

CARACTERIZACIÓN MICROCLIMÁTICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJERAS SOMBREADAS CON *Pinus taeda* EN EL SUR DE BRASIL

Heverly MORAIS¹, Paulo H. CARAMORI¹, Dalziza de OLIVEIRA¹, Fábio S. de SOUZA¹, Alex C. LEAL¹, Wilian S. RICCE², Francisco P. CHAIMSOHN¹

¹Instituto Agronômico de lo Paraná, Londrina, Brasil

²Agroconsult Ltda. Rio de Janeiro, Brasil

heverly@iapar.br, caramori@iapar.br, dalziza@iapar.br, fssouza@iapar.br, leal@iapar.br, ricce@iapar.br, chaimsohn@iapar.br

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar el microclima de gramíneas y leguminosas forrajeras sombreadas con *Pinus taeda* y su efecto en la producción de materia seca, en el Sur de Brasil. Se sembraron tres especies de gramíneas: avena negra común (*Avena strigosa*), avena blanca (*Avena spp*) cv. FAPA2 y raigrás anual (*Lolium multiflorum*), además de dos leguminosas - Trébol blanco (*Trifolium repens*) y *Lotus corniculatus*, sob *Pinus taeda* espaciados 15m entre líneas (15x3) y 9m entre líneas (9x3), ambos tratamientos con espaciamiento de 3m entre arboles. Para fines comparativos, se evaluarán las forrajeras en ambiente a pleno sol. Las variables microclimáticas medidas fueron la temperatura y la humedad del aire, la temperatura del suelo, la velocidad del viento y la radiación fotosintéticamente activa. El cultivo de las forrajeras en los sistemas silvopastoriles redujo aproximadamente en un tercio de la radiación fotosintética en el espaciamiento 15x3m y dos tercios en el espaciamiento 9x3m. Las demás variables fueron influenciadas por la presencia de los arboles en diferentes proporciones, con una tendencia de ocurrencia de temperaturas mínimas más altas, menor humedad relativa nocturna, menor velocidad del viento y menor amplitud térmica de lo solo. Con el aumento del nivel de sombreadamiento hubo una disminución en la producción de materia seca de todas las forrajeras. El raigrás anual presentó mayor capacidad productiva en las tres condiciones evaluadas. La avena negra fue la que tuvo menor producción entre las gramíneas. Entre las leguminosas, el *Lotus corniculatus* produjo casi dos veces más que el trébol blanco. Las gramíneas fueron más tolerantes al menor nivel de sombreadamiento; sin embargo, fueron las especies que presentaron mayores diferencias con el aumento de la densidad arbórea.

Palabras clave: Sistema silvopastoril, variables climáticas, leguminosas, gramíneas, productividad

ABSTRACT

The objective of this research was to characterize the macroclimate of grass and legume forage plants shaded with *Pinus taeda* and its effect on dry matter production in Southern Brazil. Three forage grasses species: Black oat (*Avena strigosa*), White oat (*Avena spp*) cv. FAPA2 and Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and two forage legume – White clover (*Trifolium repens*) and Birds foot trefoil (*Lotus corniculatus*), were planted under *Pinus taeda* spaced 15 and 9 meters between lines, both with 3 meters of space between the trees (15x3 and 9x3

respectively). Forage plants were also evaluated under full sun for comparison with the shaded plants. Microclimate parameters measured were: air temperature and moisture, soil temperature, wind speed and photosynthetic active radiation. Forage plants cultivated under shade had their photosynthetic radiation reduced in approximately 1/3 in the 15x3m spacing and 2/3 in the 9x3m spacing. The other parameters were affected by the presence of the trees in different proportions, trending to have higher minimum temperatures, lower night relative humidity, and less wind speed and soil thermal amplitude. The higher was the shading the lower was the dry matter production of all forage plants. Ryegrass had the highest productive capacity of the three conditions evaluated. Black oat had the lowest forage grass production. Between the forage legume, birds foot trefoil had a production twice as higher as white clover. Forage grass plants were more tolerant to shade compared to legume species, however, they showed higher differences with the increase of tree density.

Keywords: tree pasture system, climatic parameters, forage legume, forage grassy, productivity

1. INTRODUCCIÓN

En virtud de los cambios climáticos globales, las formas tradicionales de producción deben ser repensadas. El sistema silvopastoril, integrando arboles con especies gramíneas o leguminosas es una buena estrategia para capturar carbono (KAUR *et al.*, 2002). Alrededor de 80% de las emisiones brasileñas del CO₂ son provenientes de actividades de cambios en el patrón de ocupación del suelo, como por ejemplo, la deforestación y la agricultura intensiva. La utilización de la biomasa de los bosques como fuente de energía, al contrario de los combustibles fósiles, es, también, una alternativa para amenizar los incrementos de carbono en la atmósfera (SCHUMACHER *et al.*, 2002). En trabajos realizados en Argentina se verificó, por ejemplo, que el “capín elefante” (*Pannisetum purpureum*) asociado a la yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) fue importante en el manejo para retener y aumentar el carbono orgánico del suelo (PICCOLO *et al.*, 1998) y el fósforo orgánico (GIUFFRE *et al.*, 2001). Además, los sistemas silvopastoriles contribuyen para disminuir el estrés térmico de los animales, incrementado por el calentamiento global.

Los sistemas silvopastoriles tienen potencial para sustituir con ventajas los actuales sistemas de pastajes de monocultivos, una vez que contribuyen para que la actividad ganadera sea más sostenible económica y ambientalmente (FRANKE *et al.*, 2001). Sin embargo, la presencia de arboles en el sistema pastoril precisa ser evaluada, una vez que provoca cambios en el microclima y en el solo (YOUNG, 1991). Es importante considerar las alteraciones en el balance de energía, en la dinámica de los vientos, en la temperatura, en el balance hídrico (MONTEITH *et al.*, 1991) y en la mineralización del nitrógeno del solo (RIBASKI y MONTROYA, 2001) porque afectan directamente el crecimiento y el balance nutricional de las plantas (LARCHER, 2000). La disminución de la amplitud térmica y de la evapotranspiración, favorecidas por el componente arbóreo, mejora el conforto térmico y refleja en ganancias de peso para los animales.

Uno de los requisitos para el éxito de los sistemas silvopastoriles sostenibles es la selección apropiada de las especies que componen el sistema. En el caso de las especies forrajeras, no es suficiente que estas sean tolerantes al sombreado; es necesario seleccionar especies con

buena capacidad productiva, resistentes a las plagas de insectos y enfermedades, con alto valor nutritivo, adaptadas al manejo y ambientadas a las condiciones edafo-climáticas de la región donde serán implantadas (GARCIA y ANDRADE, 2001).

Tanto las gramíneas como las leguminosas, son forrajeras utilizadas en los pastizales de la región Sur de Brasil. Las gramíneas tienen como principal ventaja su gran potencial productivo. Las leguminosas forrajeras, por incorporar el nitrógeno atmosférico, poseen alto contenido de proteína, importante para la constitución y reposición de los tejidos. Esta alternativa es de bajo costo comparado con los nutrientes provenientes de los concentrados.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el microclima de sistemas de gramíneas y leguminosas forrajeras sombreadas con *Pinus taeda* y su efecto en la producción de materia seca, en el Sur de Brasil.

2. METODOLOGIA

Este estudio ha sido realizado en el municipio de Abelardo Luz, Estado de Santa Catarina, Brasil (26°25'S; 52°2'W; 930msnm). La región presenta clima Cfb segundo a clasificación de Köppen, con precipitación media anual de 2033 mm, temperatura media de 17,3°C y 75,8% de humedad relativa del aire. Se sembraron tres especies de gramíneas: avena negra común (*Avena strigosa*), avena blanca (*Avena spp*) cv. FAPA2 y raigrás anual (*Lolium multiflorum*), además de dos leguminosas - trébol blanco (*Trifolium repens*) y *Lotus corniculatus* entre filas de *Pinus taeda* de aproximadamente 10 años de edad y 12 m de altura, espaciados 15m entre líneas (15x3) y 9m entre líneas (9x3), ambos con espaciamiento de 3m entre arboles. Al mismo tiempo, se evaluaron las forrajeras en ambiente a pleno sol. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con parcelas subdivididas y tres repeticiones. Las parcelas grandes eran constituidas por los niveles de sombreado y las subparcelas, por las especies forrajeras. Las parcelas tenían dimensiones de 27m², en el espaciamiento de 9x3m y 45m² en el espaciamiento de 15x3m.

Se corrigió la acidez del suelo y se hizo la fertilización a partir de los resultados del análisis de suelo, considerándose las recomendaciones de adubación para leguminosas y gramíneas anuales de invierno (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). La densidad de siembra fue de 100 kg.ha⁻¹ para la avena negra, 110 kg.ha⁻¹ para la avena blanca, 30 kg.ha⁻¹ para el o raigrás, 4 kg.ha⁻¹ para o trébol blanco y 10 kg.ha⁻¹ para la *Lotus corniculatus*.

Para el monitoreo del microclima, en la parcela central de cada tratamiento se instaló una estación meteorológica automática con sensores conectados a un sistema automático de adquisición de datos (ref. con. Campbell Sci., Datalogger 21X), midiéndose las siguientes variables: radiación fotosintéticamente activa (PAR), por medio de radiómetros (LI-COR, Modelo LI190SB) colocados a los 3m de altura; temperatura del suelo por medio de termistores (Campbell Sci, Modelo 107B), colocados en el suelo a los 10cm de profundidad; humedad y temperatura del aire (Campbell Sci, Modelo HMP45C), instalado a los 3m de altura; velocidad del viento por medio de anemómetros (Campbell Sci, Modelo 014A) posicionados a los 3 m de altura. Los datos fueron colectados a cada veinte segundos y obtenidas medias a cada veinte minutos en los días 13 a 24 de julio de 2006.

Para la evaluación de la producción de materia seca se hizo el corte de las tres gramíneas a los 7cm del suelo, cuando las plantas estaban con aproximadamente 30cm de altura; 5cm del suelo para el trébol blanco; y 8cm para *L. corniculatus*, cuando presentaban altura de aproximadamente 15 y 20cm, respectivamente. Después de recolectadas las muestras, el restante de la parcela fue rozado en la misma altura del muestreo. Utilizándose un cuadro de 0,25m², se recolectó dos muestras, por parcela en la condición a pleno sol y tres muestras por parcela en las áreas sombreadas, siendo una en el medio de la parcela y las otras en la proyección del dosel de ambos los lados. Las muestras fueran secas en estufa a los 60°C, con circulación forzada del aire, hasta el peso constante.

Los datos de producción de materia seca fueron sometidos al análisis de comparación de medias pelo teste F a 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa en la Figura 1 que las dos densidades arbóreas evaluadas interceptaran diferentes porcentajes de radiación fotosintética activa (PAR). Las forrajeras ubicadas entre los callejones de 9x3m recibieron en media un 28% de PAR y en el espaciamiento de 15x3m, el porcentaje disponible de la PAR para las forrajeras fue de un 75%. La radiación fotosintética, juntamente con el agua y los nutrientes son los principales componentes para la producción vegetal. La disminución de cualquier uno de estos elementos y la disponibilidad en cantidades menores que aquellas exigidas por las plantas, implica en la reducción de materia seca.

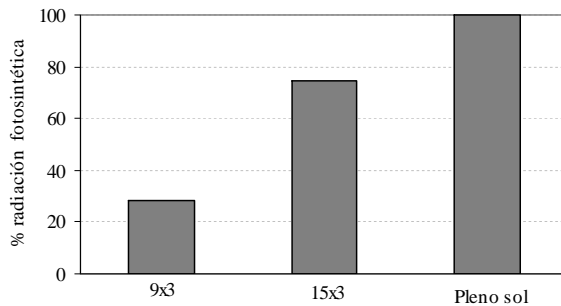


Figura 1. Porcentaje de radiación fotosintéticamente activa (PAR) en dos espaciamientos de *Pinus* y a pleno sol. Abelardo Luz, 13 a 24 de julio de 2006.

Las temperaturas mínimas permanecieron más altas en el ambiente arborizado, en comparación con el ambiente a pleno sol, pero sin diferencias entre las densidades de sombreadamiento (Figura 2). El plantío de árboles puede ser una técnica importante para proteger los pastizales contra las heladas. Aunque las altas temperaturas también puedan representar un factor de estrés para el desarrollo de los pastizales, en el Sur de Brasil son las bajas temperaturas que, generalmente, causan las principales pérdidas productivas (RODRIGUES *et al.*, 1993). Los pastizales tropicales se desarrollan solamente en temperaturas por encima de los 5° o 7°C o

muy superiores a estas (LARCHER, 2000). PEDRO JR. *et al.* (1990) concluyeron, en un estudio con 32 pastajes tropicales (C_4), que sob temperatura de 10°C la producción de materia seca para las especies estudiadas ha sido casi nula. La presencia de un estrato arbóreo en los pastizales es una barrera contra las pérdidas de radiación durante la noche, impidiendo la formación de heladas de radiación y vientos fríos desecantes. MORAIS *et al.* (2006) y LEAL (2004) también observaron en noches de enfriamiento intenso, temperaturas mínimas más altas en sistemas agroforestales comparado a sistemas de cultivo tradicional.

La velocidad del viento fue mayor en el tratamiento a pleno sol, y no presentó diferencias entre os espaciamientos arbóreos estudiados (Figura 2). El viento remueve el vapor de agua saturado próximo a la epidermis de las hojas, renovando ese aire con un volumen no saturado de vapor de agua; de esta forma, a medida que la velocidad del viento es reducida, la transpiración es menos intensa, favoreciendo la economía hídrica y la reducción del estrés en la ocurrencia de períodos de sequías (LARCHER, 2000).

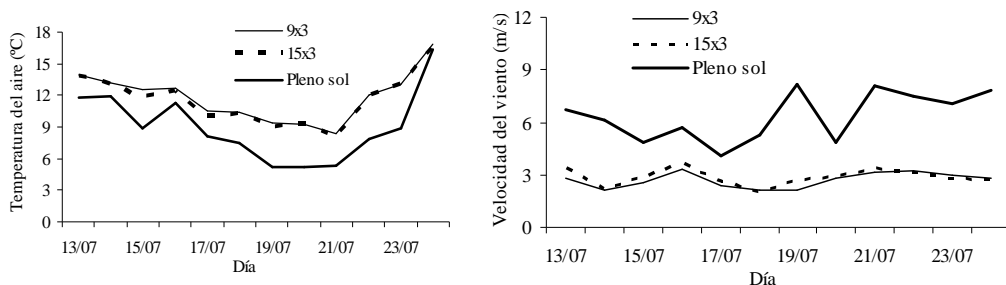


Figura 2. Temperatura mínima diaria del aire (izquierda) y velocidad máxima diaria del viento (derecha) en dos espaciamientos de *Pinus* y a pleno sol. Abelardo Luz, Santa Catarina, Brasil, 13 a 24 de julio de 2006.

En función del mayor enfriamiento nocturno en el ambiente a pleno sol, la humedad del aire por la noche también fue mayor en este tratamiento. No hubo diferencias para esta variable climática, entre las densidades arbóreas. Durante el día no se observó diferencias entre los tratamientos (Figura 3).

Las áreas arborizadas presentaron menor amplitud térmica en el suelo (Figura 3). El suelo funciona como un estabilizador del balance térmico de un local, absorbiendo una considerable cantidad de calor durante el día y se enfriando durante la noche. Bajo la cobertura esta estabilización es más eficiente, con menores oscilaciones térmicas, una vez que durante el día está protegido contra las fuertes radiaciones y durante la noche presenta menor pérdida de radiación térmica. Un estudio realizado por SIERRA *et al.* (2002) mostró que la temperatura diurna del suelo en un sistema silvopastoril fue, en media, 2°C menor que en áreas con pastizal a pleno sol. MORAIS *et al.* (2006) también encontraron menores temperaturas del suelo en café arborizado con guandul (*Cajanus cajan*), cuando comparado con café sin arborización (Figura 3).

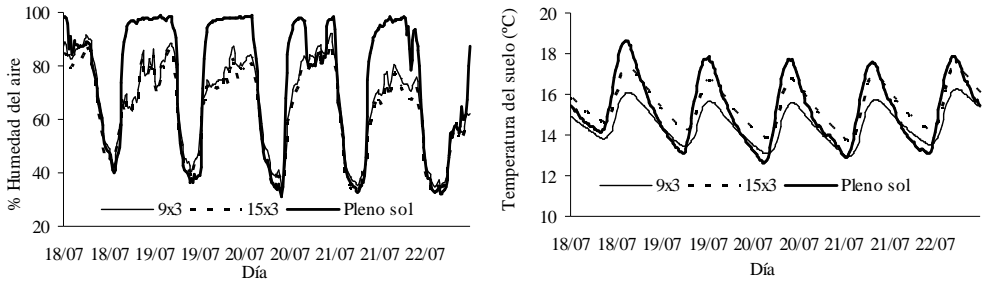


Figura 3. Humedad del aire (izquierda) y temperatura del suelo (derecha) en dos espaciamientos de *Pinus* y a pleno sol. Abelardo Luz, Santa Catarina, Brasil 18 a 22 de julio de 2006.

La producción de materia seca de todas las forrajeras fue menor en las áreas sombreadas, comparado con el ambiente a pleno sol, con efecto más pronunciado en el menor espaciamiento arbóreo (Tabla 1).

En las tres condiciones evaluadas, el raigrás presentó la mayor capacidad productiva entre todas las forrajeras, en función de su buena adaptación a las condiciones de la región. La avena negra fue la especie que tuvo la menor producción entre las gramíneas. Entre las leguminosas, el *L. corniculatus* produjo casi dos veces más que el trébol blanco (Tabla 1).

Las gramíneas fueron las especies que más toleraran el sombreado menos denso (15x3), con reducción de un 16 a 21% en la producción, comparado con el ambiente a pleno sol. Mientras que las leguminosas presentaron una reducción de un 68%, en media, de la producción en este mismo espaciamiento. Comparando las dos densidades de sombreado, las gramíneas tuvieron efecto más pronunciado con el aumento del nivel de sombra, con una reducción de un 56% en media, en el menor espaciamiento (9x3). De otra parte, las leguminosas no presentaron diferencias pronunciadas entre las densidades arbóreas, con una reducción media de un 68,5% en el espaciamiento 9x3m (Tabla 1).

Varios trabajos demuestran una reducción en el crecimiento de especies forrajeras por el efecto de la reducción de la radiación solar (SCHREINER, 1987; CASTRO *et al.*, 1997). CARVALHO *et al.*, (1998) concluyeron que el crecimiento de gramíneas se redujo sob la sombra de arboles con relación al crecimiento observado a pleno sol para las cultivares Marandú, Aruana, Makueni, Mombaça, Tanzânia y Tifton 85, especialmente en los dos primeros cortes. ANDRADE y VALENTIN (1999) observaron un efecto negativo en la producción media de biomasa total de la leguminosa *Arachis pintoi*, con el aumento del porcentaje sombreado.

Los factores que interactúan en un sistema silvopastoril son muchos y, en consecuencia, la producción de las forrajeras es menor cuando comparada con ambientes a pleno sol. Sin embargo, mismo que la producción individual sea menor, ella puede ser compensada por la

Familia	Especie	15x3	9x3	Pleno sol
Gramineae	Raigrás anual	5454a (21%)	3233a (53%)	6840a
Gramineae	Avena blanca	4417b (16%)	1611b (69%)	5260a
Gramineae	Avena negra	2133c (16%)	1503b (48%)	2892b
Leguminosae	<i>Lotus corniculatus</i>	2670a (67%)	2841a (65%)	8121a
Leguminosae	Trébol Blanco	1440b (69%)	1305b (72%)	4706b

Medias seguidas por la misma letra en la columna – na misma familia - no difieren entre si por la prueba de F a 5% de probabilidad.

Tabla 1 - PRODUCCIÓN DE FORRAJES (KG.HA⁻¹ DE MATERIA SECA) SOMBREADAS CON *PINUS TAEDA* EN DOS ESPACIAMIENTOS Y A PLENO SOL Y EL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LAS FORRAJES SOMBREADAS EN RELACIÓN AL AMBIENTE A PLENO SOL.

mejoría en el valor nutritivo del zacate, en función del al alargamiento de su ciclo y mayor acumulo de proteína bruta (McEWEN y DIETZ, 1965), por la productividad total del sistema, o sea, la producción forestal añadida a la producción de la ganadería y por otros beneficios, tales como: constituirse en un sistema ecológicamente más apropiado, mejor aprovechamiento del área, mayor conforto de animal y conservación del suelo.

4. CONCLUSIONES

1. La presencia de arboles en el sistema pastoril causó alteraciones en el microclima. El estrato arbóreo interceptó aproximadamente en un tercio de la radiación fotosintética en el espaciamiento 15x3m y dos tercios en el espaciamiento 9x3m, impidió la disminución de la temperatura, disminuyó la humedad relativa nocturna, la velocidad del viento y la amplitud térmica del suelo.
2. El raigrás presentó mayor potencial productivo entre todas las especies forrajeras, en las tres condiciones evaluadas. La avena negra fue especie la que presentó la menor producción entre las gramíneas. Comparando las leguminosas, el *L. corniculatus* produjo casi dos veces mas que el trébol blanco.
3. Las gramíneas fueron las especies que más toleraran el sombreado menos denso.
4. Las leguminosas sombreadas presentaron grande reducción en las producciones; sin embargo las diferencias entre las densidades evaluadas fueron pequeñas.

5. REFERENCIAS

ANDRADE, C. M. S. y VALENTIM, J. F. (1999). Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoi* submetidos a diferentes níveis de sombreado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 3, pp. 439-445.

- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P. y FRANCO, E.T. (1998). Comportamento de gramíneas forrageiras tropicais em associação com árvores. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., Belém. Resumos expandidos... Belém: Embrapa-CPATU, 1998. pp. 195-196.
- CASTRO, C.R.T.; CARVALHO, M.M. y GARCIA, R. (1997). Produção forrageira e alterações morfológicas em gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. In: XXXIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora, 1997. Forragicultura, v. 2, pp. 338-340.
- FRANKE, I.L.; LUNZ, A.M.P.; VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F. y MIRANDA, E.M. (2001). Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Eds.). *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL; FAO, pp. 19-40.
- GARCIA, R. y ANDRADE, C.M.S. (2001). Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Eds.). *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, FAO. pp.173-187.
- GIUFFRÉ, L.; PICCOLO, G.; ROSELL, R.; PASCALE, C.; HEREDIA, O.S. y CIARLO, E. (2001). Anthropogenic effect on soil organic phosphorus fractions in tropical ecosystems. *Communications in soil science and plant analysis*, v. 32, n. 9/10, pp. 1621-1628.
- KAUR, B.; GRUPTA, S. R. y SINGH, G. (2002). Carbon storage and nitrogen cycling in silvopastoral systems on a sodic soil in northwestern India. *Agroforestry System*, v. 54, n. 1, pp. 21-29.
- LARCHER, W. (2000). *Ecologia vegetal*. São Paulo: RiMa. 531pp.
- LEAL, A. C. (2004). *Avaliação de espécies florestais para arborização de cafeeiros no norte do Paraná: efeitos na produtividade e na proteção contra geadas de radiação*. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- McEWEN, L. C.; DIETZ, D. R. (1965). Shade effects on chemical composition of herbage in the Black. *Journal of Range Management*, Denver, v. 18, n. 4, pp. 184-190.
- MONTEITH, J. L.; ONG, C. K. y CORLETT, J. E. (1991). Microclimatic interactions in agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, n. 45, pp. 31-44.
- MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. y KOGUSHI, M. S. (2006). Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeonpea in Southern Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 5, pp. 763-770.
- PEDRO JR., M. J.; ALCÂNTARA, P. B.; ROCHA G. L.; ALFONSI, R. R. y DONZELI, P. L. 1990. *Aptidão climática para plantas forrageiras no Estado de São Paulo*. Campinas, 13pp. (Boletim Técnico, 139).
- PICCOLO, G.A.; ROSELL, R.A. y GALANTINI, J.A. (1998). Transformaciones de la materia organica en un suelo lateritico (Misiones Argentina): I. Distribucion del carbono organico en fracciones de agregados. *Agricultura Técnica*, v. 58, n. 2, pp.133-141.
- RIBASKI, J. y MONTOYA, L. J. (2001). Sistemas silvipastoris desenvolvidos na região sul do Brasil: a Experiência da Embrapa Florestas. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.). *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, pp. 205-233.

- RODRIGUES, T. J. D. RODRIGUES, L. R. A. y REIS, R. A. (1993). Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 2, Jaboticabal, 1993. *Anais...* (Eds) Vanildo Favoretto et al., Jaboticabal: FUNEP-UNESP, pp. 17-61.
- SCHREINER, H.G. (1987). Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. *Boletim Pesquisa Florestal*, n. 15, pp. 61-72,.
- SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M.V.W. y WATZLAWICK, L.F. (2002). Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia nearnsii* De Wild. Plantadas no estado do Rio Grande do Sul, Brasil In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B.; GOMES, F.dos S. *As florestas e o carbono*. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, pp. 141-151
- SIERRA, J.; DULORMME, M. y DESFONTAINES, L. (2002). Soil nitrogen as affected by *Gliricidia sepium* in a silvopastoral system in Guadeloupe, French Antilles. *Agroforestry Systems*, n. 54, pp. 87-97.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. (2004). Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: SBCS, Núcleo Regional Sul. 400pp.
- YOUNG, A. (1991). *Agroforestry for soil conservation*. Nairobi: ICRAF, 276pp.