

FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON OVINOS EN UN HUERTO DE OLIVOS (*Olea europaea* L.) CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

FEASIBILITY OF A SILVOPASTORAL SYSTEM WITH SHEEPS IN AN OLIVE ORCHARD (*Olea europaea* L.) UNDER DRIP IRRIGATION

Christian Guajardo F.^{1*}, Álvaro Ferrada R.¹, Marcelo Doussoulin G.¹, y Georgia Almarza P.¹

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

* Autor para correspondencia E-mail: chguajar@udec.cl

RESUMEN

Se realizó una investigación con el objeto de evaluar la factibilidad de establecer un sistema productivo silvopastoral con ovinos en un huerto de olivos con riego por goteo. Se utilizó una pradera naturalizada, desde el 20 de noviembre del 2007 al 15 de marzo 2008, en el secano interior de la provincia de Ñuble, Chile. Los resultados de este estudio indican que en el período evaluado (primavera-verano) se obtuvo una producción de 1.503 kg MS ha⁻¹, con mayor producción en la sobrehilera donde había efecto de fertirrigación y sombra. Los suelos arcillo-arenosos fueron más productivos que los suelos arenosos, y presentaron una mejor composición botánica. El consumo de brotes y hojas por los ovinos no es perjudicial para las plantas, ya que tenían más de 1,0 m de altura. La carga animal obtenida fue de 1,3 UA ha⁻¹ período⁻¹. Es posible obtener un aumento en la condición corporal y peso vivo de los ovinos, logrando el peso necesario de encaste a los ocho meses para el caso de las borregas, incrementando el peso vivo y condición corporal de las ovejas. Se determinó que es posible establecer un sistema silvopastoral ovino-olivo bajo las condiciones de este estudio.

Palabras clave: agroforestería, ovejas, peso vivo, condición corporal.

ABSTRACT

A study was carried out in order to assess the feasibility of the establishment of a silvopastoral system with sheep in an olive orchard under drip irrigation. The study was conducted in a naturalized grassland located in the interior dryland area, province of Ñuble, Chile, from November 20th, 2007 to March 15th, 2008. The results of this study indicate that production reached 1,505 kg DM ha⁻¹ during the spring-summer season, with a higher production in the on-row, where the fertirrigation and shadow effect took place. Clay-sandy soils were more productive than sandy soils, and exhibited a better botanical composition. The consumption of sprouts and leaves by sheep was not harmful to plants, because plant height was higher than 1.0 m. Animal load was 1.3 AU ha⁻¹ period⁻¹. It is possible to obtain an increase in body condition and live weight of sheep, reaching the required weight for mating at eight months for ewes, and increasing the live weight and body condition of sheep. Therefore, it is possible to establish an olive-sheep silvopastoral under the specific conditions described in this study.

Key words: agroforestry, sheep, live weight, corporal condition.

INTRODUCCIÓN

El sistema silvopastoral ofrece la posibilidad de obtener un doble producto, ya que es un sistema de producción pecuaria integral en el cual interactúan árboles, arbustos, forrajeras herbáceas y animales (Mahecha, 2002). Es una alternativa para lograr un manejo sustentable del recurso suelo, con la utilización de cultivos intensivos, ya sea agrícola o forestal, y animales (INFOR, 2008).

Los modelos agroforestales permiten disminuir la erosión del suelo, mejorar o mantener su fertilidad, conservar la cantidad y calidad del agua, capturar carbono y conservar la diversidad biológica. En Chile, 47,3 millones de hectáreas se encuentran afectadas por la desertificación, es decir un 62,3 % de la superficie total. A su vez el 93% de ésta, sufre un grado de erosión desde moderada a grave (CONAF, 2007).

El secano interior de la Región del Bío Bío tiene principalmente suelos derivados de roca granítica con textura franco arcillosa-arenosa, susceptibles a la erosión hídrica y muy degradados. La temperatura media anual alcanza 27°C, con una mínima de 4,7°C y una máxima de 29°C. La pluviometría promedio fluctúa entre los 640 a 1.100 mm, siendo ésta el área de menor precipitación en la Región del Bío Bío (Del Pozo y Del Canto, 1999).

El olivo (*Olea europaea* L.) es una alternativa productiva para el secano interior de Ñuble, ya que se adapta a zonas de clima mediterráneo (Tapia et al., 2003; Lavín y Reyes 2004). En la región del Bío Bío existen actualmente 812 ha plantadas (Tapia et al., 2003), con una tendencia a incrementar la superficie plantada. Es una especie arbórea utilizada para la extracción de aceite y consumo directo de su fruto (Lavín y Reyes, 2004). Selles et al. (2006) mencionan que este cultivo responde en forma positiva al riego. La implementación de un sistema de riego en las zonas de secano evita una disminución en la productividad por consecuencia de largos períodos de sequía, permitiendo además elevar la calidad aceitera (Tovar, 2001).

La Región del Bío Bío cuenta con 173.726 cabezas de ovinos, ubicándose en el quinto lugar a nivel nacional (INE, 2007). Son dos las razas ovinas que se han adaptado de mejor forma a la zona del secano de la Zona Central de Chile, la raza Merino Precoz y Suffolk Down, o mestizos de dichas razas (Aubert, 2005).

El manejo de la alimentación y de la carga animal permitiría obtener los grados de condición corporal (CC) necesarios para lograr la expresión del potencial productivo para la raza (Sales y Latorre, 2001). Ovalle et al. (1984) de-

finen la carga animal anual como las unidades animales (UA) que una hectárea de pradera permite alimentar durante un año. Esta se relaciona directamente con la CC que se logrará en el sistema productivo. Milgroom et al. (2002) indican que la carga animal en los sistemas asociados es variable, de acuerdo a la pluviometría anual, sin embargo, mencionan un rango de dos a cinco ovinos por hectárea hasta el período en que la pastura se seca.

Los recursos forrajeros utilizados en el secano interior de Ñuble corresponden casi en su totalidad a praderas naturales, que presentan un amplio rango de producción, que varía entre los 198 y 4.459 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (Ovalle y Del Pozo, 1994). Figueroa (1986) considera estas praderas en general de mala calidad, y con dos períodos críticos de producción, el estival e invernal, donde las gramíneas pueden ocupar el 90 % de la cubierta pratense y algunas leguminosas con muy baja dominancia en la pradera.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la factibilidad de establecer un sistema de silvopastoreo en un huerto de olivos industrial con riego por goteo con ovinos de la raza Suffolk Down, en la provincia de Ñuble, Región del Bío Bío.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un huerto industrial de olivos 'Arberquina' de quinto año, perteneciente a la Empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A., ubicada en la comuna de Ránquil (36°39' S; 72°29' O). La zona agroclimática corresponde al sector del secano interior de la provincia de Ñuble, 30 km al oeste de la ciudad de Chillán. El huerto se estableció el año 2002, con un marco de plantación de 4,0 x 1,4 m, con una densidad de 1.785 árboles ha⁻¹, dispuestos en orientación este-oeste, y con un sistema de fertirrigación. Debido a que por razones de manejo se remplazaron algunos árboles, existe un crecimiento heterogéneo en diferentes zonas del huerto.

El período de evaluación de la pradera comprendió desde el 20 de noviembre del año 2007 al 15 de marzo 2008. La evaluaciones reproductivas del rebaño se realizaron una vez concluidos el encaste, mediante ultrasonido abdominal a hembras. El huerto tiene 10,2 ha y se utilizaron 5,0 ha en la implementación del ensayo. El sitio experimental se dividió en dos sectores, de acuerdo a las características físicas y topográficas: Sector 1, corresponde a un suelo de buen drenaje y de textura arenosa (Are), y Sector 2, con suelos levemente ondulados, con problemas de drenaje, textura arcillo-arenosa (Arc-Are).

Conformación del rebaño y manejo animal

El rebaño se conformó por 11 ovejas y 14 borregas, de raza Suffolk Down, con un rango de edad que fluctuó entre los tres meses a seis años. La identificación se realizó mediante un crotal con formato numérico único. A la llegada de los animales se realizó el corte de cola en borregas y vacunación de las hembras.

El pastoreo fue rotativo, utilizando un cerco eléctrico, aplicando el criterio de altura de entrada y salida de la pradera. El tiempo de pastoreo fue de hasta doce horas, el que se alcanzó el 15 de enero, ya que el manejo de los animales se encontraba sujeto a la planificación laboral de la empresa. Debido a la existencia eventual de un margen de horas en ausencia de alimento al inicio del estudio, las ovejas fueron suplementadas con paja de trigo durante el encierro nocturno en cobertizo, además se suministró agua y sal mineral en bloques a libre consumo durante el período de la investigación. El encaste se realizó a partir del 15 de marzo del 2008, utilizando la monta libre con un carnero Suffolk Down, en una proporción de 4,0% de las hembras por un período de un mes y medio.

Parámetros evaluados

Disponibilidad de forraje (kg MS ha⁻¹). Se determinó la superficie aproximada total utilizada para el pastoreo de 5.0 ha, con cinco y siete áreas o potreros por ciclo de pastoreo, respectivamente, mediante la toma de puntos de referencia en terreno con un plano georeferenciado, el cual posiciona puntos en el plano, hace entrega de las coordenadas de los puntos y finalmente determina el área comprendida. Estas áreas o potreros de pastoreo se establecieron con la finalidad de aprovechar la totalidad del forraje disponible, al control que se debe mantener sobre los animales en relación con el huerto, y a los ajustes posibles en superficie pastoreada de acuerdo a la determinación de producción de forraje.

El forraje disponible para ser consumido se determinó mediante el método del cuadrante. Este cuadrante metálico con un área de 0,25 m² fue lanzado al azar en diferentes sectores del huerto, en la entre hilera (EH), posicionándolo manualmente hasta los sectores derecho e izquierdo de la sobre hilera (SH), completando un total de cuatro muestras por potrero. El corte del forraje se efectuó dejando una altura de residuo de 6,0 cm, considerando ese límite como la altura de salida del pastoreo de los animales. Esto debido a que gran parte de las especies presentes en la pradera son gramíneas anuales. El material obtenido fue pesado en el Laboratorio de Forrajes de la Facultad de Agro-

nomía de la Universidad de Concepción, en una balanza digital (Digitron modelo Roble 10J, sensibilidad de 0,001 kg). Posteriormente fue secado en un horno de aire forzado (Kottermann KG., Alemania) a 65°C por 48 horas o hasta obtener peso constante.

Producción de forraje período primavera-verano. Se realizó un muestreo de la pradera, utilizando la metodología del cuadrante, cortando a ras de suelo, cuatro muestras por potrero, las que fueron separadas en entrehilera (EH) y sobrehilera (SH). Esta evaluación se realizó en cada una de las áreas de pastoreo utilizadas. El material fue analizado y pesado en el Laboratorio de Forrajes de la Facultad de Agronomía. Se secaron en un horno de aire forzado por 48 horas o hasta obtener peso constante. La MS se determinó para la EH y SH, ponderando respecto a la superficie representada por estos sectores, correspondiendo a un 75 y 25%, respectivamente. Para obtener el resultado final se sumaron las disponibilidades ponderadas de la EH y SH de ambos ciclos de pastoreo, comprendidos entre el 22 de noviembre 2007 y 2 de enero 2008, y desde el 3 de enero al 15 de marzo 2008, obteniendo así el total de kg de MS de la temporada.

Composición botánica. De las muestras tomadas para obtener la materia seca se obtuvo una submuestra para determinar la composición botánica, mediante la identificación de las especies de acuerdo a la metodología de Kogan (1992). El aporte porcentual base peso seco (BPS) se obtuvo mediante conteo y pesaje de las especies en forma separada de cada una de las submuestras analizadas. El porcentaje de materia seca total se determinó mediante la sumatoria del aporte de materia seca de cada una de las especies. Finalmente se obtuvo el aporte porcentual de cada especie respecto de la muestra total y separada según el sector de producción en SH y EH.

Consumo de forraje y eficiencia de cosecha (EC). El consumo de forraje se determinó mediante la toma de muestras de la pradera antes del ingreso de los animales y finalizado el pastoreo. La cantidad de forraje disponible se determinó mediante el método del cuadrante. El corte del forraje en el área muestreada se efectuó a ras de suelo. Finalmente el material obtenido fue analizado en el Laboratorio de Forrajes de la Facultad de Agronomía, donde se obtuvo el peso fresco y posteriormente fue secado en un horno de aire forzado por 48 horas o hasta obtener peso constante. Para la determinación de materia seca consumida por los animales se utilizó la relación entre los kg de materia seca disponible a la en-

trada al pastoreo y los kg de materia seca de residuo obtenidos al término de este. Finalmente, el resultado fue dividido por el número de días de pastoreo, determinando la eficiencia de cosecha del pastoreo.

Intervención de los animales sobre los brotes de los olivos. Se realizó con la finalidad de conocer el grado de intervención de los animales sobre los brotes. Se marcaron brotes de 10 árboles seleccionados al azar. Los árboles se identificaron con letras desde A hasta J, marcando a su vez, al azar, 10 brotes por árbol, correspondiente a la parte inferior, denominada faldón, considerado desde el suelo a 90 cm de altura del árbol; se midió la longitud, al inicio y término del pastoreo. Para comparar se tomaron árboles de características similares en cuanto a tamaño, vigor y edad, luego se compararon los tamaños de los brotes obtenidos con los de los árboles seleccionados para tener una muestra similar. Se calculó el porcentaje de brotes y árboles intervenidos por los animales, así como la magnitud de la intervención para ambos sectores de suelo.

Suplementación alimenticia. Se entregaron aproximadamente 360 g de paja de trigo por animal, equivalente al 30% del consumo total diario (National Academy of Sciences, 1985), por un periodo de 30 días comprendidos entre el 15 de diciembre y el 15 de enero. La suplementación se realizó en base a la necesidad de alimento de los animales y el bajo número de horas de pastoreo debido al manejo del huerto y del personal que en él trabajaba. A mediados de enero se suspendió la entrega de suplemento, ya que el tiempo de pastoreo aumentó a doce horas. Diariamente se pesó el sobrante presente en el comedero para determinar por diferencia el consumo promedio por animal. A través de observaciones visuales se determinó el comportamiento de los animales frente al olivar y su relación con la suplementación.

Composición nutricional de la pradera, brotes y hojas de olivo. Se obtuvo una muestra compuesta y representativa de todo el período experimental para determinar el valor nutricional de la pradera. Además, se tomaron muestras de brotes de olivos seleccionados para la determinación de la intervención ovino-olivo. Ambas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción para efectuar su análisis, determinando materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas (C), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y extracto no nitrogenado (ENN), de acuerdo a la metodología indicada por AOAC (1995).

Carga animal del período. Para el cálculo de carga animal (UA ha⁻¹) del período se utilizó la eficiencia de cosecha de los animales. Representa la relación entre el rendimiento de la pradera en el período primavera-verano, y los requerimientos anuales del animal; no se considera el aporte de la paja de trigo, debido a que la suplementación se efectuó durante un período determinado y con un alimento de bajo aporte nutricional, y el aporte de los brotes del olivar, ya que no se determinó consumo diario, sólo si existió intervención en los brotes.

Peso vivo (PV). El peso de cada animal se registró una vez al mes, exceptuando el mes de febrero donde se realizó un control al inicio y al término del mes, debido a que los animales se encontraban en el período previo al inicio de encaste (quince días previos encaste). Todo el rebaño se mantuvo en ayuno de doce horas previo al pesaje.

Condición corporal (CC). Se determinó la CC del rebaño de acuerdo a la metodología descrita por Sales y Latorre (2001), mediante la palpación de las estructuras constituidas por huesos, músculos y grasa a nivel de las primeras vértebras lumbares. Se determinó la CC una vez al mes junto con el pesaje. Las evaluaciones se realizaron entre el período de destete de los corderos hasta quince días previos al encaste, con el objetivo de conocer el grado de reservas corporales de los animales durante este período. La escala utilizada para la CC de los ovinos se encuentra graduada de 0 a 5 grados, pudiendo tomar valores intermedios de 0,5 y 0,25.

Índices reproductivos del sistema ovino. Para determinar el número de ovejas y borregas preñadas y de crías por hembra se utilizó un equipo de ultrasonido (MindRay®, modelo DP-6600 Vet., Nan shan, China) mediante el cual se realizó una ecografía transabdominal el día 26 de junio del año 2008, después de concluido el encaste a todas las hembras, determinando el porcentaje de fertilidad y prolificidad. El porcentaje de parición se determinó después de nacidos los animales.

La información generada se sometió a un análisis estadístico descriptivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje período primavera-verano. La producción total del período de estudio fue de 1.503 kg MS ha⁻¹ (Tabla 1), valor que se acerca al límite superior obtenido para la zona del secano interior, que fluctúa entre 1.200 y 2.000 kg MS ha⁻¹

año⁻¹ (Ruíz, 1996). Se consideró solo el forraje producido en primavera y verano, ya que en la fecha de inicio del muestreo la producción invernal se había eliminado mediante corte de limpieza, producto de las labores de mantenimiento programadas para el huerto de olivos. Se asume un 15% de productividad de la pradera en el período otoño-invierno (Ovalle, 1986; Ruíz, 1996; González, 2001), por lo que la productividad total anual de la pradera sería de 1.728 kg MS ha⁻¹ año⁻¹.

La producción total de forraje de la temporada estaría asociada a la presencia de fertirriego en el huerto, que puede ser aprovechado por la cubierta vegetal. Además, puede relacionarse a la sombra generada por el dosel del árbol. Al respecto, Ovalle (1986) en un estudio realizado en espino encontró que al utilizar un cubrimiento arbóreo de 30; 50; y 80% por hectárea, la producción de forraje aumentó en un 73; 200; y 246%, alcanzando valores de 2.780; 3.247; y 3.966 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente.

Tabla 1. Producción de MS de la pradera naturalizada en el período de primavera-verano (kg MS ha⁻¹).

Table 1. Dry matter production of the naturalized grassland during the spring-summer season (kg DM ha⁻¹).

Sector de producción	Producción (kg MS ha ⁻¹)
Entrehilera	641
Sobrehilera	862
Total MS (kg ha ⁻¹ período ⁻¹) *	1.503

*Las áreas de pastoreo 5, 6 y 7 no se consideraron en los cálculos de producción de materia seca por poseer tan solo un uso.

Joffre y Rambal (1993) determinaron que en los sectores bajo el dosel de tres especies leñosas, la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo fue de un rango de 238-330 mm, mientras que en áreas descubiertas el suelo almacenó entre 189 a 251 mm, lo que permite incrementar la producción de forraje, dado que las altas temperaturas y sequía en la época estival son la principal causa de la baja tasa de crecimiento del forraje. Ruíz (1996) señala que la tasa de crecimiento de la pradera natural en el período de septiembre se aproxima a los 40-50 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, la cual va disminuyendo en el mes de octubre a 10 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. Además menciona que la producción de forraje alcanza un máximo a fines de primavera y comienzos de verano, obteniendo un valor que no supera los 2400 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, dada la sequía estival y las bajas temperaturas invernales. Tapia et al. (2003) consideran la copa de olivo 'Arberquina' de una densidad foliar media, lo que aumentaría la disponibilidad de agua existente bajo la cubierta arbórea, permitiendo un mayor crecimiento de la cubierta vegetal, lo que resulta relevante en zonas como el secano interior.

Disponibilidad de forraje. La disponibilidad de forraje en ambos ciclos de pastoreo se considera alta (Tabla 2) lo que se puede atribuir al uso de fertirriego. Se observa que en los sectores Are existe una menor disponibilidad respecto de los sectores Arc-Are, lo que se relaciona a las caracte-

rísticas de suelo presentes en esos sectores de pastoreo. Águila (2004) señala que en los suelos arenosos es difícil obtener elevados rendimientos de las praderas debido a la baja fertilidad y contenido de materia orgánica que presentan. En sistemas silvopastorales realizados en Cauquenes, con espino (*Acacia caven*), la producción de la pradera mejoró de 1,2 a 2,0 t MS ha⁻¹ año⁻¹ al aplicar fertilización (Ovalle y Del Pozo, 1994), lo que demuestra que las praderas en zonas de secano pueden aumentar su productividad mediante la fertilización.

Composición botánica. En relación a la composición botánica de la pradera naturalizada, se puede observar que suelos Arc-Are se presentan un mayor número de especies respecto de los suelos Are. En el sector con suelos Arc-Are existe diferencia en cuanto a las especies presentes en las SH y EH (Tabla 3), lo que estaría asociado principalmente al uso de fertirriego en la zona de la SH, presentando especies de mayor interés forrajero, como *Lolium multiflorum* o *Sorghum halepense*.

La diferencia de composición botánica de la pradera del suelo Arc-Are con la del suelo Are se atribuye principalmente a la calidad de estos últimos (Águila, 2004). Esta diferencia no se podría atribuir al fertirriego, ya que se produce sólo en el cambio de tipo de suelo y no entre la SH y EH. Entre las especies encontradas destacan por su abundancia en la SH, en orden decreciente, *An-*

Tabla 2. Superficie, disponibilidad de forraje por área de pastoreo y tipo de suelo en el primer y segundo ciclo de pastoreo rotativo de los ovinos en silvopastoreo.

Table 2. Surface, forage availability per area of pasturage and type of soil in the first and second rotation cycle of pasturage of sheep in silvopasture.

Primer ciclo de pastoreo			
Área de pastoreo	Superficie	Características del suelo	Disponibilidad
(Nº)	(ha)		(kg MS ha ⁻¹)
1	1,6	Arc - Are	1.830
2	1,0	Are	759
3	0,7	Arc - Are	662
4	0,5	Are	292
5	1,3	Are	702
Total	5,1		
Segundo ciclo pastoreo			
Área de pastoreo	Superficie	Características del suelo	Disponibilidad
(Nº)	(ha)		(kg MS ha ⁻¹)
1	1,6	Arc - Are	935
2	1,0	Are	574
3	0,7	Arc - Are	1.105
4	0,5	Are	656
5	Sin uso	Are	Sin uso
6	0,5	Arc - Are	729
7	0,7	Arc - Are	812
Total	5,0		

Arc - Are: Arcillo-arenoso; Are: Arenoso; Arc: Arcilloso. En las áreas de pastoreo 5, 6 y 7 se efectuó un uso.

themis cotula, *Echinochloa crusgalli*, *Oenothera stricta* y *Sorghum halepense*, consideradas especies de mayor aceptación animal según las observaciones visuales realizadas. Por otra parte, en la EH existe una mayor presencia de *Plantago lanceolata*, *Convolvulus arvensis*, *Portulaca oleracea* y *Holcus lanatus*.

Según Ahumada y Faúndez (2001), las especies que presentan mayor porcentaje de aparición son las gramíneas anuales, en conjunto con otras pertenecientes a las familias Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae, que son dominantes en la estrata herbácea del secano mediterráneo, lo que concuerda con lo obtenido en este estudio. La zona de la SH presenta especies que se pueden clasificar de mayor aceptación animal, como son *Sorghum halepense*, *Echinochloa crusgalli* y *Lolium multiflorum*.

En tanto en la EH aparece *Holcus lanatus* en mayor proporción, como una especie de mayor consumo por los animales. También se puede observar que la especie dominante en el suelo arenoso es *Ammofila arenaria*, con un 61 y 75,5% de presencia en SH y EH, respectivamente. Se aprecia nuevamente *Holcus lanatus* como una especie común en ambos tipos de suelo. En el sector de suelo Are no se aprecia diferencia, en cuanto a la variedad de especies presentes en la EH y SH,

lo que se puede asociar a una restricción para el crecimiento de otras especies por las limitaciones que pueden presentar este tipo de suelos. Águila (2004) señala que en las praderas naturales del secano se puede favorecer el crecimiento de especies forrajeras adaptadas, recuperando parte de la fertilidad de los suelos, a lo que agrega que en suelos arenosos la composición botánica de la pradera tiende a ser de baja aceptación para el consumo animal.

Se observa en ambos tipos de suelo la ausencia de especies leguminosas, lo que es frecuente en las praderas del secano (Figuerola, 1986). García (1985) en praderas regeneradas en la zona de Valdivia, bajo un sistema silvopastoral denso, encontró que especies leguminosas desaparecen de la cubierta vegetal donde la pradera recibe menos luz producto del aumento en la densidad del dosel arbóreo.

Consumo de forraje y eficiencia de cosecha (EC). El consumo de materia seca fue menor en la EH que en la SH (Tabla 4). Esto se puede atribuir a que los animales prefieren consumir las especies presentes en el sector productivo de la SH; por consecuencia se produce una utilización

Tabla 3. Composición botánica de la pradera naturalizada presente en el huerto sector arcillo-arenoso y arenoso, tanto en la entrehilera como en la sobrehilera.

Table 3. Botanic composition of the naturalized grassland in the orchard, in clay-sandy soil and sandy soil, between rows and in rows.

Sobrehilera		Entrehilera	
Sector Arcillo-Arenoso			
Especie	Presencia (%)	Especie	Presencia (%)
<i>Ammophila arenaria</i>	5,4	<i>Plantago lanceolata</i>	31,6
<i>Oenothera stricta</i>	16,6	<i>Convolvulus arvensis</i>	16,2
<i>Rumex acetosella</i>	2,6	<i>Portulaca oleracea</i>	21,0
<i>Holcus lanatus</i>	6,4	<i>Holcus lanatus</i>	19,3
<i>Sorghum halepense</i>	15,4	<i>Oenothera stricta</i>	3,3
<i>Echinochloa crusgalli</i>	19,6	<i>Anthemis cotula</i>	8,6
<i>Anthemis cotula</i>	27,6		
<i>Lolium multiflorum</i>	4,4		
Material muerto	1,9		
Total	100	Total	100
Sector Arenoso			
<i>Ammofila arenaria</i>	61,0	<i>Ammofila arenaria</i>	75,5
<i>Holcus lanatus</i>	11,1	<i>Holcus lanatus</i>	18,4
<i>Anthemis cotula</i>	4,7	<i>Anthemis cotula</i>	1,5
<i>Oenothera stricta</i>	23,2	<i>Oenothera stricta</i>	4,6
Total	100	Total	100

Tabla 4. Disponibilidad, consumo y eficiencia de cosecha promedio del uso de materia seca en los ciclos de pastoreo rotativo de los ovinos.

Table 4. Means values of availability, consumption and harvest efficiency of the use of dry matter in rotation cycles of sheep pasture.

Primer ciclo pastoreo				
Sector de producción	Disponibilidad forraje	Residuo	Consumo	EC
	kg MS ha ⁻¹	kg MS ha ⁻¹	kg MS	%
Entrehilera	279	130	149	53
Sobrehilera	625	224	401	64
Segundo ciclo pastoreo				
Entrehilera	325	179	146	45
Sobrehilera	439	103	336	76

EC: Eficiencia de cosecha.

deficiente de la pradera, ya que el animal selecciona aumentando la EC en esta zona donde las especies son de mayor aceptación animal. Según García (1985) en un estudio realizado en un sistema silvopastoral ovino con *Pinus radiata*, se obtuvo una EC de la pradera naturalizada de 79% con una carga animal de 4,0 ovejas y 2,7 corderos ha⁻¹. En el segundo ciclo de pastoreo los potreros

se subdividieron disminuyendo la superficie de pastoreo diaria, lo que permitió mejorar la EC en la SH en alrededor de un 10%. Al respecto Ruiz (1996) señala que el aumento de la carga animal, disminuyendo el tamaño de los potreros, permite disminuir la presión de pastoreo con lo que los animales seleccionan menos el forraje consumiendo el material disponible, aumentando la EC.

Tabla 5. Porcentaje de brotes, árboles intervenidos y magnitud de la intervención de los ovinos en silvopastoreo.**Table 5. Percentage of sprout, intervened trees and magnitude of the intervention of sheep in silvo-pasture.**

Tipo de suelo	Total de árboles marcados	Total de brotes marcados	Brotes intervenidos	Magnitud ntervención	Árboles intervenidos
	N°	N°	N°	cm	%
Arc-Are	10	100	66	6,0	60
Are	10	100	79	5,0	80

Intervención de olivos. Existe un mayor porcentaje de árboles y brotes del olivar intervenidos por los animales en el sector de suelo arenoso (Tabla 5). Tapia et al. (2003) señalan que una vez que el tronco es capaz de sostener al árbol, las ramas ubicadas a 90 cm del suelo deben ser podadas, ya que no son productivas por encontrarse sombreadas por la copa del árbol.

El consumote de brotes y hojas efectuada por los ovinos no resulta perjudicial, ya que no supera la altura de un metro del árbol. Sin embargo, debido a la falta de vigor que presentan los árboles en su primera etapa de crecimiento no se recomienda establecer un sistema silvopastoral en un huerto con árboles menores de 1,5 m (Milgroom et al., 2002).

De acuerdo a las mediciones realizadas, se determinó una intervención promedio de los brotes de olivo de 6,0 y 5,0 cm en magnitud para el sector Arc-Are y Are, respectivamente. Esto se presenta en una alta proporción de árboles del huerto, siendo mayor el ramoneo por parte de los animales en el sector de suelo arenoso, lo que estaría explicado por la baja disponibilidad y aceptación de especies pratenses en esa área. Beytía (1999) en un estudio con ovinos en un sistema silvopastoral de *Pinus radiata*, comparó la intervención en los árboles, para animales con y sin suplementación de sal mineral y alta o baja disponibilidad de forraje. En el caso de los animales sin suplementación y con baja disponibilidad de forraje se presentó un mayor porcentaje de árboles intervenidos, considerando esto como cualquier consumo de brotes o acículas. Esto coincide con lo observado en este estudio en suelos arenosos, donde al disponer de una menor cantidad de forraje, los animales intervinieron un mayor porcentaje de árboles y brotes por árbol.

Suplementación alimenticia. Se observó que los animales al tener menor disponibilidad de forraje, por la restricción horaria en el pastoreo, aumentaron el ramoneo de los olivos, situación que se revirtió al momento de suministrar la paja de trigo para suplir las necesidades de alimento.

Cuando se aumentó el tiempo de pastoreo hasta 12 horas, disminuyó el consumo de brotes de olivos y paja de trigo. Es así como el consumo de suplementos varió de un 90% a un 59%, ante lo cual se decidió terminar la suplementación. Según la National Academy of Sciences (1985), la paja de trigo posee la siguiente composición química: 89% MS, 1,32 Mcal de energía metabolizable (EM), 3,2% proteína cruda (PC) y 36,9% fibra cruda (FC), lo que cumple el objetivo de satisfacer las necesidades no cubiertas debido al bajo número de horas de pastoreo inicial.

Composición nutricional del forraje y brotes del olivo. Según las observaciones realizadas se puede clasificar esta pradera de calidad nutricional media, lo que se asocia a las especies existentes en las zonas de EH, de baja aceptación al consumo animal.

El análisis nutricional entregó resultados de 13,8% PC y 20,67% de FC. Anrique et al. (2008) entregan algunos componentes nutricionales del forraje de una pradera de ballica-trébol blanco, en la zona sur de Chile en producción invernal, con 11,18% de PC y 20,45% de FC, lo que lo hace comparable con la composición nutricional del forraje de la pradera descrita en este estudio (Tabla 6).

El contenido nutricional de brotes de olivos (Tabla 6) muestra valores que pueden ser comparables en cuanto a calidad nutricional a un heno de ballica. Según Anrique et al. (2008) los valores de PC y FC corresponden a promedios de 8,21% y 26,03%, respectivamente.

La National Academy of Sciences (1985) señala que los requerimientos diarios de mantención de la categoría ovejas, para lograr una ganancia de 10 g día⁻¹ de PV corresponde a 95 g día⁻¹ PC, y para borregas en crecimiento con una ganancia de 300 g día⁻¹ es de 191 g día⁻¹ PC. El consumo diario mínimo de 1,0 kg de MS por animal de un fardo de heno de ballica, suple y sobrepasa los requerimientos de proteína para ambas categorías de animales, lo que explicaría el aumento de peso.

Tabla 6. Composición química del forraje y de hojas y brotes de olivo (base seca).
Table 6. Chemical composition of forage and leaves and sprouts of olive trees (dry matter basis).

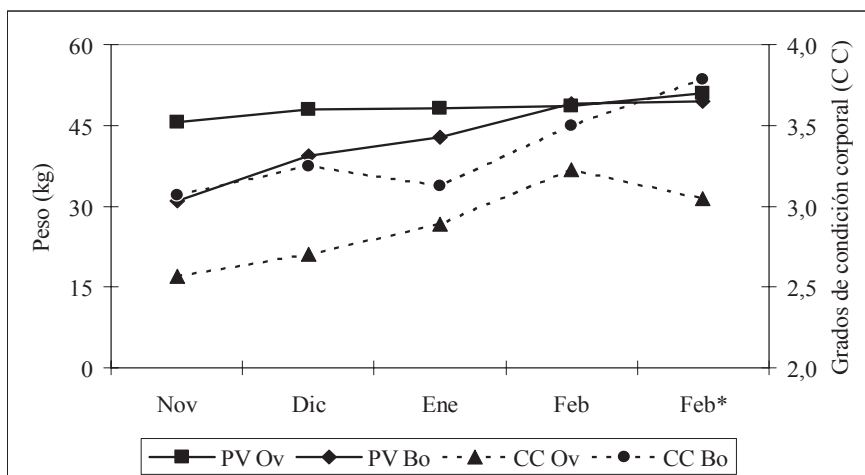
Determinaciones	g 100 g ⁻¹	
	Forraje	Hojas y brotes
Materia seca	100,00	100,0
Cenizas	7,06	10,24
Proteína cruda (N × 6,25)	13,08	9,76
Extracto etéreo	5,06	2,54
Fibra cruda	20,67	30,36
Extracto no nitrogenado	54,13	47,10

Carga animal del período. La mayor producción de la pradera por efecto de la aplicación de riego y fertilización hacen posible que el sistema productivo mantenga cargas superiores a las utilizadas en zonas de secano interior. González (2001) señala que el máximo potencial productivo en las zonas de secano mediterráneo subhúmedo no superan las 0,3 a 0,5 UA ha⁻¹ año⁻¹, principalmente por el largo período de sequía que presenta la zona, que abarca tres meses a partir de diciembre. Estas condiciones de sequía se pueden disminuir al utilizar fertirriego, obteniendo cargas superiores, por el aumento productivo en la pradera en la SH. La carga animal obtenida en este estudio para la pradera fue de 1,3 UA ha⁻¹ período⁻¹ experimental.

Peso vivo (PV). El comportamiento en el tiempo del PV y CC de las ovejas y borregas en silvopastoreo se puede apreciar en la Fig. 1. Se observa un aumento del PV de las borregas, lo que se asocia al crecimiento y desarrollo, de un peso promedio desde 31,1 kg, a 49,5 kg. Por otra parte, la categoría ovejas presentó un aumento gradual, iniciando con pesos promedio de 45,6 kg hasta promedios de 50,9 kg.

Fig 1. Comportamiento del peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de ovejas y borregas en un sistema silvopastoral en olivos durante el período de destete a encaste.

Fig 1. Animal liveweight (PV) and body condition (CC) of sheep and ewe in the silvopastoral system with olive trees from weaning to mating.



Ov: ovejas; Bo: borregas.

*Segunda medición del mes. Coincide con el término de las mediciones de este parámetro

Al término del estudio las borregas presentaron pesos similares al de las ovejas. Aubert (2005) señala que la productividad de la raza Suffolk Down, en el secano interior de la zona central de Chile, se obtuvieron aumentos de PV hasta alcanzar 57,7 kg, utilizando pradera natural con una producción de 1.000 kg ha⁻¹ y sin suplementación, con una carga animal de 0,46 UA ha⁻¹ año⁻¹. El promedio de aumento de peso fue de 204 g día⁻¹ para las borregas y 58 g día⁻¹ para las ovejas. Los resultados obtenidos muestran que se logró alcanzar el PV necesario de encaste para borregas, y para lograr la recuperación de las ovejas. González (2001) señala que las hembras Suffolk Down deben tener al menos 35 a 40 kg de PV para ser encastadas y no afectar la tasa de ovulación, ni los índices reproductivos.

Condición corporal (CC). La Fig. 1 muestra también la evolución de la CC de las ovejas y borregas, en el período destete-inicio de encaste. Las ovejas lograron aumentar la CC recuperando sus reservas corporales para el encaste, que al inicio de la investigación se encontraban con una CC promedio de 2,25 grados, aumentando 0,25 grados mes⁻¹, promedio para todo el rebaño, alcanzando un valor de 3,25 para el período final, coincidiendo con lo recomendado por Sales y Latorre (2001). En el mes de febrero se produjo una baja en el peso de las ovejas, debido posiblemente a que por razones de manejo del olivar hubo que mantener los animales en un mismo potrero, a pesar de la menor disponibilidad de forraje presente.

El comportamiento de la curva de CC coincide con los resultados presentados en el estudio realizado por Aubert (2005), donde se logró obtener una CC promedio de 3,5 grados al inicio de encaste en condiciones de secano interior en la zona central de Chile. Al respecto Fundación Chile (2002), menciona que las ovejas logran mantener una CC de 3,0 grados durante la mayor parte del año presentando un descenso en la época de lactancia.

Las borregas lograron una CC superior a las ovejas, ingresando en una condición de 2,8 grados, aumentando en promedio 0,3 grados mes⁻¹, con una CC al período de encaste de 4,0 grados. Según Sales y Latorre (2001), la CC se encuentra estrechamente ligada al PV del animal, la variación de un grado en la primera implica un aumento de entre un 10 a 13% del PV en ovinos, a lo cual agregan que la CC óptima considerada para el período de encaste es de 3,0 a 4,0 grados. Como se observa en las Fig. 1, hay un aumento en el PV y CC, lo que indica que existe una estrecha relación entre ambos parámetros.

Índices reproductivos del sistema ovino. Los parámetros reproductivos obtenidos en este

estudio, 96% de fertilidad, 132% de parición y 140% prolificidad, se presentan superiores a los obtenidos en zonas de secano, incluso en zonas donde se han utilizado praderas con riego. En un estudio realizado en el secano de la Zona Central de Chile, se obtuvieron promedios para ovejas y borregas de 63; 77; y 121%, para estos parámetros (García et al., 1987). La raza Suffolk Down presenta valores de 85%, 98% y 114% para fertilidad, parición y prolificidad, en el secano central, lo que se asocia principalmente al adelanto del encaste en esta zona (González, 2001). García (1985) menciona que estos animales pueden presentar una prolificidad de 150% sin mayor dificultad. En casos en que el encaste se realiza tardíamente, se ha logrado obtener un 95% y 158% de fertilidad y prolificidad, respectivamente. González (2001) indica que los animales presentan una mejor CC y PV al realizar encaste tardío, y los corderos logran obtener mejor calidad de forraje al destete, debido al estado fenológico que presentan las especies en los meses de agosto y septiembre.

El valor nutritivo de la pradera disponible para los animales durante el período de estudio explica los grados de condición corporal (CC) de 3,0 y 3,8 para ovejas y borregas, respectivamente, obtenidas al final del período de investigación. Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de que la alimentación suplementaria no se efectuó durante todo el período, no se registraron variaciones en la CC de los animales al suspender la suplementación de paja de trigo, por lo que se estima que la pradera aportó los nutrientes necesarios para el aumento de PV para borregas y ovejas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio preliminar entregan antecedentes que permiten concluir que es factible establecer en el secano interior un sistema silvopastoral con ovinos en un huerto de olivos con fertirrigación.

Es posible obtener en el período evaluado de primavera-verano una producción de forraje de 1.503 kg MS ha⁻¹ con mayor producción en la sobrehilera, lo que se atribuye a la fertirrigación y sombra. Los suelos arcillo-arenosos son más productivos que los suelos arenosos, con una mejor composición botánica. El consumo de brotes y hojas de los olivos por los ovinos no es perjudicial, ya que no supera 1 m de altura.

La carga animal obtenida fue de 1,3 UA ha⁻¹ período⁻¹. Es posible aumentar la condición corporal y el peso vivo de los ovinos en un sistema silvopastoral con olivo industrial, logrando peso vivo de encaste en borregas y recuperar la condición corporal de las ovejas al inicio del encaste.

LITERATURA CITADA

- Aguila, H. 2004. Pastos y empastadas. 9a. ed. La Discusión, Chillán, Chile.
- Ahumada, M., y L. Faúndez. 2001. Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago, Chile.
- Anrique, R., R. Fuchslocher, S. Iraira, y R. Saldaña. 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. 3a. ed. Consorcio Lechero, Osorno, Chile.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. Vol. 2. 16th. ed. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), Gaithersburg, Maryland, USA.
- Aubert, C. 2005. Comportamiento productivo de ovinos Merino Precoz y Suffolk en el secano interior de la zona central. Memoria de título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile.
- Beytía, F. 1999. Sistema de producción ovina silvopastoral durante la fase de establecimiento del *Pinus radiata*. Taller de licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. Agronomía, Quillota, Chile.
- CONAF. 2007. Extensión de la desertificación en Chile [en línea]. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Disponible en [http://www.conaf.cl/?page=home/contents&seccion_id=8ad00d8dd.6.1d.22aa152575a1e5c08e58&unidad=0&\[Consulta: 10 noviembre 2007\]](http://www.conaf.cl/?page=home/contents&seccion_id=8ad00d8dd.6.1d.22aa152575a1e5c08e58&unidad=0&[Consulta: 10 noviembre 2007]).
- Del Pozo, A., y P. del Canto. 1999. Áreas agroclimáticas y sistemas productivos en la VII y VIII regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Quilamapu, Chillán, Chile.
- Figuroa, M. 1986. Recursos forrajeros utilizados en producción ovina. III. Zona centro-sur (Provincias de Talca a Bío Bío). p. 81-92. En G. García (ed.). Producción ovina. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile.
- Fundación Chile. 2002. Hacia la modernización de la cadena alimentaria del cordero del secano costero. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- García, C. 1985. Distintas alternativas de mejoramiento de praderas bajo un sistema de silvopastoreo. Tesis. Universidad Austral de Chile, Facultad Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- García, G., J. Rojas, y J.F. Serón. 1987. Descripción de un sistema semi-intensivo de producción para ovinos Suffolk en el secano interior de la zona central (segunda temporada). Av. Prod. Anim. 12(1-2):183-193.
- González, M. 2001. Curso avances en producción ovina 2001. Serie Actas N°10. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile.
- INE. 1997. VI Censo nacional agropecuario 1997. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INE. 2007. VII Censo nacional agropecuario y forestal: resultados preliminares 2006-2007. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INFOR. 2008. Modelos agroforestales: Sistema productivo integrado para una agricultura sustentable. Instituto Forestal (INFOR), Concepción, Chile.
- Joffre, R., and S. Rambal. 1993. How tree cover influences the water balance of mediterranean rangelands. Ecology 74(2):570-582.
- Kogan, M. 1992. Malezas: ecofisiología y estrategias de control. Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Lavín, A., y M. Reyes. 2004. Frutales: especies con potencial en el secano interior. Boletín INIA N°120. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Quilamapu, Chillán, Chile.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev. Col. Cienc. Pecu. 15(2):226-231.
- Milgroom, J., M.A. Soriano, J. Garrido, J. Gómez, y E. Castiel. 2002. Erosión en el olivar ecológico: manual de campo. Diagnóstico y recomendaciones. 2a. ed. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Andalucía, España.
- National Academy of Sciences. 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th. ed. National Academy Press, Washington D.C., USA.
- Ovalle, C., J. Avendaño, P. Soto, y H. Acuña. 1984. Las praderas naturales del secano interior y el manejo de la carne ovina. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu (19):26-33.
- Ovalle, C. 1986. Étude du système écologique-sylvopastoral à *Acacia caven* (Mol.) Hook. et Arn. These, Doctorat Biologie des Populations et Ecosystemes. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.
- Ovalle, M., y A. del Pozo. 1994. La agricultura del secano interior. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Quilamapu, Cauquenes, Chile.
- Ruiz, I. 1996. Praderas para Chile. 2a. ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile.
- Sales, F., y E. Latorre. 2001. Condición corporal en ovinos: llave para acceder a mayores rendi-

- mientos. *Tierra Adentro* (41):26-27.
- Selles, G., R. Ferreyra, I. Selles, y G. Lemus. 2006. Efecto de diferentes regímenes de riego sobre la carga frutal, tamaño de la fruta y rendimiento del olivo cv. Sevillana. *Agric. Téc. (Chile)* 66(1):48-56.
- Tapia, F., M. Astorga, A. Ibacache, L. Martínez, C. Sierra, C. Quiroz, P. Larráin, y F. Riveros. 2003. Manual del cultivo del olivo. Boletín INIA N°101. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Intihuasi, La Serena, Chile.
- Tovar, M. 2001. Estudio del efecto de la aplicación de diferentes estrategias de riego al olivo (*Olea europaea* L.) de la variedad Arbequina sobre la composición del aceite. Tesis doctoral. Universitat de Lleida, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida, España.