.

Origen

La serradella es una leguminosa forrajera anual originaria de la cuenca mediterránea y en América del sur se encuentra distribuida en la región sur de Brasil y Uruguay y la región norte de Argentina.

En Chile esta especie forrajera fue identificada por INIA Carillanca (Rojas y Romero, 1997) en la Comuna de Victoria, Región de La Arucanía.

Adaptación

Se adapta a zonas con clima de tipo mediterráneo y templado con influencia mediterránea. La Región de La Araucanía es el límite sur de la zona mediterránea existiendo su área de adaptación en el Secano Interior norte de ésta región en las comunas de Victoria, Pailahueque, Ercilla, Galvarino y Nueva Imperial.

En general, esta especie crece en suelos de texturas arenosas habiéndose encontrado praderas de serradela amarilla naturalizada en algunas áreas de suelos arenosos de la provincia de Arauco y Concepción en la Región del Bío-Bío, y en suelos graníticos de la Región del Maule. En la Araucanía se ha encontrado en forma naturalizada en suelos transicionales de texturas intermedias entre trumaos y rojos arcillosos de las comunas de Victoria, Ercilla y Pailahueque.

Drenaje

La serradella rosada y amarilla no tolera suelos con mal drenaje o suelos sometidos a eventuales inundaciones. Se adapta a suelos bien drenados y especialmente aquellos de topografía ondulada, de lomajes suaves.

Suelo y fertilidad

Las serradellas presentan un modelo de crecimiento similar al trébol subterráneo, pero es más estable en su producción y se comporta bien en suelos ácidos y de baja fertilidad. Además, ambos contribuyen a mejorar la estructura del suelo, nivel de nitrógeno y actividad biológica.

Especies

En la actualidad se reconocen cinco especies de serradella que corresponden a:

O. *compressus*
O. sativus
O. pinnatus
O. Isthmocarpus y
O. perpusillus

Dentro de las especies mencionadas *O. compressus* o serradella amarilla y *O. sativus*, o serradella rosada, son las más conocidas y utilizadas a nivel mundial. En Chile, se estima que la serradella amarilla está presente en la Región de La Araucanía desde la década de los *50's* , mientras que la serradella rosada fue introducida al país desde Australia por el INIA en las regiones del Bío-Bío y de La Araucanía. Las variedades de serradella rosada han sido evaluadas y comparadas con serradella amarilla en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Serradella amarilla *(Ornithopus compressus)*.

La serradella amarilla se adapta a suelos ácidos de texturas livianas. Así, se han seleccionado variedades de madurez temprana y tardía, de crecimiento postrado y rastrero, tolerantes a muy tolerantes a suelos ácidos. Sus flores son de color amarillo. Entre las diferentes variedades de serradella amarilla, es posible visualizar diferentes tipos de vainas que envuelven o contienen las semillas y algunas son de quiebre fácil y otras de quiebre difícil. Además, su semilla presenta dureza a la germinación anual del orden de 5 a 99%, según la variedad. En general, a mayor dureza, mayor grado de persistencia de la planta. Entre las variedades comerciales más conocidas de esta especie están Paros, Santorini, Avila, Eneabba, Madeira, Pitman y Tauro, de diversos orígenes y seleccionadas en Australia.

Serradella rosada *(Ornithopus sativus)*

Esta especie es de una producción de forraje con hábito más erecto, con alta producción de semillas y excelente tolerancia a suelos ácidos. Sus flores son rosadas, produciendo una gran cantidad de semillas de baja dureza. Debido al bajo número de semillas duras su persistencia es menor a las otras especies, por lo que se recomienda su siembra asociada. Los genetistas están mejorando esta característica de las semillas para incluirla en futuras variedades (Freebairn, 1994). La variedad más conocida es Cádiz.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE SERRADELLA AMARILLA Y ROSADA

Las especies de serradella son de tipo anual de resiembra, sus hojas son finamente serradas con 9 a 10 pares de unidades que tienen una longitud de aproximada de 5 centímetros que terminan en una sola hoja. Las estípulas son casi nulas, siendo las hojas basales pecioladas y las apicales mayoritariamente sésiles, de follaje frondoso, posee pubescencia, en hojas y tallos siendo mayor en las hojas.

Plántula de serradella amarilla, ecotipo Victoria.

Existen diferencias en el color de las hojas, siendo la serradella amarilla de color verde intenso, comparada con serradella rosada de color verde grisáceo.

Hay especies con hábito de crecimiento variable, existiendo variedades postradas, semierectas y erectas. La serradella rosada, presenta un hábito de crecimiento semierecto en relación a serradella amarilla.

La serradella amarilla es de hábito de crecimiento postrado, que le permite proteger sus frutos en forma natural del constante pisoteo de animales. Presenta tallos con una longitud 70-80 cm en períodos de rezago prolongado. Los tallos presentan una densa pubescencia que cumplen la función de capturar pequeñas gotas de agua y que ayudan a sobrellevar las condiciones de secano en las que se cultiva.

La inflorescencia es una umbela de 3-5 flores con un pedúnculo largo. Las flores son amarillas y miden alrededor de 4-5 mm. y poseen un largo pedúnculo. En la serradella rosada, las flores son de color rosado y de mayor tamaño.

Serradella rosada y serradella amarilla

El fruto de la serradella amarilla es una vaina aplanada de aproximadamente 4-5 cm. de longitud (considerando el cuerno que poseen en el extremo superior) de color café oscuro y que presenta pequeñas hendiduras que separan las semillas en el interior. El número de semillas que tiene cada vaina es alrededor de 6-8 unidades. La vaina es de 2 a 5 cm, en general vellosa hacia el ápice. El color del tegumento de la semilla es amarillo ámbar. El fruto de la serradella rosada es una vaina segmentada de menor tamaño.

Vaina de serradella

En cuanto a la raíz, ambas serradellas presentan un sistema radicular muy desarrollado y profundo, lo que permite captar agua desde mucha profundidad, a diferencia de otras leguminosas del género *Trifolium spp.* Paynter (1990) señala que las raíces de la serradella amarilla pueden llegar a los 1,5-2 metros de profundidad, en La Araucanía se han medido raíces de 1 a 1,2 m de largo en un suelo transicional.

Características Agronómicas

La serradella es una leguminosa anual que se podría introducir en zonas manejadas tradicionalmente con monocultivos y en donde se requiere de nuevas alternativas de especies forrajeras, que permitan mejorar los bajos niveles de fertilidad de suelo provocados por los sistemas de producción tradicionales.

Tolerancia a la acidez

Una de las características de esta especie es su tolerancia a la acidez edáfica, desarrollándose bien en suelos con pH entre 4–5,6 condición en que muchas otras especies de leguminosas no se adaptan. En el caso de serradella amarilla, evaluaciones realizadas en La Araucanía han demostrado que ésta se adapta además en suelos con altos niveles de Aluminio soluble, como los que se aprecian en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de suelo de tres predios de La Araucanía donde se ha establecido serradella amarilla.

Nutriente	Temuco	Victoria	Galvarino
Fósforo (ppm)	8	10	9
pH	5,2	5,6	5,2
Materia orgánica (%)	4	10	7
Calcio	3,4	6,4	3,7
Al	9	7,7	14,1

Respuesta al Fósforo

Dentro de la búsqueda de especies para ambientes degradados o frágiles, la adaptación que presenten las especies forrajeras a suelos con bajos niveles de macronutrientes entre ellos el fósforo, es una característica deseable.

Sin embargo, las leguminosas en general, son especies demandantes y exigentes en fósforo, y para su establecimiento requieren adecuados niveles de este nutriente en el suelo. Bajos contenidos de este elemento en el suelo, no permiten expresar su desarrollo y potencial de producción de materia seca. Por esta razón, especies como la serradella surgen como una opción a considerar en suelos pobres de este mineral, mayoritarios en el Secano Interior de la Región de La Araucanía.

Fósforo al suelo y foliar

A objeto de evaluar la respuesta de la serradella a la aplicación de diferentes cantidades de fósforo al suelo y a las hojas, se realizó un estudio en el que se comparó esta respuesta con el trébol subterráneo (Rojas y Romero, 2002). En la Figura 1 y Figura 2 (a y b), se presentan los resultados de la aplicación de diferentes dosis de fósforo (0, 82,8 y 165,6 kg P_2O_5 ha^{-1}) en ambas especies, donde se aprecia una respuesta creciente a la mayor dosis de aplicación de fósforo, aunque ésta es mayor en trébol subterráneo.

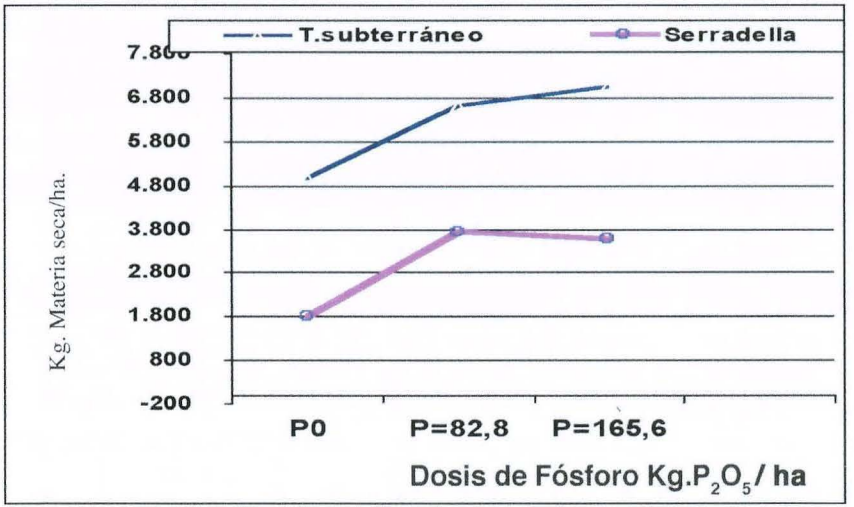
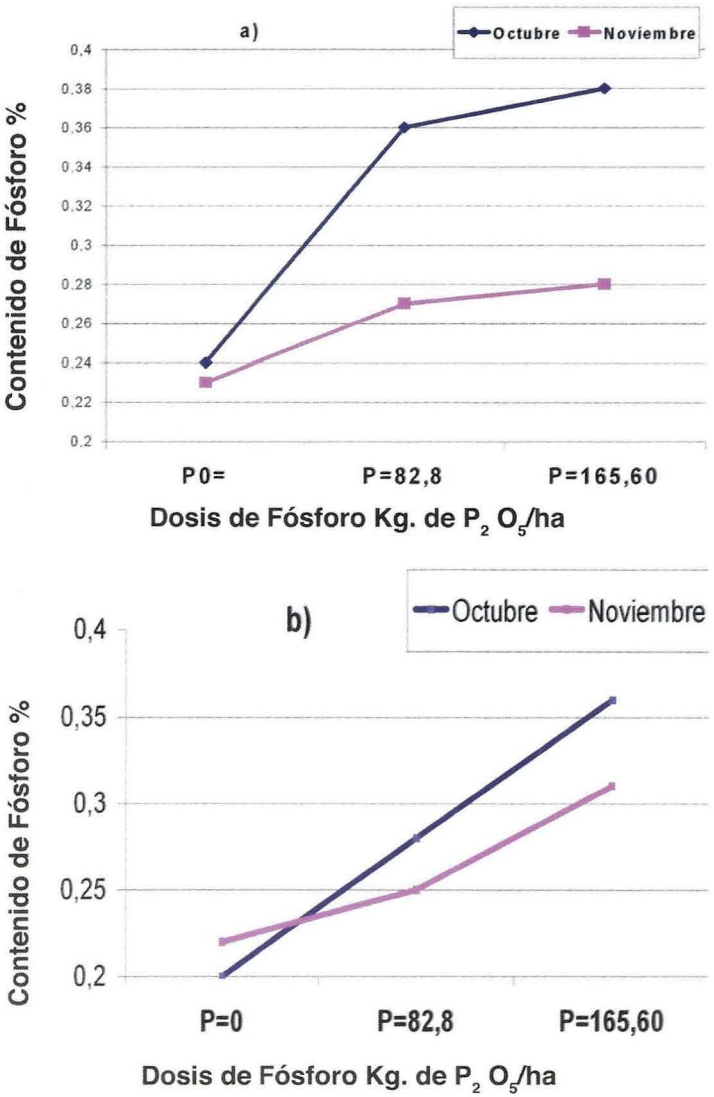


Figura 1. Respuesta de la serradella amarilla y trébol subterráneo a diferentes dosis de fósforo (kg $MSha^{-1}$).Temuco, Región de La Araucanía.

Figura 2. Efecto de la dosis de fóforo sobre el contenido de fósforo foliar (%) en dos leguminosas forrajeras:
a) Trébol subterráneo y b) Serradella amarilla. Temuco, Región de La Araucanía.



Fijación de nitrógeno

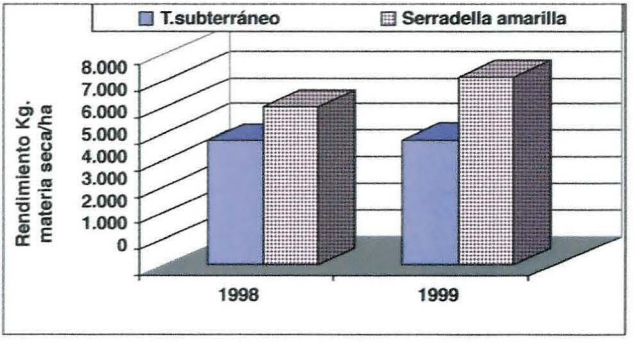
El nitrógeno es un macroelemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas, principalmente para estructuras vegetativas como las hojas, el cual es el órgano que se cosecha para la producción de forraje. La capacidad de aportar nitrógeno al suelo que posee la serradella amarilla, se realiza a través de la asociación simbiótica radicular que realiza con la bacteria *Bradyrhizobium sp.*, lo cual permite que la planta actúe como mejoradora de la fertilidad del suelo, disminuyendo así los niveles de fertilización nitrogenada que se deben utilizar con otros tipos de forraje (Ovalle y otros, 2005). Para que la fijación de nitrógeno sea efectiva, la siembra requiere de la aplicación de inoculante específico, aunque en suelos en que previamente se han sembrado leguminosas inoculadas, la planta se ha desarrollado sin problemas.

Raíces- nodulación

Producción de materia seca (MS)

La primera evaluación de la producción de materia seca del ecotipo de serradella amarilla en Chile se realizó en la comuna de Victoria en las temporadas 1998/99 y 1999/00, donde se comparó con trébol subterráneo, determinándose anualmente para trébol subterráneo, 4.700 kg MS ha^{-1} en ambas temporadas y para serradella amarilla, 5.900 a 7.100 kg MS ha^{-1} (Figura 3), lo que sitúa a esta especie como una excelente alternativa forrajera para uso animal por su productividad y persistencia.

Figura 3. Comparación de la producción de materia seca anual en serradella amarilla y trébol subterráneo kg MS ha^{-1}. Temuco, Región de La Araucanía.

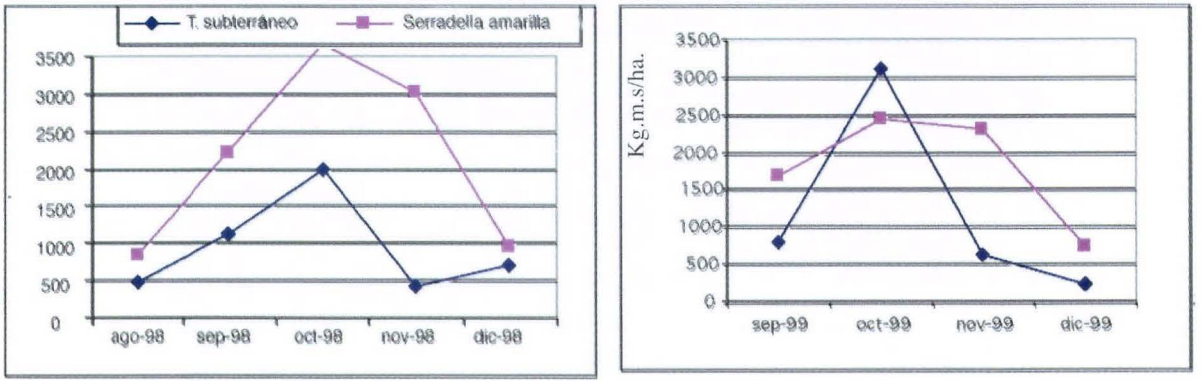


En el mismo estudio se observó y midió que la distribución de la producción de materia seca por parte del trébol subterráneo y el ecotipo de serradella amarilla son complementarios (Figura 4). En las evaluaciones realizadas se observó que en general, el ecotipo de serradella amarilla presentó una mejor distribución de materia seca a través del año, destacando que su producción se prolongó hasta fines de noviembre, mientras que en el trébol subterráneo ésta disminuyó a partir de octubre. Esta complementariedad de ambas especies relacionada a sus diferentes tasas de crecimiento hacia fines de la primavera, permite extender la estación de crecimiento y mejorar la calidad del forraje para los animales.

Formas de utilización

La principal forma de utilización de la pradera de serradella es el pastoreo, el cual necesita ser cuidadosamente regulado, en especial durante el período de floración, para asegurar una alta producción de semilla, sobre todo en los 2 ó 3 primeros años de vida de la pradera, cuando el banco de semillas aún no está bien constituido. La clave para asegurar una buena regeneración es pastorearla continuamente a lo largo de la estación de crecimiento y de forma moderada durante la floración (octubre – noviembre).

Figura 4. Comparación de la distribución de la producción de materia seca anual en serradella amarilla y trébol subterráneo kg MS ha^{-1} durante dos temporadas. Temuco, Región de La Araucanía.



Valor nutritivo

El estudio realizado en INIA Carillanca durante las temporadas 1998/99 y 1999/00, determinó igualmente la excelente calidad nutricional de la pradera de serradella amarilla, con valores promedio de 18,2% de proteína total y 2,4 Mcal EM kg^{-1} y una muy buena palatabilidad para el ganado (Rojas y otros, 2002). En la Figura 5, se presentan las variaciones del contenido de proteína en trébol subterráneo y serradella a través del año bajo condiciones de pastoreo. Se aprecia que ambos presentan una excelente calidad de forraje y que a partir del mes de noviembre se observa una fuerte disminución de la calidad del trébol subterráneo en relación a serradella.

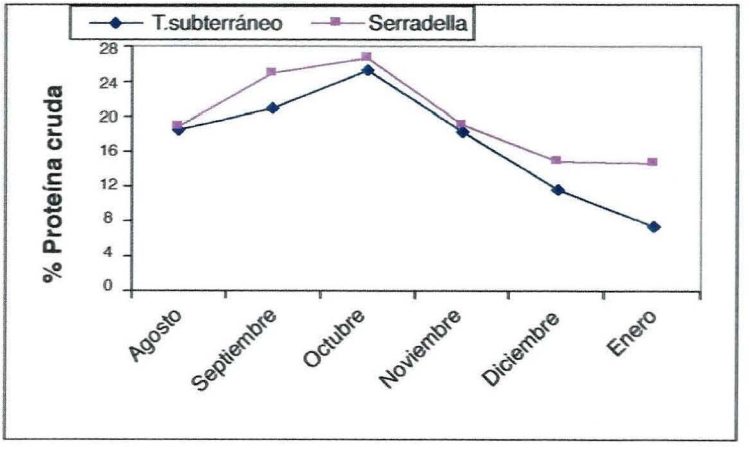


Figura 5. Variación del contenido de proteína en trébol subterráneo y serradella amarilla. Temuco, Región de La Araucanía.

En cuanto a digestibilidad de materia seca (DMS) y energía metabolizable (EM) en serradella amarilla manejada con distintos niveles de fertilización fosfatada, los valores determinados en los meses de octubre y noviembre fueron superiores a 83%, 73% y 2,67 Mcal kg MS^{-1}para la DMS, valor "D" y EM, respectivamente, no observándose variaciones importantes en la calidad en ambos meses como tampoco por efectos de la fertilización sobre los parámetros de calidad evaluados. Estos valores son comparables a los obtenidos con trébol subterráneo en la misma época.

Producción de semillas

Ante la presencia de condiciones adversas, como déficit hídrico, la serradella asegura su sobrevivencia presentando algunos mecanismos de escape como producir semillas duras o con diferentes grados de dureza, relacionados con la capacidad de absorción de agua de la membrana exterior de la semilla. Con ello forma "bancos de semilla", el cual genera una germinación continua de semillas en el tiempo. Las semillas inician su germinación sólo cuando las condiciones de temperatura y humedad les sean favorables, asegurando así su permanencia a lo largo de los años.

Este aspecto cobra importancia desde el punto de vista de economía de semillas pues no es necesario establecer nuevamente la especie una vez que el banco de semillas ya está formado y contribuye a una reducción del costo de siembra por la menor utilización de maquinaria y otros insumos asociados.

Proceso de escarificación manual de semilla.

Semillas duras

Las semillas germinan cuando se ha producido el proceso de ablandamiento de sus capas externas, lo cual se produce por las diferencias térmicas entre el día y la noche, por el entierro de las semillas en ausencia de luz o también puede ocurrir por el pisoteo de los animales mientras pastan (Ovalle y otros, 2005).

Tanto las serradellas amarillas como aquellas rosadas, poseen esta característica, sin embargo, la serradella amarilla es la especie que posee un mayor porcentaje de semillas duras, entre 60-95% el primer año. Esto le permite mantenerse en el tiempo, formando un banco de semillas en la pradera. La gran diferencia con la serradella rosada, es que ésta posee sólo alrededor de 4% de semillas duras, que en los primeros años hace que presente un mayor aporte en la producción de forraje, pero el banco de semillas se reduce drásticamente y en condiciones de alta pluviometría puede ser una de las causas de una menor persistencia en la pradera. Esta característica otorga la posibilidad de establecerla asociada a serradella amarilla confiriéndole a la mezcla precocidad y rapidez en la producción de los primeros dos años. Posteriormente, se logra una mayor persistencia con la producción de la serradella amarilla, a través de la formación de los bancos de semilla que sostendrán la producción futura de la pradera.

Semillas en rastrojo.

Utilización

Se recomienda utilizar ambas especies de serradella en pastoreo una vez establecido el banco de semillas. Con el banco de semillas ya formado, a partir del tercer año en adelante, es posible un mejor manejo del pastoreo. En general al inicio se recomienda pastoreos suaves y la clave para asegurar una buena regeneración es pastorearla continuamente a lo largo de la estación de crecimiento y de forma moderada durante la floración, o en definitiva, no pastorear durante 15 días en esa época.

Establecimiento y cosecha

Época de siembra

En nuestro país se recomienda la siembra a principios de otoño, preferentemente entre los meses de abril o mayo. La serradella germina con las primeras lluvias de otoño dependiendo de la humedad y temperatura. A la siembra es sensible a las heladas y por lo tanto, siembras tardías corren el riesgo de descalce reduciendo la población o pérdida total de la siembra. Es así que es recomendable establecerlas asociadas a un cereal, para reducir el problema indicado.

La mayoría de las serradellas tienen un crecimiento indeterminado, que les permite producir flores y semillas hasta que la humedad y la temperatura son adecuadas para seguir creciendo. En años húmedos en la Región de La Araucanía es común encontrar a las serradellas creciendo activamente hasta mediados de diciembre. En años secos, la serradella detiene su crecimiento a fines de noviembre.

Dosis de siembra y profundidad

La dosis de siembra recomendada para Chile es de 30 a 40 kg ha^{-1} de semilla en vaina (tal como se cosecha) en siembras solas o asociadas. La experiencia australiana indica que utilizando semilla escarificada (sin vaina o desnuda) la dosis a utilizar puede bajar a 5-10 kg ha^{-1}.

Puede ser sembrada al voleo sobre suelo preparado, posterior a la siembra del cereal avena, trigo y /o triticale.

Cosecha

A diferencia del trébol subterráneo y dado el hábito más erecto de la planta en su estado maduro en relación a éste, es posible cosecharla con automotriz convencional. La planta produce una alta carga de semillas, susceptibles de desgrane en la medida que avanza la madurez.

Cosecha convencional de serradella

VARIEDADES DE SERRADELLA EVALUADAS EN LA ARAUCANÍA

La formación de bancos de semilla, en particular de la serradella amarilla (alto porcentaje de semillas duras) hace posible a partir del 3er año, el establecimiento de sistemas rotacionales con cultivos (Ley Farming System) que contribuye a la sustentabilidad del sistema

En el proyecto FIA-INIA, Proyecto PI-C-2001-1-A-036, fue posible evaluar la adaptación de diferentes especies y variedades de serradella importadas desde Australia (Catrileo y otros, 2003) en suelos transicionales y rojo arcillosos del Secano Interior. Lo anterior fue posible además, gracias a un proyecto de cooperación mutua entre INIA y CLIMA-Australia (Center for Legume in Mediterranean Agriculture), a través del cual se facilitó a INIA Carillanca los materiales vegetales a evaluar. Los resultados de otro estudio en el cual se evaluó al trébol subterráneo y el ecotipo de serradella (Rojas y Romero, 1997), permitió incluir también este material en evaluaciones con las demás variedades introducidas.

Parcelas de evaluación,
INIA Carillanca

Variedades

Santorini (serradella amarilla). Esta variedad fue introducida desde Australia, país en donde las serradellas y otras leguminosas anuales son muy populares debido a su buena adaptación a suelos de baja fertilidad y problemas de acidez y como alternativa al trébol subterráneo y otras leguminosas tradicionales.

Ávila (serradella amarilla). Esta variedad se obtuvo en Australia a partir de la selección de 99 líneas en cinco especies de Ornithopus en el año 1982. Para la selección de esta especie se utilizaron los mismos criterios que en Santorini; presenta una altura menor que ésta y su hábito de crecimiento es semierecto. Corresponde a una variedad tardía y al igual que todas las serradellas amarillas, presenta un alto porcentaje de semillas duras. Por su buen comportamiento y adaptación en Chile, hay interés por importarla.

Ecotipo Chileno (serradella amarilla). Identificado y evaluado por INIA en la comuna de Victoria, Región de La Araucanía. Los resultados han demostrado que presenta un 100% de semillas duras, buena persistencia en la pradera y que produce niveles de materia seca de 6.000 kg MS $ha^{-1}año^{-1}$ en condiciones de secano. Disponible en Chile.

Cádiz (serradella rosada). Corresponde a la primera variedad de French serradella desarrollada en Australia y que fue liberada en el año 1996. Es una variedad de madurez mediana. Se adapta muy bien a suelos ácidos, bajos en fertilidad. Tiene semillas blandas y puede ser sembrada sin escarificar, con una alta respuesta en germinación y producción (Nutt y Paterson, 1997). De igual forma, es una especie que puede ser sembrada en mezcla con serradella amarilla complementando la disponibilidad de forraje y la formación de bancos de semilla. No está comercialmente disponible en Chile, pero hay interés por importarla.

Línea French (serradella rosada). Al igual que en el caso anterior, esta línea corresponde a *O. sativus* de más reciente selección en Australia y con similares características que cv Cadiz (Loi, A., comunicación personal). Actualmente está siendo seleccionada en INIA Carillanca

AGRONOMÍA DE LAS VARIEDADES EVALUADAS

Germinación

Las mediciones realizadas indicaron diferencias en germinación entre las diferentes variedades y especies, observándose un mayor porcentaje de germinación en cv Santorini y Avila, obteniéndose también un mayor porcentaje de semillas duras en el ecotipo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de 4 variedades de serradella importadas desde Australia y un ecotipo regional de serradella amarilla. Laboratorio de germinación. INIA Carillanca.

Especie	Variedad/Línea/ecotipo	% Germinación
Serradella rosada	cv Cádiz	78
Serradella rosada	Línea French	82
Serradella amarilla	cv Ávila	86
Serradella amarilla	cv Santorini	92
Serradella amarilla	cv Ecotipo	2

Germinación en laboratorio

Nodulación

Dentro de los análisis realizados se hizo una evaluación de la presencia de nódulos en las distintas variedades de serradella. Al momento de la medición efectuada en la primera semana de diciembre, todas las variedades presentaron abundantes nódulos. Los resultados de las mediciones se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Estimación de la presencia de nódulos en especies de serradella. INIA Carillanca.

Especies	Observaciones
Serradella rosada French	abundantes (1)
Serradella Amarilla Santorini	abundantes
Serradella Amarilla Ecotipo (S/VAINA)	medios (2)
Serradella Amarilla Cadiz	medios
Serradella Amarilla Ecotipo (Escarificada)	medios
Serradella Amarilla Avila	medios
Serradella Amarilla Ecotipo (C/VAINA)	medios

(1) Más de 10 nódulos por planta; (2) Entre 5 y 10 nódulos por planta

Serradella amarilla (INIA, Carillanca)

Serradella rosada (INIA, Carillanca)

Producción de semillas

La cosecha se realizó cada año en la primera semana de febrero. En el Cuadro 4 se presenta la producción de semillas de serradella (vainas ha^{-1}) en el primer año. La producción total presentó diferencias entre variedades, lográndose la mayor producción en la variedad Avila, seguida por la línea French serradella.

Por otro lado, las variedades Santorini y Cádiz, ambas sembradas escarificadas al igual que el ecotipo, presentaron producciones similares de 3.000 kg vainas ha^{-1}. El menor rendimiento se obtuvo en el ecotipo que fue sembrado sin tratamiento de escarificación (con vainas) debido probablemente a la mayor presencia de semillas con alta dureza seminal (98%).

Cuadro 4. Producción de semillas (kg vainas ha^{-1}), INIA Carillanca Temuco. Temporada 2003/04.

Parcela	Cosecha (*)	Vainas en el suelo (**)	Rendimiento total (kg ha^{-1})
Serradella rosada French	2.993	1.161	4.155
Serradella amarilla Santorini	3.252	393	3.645
Serradella amarilla Ecotipo (sin vaina)	1.789	949	2.739
Serradella rosada Cadiz	2.618	384	3.002
Serradella amarilla Ecotipo (escarificada)	1.937	384	2.322
Serradella amarilla Avila	3.888	850	4.739
Serradella amarilla Ecotipo con vaina (testigo)	259	145	404

(*) : Corresponde a la medición con corte simulando una máquina cosechadora
(**) : Vainas que se desprenden de los tallos y caen al suelo.

Banco de semillas

Corresponde a las vainas que quedan en el suelo después de la cosecha y que permiten la perpetuación de la especie en el perfil del suelo a través de la germinación futura de sus semillas, incluso en sistemas bajo rotaciones con cultivos. Los resultados de la acumulación de semillas en el suelo se presentan en el Cuadro 5. Se observó una gran variación en el remanente, el cual fluctuó entre 360 kg en el ecotipo con vaina (alto % semillas duras), a 1.520 kg ha^{-1} en serradella variedad Santorini.

Cuadro 5. Banco de semillas kg ha^{-1}. INIA Carillanca, Temporada 2003/04 (Enero 2004).

Especies leguminosas	Residuo post cosecha kg ha^{-1}
Serradella rosada French	1.212
Serradella amarilla Santorini	1.520
Serradella amarilla Ecotipo sin vaina	677
Serradella rosada Cádiz	1.199
Serradella amarilla Ecotipo con s. Escarificada	813
Serradella amarilla Avila	652
Serradella amarilla Ecotipo con vaina (Testigo)	363

Producción de materia seca

Las variedades procedentes de Australia fueron sembradas con semilla desnuda e inoculantes específicos, mientras que el ecotipo serradella se sembró sin vaina, en forma natural (con vaina) y con la semilla escarificada. A partir del término de la primera temporada 2003/04, se procedió a medir la producción de materia seca de cada material y su composición química y botánica. Luego de un primer año de evaluación y posterior a seleccionar aquellas variedades más promisorias, se estableció una mezcla de serradella amarilla y rosada, con el fin de evaluar su comportamiento y respuesta en producción de materia seca.

En forma paralela, en sitios ubicados en el Secano Interior, en las comunas de Temuco y Galvarino, se distribuyó a pequeños productores semilla con vaina del ecotipo de serradella para evaluar el comportamiento de la planta en las siembras tradicionales realizadas por los productores. Los resultados de las variedades evaluadas en el Proyecto FIA se presentan en el Cuadro 6.

Serradella amarilla: día de campo en Victoria. Región de La Araucanía

Cuadro 6. Producción de materia seca total, base especie pura (MS kg ha^{-1}). Resultados promedios. INIA Carillanca.

Especie	2003/04	2005/06
Serradella rosada French	6.162	7.543
Serradella amarilla Santorini	5.039	(*)
Serradella amarilla Ecotipo sin vaina	3.338	(*)
Serradella rosada Cádiz	6.705	6.354
Serradella amarilla Ecotipo vaina escarificada	3.107	6.125
Serradella amarilla Avila	7.339	5.629
Serradella amarilla Ecotipo con vaina(testigo)	1.421	4.477
Mezcla cv Cádiz y cv Avila (50 y 50%)	(*)	6.573

(*): no evaluadas.

La producción total de materia seca presentó diferencias entre variedades y especies, lográndose los mayores rendimientos en la serradella amarilla variedad Avila con producciones de 7.339 kg de MS ha^{-1} seguida por las serradellas rosadas línea French y cv. Cádiz.

En la Figura 6, se presenta la distribución de la producción por corte durante el primer año de evaluación de las especies y variedades leguminosas.

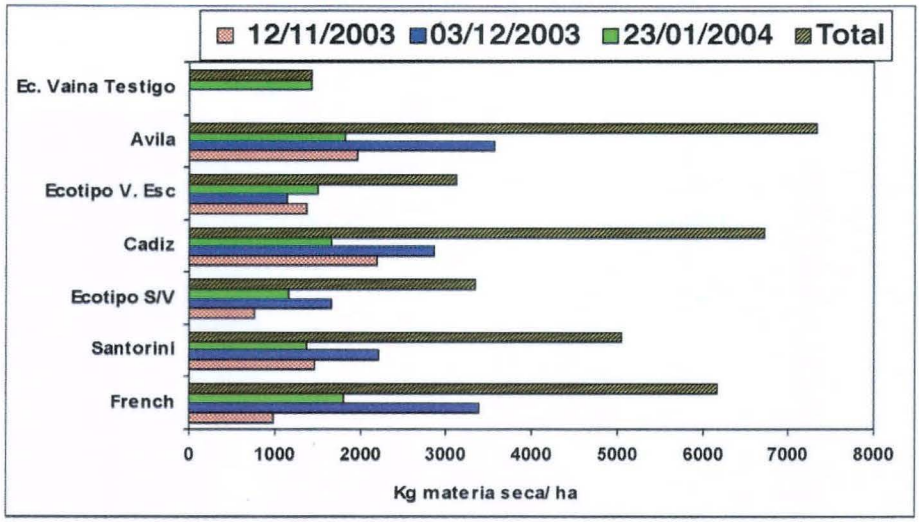


Figura 6. Rendimiento por corte (kg MS ha^{-1}) de especies de serradella. Temuco 2003-2004.

Las características de una mayor precocidad en la producción de las serradellas rosadas, así como su mayor porcentaje de semillas blandas, contrastado por la lenta producción de las serradellas amarillas con un alto porcentaje de dureza seminal, hace necesario y conveniente desde el punto agronómico combinar las características de ambas especies en una mezcla. Esto permite asegurar una mayor producción en el año de establecimiento debido a la serradella rosada y una mayor persistencia en los años sucesivos, debido a las características de la serradella amarilla.

La producción de forraje de las variedades mas promisorias dentro de las especies de serradella rosada comparadas con el Ecotipo se presenta en la Figura 7.

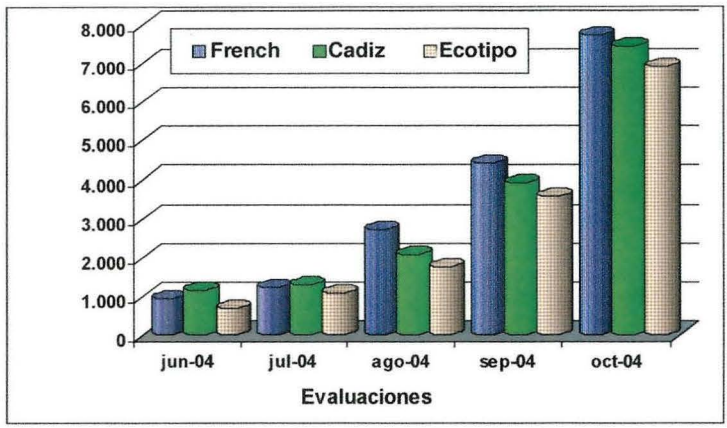


Figura 7. Rendimiento por corte (kg MS ha^{-1}) de 3 variedades de serradella. INIA Carillanca. Región de La Araucanía. Octubre 2004.

La producción total de materia seca especie pura (MS) presentó valores en el rango de 4.447 y 7.543 kg ha^{-1}, lográndose los mayores rendimientos acumulados con la serradella rosada línea French y Cádiz. La mezcla de especies de serradella rosada Cádiz con serradella amarilla superó en un 16% la producción de cv Avila sola y en un 3,5% a cv Cádiz. Las producciones del ecotipo escarificado fueron similares a Cádiz pura y mayores que las obtenidas en el testigo ecotipo sin escarifcar.

En las evaluaciones posteriores se mantuvo la tendencia (Figura 8) de mayor productividad para las serradella cv Avila y serradella rosada Cádiz y Línea French, mientras que el ecotipo de serradella local recuperó niveles importantes de producción con el avance de las temporadas, lo cual podría ser atribuido a su mayor adaptación al medio ambiente local y alta producción de semillas.

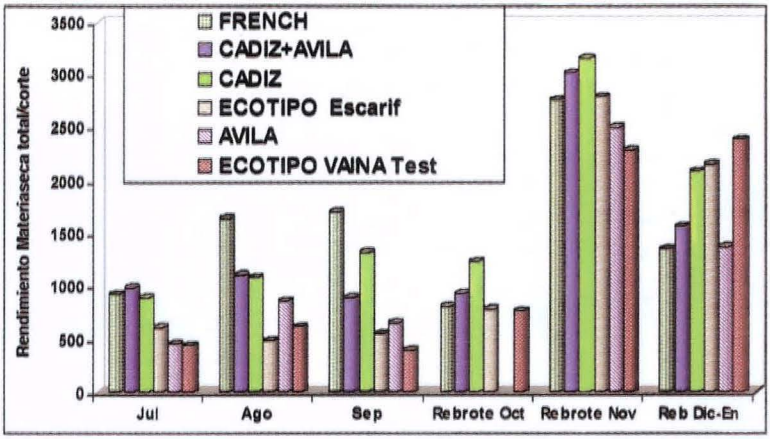


Figura 8. Rendimiento por corte (kg MS ha^{-1}), en variedades de serradella. INIA Carillanca. Región de La Araucanía. Julio a Enero 2006.

Luego de una segunda temporada se procedió a una nueva evaluación de la producción de semilla de las especies y mezclas. En el Cuadro 7 se presenta la producción de semillas (vainas) de las variedades estudiadas. En general, durante los ciclos evaluados, se determinó una buena producción de semilla en las diferentes variedades, destacando el ecotipo nacional de serradella amarilla. La producción de semilla alcanzada coincidió con valores obtenidos en Australia (Nutt y Paterson, 1997) y en la Región del Maule (Ovalle y otros, 2002).

Cuadro 7. Rendimiento de semillas (vainas, kg ha^{-1}), en 2 especies y mezclas de variedades de serradella. INIA Carillanca. Temuco. Temporada 2005/06.

Variedades	Rendimiento Semillas (kg ha^{-1})
French	725
Cádiz +Avila	657
Cádiz	654
Ecotipo Escarificado	1.412
Avila	566
Ec.Vaina Testigo	894

De estos resultados se pudo concluir que las variedades de serradellas presentaron diferencias en cuanto a su precocidad en producción de forraje y producción de semillas, siendo más precoz la serradella rosada y más tardía la serradella amarilla. La producción de semillas (expresada en vainas) evaluada en el año 2 presentó un banco de semillas de 566 a 1.412 kg ha^{-1}.

El mayor rendimiento correspondió al ecotipo testigo y escarificado seguido por la línea French.

Composición botánica y malezas

La serradella presenta al inicio de su establecimiento una fuerte competencia por malezas especialmente de hoja ancha. Sin embargo, a pesar de ello, la serradella es bastante agresiva para iniciar su contribución a la materia seca total disponible. Esto es más evidente con la serradella rosada que debido a su mayor porcentaje de semillas blandas y hábito de crecimiento, puede ofrecer una mayor competencia a las malezas. En la Figura 9, se observa la mayor contribución de serradella rosada en la producción de forraje total, comparada con serradella amarilla. Estas últimas deben esperar a la creación del banco de semillas o un manejo con herbicidas selectivos que le permitan una mejor competencia.

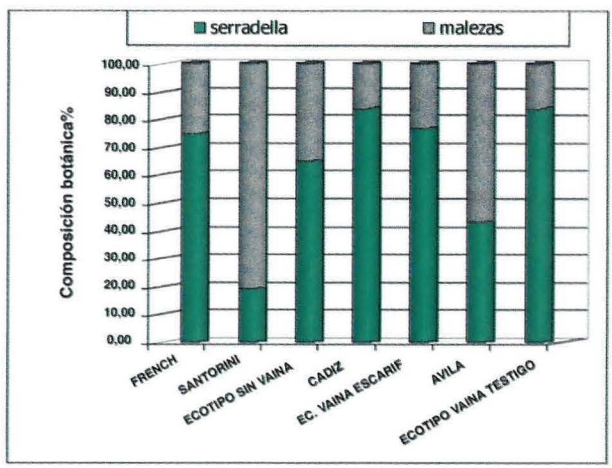


Figura 9. Composición botánica en la producción de materia seca total (kg ha^{-1}) en serradela. Especie pura y malezas. INIA Carillanca. Región de La Araucanía. Octubre 2004.

Calidad del Forraje

Las evaluaciones realizadas en INIA Carillanca contemplaron análisis químico de las especies y variedades durante su época de crecimiento. Los valores mensuales de proteína cruda se presentan en la Figura 10. Los contenidos de proteína en todas las variedades fue alto, sobre el 22%, observándose los mayores valores en el mes de agosto. Estos valores fueron superiores a los observados en un estudio bajo pastoreo (Rojas y otros, 2001) efectuado con serradella amarilla .

En la Figura 11 se presentan las variaciones de energía metabolizble. Esta alcanzó valores máximos, superiores a 2,5 Mcal EM kg MS^{-1}, en el mes de septiembre en todas las variedades estudiadas. Estos valores son similares a los obtenidos en los primeros estudios de calidad en 1998.

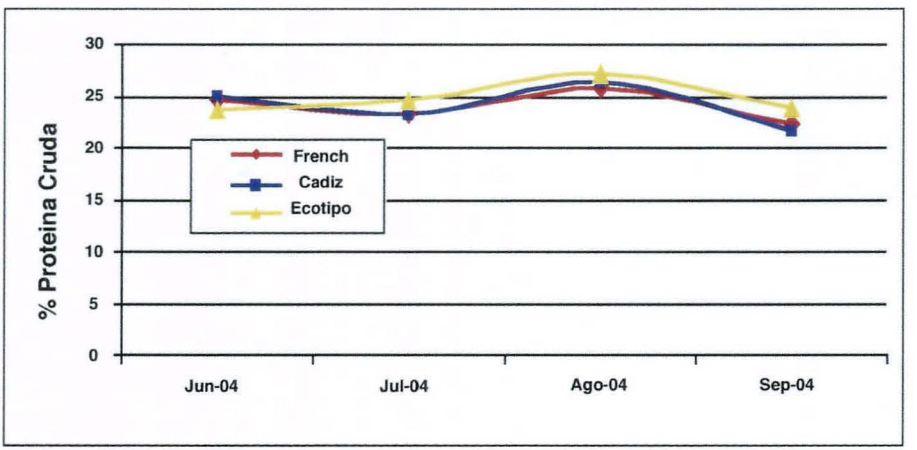


Figura 10. Variaciones del contenido de proteína cruda (%) en tres variedades de serradella. INIA Carillanca. Región de La Araucanía. Temporada 2004/05.

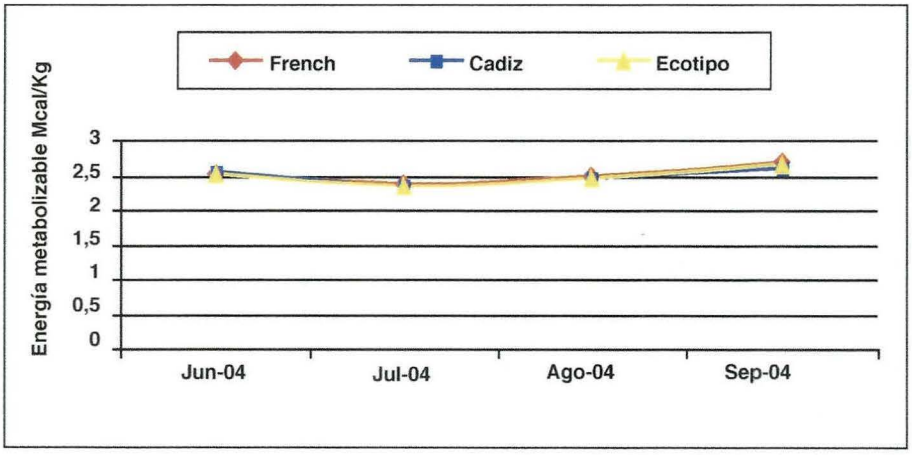


Figura 11. Variaciones del contenido de energía metabolizable (Mcal kg MS^{-1}) en tres variedades de serradella. INIA Carillanca. Región de La Araucanía. Temporada 2004/05.

Las características de las especies evaluadas por INIA Carillanca permiten en consecuencia, señalar que la serradella amarilla y rosada pueden constituir una opción forrajera para el secano interior de la Región de La Araucanía. Su rusticidad, producción y la formación de bancos de semilla, favorecen su adopción por los productores y su característica de leguminosa le confieren posibilidades, a través de su inclusión, de entregar mayor sustentabilidad a los sistemas agro-ganaderos del secano.

Serradella rosada.Jardín de evaluación INIA Carillanca

LA SERRADELLA AMARILLA PARA PRODUCCIÓN BOVINA EN EL SECANO DE LA ARAUCANÍA

Claudio Rojas García
Ingeniero Agrónomo M.Sc.

La utilización de serradella por el ganado permite el consumo de un forraje de alto valor nutritivo que puede ser complementario con el trébol subterráneo, especialmente en el Secano Interior de la Araucanía.

Introducción

Se estima que el 80% de los suelos del secano del sector norte de la región se encuentran cubiertos con praderas naturales y naturalizadas de baja producción y calidad del forraje, lo que se traduce en bajas cargas animales y en la existencia de praderas altamente degradadas, con bajo porcentaje de cubrimiento del suelo, dejándolos expuesto a los procesos erosivos generados por los animales y las precipitaciones.

La búsqueda e introducción de nuevas especies forrajeras de mayor adaptación y persistencia a las condiciones de secano según antecedentes de su zona de origen, unido al manejo de las especies persistentes ya existentes en la Araucanía, podrían ayudar a la presencia de una mayor cobertura vegetal de los suelos y forraje para el ganado.

Serradella en Victoria.
Región de La Araucanía

Serradella amarilla y trébol subterráneo en la región de La Araucanía

Las forrajeras que cumplen con estas características corresponden a trébol subterráneo y serradella, leguminosas anuales de resiembra natural; es decir, caracterizadas por producir todos los años cantidades suficientes de semilla, que germinan con las primeras lluvias de otoño, para perpetuar el ciclo productivo. En forma adicional aportan nitrógeno al suelo, a través de la fijación radicular del nitrógeno atmosférico y tienen alta calidad nutritiva para el consumo animal.

El trébol subterráneo en la Región de La Araucanía, recomendado ampliamente por INIA Carillanca, se ha desarrollado muy bien en los suelos de secano de la provincia de Malleco, constituyendo una de las pocas forrajeras que persiste a las condiciones climáticas imperantes, aunque con baja producción anual derivado de la baja fertilización a que es sometida.

Serradella amarilla en Victoria.Región de La Araucanía

La serradella, según información australiana crece en forma natural en suelos ligeramente ácidos del sector mediterráneo de secano, con producciones de materia seca que superan las 6 toneladas por hectárea anuales. Además de la mejor respuesta que la serradella ha mostrado en relación a trébol subterráneo, esta forrajera no tiene fitoestrógenos que puedan afectar la reproducción de los animales ni meteoriza el ganado. Sin embargo, la persistencia, la calidad nutritiva de la materia seca de ambas forrajeras, la fijación simbiótica, sus buenas aptitudes para el pastoreo y altas producciones de semilla son similares.

La serradella no es una forrajera muy conocida en el país, pero la especie serradella amarilla está presente en forma naturalizada en las comunas de Victoria, Ercilla y Pailahueque, señalándose como un ecotipo por los profesionales de INIA Carillanca (Rojas y Romero, 1997; Rojas *et al.* 2002).

El descubrimiento de esta especie forrajera en la región permitió evaluar su producción y distribución de forraje y la respuesta productiva de los animales que la consumían, en forma comparativa a trébol subterráneo, durante los años 1998 y 1999, en base a un Proyecto Fontec- CORFO.

Serradella amarilla y respuesta animal

En suelos de secano del área de Victoria ligeramente ácidos y con bajo contenido de fósforo disponible la serradella presenta una mayor producción de forrajes cercano al 30%, un mayor período de producción de alrededor de 15 a 20 días e incrementos diarios de peso y por unidad de superficie, respecto a trébol subterráneo.

El estudio se realizó en el predio San Elías de la comuna de Victoria (38°14' lat. Sur; 72°10' Long. Oeste; 350 m. s. n. m.), durante las temporadas de otoño y primavera de 1998 y 1999, en 10 ha praderas naturalizadas de trébol subterráneo y 10 ha de serradella, que se estimaron sembradas a inicios de la década del 50 del siglo pasado.

Los suelos del predio son derivados de cenizas volcánicas de características transicionales entre rojo arcillosos y trumaos, Serie Victoria, con texturas franco limosa, de topografía plana a suavemente ondulada, con pendientes de 1 a 3% y clase IV de capacidad de uso del suelo (Tosso, 1985). La composición química inicial indicó que era ligeramente ácido (5,7 de pH al agua), con altos niveles de materia orgánica (13%), niveles normales de nitrógeno (23 ppm), bajos niveles de fósforo disponible (7 ppm) y adecuados niveles de potasio (1,1 cmol+ kg^{-1}).

Ambas praderas fueron fertilizadas, en agosto de cada año, de acuerdo a la recomendación del Laboratorio de Suelos y Plantas de INIA, con 220 kg de superfosfato triple, 80 kg de muriato de potasio y 100 kg de fertiyeso por hectárea.

Evalución de serradella amarilla y ballicas con pastoreo. INIA Carillanca.

En el período primaveral de los dos años de estudio se midió la producción de forraje, composición química, producción de semillas y respuesta animal al pastorear las praderas.

Producción de forraje

La serradella y trébol subterráneo son forrajeras que sembradas en mezcla en el Secano Interior pueden complementarse para alargar el período de producción de forrajes en 15 a 20 días manteniendo la calidad química del forraje.

La producción de forraje de las praderas bajo estudio en las temporadas 1998 y 1999 se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Alturas y producción de materia seca de las praderas de serradella y trébol subterráneo. 1998 y 1999.

	TRÉBOL SUBTERRANEO		SERRADELLA	
	altura cm	Materia seca Kg/ha	Altura Cm	Materia seca Kg/ha
1998				
27 agosto	1,9	482	1,0	361
30 septiembre	4,6	1.121	4,3	1.078
29 octubre	17,0	1.990	13,6	1.681
26 noviembre	8,2	413	12,6	2.618
24 diciembre	9,4	713	8,6	253
Total		**4.719**		**5.991**
Promedio	**8,9**		**9,1**	
1999				
30 septiembre	8,5	787	10,3	1.677
28 octubre	21,4	3.113	19,8	2439
25 noviembre	8,6	607	13,8	2.285
28 diciembre	3,2	222	10,2	739
Total		**4.729**		**7.140**
Promedio	**9,3**		**13,0**	

Fuente: Rojas *et al.* (2002).

La producción de materia seca (MS) de la pradera de trébol subterráneo fue de alrededor de 4.700 kg ha^{-1} de MS en ambas temporadas, consideradas como muy buenas para el sector, en relación a lo obtenido por Romero y Rojas (1996) y no influenciadas por el efecto año. En la pradera de serradella la producción de MS se vio influenciada por efecto año, alcanzando en la primera temporada aproximadamente 5.900 kg ha^{-1} y en la segunda de 7.100 kg MS ha^{-1}, coincidentes con las obtenidas en Australia en forma natural en suelos ligeramente ácidos (Bolland y Gladstones, 1987) y similar a las obtenidas en Chile por Rojas y Romero (1997) con esta forrajera en el mismo sector de este estudio.

Evaluación con pastoreo,Victoria. Región de La Araucanía

En términos porcentuales la mayor producción de forraje de la pradera de serradella, respecto a la de trébol subterráneo fue de 21,3 y 33,8%, para las temporadas 1998 y 1999, respectivamente. Estos resultados también, coinciden con los obtenidos en Australia por Bolland (1991), Paynter (1992) y, Pinkerton y Randall (1994), quienes señalaron una mayor producción de 30% de MS en praderas de serradella, respecto de trébol subterráneo. Las diferencias de producción, entre ambas praderas, se definieron en el mes de noviembre, donde la serradella expresó mayor producción de forraje, respecto del trébol que fue en octubre.

En ambas forrajeras destaca la marcada estacionalidad de su producción, que inician su período de crecimiento útil para el pastoreo prácticamente en el mes de agosto, finalizando en diciembre, al igual que la mayoría de las praderas del sector. Sin embargo, se aprecian algunas diferencias en la estacionalidad entre ambas praderas, siendo mayor ésta en el trébol subterráneo en casi un mes. Así, durante la temporada 1998 la mayor producción de trébol se obtuvo desde el 30 de septiembre hasta el 29 de octubre y en la serradella desde el 30 de septiembre hasta el 26 de noviembre. En la temporada 1999 el trébol tuvo la mayor expresión de rendimiento desde el 30 de septiembre hasta el 28 de octubre, y la serradella desde el 30 de septiembre hasta el 25 de noviembre. Esta diferencia en la estacionalidad de su producción, está señalando una mayor tolerancia de la serradella a las condiciones de menor humedad en el suelo, debido a que en la zona el déficit hídrico se presenta a partir de octubre (Rouanet, 1983). Ello se atribuye a la raíz profundizadora que posee y que alcanza hasta 100 cm de largo, permitiéndole obtener agua a mayor profundidad que el trébol subterráneo.

La producción promedio de forrajes de la serradella y trébol subterráneo para las dos temporadas del estudio se muestran en la Figura 1.

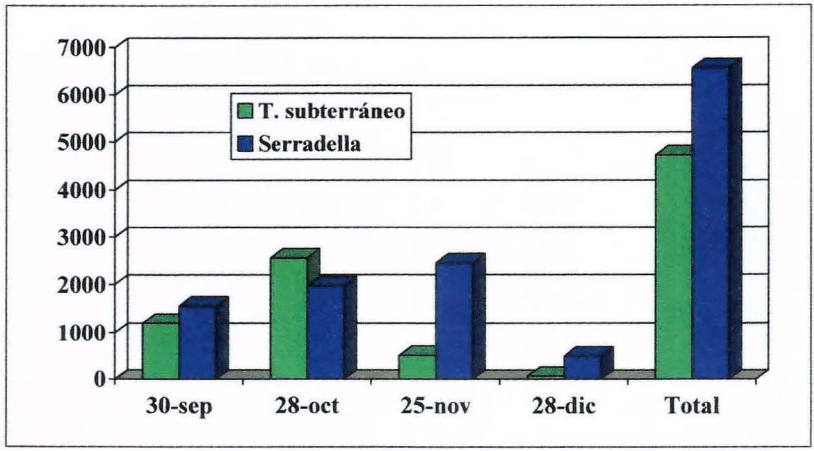


Figura 1. Producción primaveral promedio de forrajes de praderas de serradella amarilla y trébol subterráneo.

Serradella en Victoria.
Región de La Araucanía

Composición química de las praderas

La composición química promedio del forraje de la serradella y trébol subterráneo se muestran en el Cuadro 2, destacando las altas concentraciones de proteína, energía y nivel de digestibilidad, que señalan a estas forrajeras como leguminosas de excelencia para el consumo animal.

En general, se observa que los porcentajes de materia seca aumentan con el avance del período primaveral, alcanzando la mayor concentración en diciembre, lo cual es consecuente con el avance de la madurez fisiológica de estas praderas. En forma inversa el mayor contenido de proteína cruda, energía metabolizable y digestibilidad, se presentan al inicio de la temporada de crecimiento para disminuir posteriormente con el avance de la temporada. Ambas praderas tuvieron niveles similares en su composición química y se estima que las variaciones exhibidas se deben más a efectos climáticos y de composición botánica, que a características específicas de las plantas bajo estudio.

Cuadro 2. Composición química promedio de la serradella y trébol subterráneo.

	Serradella				Trébol subterráneo			
	Materia seca %	Proteína cruda %	E. M[1] Mcal/ kg	D.M.S[2] %	Materia seca %	Proteína cruda %	E. M[1] Mcal/ kg	D.M.S[2] %
sept.	15,9	28,2	2,6	72,6	17,8	23,4	2,4	68,2
oct.	17,2	20,2	2,5	70,7	18,7	21,6	2,7	75,8
nov.	34,4	11,8	2,4	65,2	36,2	14,6	2,5	71,0
dic.	85,5	10,3	2,0	51,5	70,5	11,0	2,0	56,3

[1] Energía metabolizable. [2]Digestibilidad de la materia seca
Fuente: adaptado de Rojas *et al.* (2002)

Animales e incrementos de peso

En la primera temporada del estudio las praderas de serradella y de trébol subterráneo se pastorearon con novillos y vaquillas de 256 kg de peso vivo, durante 100 días de primavera en pastoreo rotativo y carga promedio de 2 animales por hectárea obteniéndose incrementos diarios de peso vivo de 1,41 kg por animal en serradella y de 1,32 kg en trébol (Cuadro 3). Estos incrementos de PV se consideran altos para el tipo de animal empleado y largo del período medido. Las diferencias en los incrementos de PV favorables a los animales que pastorearon la serradella, se alcanzaron a mediados de noviembre, que es

coincidente con el mayor aporte de esta pradera en ése mes, respecto a la de trébol subterráneo (Figura 1). El mayor incremento de peso diario por animal obtenido en la pradera de serradella se tradujo, también, en mayores producciones de carne por unidad de superficie, de 7%

En la segunda temporada, las praderas se pastorearon durante 99 días con vaquillas de 236 kg, bajo un régimen de pastoreo rotativo con carga variable, de acuerdo a la disponibilidad de forrajes. Durante este período la carga animal promedio por hectárea en la pradera de serradella fue de 2,5 y en trébol subterráneo de 2,26, como consecuencia de la mayor disponibilidad de forrajes en esa pradera durante el período de pastoreo. Los incrementos diarios de peso vivo fueron de 1,3 kg por animal en ambas praderas, pero fue mayor la producción animal por hectárea en la pradera de serradella, respecto a la de trébol subterráneo, en aproximadamente 15%, lo cual se debió en forma directa a las mayores producciones de forraje de esta pradera, que permitieron tener una mayor carga animal promedio durante la temporada de estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Respuesta animal en praderas de serradella y trébol subterráneo 1998 y 1999.

	TRÉBOL SUBTERRÁNEO	SERRADELLA
1998		
Período, días	100	100
Carga animal, número/ha	2,0	2,0
Peso inicial, kg.	257	256
Peso final, kg.	389	397
Incremento diario de peso, kg/animal	1,324	1,410
Producción peso vivo, kg/ha	264	282
1999		
Período, días	99	99
Carga animal, número/ha	2,26	2,51
Peso inicial, kg	236	235
Peso final, kg	367	366
Incremento diario de peso, kg/animal	1,326	1,309
Producción peso vivo, kg/ha	296	329

Fuente: Rojas *et al.* (2002)

Producción de semillas

La producción de vainas de semillas de serradella y canastillos de semilla en trébol subterráneo, bajo pastoreo fueron medidas en enero de 1999 y febrero de 2000, alcanzando en serradella 445 y 730 kg ha^{-1} y en trébol subterráneo de 1650 y 1810 kg ha^{-1} para los mismos meses y años. Esta cantidad de semilla les permite persistir año tras año, en forma casi independiente de las condiciones climáticas.

Serradella madura en verano, sector Victoria.

Gran producción de vainas caen naturalmente al suelo

SERRADELLA AMARILLA, BALLICAS Y RESPUESTA ANIMAL

La pradera de serradella durante los meses invernales permite incrementos de peso similares o mayores que el de praderas de ballicas.

Durante parte de los meses invernales de junio y de julio de 2006 se comparó la producción y respuesta animal de una pradera de serradella y de una pradera convencional de ballica. El estudio se realizó en el predio Palihue del Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, durante el otoño de 2004 en aproximadamente 4 ha de praderas sembradas de serradella y de ballicas.

Las praderas estaban en suelos transicionales con características de Ultisol, de textura franco arcillosa, de topografía plana, clase III de capacidad de uso del suelo. La composición química inicial del suelo de la pradera de ballica indicó que era fuertemente ácido (5,4 de pH al agua), con bajos niveles de materia orgánica (8%), niveles medios de nitrógeno (253 ppm), muy altos niveles de fósforo disponible (21 ppm) y altos niveles de potasio (0.62 cmol+kg^{-1}).

Producción de forraje y composición químicas de las praderas

Las características productivas de las praderas utilizadas durante parte de los meses de junio y julio se presentan en el Cuadro 4, en las que se puede señalar la menor altura y mayor producción de materia seca, como también, mayor porcentaje de materia seca y de malezas de la pradera de serradella, en comparación a la de ballicas. En general, la apreciación general de la pradera de serradella era de menor altura pero de mayor densidad, que no dejaba ver el suelo, a diferencias de la de ballica que se observaba de mayor altura pero menos densa.

La mayor producción de materia seca y densidad de la serradella obligó en la planificación del pastoreo rotativo, a determinar franjas de mayor superficie para la pradera de ballica, como una forma de igualar las ofertas de materia seca por novillo de ambas praderas.

Cuadro 4. Características productivas y químicas promedios de las praderas de serradella y ballicas pastoreadas con terneros frisones durante parte de junio y julio.

	Pradera serradella	**Pradera ballica**
Altura, cm	9	12
Materia seca, kg/ha	1.929	1.889
Serradella, %	60	-
Ballicas, %	-	83
Malezas y material muerto, %	40	17
Materia seca, %	21,9	17,5
Proteína cruda, %	14,5	15,0
Energía metabolizable, Mcal/kg	1,88	1,92
Digestibilidad de la materia seca	55,7	57,8
Fibra cruda, %	27,4	25,9

En cuanto a las características químicas, no se apreciaron diferencias importantes en la proteína cruda y energía metabolizable de ambas praderas y sólo diferencias menores de mayor digestibilidad y menor fibra cruda en la pradera de ballica.

Serradella rosada: Día de campo en INIA Carillanca.

Animales e incrementos de peso durante el pastoreo invernal

Desde el 21 de junio hasta el 17 de julio las praderas de serradella y de ballicas se pastorearon cada una de ellas con 8 terneros Frisones, provenientes de la lechería de INIA Carillanca cuyos pesos vivos iniciales fueron en promedio de 196 kg, durante 26 días, bajo régimen de pastoreo rotativo y presiones de carga similares y equivalente a 2 animales por hectárea obteniéndose incrementos diarios de peso vivo de 0,981 kg por animal en serradella y de 0,615 kg en ballicas (Cuadro 5). Estos incrementos de PV se consideran altos para el tipo de animal empleado y época del año medido, lo que se estima debido a un efecto de llenado de los novillos, que hasta ese momento estaban pastoreando en praderas con menor disponibilidad. Las diferencias en los incrementos de PV favorables a los animales que pastorearon la serradella, se tuvieron durante todo el período de pastoreo, lo que estaría señalando un mayor grado de utilización de esta pradera, respecto de la de ballica. En esto pudo contribuir la mayor densidad de la pradera de serradella que permitió a los novillos recorrer menor superficie de pastoreo (menor tamaño de la franja de pastoreo) que en la pradera de ballica.

Cuadro 5. Pesos vivos iniciales, finales e incrementos de peso de terneros frisones en praderas de serradella y ballicas, pastoreadas durante 26 días de junio y julio de 2006.

	Pradera de serradella	**Pradera de ballicas**
Peso vivo inicial, kg	195	197
Peso vivo final, kg	220	213
Incremento diario, kg	0,962	0,615

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL USO DE SERRADELLA POR PEQUEÑOS AGRICULTORES DEL SECANO INTERIOR

Adrián Catrileo S.
Ing. Agrónomo MSc. Ph.D.

A precios actuales, el costo de producción de un kilo de materia seca de serradella considerando la siembra y mantención ascendería a $9,9 en comparación a $16,1 por kg de materia seca producida por trébol subterráneo.

INTRODUCCIÓN

La Región de La Araucanía es un territorio que presenta características económicas, sociales y étnicas que le confieren una imagen específica. Del total de habitantes, el índice de ruralidad supera el 38,7%, que equivale casi al doble del porcentaje de la población rural del país. Cifras recientes indican un aporte del sector silvoagropecuario de un 26% del PIB regional, con una tendencia estable en los últimos años. En cuanto a la distribución del ingreso, esta región presenta una variabilidad relativamente baja, si se compara con otras regiones o con el promedio del país. Sin embargo, su porcentaje de pobreza es de un 36%, índice superior al promedio. Respecto de la actividad productiva, destacan la agricultura empresarial también llamada comercial y la agricultura campesina, con un fuerte componente indígena.

Serradella amarilla después de avena en Comunidad Huenchual. Galvarino

Algo más del 50% de la masa ganadera de la Región de La Araucanía está en manos de 45 mil pequeños y medianos productores dedicados fundamentalmente a sistemas de crianza y donde el principal recurso forrajero lo constituye la pradera natural. Esta pradera natural es de producción muy estacional, de bajo rendimiento y calidad en comparación a las praderas de gramíneas y leguminosas sembradas, aunque, sin embargo, debido a factores de manejo y especies no adecuadas presentan una baja persistencia.

Bajo las condiciones del Secano Interior de esta región, especies como trébol subterráneo y festuca han tenido un buen comportamiento y persistencia y estudios recientes de INIA (Rojas y otros, 2002) han demostrado que la serradella amarilla podría ser incluida en los sistemas pratenses de esta área agroecológica.

Adicionalmente, las especies leguminosas, tales como la serradella, permiten un ahorro en la fertilización nitrogenada por la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico que le son características y de su alta calidad nutritiva que poseen para la ganadería, y que pueden ser un aporte importante para mejorar los sistemas de producción de la pequeña y mediana empresa agrícola.

Características de los productores de la Comunidad Huenchual (Galvarino).

Durante la ejecución del proyecto apoyado por INDAP se trabajó con 5 productores de la Comunidad Huenchual ubicada en el km 9 del camino cruce Galvarino camino a Chol-Chol, sector Quinahue y 5 productores de la Comunidad Epul, a 13 km de la ciudad de Temuco, camino a Chol-Chol. Estos productores se caracterizan por poseer una baja superficie de terreno, utilizada para subsistencia, donde siembran principalmente trigo para autoconsumo, avena, algunas hortalizas y el resto de la superficie la utilizan con ganadería. La preparación de suelos se realiza con bueyes, los cuales están presentes en todos los predios como fuente de tracción animal. El principal ingreso proviene de la venta de su mano de obra como trabajadores de temporada en la cosecha de fruta en la zona central del país, además, en algunos casos, como trabajador asalariado en predios de la comuna. El trabajo en la zona central se realiza anualmente entre los meses de enero y abril, con ingresos variables pero que les permiten abordar el resto del año con mejores expectativas.

Uso de la serradella con cerdos
en la Comunidad Huenchual

Al inicio de la ejecución del proyecto se procedió a evaluar el establecimiento del ecotipo de serradella bajo diferentes formas, resultando la siembra al voleo, después de la siembra del cereal, como la más efectiva.

Un resumen de las características del uso de del suelo se presenta a continuación:

Cuadro 1. Características del uso del suelo en un predio representativo de una comunidad de pequeños productores en Galvarino. Sector Quinahue (Superficie total:3 hectáreas). Región de La Araucanía.

Potrero	ha	Uso anterior	Uso actual
El lingue	0,5	Avena fardos	Pastoreo y fardos
Lingue alto	0,25	P. Natural	Arveja Francesa para verde
Monte	0,5	P. Natural	Avena blanca grano
Monte nativo	0,5	Árboles	Árboles
El alto	1,25	P. Natural	1 vaca con cría; 2 bueyes; 3 ovejas; 3 cerdos
Total	**3,0**		

Siembra y manejo de serradella

En los predios participantes, la siembra del ecotipo de serradella se realizó bajo diferentes formas, superficial y al surco acompañando a los cereales o a la arveja. Los mejores resultados se obtuvieron cuando la serradella se estableció en forma superficial entre Mayo y Julio, sobre la siembra del cereal. El establecimiento fue mejor cuando se hizo en potreros altos, de lomajes suaves. La planta no se desarrolló en suelos bajos con problemas de mal drenaje. Un buen stand de plantas se observó a partir del segundo año.

Plantas de serradella después de rastrojo de trigo.
Comunidad Epul. Temuco

Al segundo año y luego de la emergencia de las plantas los potreros se pastorearon a lo largo del año, manteniendo un rezago al momento de la floración de la planta en Octubre para promover la formación de vainas y semillas. Posterior a ello el potrero se rezagó para la cosecha de fardos en el mes de Diciembre.

Costos de producción asociados a la serradella y costo del kg MS

La falta de comercialización de serradella en el país hace difícil la adquisición de semillas. En algunos de los predios en que se ha podido establecer la serradella, los productores han cosechado entre 500 a 1.000 kg de vainas ha^{-1}. El kilo de vainas se ha transado a $1.000, lo cual representa una inversión importante para un pequeño productor ya que se requiere una dosis de 35 kg ha^{-1} para la siembra. Sin embargo, la siembra es sólo el primer año ya que la planta produce suficientes vainas para formar bancos de semilla en el

suelo que año a año aseguran su persistencia. Así la siembra, que es asociada a un cereal, que absorbe los demás costos, podría ser amortizada inicialmente en 10 años ($3.500 por ha y por año). A lo anterior, se debe agregar una fertilización mínima de mantención anual compuesta por superfosfato triple y muriato de potasio en cantidades de 100 kg/ha, respectivamente. Ello agrega un costo anual de $35.000 por ha, por este concepto. En el siguiente Cuadro se analiza y comparan los costos de producción del kilo de materia seca de trébol subterráneo y serradella.

Serradella amarilla en
Comunidad Epul. Temuco

Costos de producción de MS de T.Subterráneo y Serradella

	T. Subterráneo				Serradella			
	Kg/lt/ hr	$/un	$/ha	Costo $/kgMS/ año	Kg/lt/ hr	$/un	$/ha	Costo $/kgMS/ año
Establecimiento:								
Prep suelos	5	12,000	60,000		2.5	12,000	30,000	
semilla	8	3,000	24,000		35	1,000	35,000	
fertilizantes siembra								
-SFT	150	180	27,000		100	180	18,000	
-MK	100	170	17,000		100	170	17,000	
s-total establ.			128,000				100,000	
Prod. kgMS	2500				2000			
Persistencia años	5			10.2	10			5.0
Mantención:								
-SFT	100	180	18,000		100	180	18,000	
-MK	100	170	17,000		100	170	17,000	
s-total mantención			35,000				35,000	
Prod. kgMS	6,000				7,200			
Costo kgMS/año				**16.1**				**9.9**

En el cálculo se ha asumido que ambas especies no germinan completamente en el año de establecimiento y que ésta ocurre a partir del segundo año. En el cálculo se asume un 20% de mayor producción para la serradella, valor obtenido en los ensayos realizados por INIA Carillanca en el Secano Interior.

Serradella amarilla en Comunidad Epul, Temuco.

LITERATURA CITADA

ADAMS N.R., M.R.SANDERS and A.J. RITAR. 1988. Oestrogenic damage and reduced fertility in eww flocks in south western Australia. Aust.J. Agric.Res. 39:71-77

BOLLAND, M.D.A. 1991. Response of defoliated swards of subterranean clover and yellow serradella to superphosphate applications. Australian of Experimental Agriculture 31: 777-783.

BOLLAND, M.D.A., and GLADSTONES,J.S. 1987. Serradella (Ornithopus spp.) as a pasture legume in Australia. Journal of the Australia Institute of Agricultural Science 53, 5-10.

BOLLAND, M. D. 1986. Establishment of serradella by sowing either pod segments or scarified seed under a wheat crop. Aust. J. Agric. 26: 441-444

CATRILEO,S.A.; C. ROJAS, G.y O. ROMERO, Y. 2005. Con serradella se logra mejorar la oferta de forraje. Revista Tierra Adentro. N°61. P. 46-49

CATRILEO A., C. ROJAS y O. ROMERO 2003. Introducción de serradella y formación de bancos de semilla en suelos de sistemas ganaderos frágiles de la IX Región. INIA Carillanca. FIA. Proyecto PI-C-2001-1-A-036. Temuco, Chile.

CONLAN, D.J.; B. DEAR, B.S. and N. COOMBES, E. 1994. Effect of grazing intensity and number of grazing on herbage production and seed yields of Trifolium subterraneum, Medicago murex, and Ornithopus compressus. Australian of Experimental Agriculture. 34: 181-188.

EWING M., and N. DONALD 1999. Pasture legume recommendations 1998/99. Farm Weekly. Farm Budget Guide. p 42-47.

FREEBAIRN, B and GARDNER P. 2001. Serradella. Agfact P2.5.23, second edition. NSW Agriculture. http://www.agric.nsw.gov.au/reader/7746

FREEBAIRN, R.D. 1980. Lupins and serradella: a profitable pair. Agricultural Gazette of New South Wales 91, 3-2.

FREEBAIRN, R.D. 1994. Serradella: an advisory perspective. p. 61-65. Technical Report N°219. *In* Michalk, D., A. Craig, and B.Collins, (eds.). Primary Industries South Australia, Australia.

FU, S.M., J.G. HAMPTON, M.J. HILL AND K.A. HILL. 1996. Breaking hard seed of yellow and slender serradella (Ornithopus compressus and O. pinnatus) by sulphuric acid scarification. Seed Sci. & Technol. 24:1-6

LOI, A; J.HOWIESON, G., B. NUTT, J. and S.CARR, J. 2005. A second generation of annual pasture legumes and their potential for inclusion in Mediterranean-type farming systems: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 45(3) 289-299

MARTÍNEZ J.J., J. HERRANZ M., R. ELENA, A. SAN MIGUEL, G. MONTERO 1999. Importancia de las leguminosas en las primeras etapas de la sucesión vegetal en un pinar quemado de la provincia de Albacete. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos forestales. Serie N° 1, p.:273-282. Cuidad, España.

McNEILL A.M, A. ZHU-CHUN Y., R. FILLERY I.P., C. ZHU Y. 1997. Use of in situ 15N labelling to estimate the total below-ground nitrogen of pasture legumes in soil plants systems. Australian Journal of Agricultural Research. 48: 295-304.

McNEILL A.M., ZHU -CHUN Y.A., FILLERY I.R.P. 1998. Anew approach to quantifying the N benefit from pastures legumes to succeeding wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 49:427-436

NUTT, B. AND J. PATERSON, 1997. Cadiz French serradella. A new pasture variety for deep acid soils. Framnote N° 12/97. Agriculture Western, Australia.

OVALLE C., J.AVENDAÑO, A DEL POZO, C PORQUEDDU and S.ARREDONDO. 2000. Ten new annual legumes tested for unirrigated lands of the Mediterranean-climate region of Chile. Proceedings of the 10th meeting of the Mediterranean Sub- Network of the FAO-CIHEAM Inter Regional Cooperative Research and Development NetWork on Pastures and Fodder Crops, Sassari, Italy, 4-9 april 2.000. 45:161-165.

OVALLE C., DEL POZO A., AVENDAÑO, J. Y ARREDONDO S. 2002. *Biserrula pelecinus* y *Ornithopus spp.* Nuevas leguminosas para la zona Mediterránea de Chile. II roducción de fitomasa y semilla. p.3-4. XXVII Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. (SOCHIPA) 2,3 y 4 octubre de 2002.SOCHIPA, Chillán, Chile.

OVALLE C., A. DEL POZO, S. ARREDONDO Y J. CHAVARRIA 2005.Crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. I Comportamiento de las especies en la precordillera andina. Agricultura Técnica (Chile). 65(1):35-47.

PAYNTER, B.H. 1990. Comparative phosphate requirements of yellow serradela (*Ornithopus compressus*), burr medic (*Medicago polymorpha*) and subterranean clover (*Trifolium subterraneum*). Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 30:507-514.

PAYNTER, B.H. 1992. Comparison of the phosphate requirements of burr medic and yellow serradella with subterranean clover in the low rainfall wheatbelt of Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 32: 1077-1086.

PINKERTON, A. and P.J. RANDALL. 1993. A comparison of the potassium requirements during early growth of Lotus pedunculatus, Medicago murex, M. polymorpha, M. truncatula, Ornithopus compressus, Trifolium balansae, T. resupinatum, Pennisetum clandestinum, and Phalaris aquatica. Australian Journal of Experimental Agriculture 33:31-39.

PINKERTON, A. and P.J. RANDALL. 1994. Internal phosphorus requirements of six legumes and two grasses. Australian Journal of Experimental Agriculture 34:373-379.

REVELL C.K., G.B.TAYLOR and P.S. COCKS. 1998. Long- term softening of surface and buried hard seeds of yellow serradella rown in a range of environment. Australian Journal of Agricultural Research. 49: 673-685.

REVELL C.K., and EWING M.P., 1994. Status Off Serradella ornithopus spp research in Wester Australia. Alternative Pasture Legumes 1993. p: 47-49. In: D. Michalk, D. Craig, And Collins P. Primary Industry South of Australia Technical Report N° 219,

REEVES, T.G. 1988. Integration of Crops and Livestock. Proceedings Australian Society of Animal Production. (17): 115-123.

ROJAS, C. y O. ROMERO, 1990. Sistema de crianza de Hereford, utilizando festuca con trébol subterráneo en el valle de la IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 50: 379-385.

ROMERO O. y ROJAS C. 1996. Praderas en el secano interior de la IX región (Malleco-Cautín) p.: 563-578. (2a Edición) Praderas para Chile. Ruiz N.I. (ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

ROJAS C., y ROMERO O. 1997. Producción de materia seca y calidad de un ecotipo de serradella amarilla (Ornithopus compressus), en el secano del Valle Central de la IX Región. XXII Reunión Anual Sociedad Chilena Producción Animal (SOCHIPA)1997, Valdivia, Chile. 29-30 y 31 de octubre. P.3-4

ROJAS C. ROMERO O. y BARRIENTOS L. 2001. Producción de carne bovina en praderas naturalizadas de serradella amarilla (Ornithopus compressus) y trébol subterráneo (Trifolium subterraneum), bajo condiciones de secano de la IX Región. p.: 482-483. Resúmenes de la XXVI Reunión Anual SOCHIPA. Santiago.

ROJAS C. ROMERO O. y BARRIENTOS L. 2002. Producción de carne bovina en praderas naturalizadas de serradella amarilla (Ornithopus compressus) y trébol subterráneo (Trifolium subterraneum), bajo condiciones de secano de la IX Región. Agricultura Técnica 62 : 519-529.

ROUANET, M., J. L. 1983. Clasificación agroclimática IX Región. 2ª aproximación Macroárea I. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 2 (1): 22-26.

ROUANET M., J. L. 1988. Areas agroecológicas en la IX Región: Descripción. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca. 7 (1): 18-23.

ROMERO O. 1996. La pradera en el llano central de la IX Región. In Ruíz (ed; p.519-535) Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Chile. 519-535.

ROSSITER, R.C., W. COLLINS, J., and L. KLEIN, 1985. Winter growth and nutritive quality of Serradella (Ornithopus spp.) Australian Journal of Experimental Agriculture 25: 362-6.

SANDERS K.F. 1996. Development of the Dehulling Principle for a Serradella Dehuller. J.Agric.Engineering Res. 63: 1-8

TOSSO, J. (ed.). 1985. Suelos volcánicos de Chile. 723p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.

PUBLICACIONES ELECTRÓNICAS

http://www.inia.cl/geam/index.html, visitado en abril de 2005.

http://www.agric.nsw.gov.au/reader/pastvarieties/$WEB%20HOME?MIval=link&name=p2523-5.htm, , visitado en mayo de 2005.

http://www.pir.sa.gov.au/factsheets, visitado en mayo de 2005.

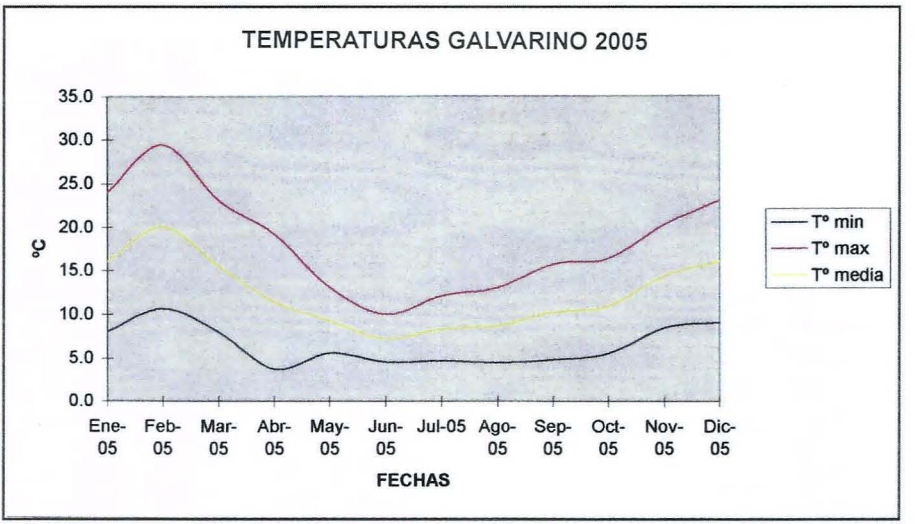
http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s0a.htm, visitado en septiembre de 2005.

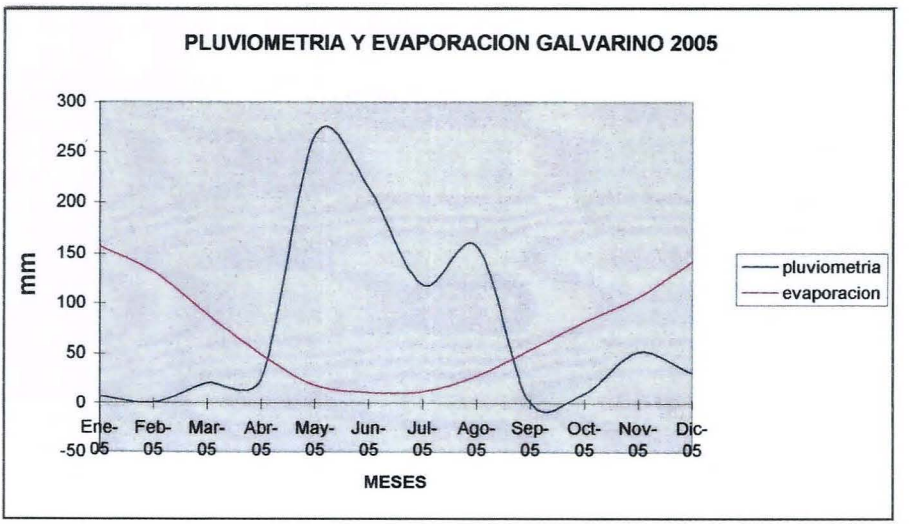
http://www.rjb.csic.es/floraiberica/floraiberica/texto/pdfs/07_49%20Ornithopus.pdf, visitado en marzo de 2006.

http://www.freewebtown.com/geam/Especies/especies/serradela.html, visitado en marzo de 2006.

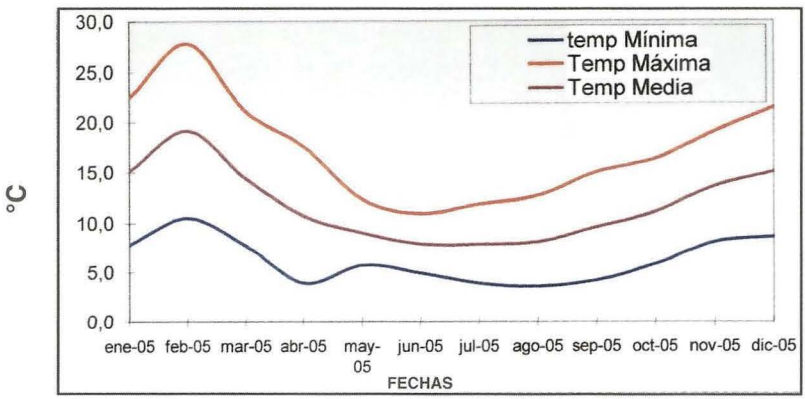
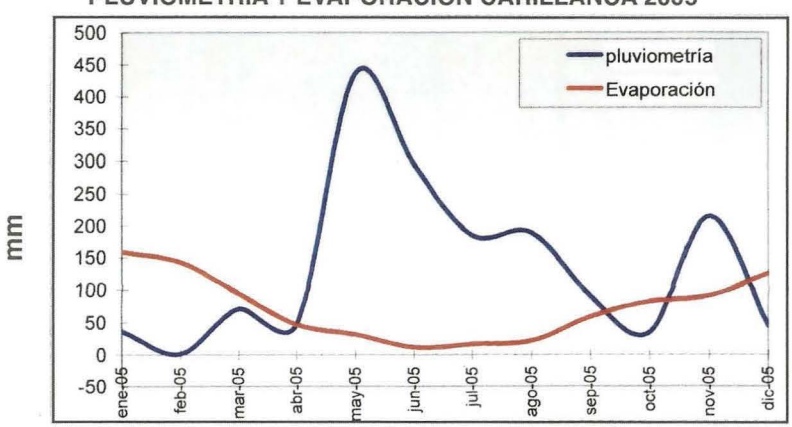
http:/ /www.inia.cl/ carillanca/ serradella

ANEXOS


TEMPERATURAS GALVARINO 2005
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
°C
Ene-05
Feb-05
Mar-05
Abr-05
May-05
Jun-05
Jul-05
Ago-05
Sep-05
Oct-05
Nov-05
Dic-05
FECHAS
T° min
T° max
T° media


PLUVIOMETRIA Y EVAPORACION GALVARINO 2005
300
250
200
150
100
50
0
-50
mm
Ene-05
Feb-05
Mar-05
Abr-05
May-05
Jun-05
Jul-05
Ago-05
Sep-05
Oct-05
Nov-05
Dic-05
MESES
pluviometria
evaporacion

TEMPERATURA CARILLANCA 2005



PLUVIOMETRIA Y EVAPORACIÓN CARILLANCA 2005