

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**



“Trabajo final presentado para optar al grado de Ingeniero Agrónomo”

“Influencia del árbol y manejo del suelo sobre la productividad del estrato herbáceo en un sistema silvopastoril integrado por pino elliotti y avena”

**Alumno: Alejandro Manuel Tonello
D.N.I.: 28.579.542**

**Director: Ing. Agr. Omar Plevich
Co-Directora: Lic. Cecilia Saroff**

**Río Cuarto – Córdoba – Argentina
2011**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACION

Título del trabajo final: “Influencia del árbol y manejo del suelo sobre la productividad del estrato herbáceo en un sistema silvopastoril integrado por pino elliotti y avena”

Autor: Alejandro Manuel Tonello

D.N.I: 28.579.542

Director: Omar Plevich

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Nombres

Fecha de presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaria Académica: ____/____/____

Secretario Académico

DEDICATORIA

En memoria a mi padre *Víctor* “el *Bicho*” Tonello.

A mi madre *Diana* y mis hermanos *David* y *Laura*.

A mis sobrinos.

Y a *Rita* mi compañera de vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi director de tesis, Ing. Agr. Omar Plevich, quien me propuso este proyecto de investigación y dedicó su tiempo en la realización del trabajo.

A mi codirectora, Lic. Cecilia Saroff, Ing. Agr. Omar Barotto y al Lic. Telmo Pereyra, quienes también colaboraron en la realización del proyecto.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, quien financió el proyecto.

Al personal del establecimiento “Pozo del Carril” por su colaboración.

A mi familia y a Rita que me acompañaron y me supieron esperar.

Y un gran agradecimiento a mis compañeros de investigación María José Bonet y Álvaro García, con quienes aprendí a compartir experiencias, el compañerismo y lo que es, verdaderamente, trabajar en equipo.

INDICE GENERAL

	Páginas
Carátula-----	I
Certificado de aprobación-----	II
Dedicatoria-----	III
Agradecimientos-----	IV
Índice general-----	V
Índice de figuras y cuadros-----	VI
Resumen-----	VII
Summary-----	VIII
Introducción-----	1
▪ Hipótesis-----	4
▪ Objetivos-----	5
▪ Objetivo general-----	5
▪ Objetivos específicos-----	5
Revisión bibliográfica-----	6
▪ Sistemas silvopastoriles-----	6
▪ Cereales forrajeros invernales-----	10
▪ Avena (<i>Avena sativa L.</i>)-----	10
▪ Estrato arbóreo-----	12
▪ Pino elliotti (<i>Pinus elliottii E.</i>)-----	12
Materiales y métodos-----	14
Resultados y discusión-----	16
▪ Producción de materia seca y disponibilidad de agua útil-----	16
▪ Eficiencia de uso del agua-----	18
Conclusiones -----	20
Bibliografía-----	21

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

	Páginas
Figura1: Diagrama de componentes e interacciones básicas de un sistema silvopastoril-----	7
Figura 2: Esquema del ensayo silvopastoril, representación gráfica de un solo bloque-----	14
Cuadro 1: Producción de biomasa aérea al estado de grano lechoso en relación a la distancia con el árbol-----	16
Cuadro 2: Producción de biomasa aérea al estado de grano lechoso en relación a los diferentes sistemas de labranzas-----	17
Figura 3: Disponibilidad de agua útil en el perfil del suelo durante el ciclo del cultivo-----	18
Cuadro 3: Eficiencia de uso de agua de acuerdo a diferentes sistemas de labranzas--	18

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia del árbol y manejo del suelo sobre la productividad del estrato herbáceo en un sistema silvopastoril integrado por *Pinus elliottii* E y *Avena sativa* L ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, “La Aguada” (Río Cuarto, Córdoba). Para medir las variables en estudio: productividad, disponibilidad agua útil y eficiencia de uso de agua, se estableció un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con dos repeticiones divididos en franjas: cerca del árbol (a 2 metros del fuste), lejos del árbol (a 10,5 metros del fuste) y otra franja testigo distanciada a 10 veces la altura del árbol. Para cada una de las franjas se implementaron dos sistemas de labranzas: un sistema de labranza convencional y otro de labranza reducida con una labor profunda, realizada durante el mes de febrero. La siembra se efectuó a fines de mayo. Los resultados obtenidos muestran que no hubo diferencias estadísticamente significativas en productividad en cuanto al distanciamiento del árbol, pero si se detectaron según la labranza, demostrando una mayor productividad bajo labranza reducida, lo que puede explicarse por una mayor disponibilidad de agua y una mayor eficiencia de uso de agua. El aumento de la eficiencia de uso del agua de la avena, esta relacionado con la incorporación de la labranza vertical y no con la posición que ocupa dentro del sistema silvopastoril. No existió competencia por agua entre la herbácea de ciclo invernal y la especie leñosa perennifolia.-

Palabras clave: sistema silvopastoril, manejo del suelo, *Avena sativa*, *Pinus elliottii*

SUMMARY

The aim of this work was to study the influence of tree and soil management on the productivity of the herbal strata in the silvopastoral system integrated by *Pinus elliottii* E. and *Avena sativa* L. located in the Experimental Field of the National University of Río Cuarto, “La Aguada” (Río Cuarto, Córdoba). In order to measure the variables under study: productivity, available of useful water and efficiency in the use of water, it was settled an experimental design of blocks completely aleatorized with two repetitions divided into strips: near the tree (2 metres from the wood), away from the tree (10, 5 metres from the wood) and another control strip at a distance of ten times the height of the tree. Two farming systems were implemented for each strip: a conventional farming system and another one of reduced farming with deep labour, performed during the month of February. The seeding was made by the end of May. The results obtained show that there were no differences statistically significant in productivity with respect to the distance from the tree, but there were some differences according to the farming, showing a higher productivity under the reduced farming. This fact can be explained due to a greater disponibility of water and a greater efficiency in the use of water. The increase efficiency in water use of oats is related to the incorporation of vertical farming and not to the positions it occupies in the silvopastoral system.-It did not exist competition for water between winter cycle herbaceous and woody species perennifolia.-

Key words: silvopastoral system, management of soil, *Avena sativa*, *Pinus elliottii*.

INTRODUCCIÓN

Al sur oeste de la provincia de Córdoba, existen alrededor de 700.000 ha de tierras sujetas a severos procesos de erosión hídrica, debido a la interacción del relieve ondulado, precipitaciones de alta intensidad, suelos de moderado desarrollo con predominio de arenas muy finas y limos, y sistemas de producción agrícola-ganaderos basados en el laboreo permanente (Cantero *et al.*, 1998).

Giayetto *et al.* (1992), considera que este deterioro genera impedimentos para una adecuada infiltración de las lluvias en profundidad y provoca severos confinamientos superficiales del sistema de raíces y la consecuente disminución del volumen de suelo explorado. Estos aspectos, determinan la ocurrencia de déficit hídricos al incrementarse las pérdidas de agua por escorrentías superficiales y limitar su captación desde horizontes profundos. Frente a esta situación, gran parte del agua de precipitación no logra ingresar al suelo, escurre, erosiona suelos productivos y daña la infraestructura vial, produciendo sedimentación localizada en los sectores de bajos y en la salida de las cuencas, afectando la productividad de las tierras.

Los sistemas agropecuarios situados en sitios productivos marginales y aún aquellos que no se encuentran en crisis terminal, pueden ser destinados a procesos de reconversión a través de sistemas integrados, que permitan la diversificación y aumento de la producción actual.

En los últimos 20 años la investigación de sistemas de producción integrada o de uso múltiple de la tierra se ha volcado a modelar las diversas fisonomías para dedicarlas a la producción de alimentos ganaderos o bien a la producción conjunta de pastos, madera, leña u otros productos de consumo o utilización humana (Olivares y Gastó, 1981; FAO, 1985; Olivares, 1989; Cabrera, 1993; Ayanz, 1994).

Dentro de estos, los sistemas silvopastoriles pueden actuar como base para la reconversión del sector agropecuario. Estos deben entenderse como las técnicas de manejo sustentable de los suelos, donde se combinan cultivos forrajeros con árboles, y animales en forma simultánea o secuencial en franca convivencia entre ellos, con el hombre y con el ambiente. La sostenibilidad de estos sistemas integrados, se basa en el conocimiento de la compleja interrelación de los elementos que los componen, los que interactúan de tal manera

que se necesitan mutuamente.

La mayoría de estos estudios han sido dirigidos a estudiar el comportamiento del pastizal natural bajo la influencia de la canopia de diversas especies de árboles, encontrándose una relación inversa entre la cobertura de la misma y la producción del estrato herbáceo. En plantaciones con género *Pinus sp.* con densidades intermedias y con aperturas de dimensiones importantes se han observado rendimientos semejantes a terrenos desprovistos de plantación (Grelen *et al.*, 1972; Wolters, 1973; Valls, 1993).

La función que define la productividad de cada estrato expresa relaciones no solo sinérgicas, sino también antagónicas debido a las diversas relaciones de interferencia entre sinusias y estratos involucrados. Al aumentar la densidad de plantación y tamaño de árboles asociados a pasturas, la producción de forraje decrece debido a la competencia que produce el estrato superior (árboles), principalmente por radiación solar, agua y nutrientes (Olivares *et al.*, 1983; Sequeira y Gholz 1989).

Se han utilizado diversos parámetros forestales para determinar los efectos positivos y negativos del árbol sobre la pradera, los más usados han sido densidad del bosque, área basal, cobertura de copa y ordenamiento de los árboles (Sotomayor, 1989). Pyke y Zamora, (1982), utilizando la cobertura de copa, que relaciona la densidad de plantación e indica el grado de intercepción de radiación solar, encontraron que fue el mejor indicador de producción de la pradera, superior al área basal y al número de árboles.

Los aspectos relacionados al manejo del suelo bajo el cultivo herbáceo, también son determinantes no sólo de la productividad de este estrato, sino también de la del propio sitio, al incidir sobre los procesos erosivos a los que está sometidos el mismo.

La labranza profunda en comparación con los sistemas de laboreo convencional, reduce la resistencia del suelo, estimula el enraizamiento profundo y promueve el crecimiento radicular rápido (Orellana *et al.*, 1990; Gill *et al.*, 1996; Vepraskas y Miner, 1986). Vallejos *et al.* (1998) analizaron el efecto de la rotura de densificaciones subsuperficiales de hapludoles énticos, sobre el comportamiento de un cultivo de trigo y encontraron que cuando se eliminó la capa compactada, el trigo produjo mayor número de espigas y biomasa que cuando no se impactó sobre esta capa. Similares resultados fueron observados por Silenzi *et al.* (1996) en la producción forrajera de avena. Sojka *et al.* (1993), Carter *et al.* (1996) y Pikul y Aase (1999), observaron incrementos en la velocidad de infiltración del agua y consecuentemente disminuciones en la erosión producida por el

escurrimiento, debido a la labor de subsolado.

Becker *et al.* (2002), evaluaron el efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la dinámica superficial del agua en un suelo del área ondulada del sur oeste de Córdoba y observaron que bajo labranza reducida, con una operación de arado de cinceles, el escurrimiento y la pérdida de suelo fueron inferiores que en labranza convencional y siembra directa, atribuyéndolo en estos últimos casos a la presencia de un piso de arado en la parte superior del horizonte Bw.

El presente proyecto plantea estudiar la influencia del árbol y manejo del suelo sobre la productividad del estrato herbáceo durante el sexto año de desarrollo de un sistema silvopastoril integrado por *Pinus elliottii* y *Avena sativa*.

HIPÓTESIS

El incremento significativo de la eficiencia de uso de agua del estrato herbáceo de un sistema silvopastoril esta relacionado con la labranza utilizada y la posición que ocupa dentro del mismo.

Las especies leñosas perennifolias compiten por agua aún cuando el estrato herbáceo esta integrado por cultivos de ciclos invernales.

En los sistemas silvopastoriles con especies leñosas perennifolias la incorporación de labranza vertical, permite aumentar el rendimiento del estrato herbáceo y la eficiencia de uso del agua.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Estudiar la influencia del árbol y manejo del suelo sobre la producción de biomasa aérea del estrato herbáceo en un sistema silvopastoril integrado por *Pinus elliottii* E y *Avena sativa* L.

Objetivos específicos:

- Estimar la producción de biomasa aérea de un cultivo de *Avena sativa* L, a diferentes distancias del fuste del árbol y bajo dos sistemas de labranzas diferentes; labranza convencional y labranza reducida profunda.
- Determinar la disponibilidad del agua del suelo para las dos alternativas de sistemas de labranzas y en diferentes posiciones del sistema silvopastoril propuesto.
- Estimar la eficiencia de uso del agua del estrato herbáceo, para las diferentes propuestas.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Sistemas silvopastoriles

Un sistema silvopastoril (silvopastura) es una opción de producción que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles y arbustos), cultivos herbáceos (forrajeras) y / o animales en forma simultánea o en una secuencia temporal; todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996).

En sistemas silvopastoriles, la presencia de las leñosas perennes puede contribuir a mejorar la productividad del suelo y por ende favorecer el desarrollo del estrato herbáceo. Algunos de los mecanismos mas importantes son: la fijación del nitrógeno, el reciclaje de los nutrientes, la mejora en la eficiencia de uso de nutrientes, el mantenimiento de la materia orgánica y el control de la erosión (Pezo e Ibrahim, 1996).

Los sistemas silvopastoriles, ayudan a realizar un aprovechamiento integral de los recursos naturales (suelo, agua, nutrientes) además de favorecer su conservación, también permiten la diversificación de actividades agropecuarias disminuyendo por lo tanto el riesgo económico (Ong *et al.*, 1991).

Por lo tanto los sistemas silvopastoriles son una buena alternativa de integración de actividades (ganaderas y forestales), que ayudan a minimizar problemas de erosión hídrica y eólica, y así conservar los recursos naturales en ambientes de alto riesgo de deterioros, además de constituirse en una actividad económica y ambientalmente sustentable en el tiempo.

Los sistemas silvopastoriles poseen la particularidad de estar integrados por diferentes especies (animales, árboles, arbustos, herbáceas), lo que los lleva a tener una alta diversidad genética y a ser sistemas productivos, manejados y controlados por el hombre, lo más parecido a un sistema natural.

Entre los integrantes que componen un sistema silvopastoril, existen interacciones y estas pueden ser múltiples y complejas. La magnitud de estas interacciones entre los componentes de un sistema silvopastoril está en función principalmente de: la disponibilidad de factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes) presentes en el medio; la población de

plantas y su arreglo espacial; y el manejo al que están sometidas las mismas (Pezo e Ibrahim, 1998).

En el siguiente diagrama (Figura 1) se puede visualizar las entradas y salidas (naturales y subsidiarias) al sistema y los componentes e interacciones básicas de un sistema silvopastoril.

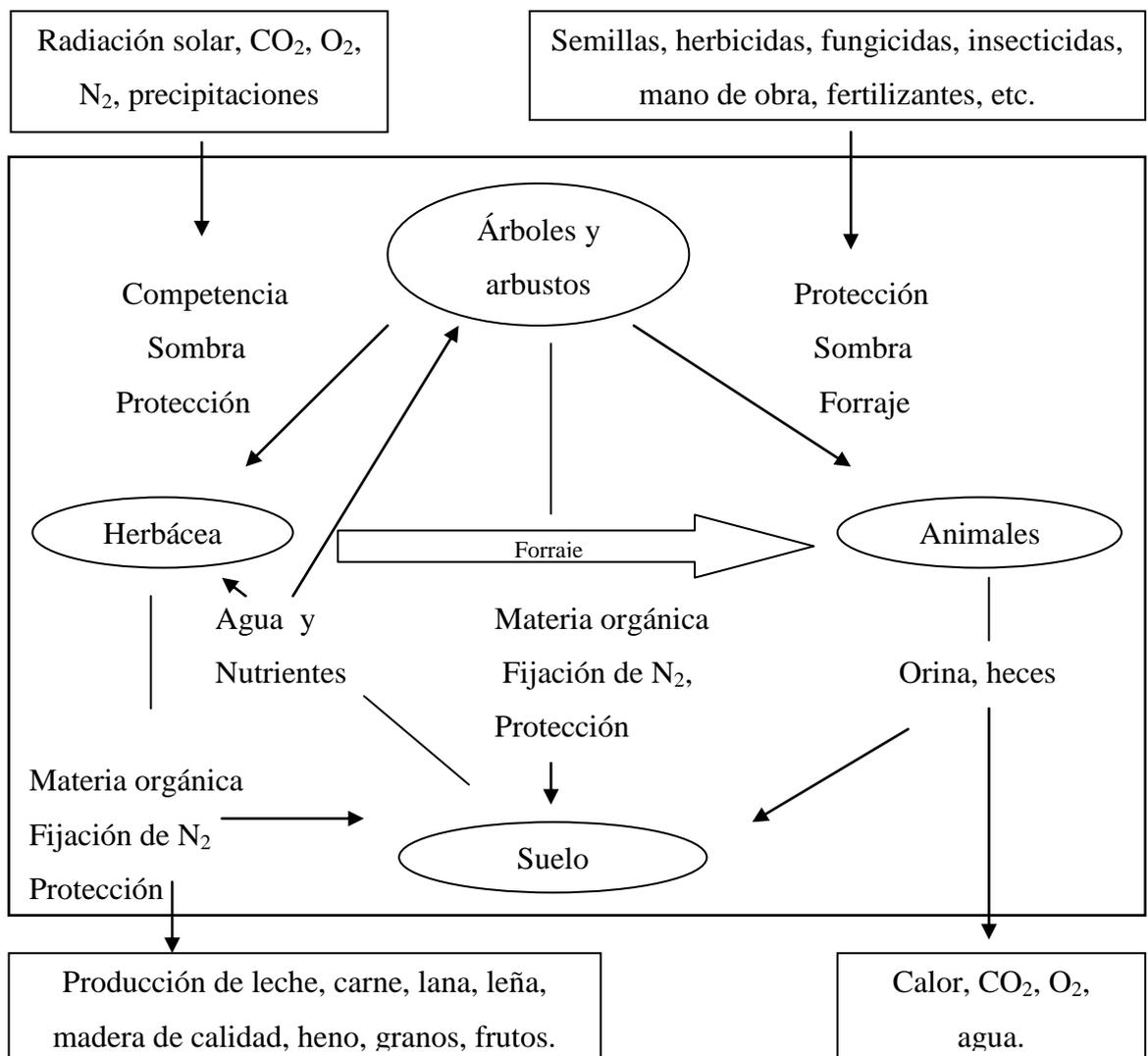


Figura 1. Diagrama de componentes e interacciones básicas de un sistema silvopastoril (Bronstein, 1983).

Cuando las herbáceas comparten el mismo sitio con el estrato arbóreo, se presentan diferentes interacciones entre ambas especies; estas relaciones pueden ser de interferencia o de facilitación, son relaciones de interferencia por ejemplo la competencia por radiación solar, agua y nutrientes, así como posibles relaciones alelopáticas; dentro de las relaciones de

facilitación podemos citar la protección contra los fuertes vientos que ejercen las leñosas perennes sobre las herbáceas y la fijación y transferencia de nutrientes.

Shelton *et al.* (1987) sostienen que la principal limitante para el crecimiento de pasturas en sistemas silvopastoriles es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos. Si bien en la mayoría de las situaciones, la tasa de crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol (Horne y Blair 1991), no todas las especies forrajeras responden de igual manera a la disminución en la incidencia de la energía lumínica.

En forma generalizada, el sombreado tiene un mayor efecto en la tasa de crecimiento en las especies forrajeras con ciclo fotosintético tipo C4 (gramíneas tropicales) que en las especies forrajeras de ciclo tipo C3 (gramíneas de zonas templadas y leguminosas) (Tieszen, 1983; Sanderson, *et al.* 1997).

La intensidad de luz requerida para alcanzar el punto de compensación y el de saturación varía según la especie, la temperatura y las condiciones de humedad (Donoso Zegers, 1992). Considerando el ciclo fotosintético de las diferentes especies forrajeras, las podemos clasificar en dos grandes grupos: las plantas forrajeras de ciclo fotosintético tipo C4 (gramíneas tropicales), y las plantas forrajeras de ciclo tipo C3 (leguminosas y gramíneas de zonas templadas).

Las especies C4 tienen un punto de compensación de 7-15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y no se saturan llegando aun a 2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ que es la intensidad de luz correspondiente a un día de sol radiante. En el caso de las especies C3 tienen un punto de compensación de aproximadamente 5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y un punto de saturación entre 650 y 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Montaldi, 1995).

El sombreado tiende a provocar cambios morfológicos y fenológicos en las plantas que las ayuda a compensar el sombreado en un sistema silvopastoril, tienden a desarrollar hojas más largas, pero menos gruesas (Sanderson *et al.*, 1997). El alargamiento de las hojas les ayuda a incrementar su habilidad competitiva para interceptar la luz, y las hojas de menor grosor les permiten disminuir la tasa de respiración (Wilson y Ludlow, 1991).

Además de estos cambios morfológicos, la disminución de la luz que llega al estrato herbáceo por pasar a través de la copa de los árboles, podemos citar otros cambios como la elongación de los tallos y la inhibición, en cierto grado, de la formación de nuevos vástagos o macollos en especies forrajeras (Wilson y Ludlow, 1991; Zelada, 1996).

Los cambios morfológicos y de producción de materia seca por parte de la herbácea debido al sombreado puede variar de acuerdo a distintos factores del sistema silvopastoril, entre ellos podemos citar: especie de árbol (caducifolio o perennifolio), densidad y marco de plantación, orientación de las hileras de los árboles, edad de la plantación, entre otros; por parte de la pastura podemos mencionar como principales: especie o especies que la conforman, densidad de siembra y edad de la pastura.

En cuanto a la especie arbórea, el grado de sombreado ejercido por los árboles y/o arbustos varía con la morfología (características de altura y de copa) y la edad de la planta. En plantaciones de cualquier leñosa perenne, la transmisión de la luz hacia el estrato inferior tiende a declinar con el tiempo, sin embargo, hay diferencias en el patrón de repuesta a la edad que son atribuibles a la morfología de la leñosa. Wilson y Ludlow (1991) encontraron que el sombreado se incrementaba aceleradamente en los primeros años de la plantación y este efecto era mas marcado en Hule (*Hevea brasiliensis*) y Palma aceitera (*Elaeis guineensis*) que en el Cocotero (*Cocos nucifera*) y en el *Eucalyptus deglupta*.

Con la plantación de hileras dobles o en franjas de 3 a 5 hileras, pero ampliando el espaciamiento entre franjas, es posible mantener la misma densidad de árboles lo que permitiría un mayor paso de luz al estrato inferior por lo cual se favorecería el crecimiento de la biomasa del estrato herbáceo (Reynolds, 1995). Otro punto de importancia en un sistema de plantación en franjas es la orientación de las hileras, ya que va a afectar la cantidad de radiación solar que llegará al estrato herbáceo, que resultará en una mayor o menor producción de materia seca por parte de la pastura. Pezo e Ibrahim (1998) han demostrado que árboles plantados en hileras con orientación este-oeste facilitan la penetración de los rayos solares al estrato herbáceo en aquellas horas (antes de la 10:00 y después de las 14:00 hs.) en que por el ángulo de inclinación de los rayos solares su transmisión es transferida por una barrera arbórea. Esto se traduce en una mayor incidencia total diaria de luz al estrato herbáceo y consecuentemente en una mayor producción de biomasa, especialmente cuando se trabaja con menor espaciamiento entre hileras de árboles.

Existen prácticas de manejo silvícola que regulan la interferencia de luz ejercida por los árboles, que implican una mayor radiación interceptada por el estrato herbáceo resultando en una mayor producción de biomasa (materia seca). Dentro de las prácticas silvícolas podemos mencionar: elección de la densidad y marco de plantación, raleos y podas. Con las podas mejoramos la calidad de la madera como así también la llegada de luz al estrato herbáceo (Peri, 1999).

Por lo tanto, los sistemas silvopastoriles, son una excelente alternativa donde integrando actividades ganaderas y forestales estamos protegiendo los recursos naturales en ambientes con alta susceptibilidad a problemas de erosión hídrica y eólica, aumentando la productividad de estos sitios y que con prácticas de manejos silvícolas adecuadas al sistema y un adecuado control del pastoreo, se puede lograr una actividad económica y ecológicamente sustentable en el tiempo.

Cereales forrajeros invernales

Los sistemas ganaderos predominantes en la región pampeana, tambos, cría e invernada de bovinos se desarrollan sobre bases pastoriles y presentan requerimientos nutricionales elevados y estables durante todo el año para alcanzar altos rendimientos productivos. El potencial de producción de forraje de las pasturas perennes se caracteriza por una marcada estacionalidad, con un período crítico, que se extiende desde fines de otoño hasta principios de la primavera en gran parte del área (Díaz-Zorita, 1997).

El lento crecimiento otoño-invernal determinan una escasez de forraje de las pasturas naturales e implantadas, debiéndose utilizar alternativas forrajeras de mayor producción en estaciones del año para paliar estas deficiencias.

Los cereales forrajeros invernales constituyen una de las estrategias que permiten atenuar el déficit otoño-invernal de producción de forraje, lo que permite aumentar la carga animal y alcanzar elevados niveles de producción individual (Amigone *et al.*, 2005).

Las gramíneas anuales (avena, raigrás, cebada, trigo, centeno, triticale) se caracterizan por producir un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un periodo corto de tiempo, lo que los hace imprescindibles para cubrir las deficiencias normalmente producidas en su estación de crecimiento.

Avena (Avena sativa L.)

La avena es el cereal forrajero invernal con mayor superficie sembrada en el país (Indec, 2004), este comportamiento obedece a que la avena es un cultivo fácil de producir y almacenar, y posee una alta plasticidad y multiplicidad de usos. Su principal destino es la utilización como verdeo invernal superando en superficie sembrada a los demás verdes invernales (SAGPyA, 2004). Otros destinos que se le da al cultivo de avena son henificación, cosecha de grano y la alimentación humana.

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, autógena y el grado de alogamia rara vez supera el 0,5 %. La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa L.* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. Posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que los demás cereales, sus tallos son gruesos y rectos con poca resistencia al vuelco pero tienen en cambio un buen valor forrajero, las hojas son planas y alargadas, la inflorescencia es una panoja y el fruto es un cariósido.

La producción y calidad de forraje y grano de esta gramínea es afectado por diferentes enfermedades, entre las que se destacan la “roya de la hoja” (*Puccinia coronata f. sp. avenae*) y la “roya del tallo” (*Puccinia graminis f. sp. avenae*). Los elevados niveles de infestación de *Avena fatua*, hospedante natural del hongo, y las condiciones climáticas favorables en otoño-invierno promueven el desarrollo de la enfermedad. La estrategia fundamental para el control de las “royas” es el uso de cultivares resistentes o tolerantes. Sin embargo, la dinámica poblacional que poseen estos patógenos hace difícil disponer de cultivares de comportamiento estable en el tiempo, debido a la aparición de nuevas razas o biotipos del hongo. Además de estas enfermedades otras desventajas para la producción de avena es la poca resistencia al frío y la susceptibilidad al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*).

¿Por qué avena en sistemas silvopastoriles?, como mencionamos anteriormente los cereales de invierno pertenecen al grupo de las especies forrajeras de ciclo fotosintético tipo C3 (gramíneas de zonas templadas y leguminosas), este grupo de plantas son menos afectadas en su tasa crecimiento, que en el caso de las plantas forrajeras de ciclo fotosintético tipo C4 (gramíneas tropicales), por el efecto del sombreado generado por el estrato arbóreo (Tieszen, 1983; Sanderson *et al.*, 1997).

Además, la intensidad de luz requerida para alcanzar el punto de compensación y el de saturación varía según la especie, la temperatura y las condiciones de humedad (Donoso Zegers, 1992).

Es por estos aspectos fisiológicos y productivos mencionados con anterioridad, que el cultivo de avena se adapta a un sistema silvopastoril.

Estrato arbóreo

Está demostrado que los árboles a través de diversos procesos (disminución de la demanda evaporativa, aporte de agua profunda por ascenso hidráulico, mejoramiento de las condiciones edáficas, aporte de nutrientes) pueden beneficiar a las especies del sotobosque manteniendo, o incluso aumentando, la productividad de las mismas, a pesar de la menor disponibilidad de luz bajo la influencia de sus copas. A la vez, y usualmente en forma simultánea con los procesos anteriores, los árboles pueden competir con las especies herbáceas por los diversos recursos (Fernandez *et al.*, 2006).

Se ha visto que las relaciones positivas (facilitación) y negativas (competencia) varían con las especies interactuantes, el estadio de vida de las mismas y las condiciones ambientales. Estos estudios llevados a cabo en sistemas naturales, han mostrado que la facilitación predomina en los sitios con algún tipo de estrés ambiental, por ejemplo en zonas áridas o en suelos infértiles, o bien dentro de un mismo sitio en años de mayor sequía. Por otro lado, consideraciones teóricas relacionadas con la predicción de la factibilidad de una determinada tecnología agroforestal en un sitio en particular, sostiene que en climas templados se puede esperar que estas interacciones tengan un resultado positivo en aquellos sitios donde recursos diferentes a la radiación sean limitantes, por ejemplo en zonas áridas o semiáridas. (Fernandez *et al.*, 2006).

Esto es así porque el estrato arbóreo siempre va a disminuir la radiación para el estrato herbáceo (competencia asimétrica) por lo que la introducción de los mismos será mas beneficiosa en aquellos lugares donde la radiación no sea el principal recurso limitante para la producción (Fernandez *et al.*, 2006).

Pino elliotti (Pinus elliottii E.)

Esta especie forestal es descrita como un árbol de hasta 25 metros de alto, de corteza rugosa, ramas de color castaño. Hojas en fascículos de 2-3, flexibles de color verde brillante, de 12 a 30 cm de largo, biaquilladas, muy finamente denticuladas, con la vaina de los fascículos persistentes. Conos ovoides, ligeramente asimétricos o algo curvados de 7-14 cm de largo, castaños; escamas romboidales en la parte superior, provista de una espina de 1-2 mm de largo, persistente (Dimitri, 1987).

Erize (2000), comenta que las pináceas tienen un inmenso valor para el hombre, no solo porque son uno de los mayores recursos madereros del mundo, sino también porque incluyen especies pioneras capaces de fijar zonas arenosas y de resguardar lugares rocosos expuestos, especies nodrizas y especies para franjas protectoras tanto para silvicultura como para agricultura, suministradores de resina, trementina y otro productos químicos, así como piñones comestibles y árboles ornamentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Campo de Docencia y Experimentación Pozo del Carril, ubicado a los 32° 58' LS y 64° 36' LO, a 550 m.s.n.m, y a 3 Km. aproximadamente del paraje La Aguada, Departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Este ambiente se ubica en la provincia geomorfológica llanura chacopampeana y dentro de ella pertenece la asociación geomorfológica faja eólica ondulada periserrana (Cantero *et al.* 1998).

El ensayo se desarrolló a nivel del lote 10, con tierras de capacidad de uso IIIec, donde los suelos Hapludoles típicos, están sujetos a procesos de erosión hídrica en forma laminar o en manto. La condición estructural del perfil muestra un elevado grado de deterioro, lo cual se manifiesta a través de la compactación subsuperficial y desagregación superficial (Bricchi *et al.*, 1991).

Se utilizó un sistema silvopastoril en base a *Pinus elliottii* y *Avena sativa*.

La especie forestal fue plantada durante 1998 en trincheras a 2 x 2 m con callejones de 21 m entre ellas, donde se sembró *Avena sativa* a fines de mayo de 2004. (Figura 2).

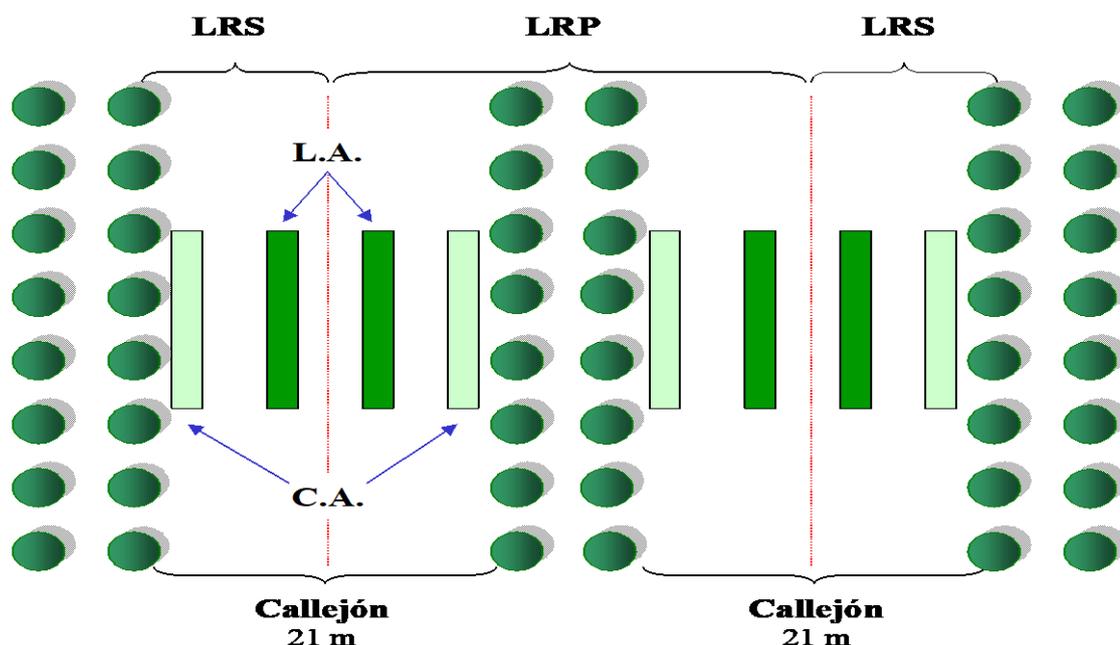


Figura 2. Esquema del ensayo silvopastoril, representación gráfica de un solo bloque. LRS (labranza reducida superficial o convencional), LRP (labranza reducida profunda), LA (lejos del árbol), y CA (cerca del árbol).

Para estudiar diferentes manejos del suelo se utilizó un sistema de labranza convencional y otro de labranza reducida que incluyó una labor profunda con subsolador alado “reja cero”, similar al utilizado por Cisneros *et al.* (1998).

Para el cumplimiento del primer objetivo se establecieron parcelas a distintas distancias del fuste del árbol (2 m; 10,5 m. y a 10 veces la altura del árbol) en dos bloques aleatorios. El tamaño de las parcelas fue de 27 m²; en cada parcela se tomaron dos submuestras de biomasa aérea (de ¼ m² cada una), en ambos bloques. Las muestras fueron tomadas en el estado fenológico de grano lechoso.

Para medir la producción de materia seca total, las muestras fueron llevadas a estufa hasta peso constante.

Para comprender el efecto de los árboles y labranzas sobre el uso del agua, se midió la disponibilidad hídrica en cada una de las parcelas mencionadas a través del método gravimétrico. Las evaluaciones se realizaron cada quince días durante el ciclo del cultivo, con un intervalo de diez centímetros y hasta los 100 cm de profundidad. Las muestras también fueron llevadas a laboratorio para ser procesadas y secadas en estufa hasta peso constante.

La determinación de la eficiencia de uso del agua se obtuvo haciendo la relación entre producción de biomasa del cereal forrajero, y la disponibilidad de agua útil. Para la obtener el valor de agua útil, se utilizó el método propuesto por Martelotto *et al.*, (2004).

Para el estudio de las variables propuestas, se estableció un diseño experimental de parcelas divididas completamente aleatorizadas con dos repeticiones divididas en franjas (Capelletti, 1992).

Para el análisis de los resultados se diseñó una base de datos, utilizando una hoja de cálculo Microsoft Excel en la cual se asentaron los datos de las variables medidas. Los datos fueron analizados estadísticamente a través de un análisis de la varianza. La comparación de medias se efectuó mediante la prueba de LDS de Fisher. El software utilizado fue Infostat 2004.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la influencia del árbol y el manejo del suelo sobre la productividad del estrato herbáceo en un sistema silvopastoril, integrado por *Pinus elliotti E* y *Avena sativa L.* a se presentan a continuación:

Producción de materia seca y disponibilidad de agua útil.

Los datos de producción de biomasa aérea, en el estado fenológico de grano lechoso, en relación con las distancias desde el fuste del árbol se muestran en la Cuadro 1.

Cuadro 1: Producción de biomasa aérea al estado de grano lechoso en relación a la distancia al árbol, La Aguada 2004.

Tratamiento	Producción de biomasa aérea (Kg MS/ha)
Cerca del árbol	2.082,54 a
Lejos del árbol	2.235,23 a
Testigo (sin árbol)	1.958,54 a

Letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0,05$).

Los datos observados en la Cuadro 1 muestran que la producción de biomasa aérea no fue afectada significativamente ($p \leq 0,05$) en relación con la distancia al árbol. Sin embargo existe una tendencia que muestra una mayor producción de biomasa aérea dentro del sistema silvopastoril, tanto bajo la proyección de la copa, como a los 10,5 m desde el fuste del árbol, donde no existe una interacción directa de la copa del árbol.

Tavella (2005) demostró que para un cultivo de trigo, bajo un sistema silvoagrícola, no se observaron diferencias significativas en cuanto a la evapotranspiración comparado con un sistema agrícola puro. Por lo tanto ésta tendencia de mayor producción de biomasa encontrada en el sistema silvopastoril, podría deberse que dentro del callejón protegido por los árboles hay menores pérdidas de agua útil por evaporación directa desde el suelo a la atmósfera en comparación con el testigo. La menor producción de biomasa cerca del árbol podría explicarse por la competencia de agua, nutrientes y radiación solar ejercida por los árboles. Esto último coincide con los propuesto por Olivares *et al.* (1983) y Sequeira y Gholz, (1989) quienes mencionan respuestas semejantes en sistemas silvopastoriles por ellos estudiados.

Los datos de producción de biomasa aérea en relación a los diferentes sistemas de labranzas se observan en la Cuadro 2.

Cuadro 2: Producción de biomasa aérea al estado de grano lechoso en relación a los diferentes sistemas de labranza, La Aguada 2004.

Tratamiento	Producción de biomasa aérea (Kg MS/ha)
Labranza convencional	1.538,60 a
Labranza reducida profunda	2.645,67 b

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los datos observados en la Cuadro 2 muestran que hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la producción de biomasa cuando se utilizaron diferentes sistemas de labranzas, observándose una mayor producción en el sistema de labranza reducida profunda. Este sistema, seguramente permitió una mayor exploración del sistema radical del estrato herbáceo, con una mayor tasa de profundización de raíces, y a pesar que no se observan diferencias significativas en los niveles de agua útil entre labranzas (figura 3), esa mayor exploración de raíces fue lo que permitió contar con mayor disponibilidad de agua útil para la producción de biomasa. Esto coincide con Orellana *et al.* (1990); Veprazkas y Miner (1986); y Gill *et al.* (1996), quienes afirman que la labranza profunda en comparación con sistemas de labranza convencional, reducen la resistencia del suelo, estimula el enraizamiento profundo y promueven el crecimiento radicular rápido.

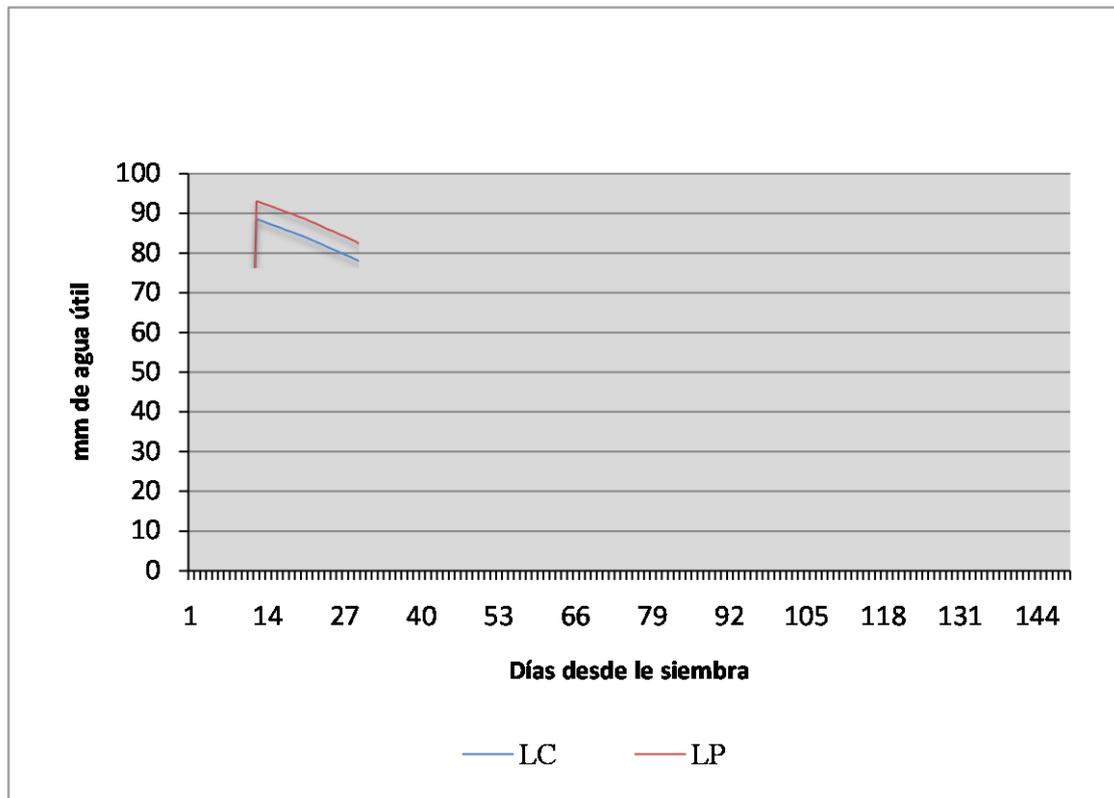


Figura 3: Disponibilidad de agua útil en el perfil de suelo durante el ciclo del cultivo.

Eficiencia de uso del agua

La biomasa producida por unidad de agua consumida expresa la eficiencia con la cual un órgano o un cultivo fijan carbono en relación con el agua que consume, y se define como eficiencia en el uso de agua (EUA).

En el presente trabajo de investigación se determinó la eficiencia en el uso de agua, como la biomasa producida por la herbácea durante su ciclo de vida en función la disponibilidad de agua útil del suelo.

Los datos de eficiencia en el uso de agua (EUA) se observan en la Cuadro 3.

Cuadro 3: Eficiencia de uso de agua de acuerdo a diferentes sistemas de labranzas.

Tratamiento	EUA
Labranza convencional	7.91 a
Labranza reducida profunda	13.44 b

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los resultados observados en la Cuadro 3 muestran que hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la EUA, observándose una mayor EUA bajo un sistema de labranza reducida profunda. Estos valores apoyan los resultados del Cuadro 2 sobre la producción de biomasa aérea, ya que la labranza reducida profunda permitió mayor exploración radical del estrato herbáceo traduciéndose en una mayor producción de materia seca por hectárea.

Si bien la disponibilidad de agua útil fue similar para ambos sistemas de labranza, la labranza profunda en comparación al sistema de laboreo convencional, reduce la resistencia del suelo, estimula el enraizamiento profundo y promueve el crecimiento radicular rápido (Orellana *et al.* 1990; Gill *et al.* 1996; Vepraskas y Miner 1986), el mayor crecimiento radicular permite un mayor aprovechamiento del agua útil disponible, lo que explica una mayor EUA en el sistema de labranza profunda.

CONCLUSIONES

- ◆ El incremento significativo de la eficiencia de uso del agua de la avena está relacionado con la labranza utilizada y no con la posición que ocupa dentro del sistema silvopastoril.
- ◆ Para la edad de la especie leñosa perennifolia en estudio, ésta no compite por agua aún cuando el estrato herbáceo está integrado por cultivos de ciclos invernales.
- ◆ En los sistemas silvopastoriles la incorporación de labranza vertical, permite aumentar el rendimiento del estrato herbáceo y la eficiencia de uso de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, H. P.; P. SOTO y P. MELIN – 1984 - Método para estimar el crecimiento de las praderas de secano, por medio de cortes en ausencia de pastoreo. *Agricultura Técnica (Chile)* 44(4):325-333.
- AMIGONE, M.A., A. KLOSTER, N. BERTRAM., 2005. Verdeos invernales. Producción de forrajes en el área de Marcos Juárez. Hoja informativa N° 364. Área Producción Animal INTA Marcos Juárez.
- AYANZ, A. – 1994 - La dehesa española: origen, tipología, características y gestión. Escuela Técnica Superior de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar. 96 p.
- BECKER, A.; J. OSSANA; M. CANTÚ y T. MUSSO – 2002 - Erosión hídrica laminar en relación a la degradación de suelos en el suroeste de la provincia de Córdoba. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn, Argentina.
- BRICCHI, E.; A. CANTERO y E. BONADEO – 1991 - Caracterización física de los principales subgrupos de suelos y su relación con cultivos y sistemas de labranza en el Sur Oeste de Córdoba. Actas XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo-Bariloche.
- BRONSTEIN, G., 1983. Los árboles en la producción de pastos. Curso Corto Intensivo Prácticas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socio-Económicos. L. Babbar (Comp.). Turrialba, Costa Rica, CATIE. Mimeo, p.d.
- CABRERA, C. – 1993 - Rol de la corporación nacional forestal, y la red agroforestal, en la formulación e implementación de proyectos forestales: un estudio de caso. IN: Garfias, R. (Ed). Seminario de Agroforestería. Potencialidades y restricciones dentro del desarrollo agroforestal chileno. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. p 7-12.
- CANTERO, A.; M. CANTÚ; J.M. CISNEROS; J.J. CANTERO; M. BLARASIN; A. DEGIOANNI; J. GONZALEZ; V. BECERRA; H. GIL; J. De PRADA; S. DEGIOVANNI; C. CHOLAKY; M. VILLEGAS; A. CABRERA y E. CARLOS – 1998 - Las tierras y aguas del sur de Córdoba. Propuesta para un manejo sustentable. Editorial UNRC, 119 págs.
- CAPELLETTI, C.A. – 1992 - Estadística Experimental. 1ra. Edición. Ed. AgroVet. 513 p.
- CARTER, M.R.; D.A. HOLMSTROM; L.M. COCHRANE; P.C. BRENTON; J.A. VAN ROESTEL; D.R. LANGILLE y W.G., THOMAS – 1996 - Persistence of deep loosening of naturally compacted subsoils in Novo Scotia. *Can. J. Soil Sci.* 76:541-547.
- CISNEROS, J.M., A. CANTERO; J. MARCOS; A. DEGIOANNI; E. BRICCHI; O. GIAYETTO; C. CHOLAKY; E. BONADEO; G. CERIONI y M. UBERTO – 1998 - Comportamiento de un subsolador alado adaptable a implementos de uso común. 128-134. En: Ingeniería Rural y Mecanización Agraria en el ámbito de Latinoamérica.

- Balbuena R., Benez, S.H. y D. Jorajuría (Eds.) Editorial de la Universidad de La Plata, Argentina. 612 pps.
- DIAZ – ZORITA, M., 1997. Fertilización de Pasturas y de Verdeos de invierno. EEA INTA Gral. Villegas. Boletín de Divulgación Técnica N° 2.
- DIMITRI, MILAN J. 1987. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. 3ª edición. Tomo I, primer volumen: 81. Editorial ACME.
- DONOSO ZEGERS, C., 1992. Ecología forestal, el bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Chile. 32-49; 278-283.
- ERIZE F. y colaboradores. 2000. El nuevo libro del árbol. Tomo III. Especies exóticas de uso ornamental. Pag 92. Editorial El Ateneo.
- FAO – 1985 - Ordenación forestal en los trópicos para uso múltiple e intensivo. Roma. Estudio FAO, Serie Montes (55):180
- FERNÁNDEZ, M.; GYENGE, J.; SCHLICHTER, T. -2006- Desarrollo de sistemas silvopastoriles basado en coníferas exóticas. INTA Bariloche, Río Negro.
- GIAYETTO, O.; E. BONADEO; R. CRESPI; E. FERNANDEZ y W. ASNAL – 1992 - Proyecto “Manejo del agua en el sistema suelo-cultivo de maní en secano y bajo riego”. Convenio de Cooperación y Complementación entre la Cámara Argentina del maní y la Univ. Nacional de Río Cuarto (FAV). Informe Técnico 1990/91. Panorama manisero, Año VI, n° 19: 14-20.
- GILL, K.S.; P.R. GAJRI; M.R. CHAUDHARY y B. SINGH – 1996 - Tillage, mulch and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. Soil and Tillage Research, vol.39 (3-4): 213-227.
- GRELEN, H.; L. WITAKER y R. LOHREY – 1972 - Herbage response to precommercial thinning in direct-seeded slash pine. Journal of Range Management, 25 (6): 435-437.
- HORNE, P.M., Y G.J. BLAIR, 1991. Forage tree legumes. IV. Productivity of leucaena / grass mixture. Australian Journal of Agricultural Research 42:1231- 1250.
- INDEC, 2004. Encuesta Nacional Agropecuaria 2001 de la región pampeana. En: www.indec.mecon.ar/principal/agricultura/forrajeras. Consultada 2004.
- MARTELOTTO, E; P. SALAS; E. LOVERA; A. SALINAS; J. P. GIUBERGIA; S. LINGUA – 2004 – Planilla de balance hídrico para riego. Proyecto Regionales: Agricultura sustentable, Gestión Agroambiental. INTA, EEA Manfredi.
- MONTALDI, E. R., 1995. Principios de Fisiología Vegetal. Ediciones Sur 115-138.
- OLIVARES A. y J. GASTÓ -1981- Atriplex repanda: organización y manejo de ecosistemas con arbustos forrajeros. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 300 p.

- OLIVARES, A.; R. CORNEJO y J. GANDARA – 1983 - Influencia de la estrata arbustiva (*Acacia caven* (Mol. Hook. Et Arn.) En el crecimiento de la estrata herbácea. *Avances en producción animal* 8 (1-2): 19-28.
- OLIVARES, A. – 1989 - El ecosistema silvipastoral. *Avances en Producción Animal*. 14 (1-2): 3-14.
- ONG, C. K., J.E. CORLETT, R.P. SINGH y C.R. BLACK, 1991. Above and below ground interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*.
- ORELLANA, M.; R.G. BARBER and O. DIAZ – 1990 - Effects of deep tillage and the fertilization on the population, growth and yield of soya during an exceptionally wet season on a compacted Ustochrept, Santa Cruz, Bolivia. *Soil and Tillage research*, 17: 47- 61.
- PERI, P., 1999. Efecto de la sombra sobre la producción y calidad de pasturas en sistemas silvopastoriles. *Rev. SAGPyA Forestal* N° 13-36 pp.
- PEZO, D. y M. IBRAHIM, 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En 1er. Foro Internacional sobre “Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales”. Veracruz, México, 7-9 noviembre de 1996. Morelia, México. FIRA-Banco de México. 39 pp.
- PEZO, D. y M. IBRAHIM, 1998. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza Agroforestal N° 2. GATIE-GTZ, Turrialba, Costa Rica. 275 pp.
- PIKUL, J.L. y J.K. AASE – 1999 - Wheat response and residual soil properties following subsoiling of a sandy loam in eastern Montana. *Soil and Tillage Research*, 51:61-70.
- PYKE, D. y B. ZAMORA – 1982 - Relationships between overstory structure and understory production in the grand fir/myrtle boxwood habitat type Northcentral Idaho. *Range Manage.* 35:769-773.
- REYNOLDS, S.G., 1995. Pasture-Cattle-Coconut systems. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.
- SAGPyA, 2004. Avena, informe general. En: www.sagpya.mecon.dov.ar/new/0-0/agricultura/otros/estimaciones/infavena.php. Consultada en 2004.
- SANDERSON, M.A.; D.W. STAIR y M.A. HUSSEY, 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy* 59: 171-224.
- SEQUEIRA W. y C.GHOLZ – 1989 - Canopy structure, light penetration y tree growth in slash pine (*Pinus elliottii*) silvopastoral system at different stand configurations in Florida. Department of forestry. University of Florida. Gainesville, Florida.
- SHELTON, H.M., L.R. HUMPHREYS, y C. BATELLO, 1987. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance and prospects. *Tropical Grasslands* 21: 159-168.
- SILENZI, J.; N. ECHEVERRIA y N. GROSSI – 1996 - Efecto del cincelado sobre propiedades físicas de un suelo con piso de arado y la producción forrajera de avena. IV Congreso

- argentino y II Internacional de Ingeniería Rural.
- SOJKA, R.E.; D.T. WESTERMANN; M.J. BROWN y B.D. MEEK – 1993 - Zone-subsoiling effects on infiltration, runoff, erosion, and yields of furrow-irrigated potatoes. *Soil and Tillage Research*, 25: (351-368).
- SOTOMAYOR, A. – 1989 - Sistemas silvopastorales y su manejo. Documento técnico N° 42. *Revista Chile Forestal*, diciembre 1989. CONAF. 8 p.
- TAVELLA, J. 2005. Uso del agua y producción de trigo bajo diferentes tratamientos de labranzas en un sistema silvoagrícola. Trabajo final presentado para optar al grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- TIESZEN, L.L. 1983. Photosynthetic systems: implications for agroforestry. En Huxley, P.A. (ed). *Plant research and agroforestry. Proceedings of a Consultation Meeting held in Nairobi, April-8-15, 1981.* Nairobi, Kenya. ICRAF: 323-346.
- VALLEJOS, G.; N. ECHEVERRIA y J. SILENZI – 1998 - Efecto del escarificado en un Haplustol éntico compactado subsuperficialmente, del sur de la provincia de Bs. As. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo, Villa Carlos Paz, Argentina., pp. 257-258.
- VALLS, P. -1993- Introducción al manejo integral de recursos: pastoreo racional intensivo en un sistema forestal de sierra. Jornadas sobre pastoreo racional intensivo. Sociedad Rural de Río Cuarto, 3 al 4 de junio de 1993. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- VEPRASKAS, M.J. y G.S. MINER -1986 - Effects of subsoiling and mechanical impedance on tobacco root grow. *Soil Sci. Soc. Am. Jour.* 50: 423-427.
- WILSON J.R. y M.M. LUDLOW, -1991- The environment and potential growth of herbage under plantations. In Shelton, H.M. y W.W. Stur (Eds). *Forages for plantation crops.* ACIAR Proceedings N° 32: 10-24. Camberra. Australia. ACIAR.
- WOLTERS, G. L. -1973- Southern pine overstories influence herbage quality. Southern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of agriculture, Pineville, Louisiana.
- ZELADA, E.E., -1996-. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 88 pp.

