

EFECTO DEL ARBOLADO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTO Y TRIGO (*Triticum aestivum* L.) ECOLÓGICOS EN LA MAREMMA TOSCANA (ITALIA CENTRAL)

A. PARDINI¹, S. MORI², A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ³ Y M.R. MOSQUERA-LOSADA³

¹DIPSA - Università di Firenze (I), ²ASAT - Associazione Scienze Agrarie Tropicali (I), ³Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.

RESUMEN

En la actualidad, muchas granjas en Italia están modificando su gestión intensiva hacia otras formas de manejo más extensivas con bajos insumos, en un intento de reducir costes de producción, incrementar la calidad de los productos y preservar el medio ambiente. La presencia tradicional de árboles dispersos en campos de cultivo y pastos es una práctica antigua, que ha sobrevivido en algunas partes de Italia, y que hoy en día está aumentando su interés ya que los árboles no interfieren demasiado en las actividades de mecanización y ayudan a preservar la belleza del territorio y el medio ambiente. No está claro cual es la cobertura arbórea que no afecta, o afecta en escasa medida, a la producción de pasto y trigo, y por tanto cual sería la mejor densidad o distancia entre pies para lograr estos objetivos. Este estudio se ha llevado a cabo en la meseta costera de la Toscana (Italia Central) con el objeto de evaluar la producción total de trigo y la producción de pasto teniendo en cuenta la proximidad a árboles adultos del género *Quercus*. Nuestros resultados muestran que la producción de trigo se vio más afectada por la cobertura arbolada que la producción de pasto. La distancia entre árboles puede reducirse hasta 20 m en el caso del trigo, pudiendo ser incluso menor para el pasto. En este último caso, la distancia entre árboles debe ser mayor si se emplean especies de siembra y menor en el caso de que el pasto esté constituido por especies nativas espontáneas, por lo general más tolerantes a la sombra.

Palabras clave: Cobertura arbolada, densidad, silvoarable, silvopastoreo

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son formas sostenibles de manejo del territorio que interesa promover tal y como se señala en el último documento sobre desarrollo rural de la Unión Europea (UE 2005). Hasta la segunda guerra mundial, e incluso en la

inmediata postguerra, era común en Italia la presencia de árboles dispersos en los pastos y cultivos en fincas dedicadas exclusivamente a la subsistencia familiar. Desde los años 50, la rápida intensificación de los sistemas de cultivo y, sobre todo, el aumento de la mecanización, hizo conveniente elegir los terrenos con mejores suelos para el cultivo intensivo. Esta intensificación provocó la consiguiente eliminación de todos los árboles en las zonas de cultivo, mientras otras zonas menos fértiles fueron destinadas a praderas o incluso se abandonaron siendo invadidas por arbustos y árboles pequeños (Pardini, 2007; Pardini *et al.*, 2007).

En la actualidad hay nuevos intentos de valorizar las zonas rurales marginales a través de la obtención de productos de calidad, a menudo certificados como ecológicos (Longhi y Pardini, 2008), que en muchos casos se cultivan en zonas agrícolas anteriormente abandonadas o dejadas a pradera en las que aún hay árboles dispersos.

En la Maremma toscana, zona ubicada en el sur de la Toscana, que se caracteriza por poseer terrenos llanos o de bajas montañas, próxima al mar y con clima mediterráneo, se pueden encontrar zonas con árboles de gran porte, generalmente de la familia de las fagáceas, que muchas veces siguen líneas que sugieren la presencia de corrientes subterráneas de agua. La distancia entre los árboles es muy variable y su presencia reduce muy poco la superficie realmente disponible para el cultivo, pero modifica la disponibilidad de luz y de agua y, a su vez, la producción potencial de los cultivos. Por orden de frecuencia creciente las especies de roble más importantes son *Quercus ilex* L., *Q. suber* L., *Q. pubescens* Willd. y *Q. cerris* L. Muchas de estas tierras marginales ocupadas con especies forestales dispersas son praderas naturales o naturalizadas que proceden de antiguas siembras de mezclas de especies pratenses. También es común encontrar en la actualidad zonas de cultivo de cereal ecológico en estas zonas de antiguas praderas (Pardini *et al.*, 2006). Además, y con el objeto de incrementar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo a bajo coste, se cultivan alfalfa y otras leguminosas en rotación con los cereales.

Por otra parte, en la actualidad se está reconsiderando introducir árboles dispersos en las praderas y cultivos, en el contexto del cambio generalizado desde una agricultura especializada e intensiva hacia sistemas de agricultura extensiva más respetuosos con el medio ambiente (De Vita *et al.*, 2007). La agricultura extensiva puede incluir asociaciones de árboles con herbáceas mediante el empleo de sistemas agroforestales (Mosquera-Losada *et al.*, 2005), cuyo establecimiento se ve favorecido a veces por el abandono temporal o permanente de las prácticas de pastoreo y el consiguiente retorno de los arbustos y árboles (San Miguel-Ayanz, 2004).

En todos estos casos, un factor importante a tener en cuenta en este tipo de sistemas es la determinación de la distancia más conveniente entre los árboles para obtener

mayores producciones de cereal o para prolongar la productividad estacional de los pastos y, al mismo tiempo, permitir una mecanización moderna y eficiente.

Entre los años 2007 y 2009 se ha realizado un estudio en una granja del sur de la costa toscana, con el objeto de cuantificar el efecto de la sombra de las fagáceas dispersas (*Quercus* spp.) sobre la productividad de pastos naturales y cultivo de trigo ecológico establecidos sobre terrenos que ocuparon con anterioridad pastos naturales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha realizado en una zona próxima al mar de la provincia de Grosseto, (42° 56' 58,08" N, 11°14' 41,86" E), ubicada en la región Toscana, durante los años 2007, 2008 y 2009. La zona de estudio es relativamente homogénea, ya que apenas existe pendiente y se caracteriza por presentar un clima mediterráneo con veranos secos y calurosos e inviernos ligeramente lluviosos a causa de la proximidad del mar (Figura 1). Aunque se pueden producir precipitaciones ocasionales en verano, las lluvias suelen ser de tipo tormentoso, por lo que se almacena poca agua en el suelo al perderse en gran medida por escorrentía superficial. En esta zona existe por lo tanto una sequía persistente, al menos desde comienzos de junio hasta finales de septiembre. El pH en agua inicial fue de 6,3 y el suelo es de textura gruesa (59% arena, 18% limo y 23% arcilla).

Para desarrollar el experimento se seleccionaron dos zonas de prados con presencia de árboles dispersos en una granja ecológica. Las praderas habían sido sembradas 18 años antes con una mezcla de gramíneas y leguminosas (25% *Dactylis glomerata*, 20% *Lolium perenne*, 15% *Lolium multiflorum*, 20% *Trifolium repens*, 20% *Trifolium pratense*). Las especies forestales son principalmente *Quercus cerris* y *Q. pubescens*, aunque también se pueden encontrar algunos ejemplares de *Q. petraea*. Los árboles ubicados en la zona de estudio poseen una edad comprendida entre 30 y 50 años, una altura de entre 15 y 20 m y copas anchas con forma regular. La distribución de los árboles en la parcela es muy dispersa y heterogénea (con distancias entre pies de entre 10 y 50 metros). Se trata de los restos de una masa forestal mixta, utilizada hasta los años 40 del pasado siglo para la producción de madera y leña en combinación con el pastoreo. La zona de estudio se dividió en dos áreas, una en la que permaneció el pasto y otra en la que se inició el cultivo de trigo de producción ecológica durante el invierno.

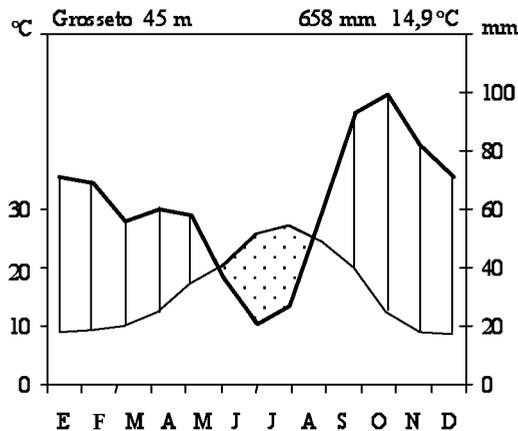


FIGURA 1

Diagrama ombrotérmico de la zona de Grosseto para el período 1975-2000.

Ombrothermic diagram of Grosseto in the period 1975-2000.

a) Zona de trigo

Durante los dos años de estudio (2007 y 2008) el manejo incluyó la aplicación de estiércol de origen animal antes del laboreo, a una dosis de 28 toneladas por hectárea. Antes del establecimiento se labró a una profundidad de 30 cm, seguido de un pase de grada de discos. Transcurridos 15 días se realizó otro pase de grada de discos, justo antes de la siembra, con el objeto de eliminar la flora presente antes de la siembra y favorecer la germinación. La siembra del cultivar “Pandas” de trigo se realizó mecánicamente el 10 de noviembre de 2007 y el 4 de diciembre de 2008, en el primer y segundo año, con una dosis de 210 kg por hectárea. La semilla fue tratada con piretrinas, insecticida de origen vegetal autorizado en agricultura ecológica, para evitar el desarrollo del parásito de las semillas de cereales *Rhizopertha dominica*. Estas fechas de siembra a finales del otoño son habituales en la zona, ya que la proximidad del mar suaviza el clima y evita el riesgo de heladas. En febrero, es decir, al comienzo de la nueva temporada de cultivo, se realizó un pase de rastra para disminuir la presencia de malas hierbas. No fue necesario el control de plagas ya que el estado sanitario del cultivo fue adecuado.

b) Zona de pasto

Las especies más frecuentes de gramíneas en el pasto fueron *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Aira caryophyllea* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) Beauv., *Bromus sterilis* L., *Cynosurum echinatus* L., *Dactylis glomerata* L.,

Festuca heterophylla Lam., *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L. y *Poa trivialis* L. mientras que entre las leguminosas fueron *Latyrus niger* (L.) Beauv., *Lotus corniculatus* L., *Medicago arabica* (L.) Hudson, *Medicago lupulina* L., *Trifolium arvense* L., *Trifolium campestre* Schreber, *Trifolium incarnatum* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. y *Vicia cracca* L.. Además también se encontraron especies de otras familias como *Ajuga reptans* L., *Asparagus acutifolius* L., *Galium cruciata* L. (Scop.), *Hypericum perforatum* L., *Ranunculus millefoliatus* Vahl., *Ranunculus polyanthemus* L. y *Rumex crispus* L. Las parcelas fueron sometidas a pastoreo continuo y no se realizó fertilización.

Determinaciones en campo y en laboratorio

En las áreas de estudio se determinó el diámetro medio del arbolado mediante la medición de 10 árboles en cada zona, a fin de calcular el diámetro promedio, que resultó ser de 0,84 metros. Todas las mediciones fueron repetidas en las proximidades de 6 árboles (réplicas). La toma de muestras de pasto se realizó de forma mensual y comenzó en septiembre del año 2007 y terminó en agosto del año 2009 empleando jaulas de exclusión. La producción mensual de pasto se determinó mediante el corte mensual de tres muestras de pasto de 1 m² a cinco distancias del tronco del árbol: una bajo la cubierta (2,11 m del tronco), una muy cerca del límite de copa (4,22 m del tronco) y tres fuera de cubierta (a 5, 10 y 20 m del tronco), tal y como se puede observar en la Figura 2. Posteriormente, las muestras se llevaron al laboratorio en donde se pesaron y se secaron en estufa a 80 °C durante al menos 72 horas, hasta que las muestras alcanzaron un peso constante, tras lo cual se pesaron de nuevo con el objeto de determinar la producción expresada en materia seca.

La producción de grano de trigo se determinó mediante la recolección manual de tres muestras a las mismas distancias y posiciones del árbol que para el pasto, cada muestra en una superficie de 1 m² (Figura 2). La toma de muestras de grano en las parcelas fue realizada el 15 de julio de 2008 y el 20 de julio de 2009. Posteriormente se segó todo el cultivo con cosechadora mecánica.

Con el objeto de analizar los resultados de biomasa anual de pasto y el peso de grano del trigo se empleó un ANOVA factorial mediante el uso del programa Sistas. Posteriormente, cuando el ANOVA resultó significativo se empleó el test de mínima diferencias significativas (LSD) ($\alpha=0,05$) para separar las medias. Además, se emplearon técnicas de regresión logarítmica entre las diferentes variables.

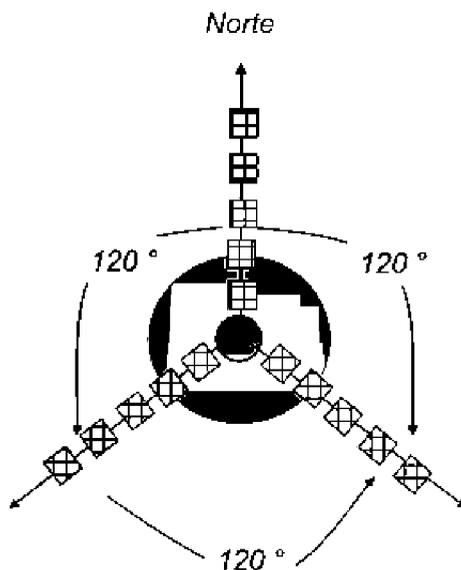


FIGURA 2

Posición de las muestras en relación al arbolado (⊞)
Sampling position from the tree (⊞)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de pasto

Los resultados medios de los dos años de estudio mostraron que la producción mensual de pasto, en los períodos de otoño y primavera, ha sido superior en la zona alejada de la cubierta arbórea en comparación con la zona que se ubica bajo la copa. Por el contrario, no se encontró un efecto significativo de la distancia al árbol sobre la producción de pasto en el período de invierno, y la producción de pasto fue mayor bajo la copa que en el exterior en el verano (Figura 3). Tanto la distribución estacional de pasto como la producción anual resultaron ser las habituales en la zona (Talamucci *et al.*, 1996).

Las diferencias estacionales encontradas son consecuencia de la distribución estacional de precipitación y temperatura (Pardini *et al.*, 2002; Mosquera-Losada *et al.*, 2006; Moreno *et al.*, 2007; García *et al.*, 2008.). En primavera y otoño la ausencia de sequía y las temperaturas suaves favorecen el crecimiento del pasto, y las mayores temperaturas encontradas en las zonas alejadas del arbolado en comparación con las halladas bajo la cubierta arbórea, explican la menor producción de pasto bajo el arbolado.

La producción de pasto en la zona sin cubierta empieza a resentirse con la aproximación a la época de sequía estival, cuyo efecto es menor o se nota de forma más paulatina en el área ubicada bajo el arbolado, lo que hace que en el verano la producción de pasto sea más prolongada bajo la cubierta arbórea (Moreno *et al.*, 2007). Por lo tanto, en la estación estival el crecimiento del pasto es menor fuera de la cubierta, probablemente porque son más elevadas las temperaturas y la evapotranspiración en comparación con la zona bajo las copas. En invierno, el frío reduce el crecimiento del pasto en todas las situaciones y las diferencias de producción entre las diferentes posiciones del pasto con respecto al arbolado no se ponen de manifiesto.

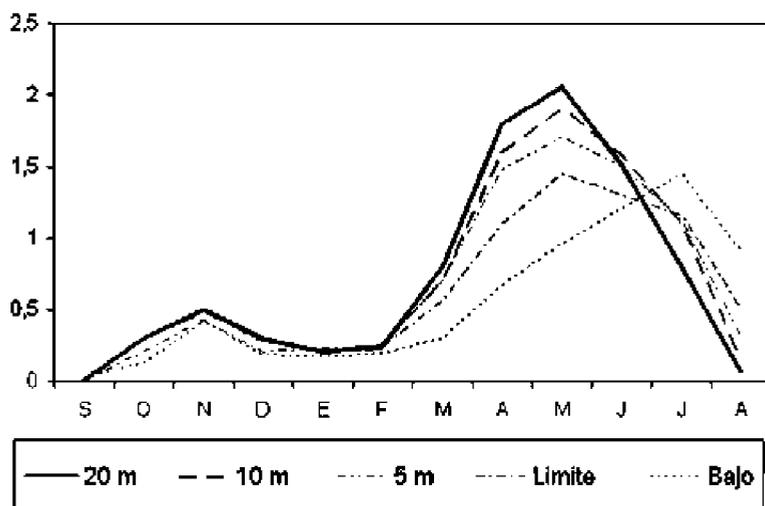


FIGURA 3

Producción mensual de pasto (t MS ha⁻¹) a las cinco distancias de los árboles.

Monthly pasture production (DM, t ha⁻¹) at the five distances from the trees.

La producción anual de biomasa de pasto (Tabla 1) ha sido mayor en el año 2008 que en el año 2007 y en posiciones alejadas del arbolado que en condiciones de sombra. Las diferencias, en términos de producción de pasto entre distancias de 20, 10 y 5 metros no fueron significativas, lo que sugiere que el efecto del árbol sobre la producción de pasto no ha sido importante a estas distancias. Al no ponerse de manifiesto el efecto de la sombra y estar la mayor parte de las raíces de las especies herbáceas en las zonas más superficiales, éstas son afectadas de forma similar por los períodos de sequía (Moreno *et al.*, 2007). Sin embargo, la producción anual de pasto se redujo bajo las copas. La reducción porcentual de la productividad bajo las copas ha sido pequeña probablemente

porque el pasto era nativo y, aunque incluía muchas especies heliófilas, como *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Scorpiurus muricatus*, también estaban presentes otras tolerantes con la sombra como *Dactylis glomerata*, *T. pratense*, y algunos ecotipos locales de *Lolium perenne*, provenientes de bosques locales ralos o aclarados y de áreas cortafuegos, siendo este segundo grupo de estirpes más esciadófilas las que equilibraron el efecto negativo de la sombra de los árboles sobre el crecimiento de las especies heliófilas, cuando se comparan las zonas situadas bajo el arbolado y las más alejadas. El incremento de la biodiversidad vegetal vascular, como consecuencia de la heterogeneidad ambiental generada por la presencia del arbolado, ha sido descrito por otros autores (Rigueiro *et al.*, 2009).

TABLA 1

Producción anual de biomasa de pasto (t MS ha⁻¹ año⁻¹) para cada año de estudio, media de los dos años (t MS ha⁻¹ año⁻¹) y proporción (%) respecto a la producción a los 20 m de distancia.

Annual pasture biomass (DM, t ha⁻¹ year⁻¹), two years average (DM, t ha⁻¹ year⁻¹) and proportion (%) of the production at 20 m distance.

	2007	2008	Media	Diferencia %
20	8,70 a	9,48 a	9,09 a	100
10	8,54 a	9,42 a	8,98 a	98,79
5	8,03 ab	8,52 ab	8,28 ab	91,09
Límite copa (4,22)	7,35 b	7,99 bc	7,67 bc	84,38
Bajo copa (2,11)	6,58 c	7,03 c	6,81 c	74,92

Valores en columna con letras diferentes son significativamente diferentes a p=0,05.

Producción de trigo

La producción de grano de trigo habitual en la zona se cifra entre 4,5 y 5 t MS ha⁻¹ bajo cultivo tradicional o agricultura ecológica (Pardini *et al.*, 2006). Así la producción más alta obtenida en nuestro estudio puede considerarse media o ligeramente inferior a la media del área (Tabla 2). La producción de grano ha sido mayor en las zonas alejadas del árbol que bajo la cubierta del mismo. Las diferencias en términos de producción de granos de trigo no fueron significativas entre los 20 y 10 m de distancia, pero sí lo fueron con respecto a la producción obtenida a 5 m de distancia del árbol, lo que sugiere que entre 5 y 10 m probablemente se encuentra la distancia mínima a la que la producción de grano de trigo no se reduce. Resultados similares también fueron obtenidos por Moreno *et al.* (2007) en dehesas cultivadas, en las que si se fertilizaba el cultivo la producción se veía reducida a menos de 5 m de distancia, siendo contraria la respuesta en dehesas en las que no se fertilizaba, probablemente debido al efecto mejorador del suelo del

arbolado bajo sus copas, como consecuencia del lavado de nutrientes de la copa por el efecto de la lluvia o por la incorporación de nutrientes a través de las hojas que caen.

TABLA 2

Producción anual de grano de trigo (t MS ha⁻¹ año⁻¹) para cada año de estudio, media de los dos años (t MS ha⁻¹ año⁻¹) y proporción (%) respecto a la producción a los 20 m de distancia.

Annual wheat yield (DM, DM ha⁻¹ year⁻¹), two years average (DM, t ha⁻¹ year⁻¹) and proportion (%) of the production at 20 m distance.

Distancia al árbol (m)	2007	2008	Media	Diferencia %
20	4,01 a	4,54 a	4,28 a	100
10	3,84 a	4,41 a	4,13 a	96,49
5	3,21 b	4,08 b	3,65 b	85,28
Límite copa (4,22)	2,57 c	3,43 c	3,00 c	70,09
Bajo copa (2,11)	1,84 d	2,76 d	2,30 d	53,74

Valores en columna con letras diferentes son significativamente diferentes a p=0,05.

Al igual que sucedía con el pasto se produjo una reducción porcentual y significativa de la producción de trigo a medida que se reducía la distancia al árbol. Esta disminución fue marcadamente mayor en el caso del trigo que en el del pasto, ya que este cereal es un cultivo monofito heliófilo. Si consideramos que la producción de grano a 20 m de distancia fue del 100%, ésta se redujo al 96% a los 10 m de distancia, al 85% a los 5 m, al 70% a 4,22 m y al 54% a 2,11 m. La notable reducción de la producción de grano en las zonas afectadas por la sombra del árbol es debida a que las variedades cultivadas de trigo se seleccionan para condiciones de cultivo abierto y no son tolerantes a la sombra, mientras que en el pasto había especies con diferentes exigencias de intensidad de luz y una mayor biodiversidad en comparación con las zonas de cultivo. Además, estudios desarrollados en la dehesa extremeña española indican que con la fertilización mecánica se establece un gradiente de fertilidad en el suelo, derivado de que los aperos no pueden aproximarse mucho a los árboles (Moreno *et al.*, 2007), si bien este aspecto se puede ver compensado en parte por el aporte de nutrientes como fósforo o nitrógeno bajo las copas que suponen los restos de los árboles (Moreno *et al.*, 2007). No obstante, este aporte de nutrientes procedente de la descomposición y mineralización de los restos no suele suministrar suficiente nitrógeno para compensar la heterogeneidad de la distribución mecánica de fertilizantes debida a la presencia del arbolado.

Curvas de regresión (biomasa de pasto y producción de trigo)

Las ecuaciones encontradas para modelizar la producción de pasto o de trigo en relación a la distancia al árbol (Figura 4) presentaron un coeficiente de correlación muy

alto en ambos casos ($R^2 = 0,97$ y $0,98$ para pasto y trigo, respectivamente). Las gráficas también reflejan una tendencia diferente en la primera parte de la curva, mostrando un mayor efecto negativo de la distancia más próxima al árbol en el caso del trigo en comparación con el pasto.

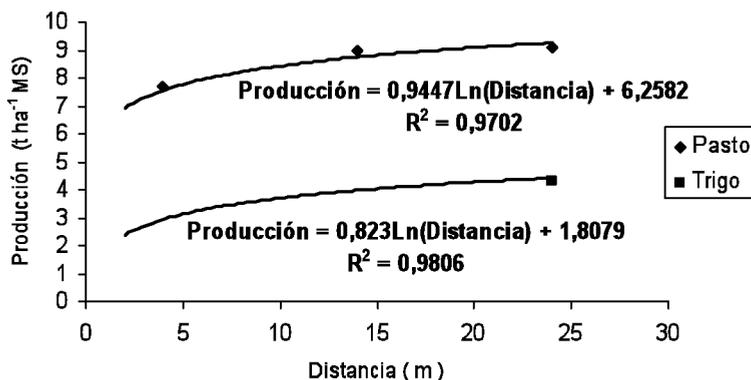


FIGURA 4

Curvas de regresión de la biomasa del pasto y de la producción de trigo (promedio 2007-2008).

Pasture biomass and wheat yield regression curves (average 2007-2008)

CONCLUSIONES

A las distancias de 20 y 10 m al tronco de los árboles las producciones, tanto de pasto como de trigo, se pueden considerar como normales para el área de estudio. Las diferencias de producción entre los 20 y los 10 m de distancia nunca fueron significativas, pero se encontró la tendencia de que fueron más reducidas a una distancia de 5 m que a las de 10 m, lo que parece sugerir que disminuyen las producciones al acercarnos al tronco de los árboles. Hubo una disminución de la producción de pasto a 5 m de distancia del árbol en el caso del trigo, pero no del pasto, que se adaptó mejor a las condiciones de luminosidad a esta distancia. Por consiguiente, consideramos que una distancia de 20 m entre dos árboles (que es de 10 m entre copas) es adecuada para mantener elevadas producciones. Estas distancias se corresponden con densidades de 100 árboles por hectárea si estuviesen regularmente distribuidos. La producción de trigo se redujo considerablemente en la zona próxima a la copa del árbol, lo que confirma que las condiciones en esta posición no son adecuadas para el desarrollo de este cereal. Investigaciones futuras deberían evaluar y relacionar la producción a diferentes

distancias del arbolado con los parámetros como la radiación incidente, temperatura o estado hídrico del suelo a diferentes distancias del árbol.

También se redujo la producción de pasto bajo las copas de los árboles, pero en menor medida que en el caso del trigo y, sobre todo, con una interesante tendencia inversa de la producción en verano, cuando la copa de los árboles favorece la producción de biomasa, al mantener la humedad o estado hídrico del suelo y reducir las temperaturas (por tanto la evapotranspiración). Este aspecto se pone especialmente de manifiesto con la presencia de especies pascícolas, especialmente las más esciadófilas en los pastos evaluados. Este resultado sugiere que, por lo que se refiere a los pastos, sería aconsejable una amplia distancia entre los árboles si se desea una mayor producción en la primavera, para ser conservada como heno o silo, mientras que es preferible una mayor densidad de arbolado y por lo tanto menor espaciamiento si se pretende equilibrar la disponibilidad estacional de la biomasa y producir pasto en verano, reduciendo los costes de producción y alimentación en la explotación. Por otra parte, debe considerarse que la producción de pasto con especies nativas fue similar en las zonas más alejadas del árbol (10 y 20 m) y la ubicada a los 5 m de distancia con mezclas nativas; pero este resultado podría ser diferente en praderas sembradas con pocas especies, debiendo elegirse en este caso especies y cultivares tolerantes a la sombra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE VITA, P.; MASTRANGELO, A.M.; CODIANNI, P.; FORNARA, M.; PALUMBO, M.; CATTIVELLI, L., 2007. Bio-agronomic evaluation of old and modern wheat, spelt and emmer genotypes for low input farming in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy*, **3**, 291-302.
- GARCIA, R.; VALDES, C.; ANDRÉS, S.; ALVARENGA, J.; CALLEJA, A., 2008. Grazing livestock as a tool for managing natural feed resources in Sayago (Zamora, Spain). *Options Méditerranéennes*, **79**, 69-72.
- LONGHI, F.; PARDINI, A., 2008. Market trends for organic or low input foods from marginal pastures. *Proceedings International Rangeland Congress - International Grassland Congress*, Hohhot (China), 29 June - 5 July 2008, Vol. II, 1065.
- MOSQUERA-LOSADA, M.R.; PINTO-TOBALINA, M.; RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A., 2005. The herbaceous component in temperate silvopastoral systems, 93-100. En: *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*, 93-100. Ed. M.R. MOSQUERA-LOSADA, J. MCADAM, A. RIGUEIRO-RODRIGUEZ. Cabi Publishing.
- MORENO-MARCOS, G.; OBRADOR, J.J.; GARCÍA, E.; CUBERA, E.; MONTERO, M.J.; PULIDO, F.; DUPRAZ, C., 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforestry systems*, **70**, 25-40.
- PARDINI, A., 2007. Perspectiva sobre la valorización de los sistemas agrosilvopastoriles en al Cuenca del Mediterráneo. *Pastos y forrajes*, **30** (1), 77-105.
- PARDINI, A.; ANGELONI, A.; GREMIGNI, P.; FAIELLO, C.; SNOWBALL, R.; LONGHI, F.; TALLARICO, R., 2002. Comparison of some methods for calculations of animal stocking rates in Mediterranean pastures. *Herba*, **13**, 39-46.

- PARDINI, A.; PRATESI, V.; CORSI, S., 2006. Effect of tillage techniques on the evolution of the soil seed bank in a faba bean - durum wheat rotation. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, **3-4**, 169-180.
- PARDINI, A.; PRATESI, V.; LONGHI, F., 2007. Integration of pasture and tree management in multipurpose silvo-pastoral systems in Italy. Actas de la III reunion sobre sistemas agroforestales, *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, **22**, 143-149.
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M.R., 2009. *Agroforestry in Europe: Current status and future prospects*. Springer, 452 pp.
- SAN MIGUEL-AYANZ, A., 2005. Mediterranean European silvopastoral systems. En: *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*, 36-40. Ed. M.R. MOSQUERA-LOSADA, J. MCADAM, A. RIGUEIRO-RODRIGUEZ. Cabi Publishing..
- TALAMUCCI, P.; PARDINI, A.; ARGENTI, G.; STAGLIANÒ, N., 1996. Theoretical silvo-pastoral systems based on seasonal distribution of diversified resources in an Italian Mediterranean environment. En: *Temperate and Mediterranean silvopastoral systems of Western Europe*, 183-194. Ed. ETIENNE. INRA Versailles (Francia).
- U.E., 2005. Council regulation (EC) n° 1698/2005 of September 2005 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD).<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:277:0001:0040:EN:PDF> [15 Mayo 2009]

TREE EFFECT ON PASTURE AND ORGANIC WHEAT (*Triticum aestivum* L.) PRODUCTION IN THE MAREMMA OF TUSCANY (CENTRAL ITALY)

SUMMARY

At present, many farms in Italy are shifting from intensive to low input agriculture in an attempt to reduce production costs, increase products quality and preserve environment. The conservation of scattered trees on cropped fields and pastures is an ancient tradition, still present in some parts of the Country, that is attracting nowadays new interest because the trees do not interfere much with mechanization and help to preserve environment and to maintain a beautiful landscape. A research has been done in the coastal plains of Tuscany (Central Italy) to investigate the influence of trees on wheat yield and on total and monthly pasture production. The results show that wheat is more influenced than pastures by tree cover, the distance between trees can be reduced to 20 m (about 10 m between canopy hedges) for wheat and even less for pastures. In the case of pastures, the distance between trees should be wider when they are made with improved species and shorter when native species are dominant because they are more tolerant to shadow.

Key words: Tree cover, tree density, silvorable, silvopastoralism