

Sistemas Agrosilvopastoriles

Sistemas Agrosilvopastoriles

Formas de uso y manejo sostenido de los recursos naturales, en las cuales las especies leñosas (arbóreas; arbustivas) son combinadas con cultivos agrícolas, con ganadería o con ambos, en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal, interactuando biológicamente.

Objetivos (es frecuente que se busque más de uno a la vez):

- ✓ Aumentar la producción animal y vegetal
- ✓ Incrementar la sustentabilidad del sistema.
- ✓ Diversificar la producción.
- ✓ Producir forraje para el ganado.
- ✓ Compensar por la liberación de gases de efecto invernadero (metano)
- ✓ Producir madera, leña, postes etc.
- ✓ Disminuir los riesgos del productor.
- ✓ Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre el suelo.
- ✓ Aumentar la infiltración del agua y disminuir la pérdida de suelo por erosión.
- ✓ Incrementar la rentabilidad
- ✓ Mejorar la distribución de ingresos y gastos en el tiempo

Sistemas agrosilvopastoriles y su marco teórico

- la estabilidad de un sistema productivo está vinculada con su diversidad biológica.
- las interacciones de tipo competitivo no son las únicas que ocurren en las comunidades; hay interacciones positivas que pueden ser maximizadas en provecho del productor (ej. mutualismo).
- la estructura y composición de las comunidades vegetales naturales puede indicar su grado de "preadaptación" a un uso agrosilvopastoril, ej. bosque chaqueño o selva misionera, en contraposición a la estepa graminosa bonaerense.

Intercultivo: cultivo de dos o más especies en forma simultánea, maximizando interacciones positivas y manteniendo reducidas las interacciones negativas.

Series de reemplazo:

experimentos para cuantificar la resultante de las interacciones en un intercultivo de dos especies.

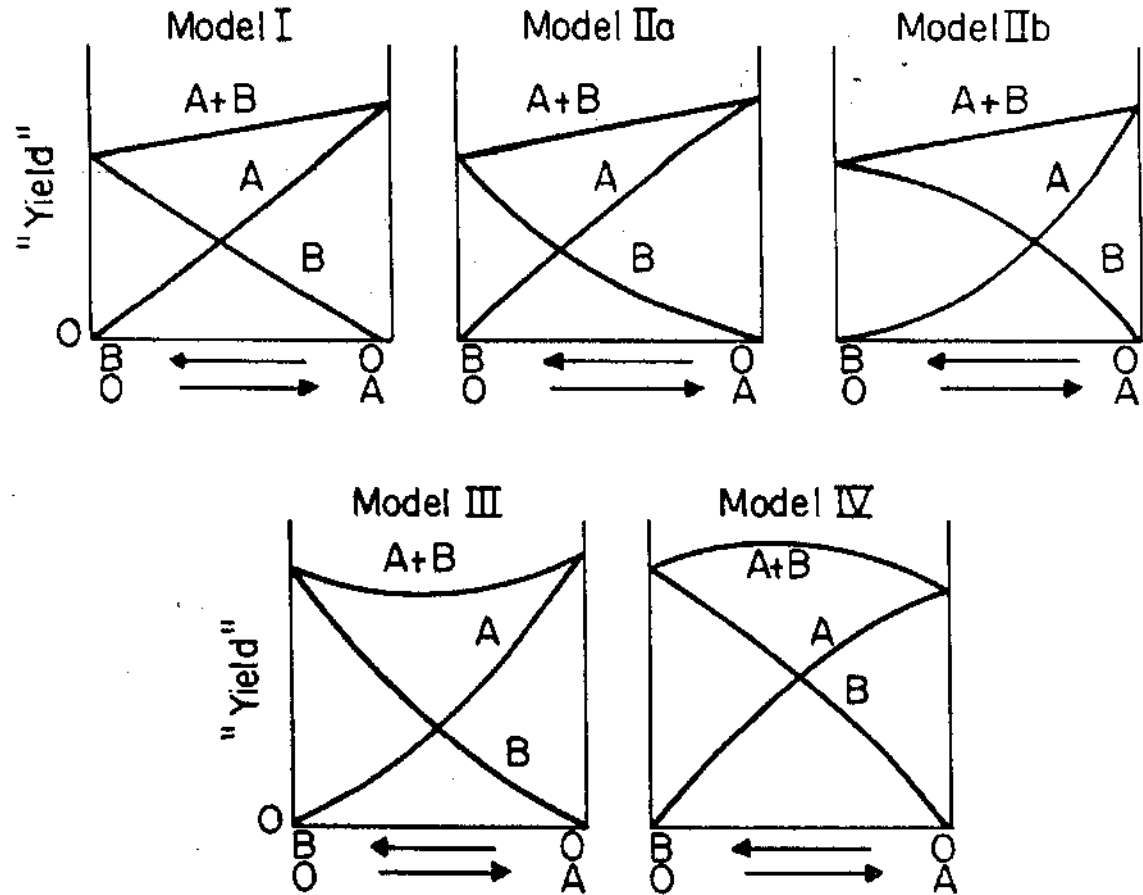
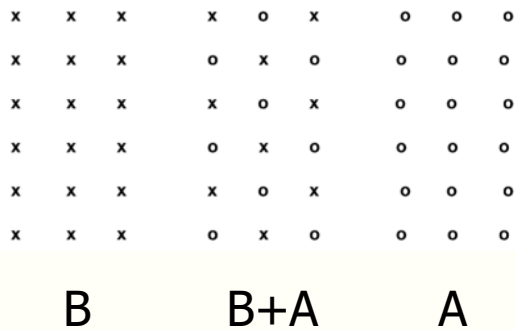


Figure 3. A variety of models for results of replacement series experiments for interference study. The vertical axis indicates some measure of plant yield, and the horizontal axis represents the proportion (0 to 1) of two species in mixture.

Clasificación de los Sistemas Agrosilvopastoriles

- Según los objetivos de producción:
 - Comerciales
 - De subsistencia
 - Intermedios
- Según su estructura en el espacio y en el tiempo:
 - Secuenciales
 - Simultáneos
- Según su función y estructura:
 - Silvopastoriles
 - Agrosilvopastoriles
 - Silvoagrícolas

Según su estructura en el espacio y en el tiempo

SAF Secuenciales

Agricultura migratoria

Taungya

SAF Simultáneos

Forestación con cultivos intercalares

Forestación con pasturas

Cortinas rompevientos

Montes de reparo

Huertos familiares

Clasificación por su **función y estructura**:

Sistemas Silvopastoriles

Forestación con producción forrajera (ej. Corrientes y Delta)

Bosque nativo con producción forrajera (Chaco)

Montes de reparo (Pampa húmeda)

Sistemas Agrosilvopastoriles

Forestaciones en establecimientos agropecuarios

Huertos familiares (Misiones)

Sistemas Silvoagrícolas

Agricultura migratoria (capueras en Misiones)

Taungya

Forestación con cultivos intercalares (Cuyo)

Forestaciones mejoradoras de suelo o protectoras

Cortinas rompevientos (Cuyo; Alto Valle)

Algunas ventajas potenciales del enfoque Agrosilvopastoril

- ✓ Valorizar el recurso forestal (condición vital para su permanencia, ej. Chaco).
- ✓ Mejorar la eficiencia de los recursos (optimiza el uso de los recursos agua, la energía y los nutrientes).
- ✓ Maximizar y estabilizar la producción total del sistema biológico.
- ✓ Producir más de un producto.
- ✓ Atenuar el efecto de las oscilaciones climáticas:
 - ✓ a) debido a que actúa de "techo" ante vientos y temperaturas extremas,
 - ✓ b) por brindar más de un producto, cada uno con diferentes requerimientos ambientales.
- ✓ Neutralizar el efecto de ciertas oscilaciones económicas:
 - a) poder ofrecer más de un producto para ser comercializado.

- ✓ Incorporar la actividad forestal en regiones con tradición ganadera o agrícola, lo que permite incrementar el recurso forestal y/o mantener la producción agropecuaria.

Algunas desventajas que pueden presentarse

- ✓ Son sistemas relativamente nuevos, y pocos han sido validados, es decir que no se puede generalizar respecto de cómo funcionarían en la realidad de cada zona.
- ✓ Para hacerlo, es necesario probarlos durante un tiempo suficientemente largo, que contemple al menos ciertas oscilaciones climáticas y económicas.
- ✓ La tecnología está más desarrollada para los sistemas tropicales y subtropicales, y suelen ocurrir problemas cuando se extrapolan en forma directa a las áreas templadas.
- ✓ Para manejarlos es necesario que los productores adquieran destrezas específicas, para todos los componentes del sistema. Ej. productor ganadero debe incorporar conocimientos de silvicultura.
- ✓ La optimización del diseño del sistema (especies componentes, densidades, configuraciones en el terreno) presenta desafíos de consideración: no se trata simplemente de implantar mezclas de especies.

Sistemas agroforestales secuenciales

Se denominan así, cuando existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos o sea que los cultivos anuales y las plantaciones se suceden en el tiempo.

- ✓ cultivos rotativos
- ✓ sistemas multiestratos (este sistema puede también ser simultáneo)
- ✓ barbechos mejorados
- ✓ sistemas taungya

b) Sistema con barbecho mejorado de frijolillo

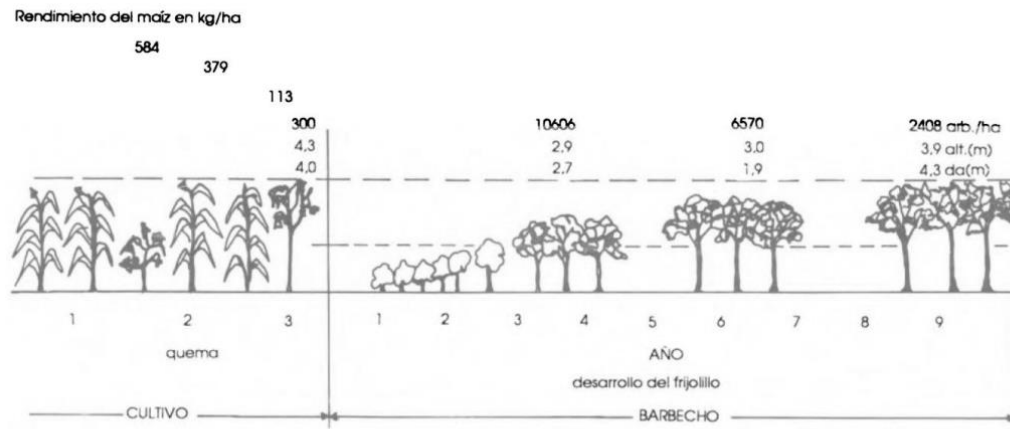


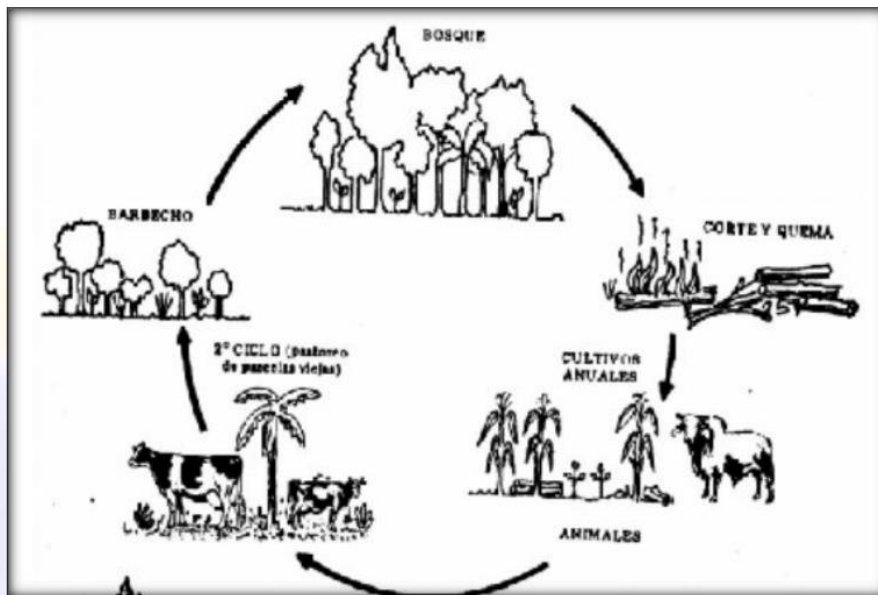
Figura 4. Dos sistemas de agricultura migratoria en la zona alta del departamento de La Paz, Honduras. (Modificado de Felber y Foletti, 1989 y Foletti, 1990).

Agricultura migratoria.

-En este sistema, el bosque se corta y quema y la tierra se cultiva por pocos años - luego del período de cultivo continúa una fase de descanso -el período de descanso es de 5 a 20 años y 2 a 3 años de cultivo. Esto considera la rotación de tierras mas que de cultivos.

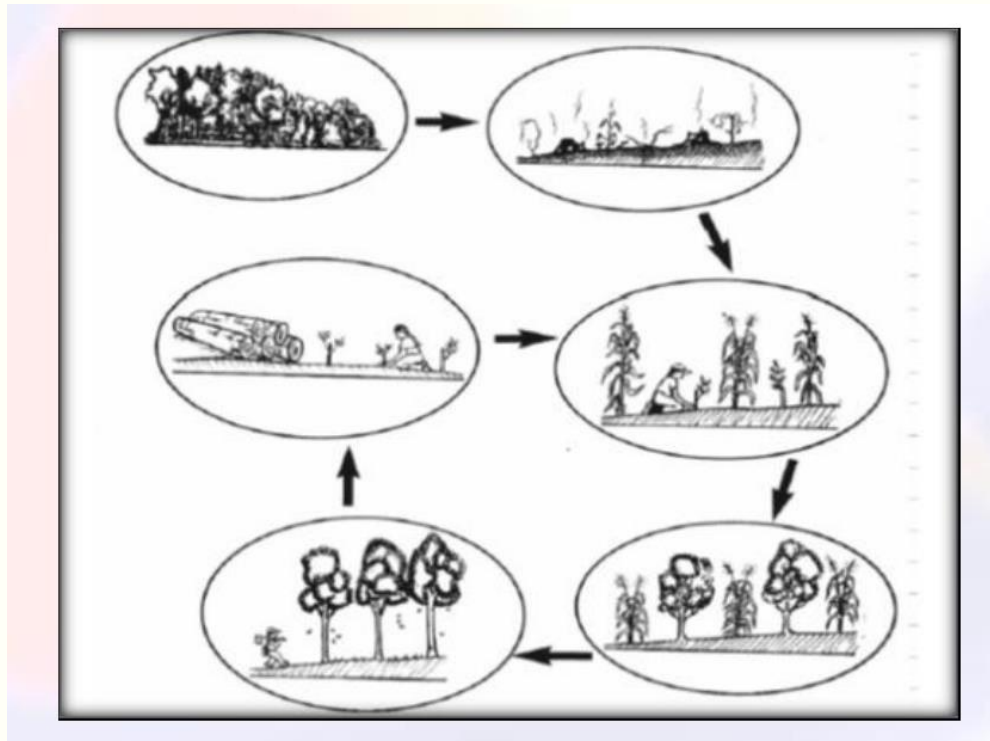
-Inicialmente, la productividad del cultivo es elevada, ya que con la quema, los nutrientes se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo.

Después de 2 a 3 años de cultivo, aumenta la población de plagas y malezas y las demandas de nutrientes, reduciendo la productividad.



Sistema Taungya.

- Vinculado originalmente con el cultivo de teca (*Tectona grandis*) en Asia.
- Se originó con múltiples objetivos en las administraciones coloniales de países Europeos, hacia 1850.
- Se reducían los costos de preparación de sitio y establecimiento, además de controles de malezas iniciales, mediante el pago a los agricultores a través de permisos de intercultivo dentro de la plantación.



Sistemas agroforestales simultáneos

Consisten en la producción de cultivos, árboles y/o ganadería, en forma simultánea y continua; no están pensados para que un estrato o cultivo desplace en el tiempo a otros, sino para que coexistan.

Cercas vivas y cortinas rompevientos

Se llaman cercas vivas a las plantaciones en líneas de árboles y arbustos en los límites de las parcelas, con el objetivo principal de impedir el paso de los animales (para salir del potrero o entrar a la parcela cultivada) o delimitar una propiedad.

Adicionalmente se obtienen otros productos como forrajes, leña, madera, frutos, postes y plantas medicinales.

Cortinas de reparo

- ✓ Disminuyen la erosión del suelo
- ✓ Protegen y mejoran los cultivos
- ✓ Incrementan peso y supervivencia de los animales protegidos
- ✓ Protegen galpones, casas, ...
- ✓ Disminuyen el requerimiento energético de los hogares protegidos
- ✓ Valorizan el predio (son consideradas una mejora)





Cortina plantada a baja densidad de *P. radiata* (podados) en bordes de pastura en Nueva Zelanda; objetivo principal: producción de madera y diversificación.

Características principales

La altura de la cortina es el factor más importante a considerar en su diseño, dado que determina el área que protege. El área de mayor protección fluctúa entre 3 a 5 veces la altura de la cortina. La altura va a depender de la especie utilizada, el manejo realizado y la edad de la cortina.

La densidad es el segundo factor. La densidad se calcula como el porcentaje de cobertura de ésta en relación a su área total, y esta determinada por la(s) especie(s) y el distanciamiento entre los árboles y arbustos.

Densidad demasiado baja: el viento pasará a través de los árboles sin oponer mayor resistencia y su velocidad no disminuirá significativamente.

Densidad muy alta: el flujo de aire se eleva rápidamente, pero al traspasar la cortina, provocará fuertes turbulencias detrás de ésta, en lugar de dar protección.

Puede manejarse con los distanciamientos: ej. 1,5 a 2,5 metros entre plantas, y en cortinas de más de una fila 2,0 a 3,0 metros entre filas.

Efecto de la Orientación y la fenología

La orientación y la fenología de las especies que la conforman también son características importantes.

Una cortina cortaviento será más eficaz, mientras más perpendicular a la dirección del viento se establezca.

Generalmente la dirección de los vientos varía dependiendo de la época del año, sin embargo al diseñar una cortina cortavientos se debe tener en cuenta la dirección predominante del viento, tanto para los animales, cultivos o edificaciones.

Si en el lugar, hay más de una dirección de viento que provoca daños, es necesario diseñar cortina en forma de "L", "T", o perimetrales.

Las especies caducifolias brindan protección sólo en el período primavero estival; a diferencia de las perennifolias.



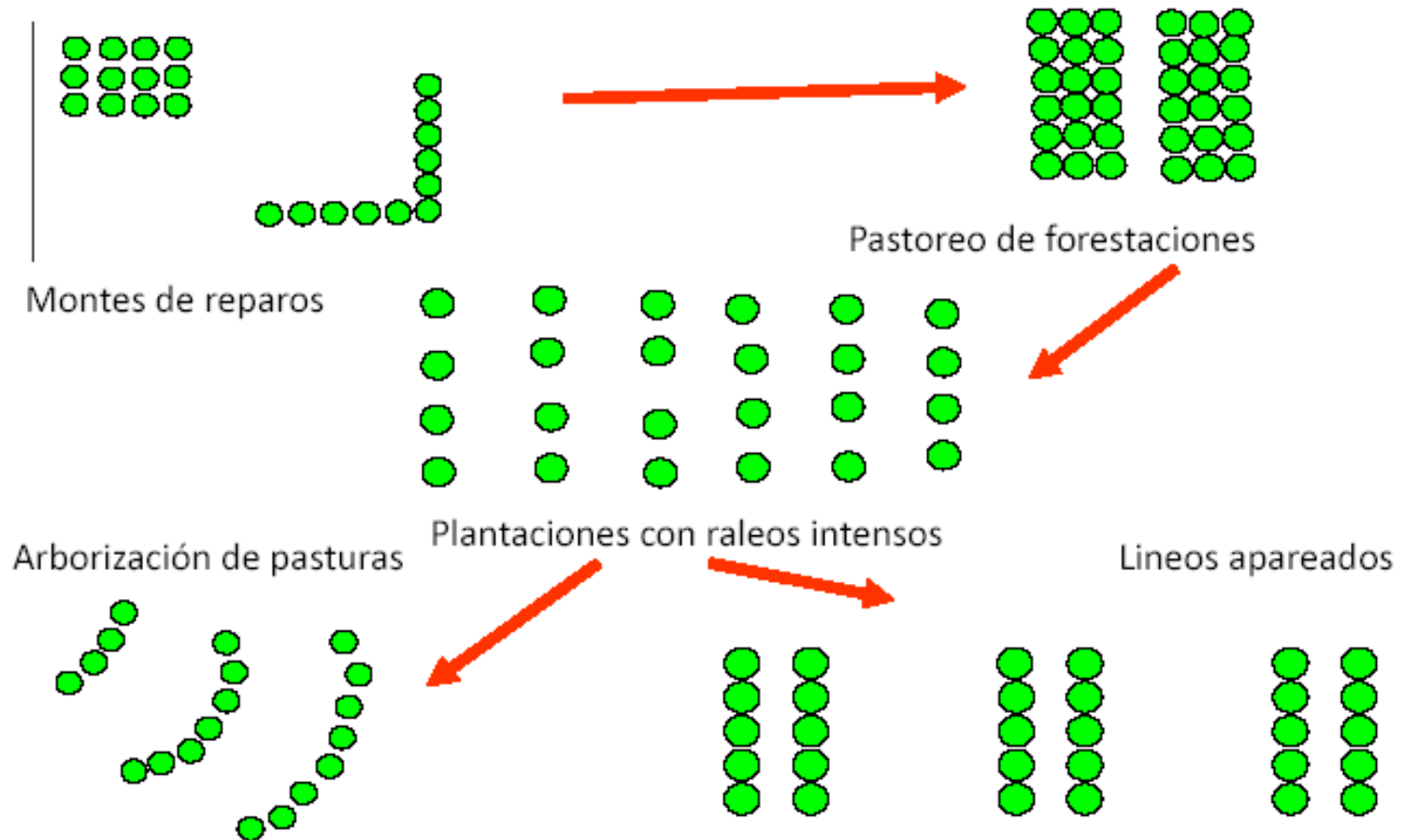
Tomado de Esquivel, 2014

Distanciamientos

Usualmente el espaciamiento entre plantas en la hilera varía entre 1,5 a 2,5 metros, y entre hileras 2,0 a 3,0 metros, dependiendo de la densidad que se desee obtener y de la especie para cortar el viento o, para proteger el suelo o curso de agua.

SSP - SAF: DISEÑO Y ORDENAMIENTO DE LOS COMPONENTES

Configuraciones SSP



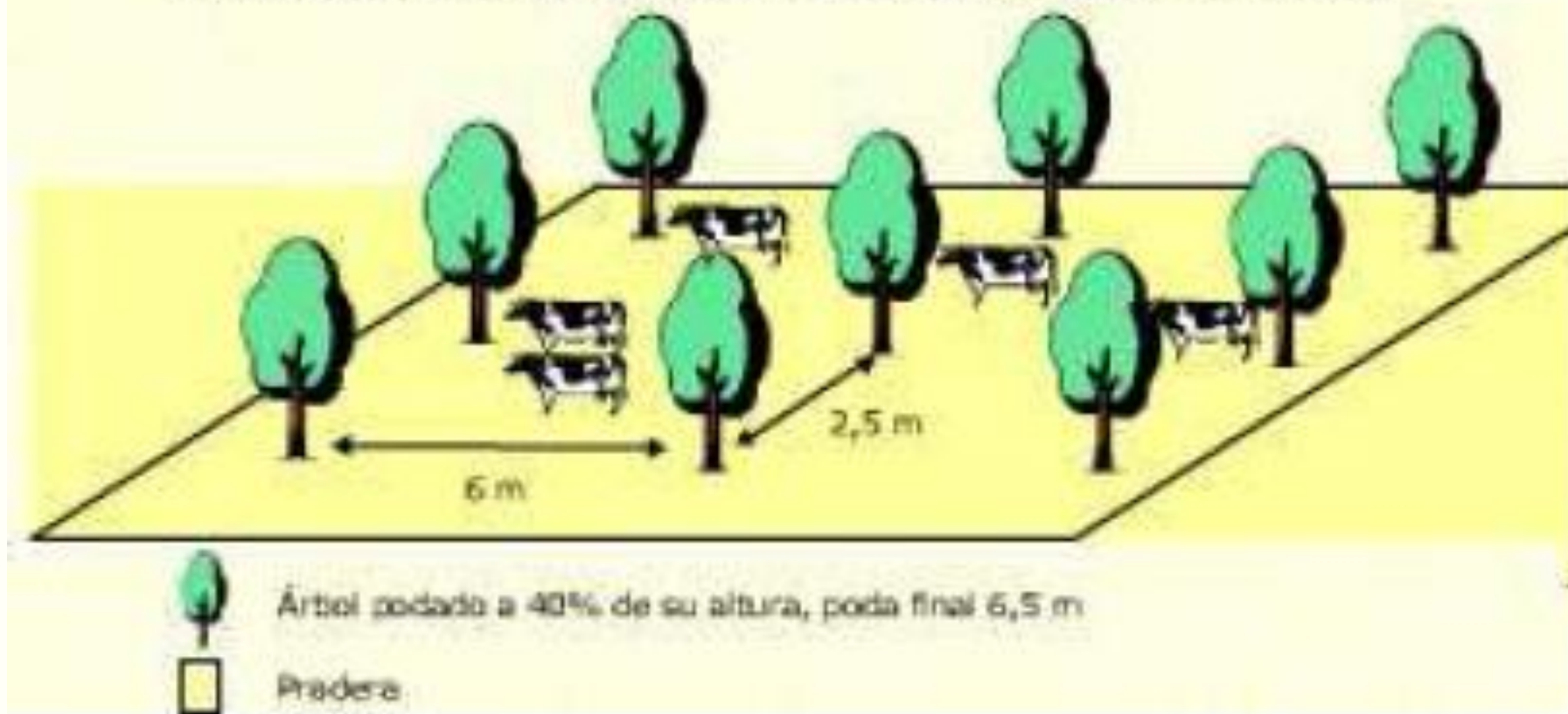
Tomado de Esquivel, 2014

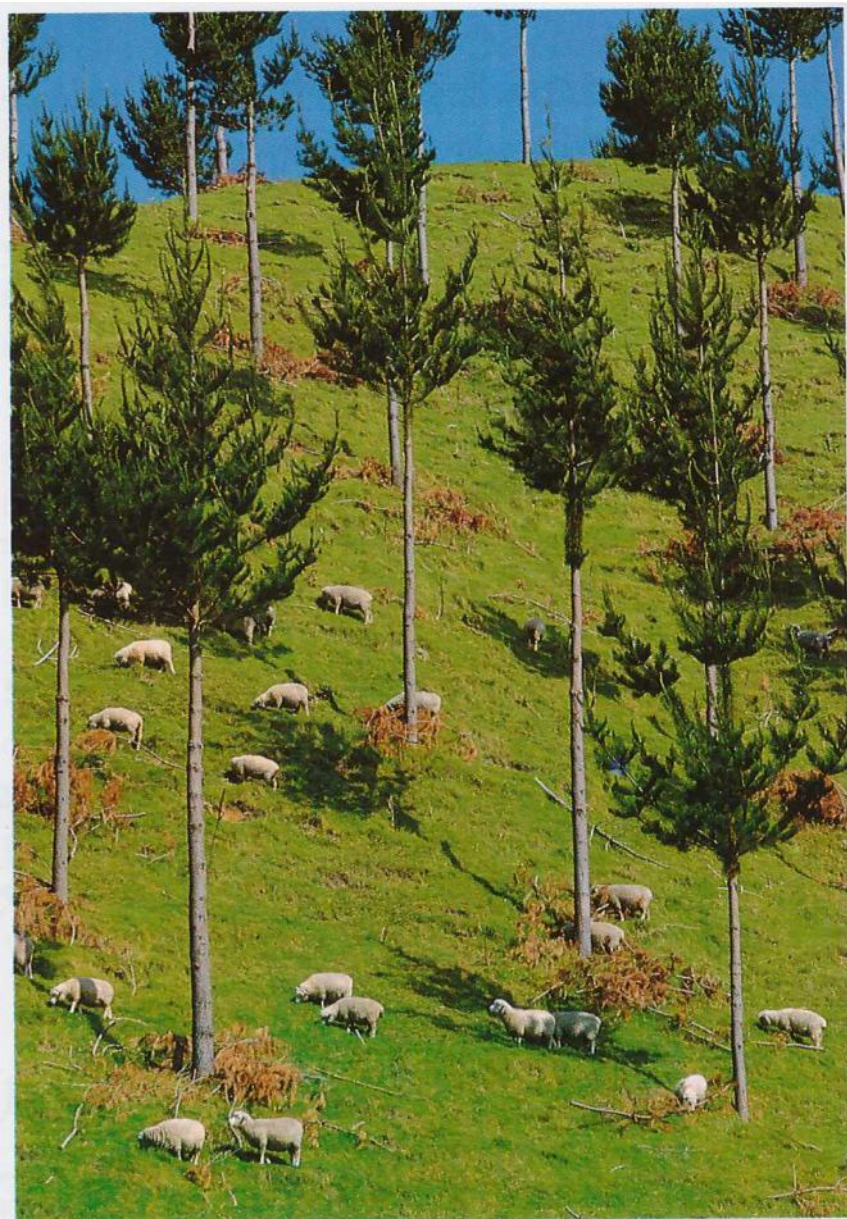
Ejemplo 1: Plantación uniforme

Densidad de plantación: 667 arb/ha

Espaciamiento: 2,5x6 m

Densidad final estimada: 200-250 arb/ha





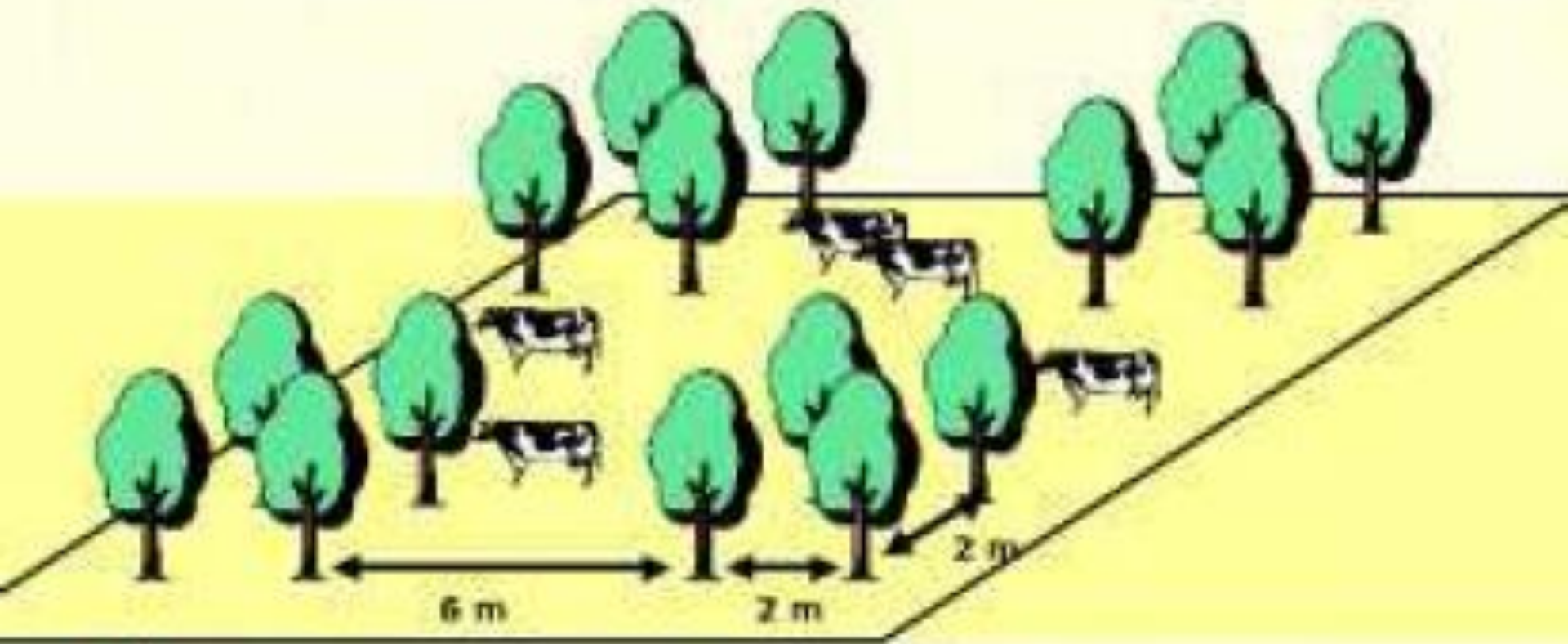
Plantación uniforme a baja densidad de *P. radiata* (podados) sobre pastura en Nueva Zelanda

Ejemplo 2: Plantación en grupos

Densidad de plantación: 625 arb/ha

Espaciamiento: $(2 \times 2) \times 6$ m

Densidad final estimada: 200-250 arb/ha



Árbol podado a 40% de su altura, poda final 6,5 m

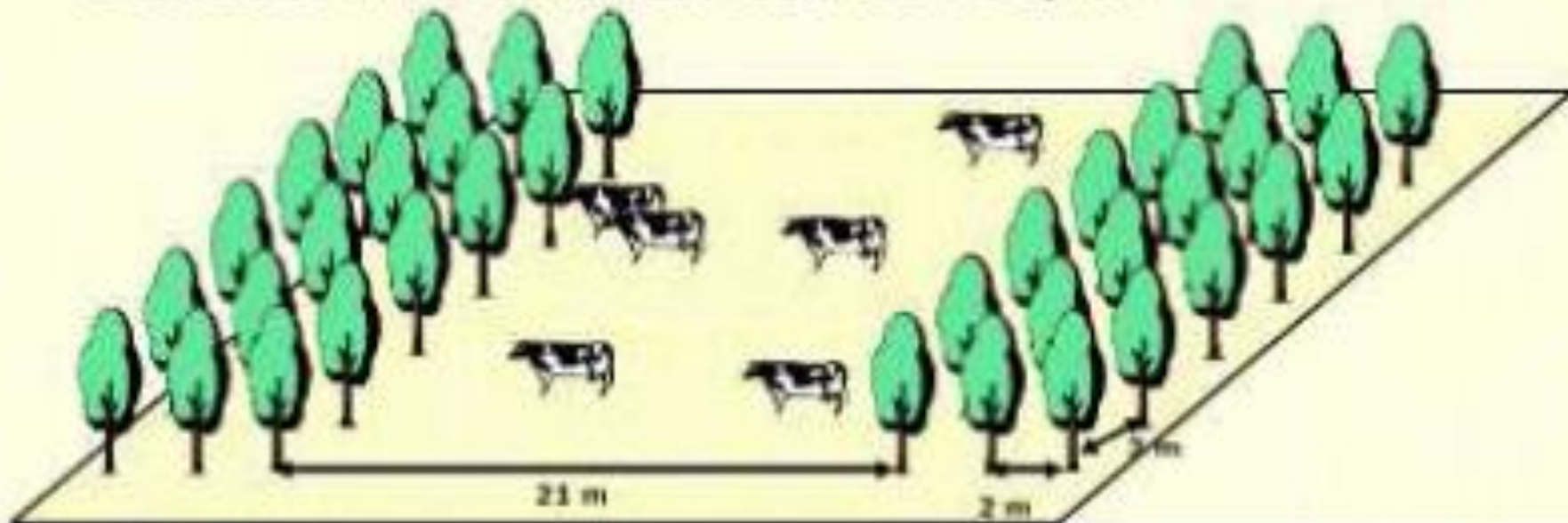


Ejemplo 3: Plantación en Fajas

Densidad de plantación: 425 arb/ha

Espaciamiento: en la hilera 3 m, entre las hileras 2 m, y e

Densidad final estimada 200-250 arb/ha



Variantes de la plantación en fajas:

Fajas simples:



Fajas dobles
o
"líneos
apareados":

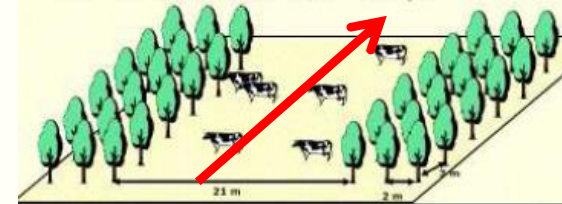


Fajas múltiples:



Criterios para la orientación de las fajas y los «callejones».

Adaptado de: Dupraz C, Lecomte I, Molto Q, Blitz-Frayret C, Gosme M. (2016). Agroforestry at all latitudes? Unexpected results about best designs to allow more light to the crops at various latitudes. In: 3rd European Agroforestry Conference Book of Abstracts, pp. 359-362 (Eds. Gosme M et al.). Montpellier, France, 23-25 May 2016



	Para incrementar disponibilidad de radiación	Para reducir la heterogeneidad en la distribución lumínica	Para incrementar el crecimiento de los árboles	Mejor disposición (contemplando todos los objetivos)
Bajas latitudes (<35°) (trópicos)	E – O +++	N – S +	N – S +	E – O
Latitudes templadas (35°-50°)	Similar	N – S ++	N – S +	N – S
Altas latitudes (>50°) (austral – boreal)	N – S +++	Similar +	Similar	N – S

EFECTO DE LA SOMBRA SOBRE EL BIENESTAR Y PRODUCTIVIDAD ANIMAL

FUENTE: Arroquy, J.I. (2008) En Jornadas Forestales de Santiago del Estero. <www.fcf.unse.edu.ar>

EFFECTOS SOBRE LA GANDERÍA

Protección

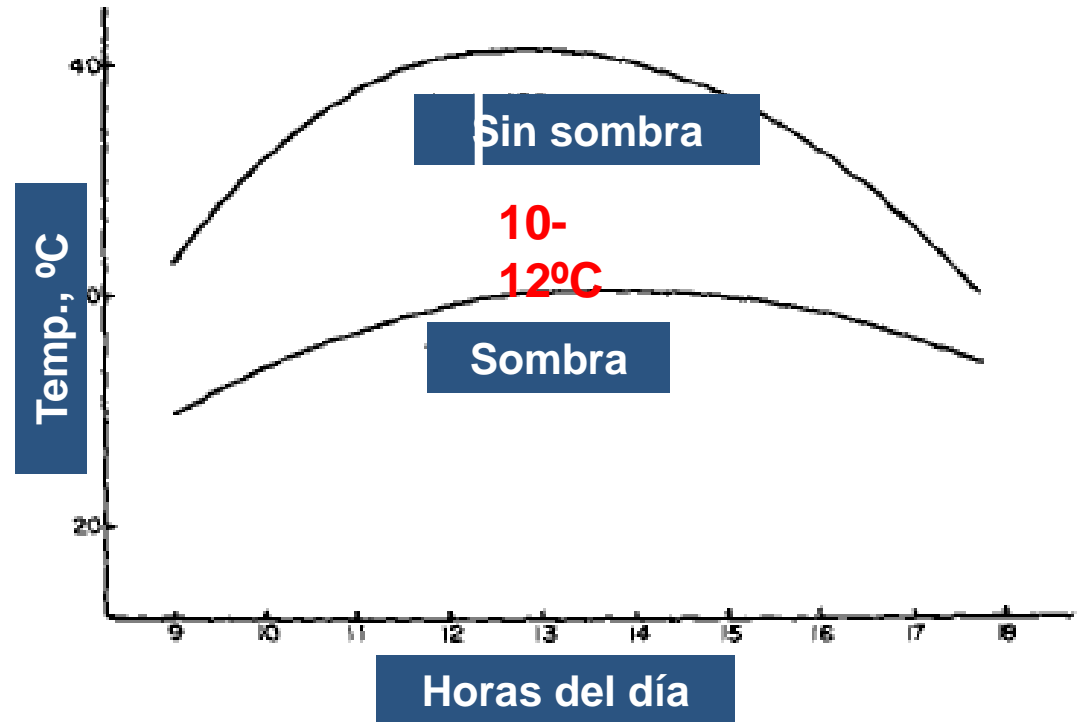
Altas Temperaturas

**Bajas Temperaturas y
vientos**



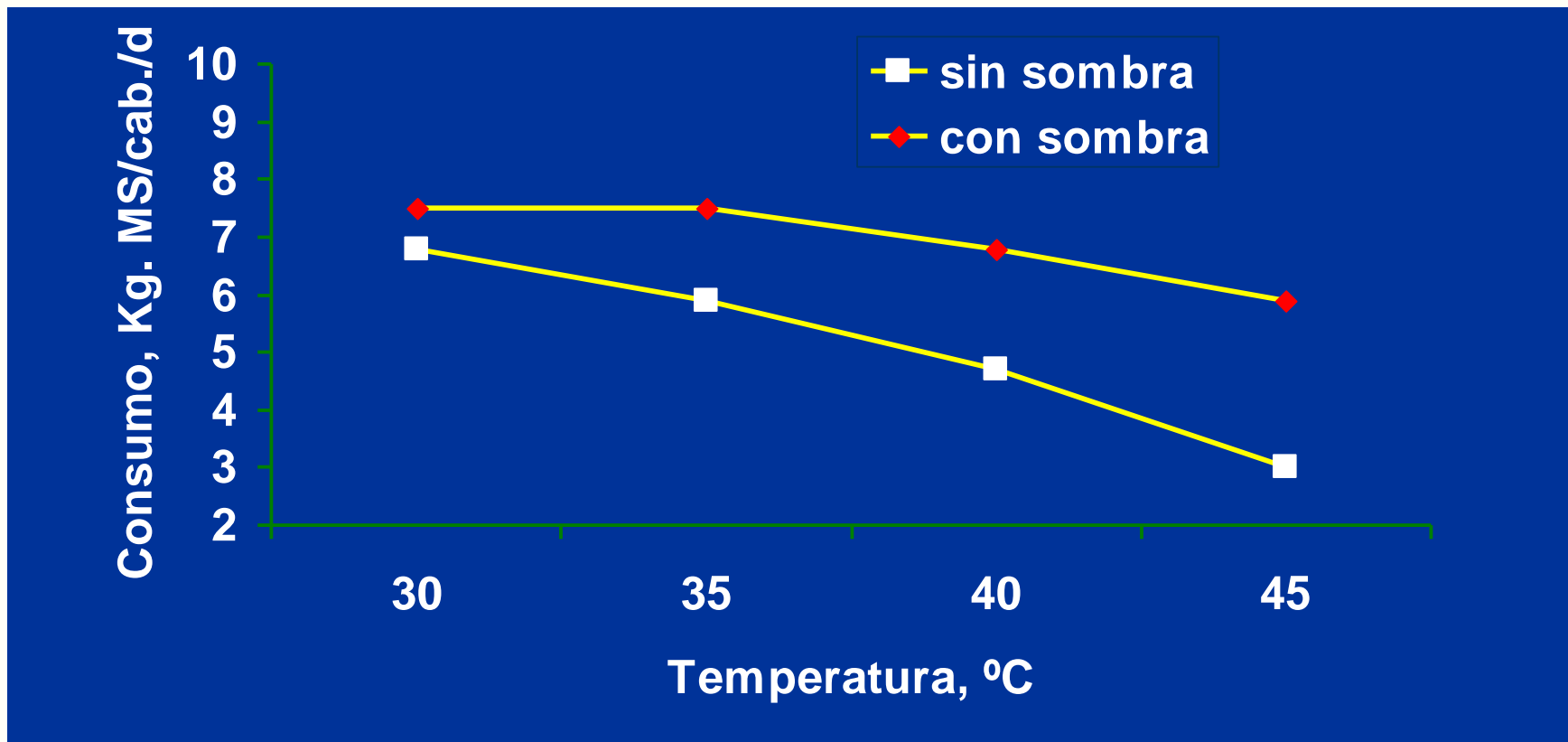
FUENTE: Arroquy, J.I. (2008) En Jornadas Forestales de Santiago del Estero. <www.fcf.unse.edu.ar>

TEMPERATURA CON SOMBRA VS. SIN SOMBRA



FUENTE: Arroquy, J.I. (2008) En Jornadas Forestales de Santiago del Estero. <www.fcf.unse.edu.ar>

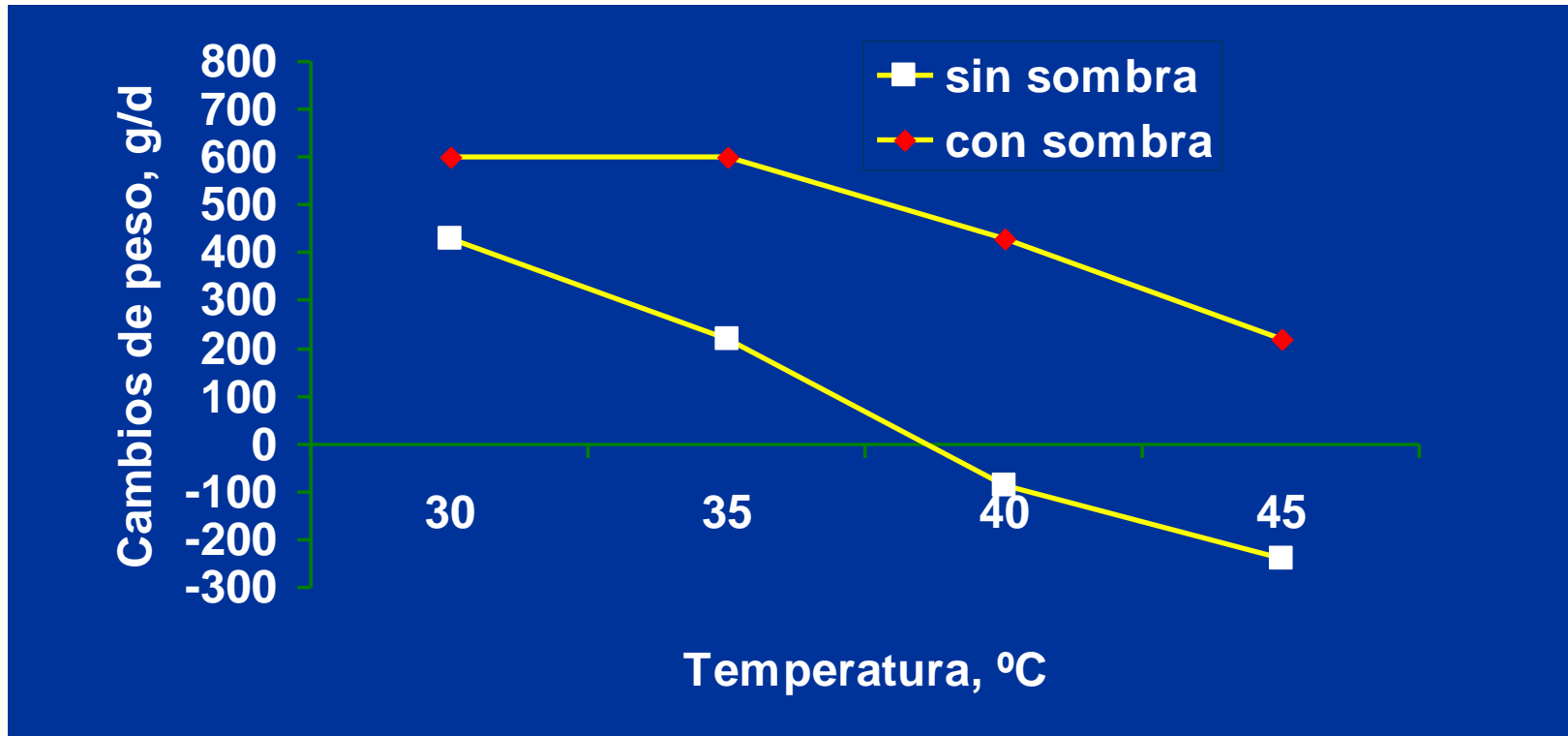
Efecto de la temperatura ambiente sobre consumo de forraje



Elaborado en base a novillitos Cruza Indica (300 kg PV) consumiendo una pastura de Gatton panic (9.5% PB, 67% FDN).

FUENTE: Arroquy, J.I. (2008) En Jornadas Forestales de Santiago del Estero. <www.fcf.unse.edu.ar>

Efecto de la temperatura ambiente sobre la productividad animal



Elaborado en base a novillitos Cruza Indica (300 kg PV) consumiendo una pastura de Gatton panic (9.5% PB, 67% FDN).

FUENTE: Arroquy, J.I. (2008) En Jornadas Forestales de Santiago del Estero. <www.fcf.unse.edu.ar>

Carga animal

La carga animal se expresa en Equivalente Vaca (E.V).

Se entiende por E.V. al promedio anual de los requerimientos de una vaca de 400 kg de peso que gesta y cría un ternero hasta el destete con 6 meses de edad y 160kg, incluido el forraje consumido por el ternero.

Otra forma de expresarlo: requerimiento de un novillo de 410 kg de peso que aumenta 500 g/día.

Ejemplo: un toro de 700 kg es igual a 1,15 E.V. Un novillo o vaquillona en invernada de 250 kg equivale a 0,78 E.V.

Ejemplo 1: Bajo Delta

Objetivos: producir madera de calidad para debobinado y cría de ganado.

Especie: *P. deltoides* cv I 63/51

Densidad: 278 pl/ha (6 x 6).

Tratamientos intermedios: raleos y poda

Pastura natural: *Raygrass*, *Paspalum*, *Trifolium* y refuerzo con avena.

Ganado vacuno.

La hacienda se introdujo a los 4 años.

Carga animal promedio: 1 E.V/ha. Manejo con alambrado eléctrico.

Productos

Parición: 78 %

Producción: 234 terneros/año

Peso promedio al destete: 170 kg/animal

Producción forestal a los 15 años:

Madera para debobinado (>21cm): 250 tn/ha (78%)

Madera para aserrío (>14cm): 36 tn/ha (11 %)

Madera para triturado (>7cm): 31 tn/ha (10%)

Total: 317 tn/ha (21,1 t útiles/ha.año).

Otros ejemplos



Ejemplo 2: Chascomús.

Objetivos:

- incremento del bienestar animal
- fijación de CO₂ y compensación equivalente por gases de efecto invernadero liberados por el ganado (metano) = "carne carbono neutral".
- producción de madera ppalm. para aserrado y debobinado, preferentemente libre de nudos.
- generación de un microambiente que modifica la evapotranspiración, irradiancia y temperaturas debajo de las copas, provocando cambios fenológicos y composicionales en las especies del pastizal natural que diversifican la oferta forrajera respecto de el pastizal fuera de canopeo.
- protección mediante efecto cortina del intercultivo agrícola que se lleva a cabo en las calles del SSP (pasturas implantadas, verdes, cultivos agrícolas granarios).

- contribuciones directas e indirectas que producen un incremento de la biodiversidad (ej. refugio para fauna).
- acceso a los beneficios Ley. 25080 (ver Res. 219 /2016 con montos en función del material usado (guía) y de la cantidad de plantas por hectárea).
- Salicáceas: especies de interés apícola por producción temprana de polen/néctar.
- posibilidad de tramitar eximición del Impuesto Inmobiliario en la Provincia de Buenos Aires, se renueva cada 4 años.

Especie: *Populus* spp.

Densidad: 211 pl/ha.

Líneos apareados separados 23,5 m entre sí, con 3,5 de distancia entre filas y entre hileras en cada faja.

Orientación de fajas: N – S.

Tratamientos intermedios: podas

Primeros tres años: sistema silvoagrícola, sin ingreso de animales; luego sistema silvopastoril



Otros ejemplos



Corrientes: Pinos podados y pasturas subtropicales.



Misiones: kiri y yerba; o kiri y té



Misiones: pinos y pasturas subtropicales



Misiones: pinos en líneas apareados





La Pampa: álamos y pasturas bajo riego



España: álamos y cultivos agrícolas



España: álamos y cultivos agrícolas



Eucaliptos con soja (Brasil)



Eucaliptos con pasturas y ganado (Brasil)



Álamos con maíz (Chile)

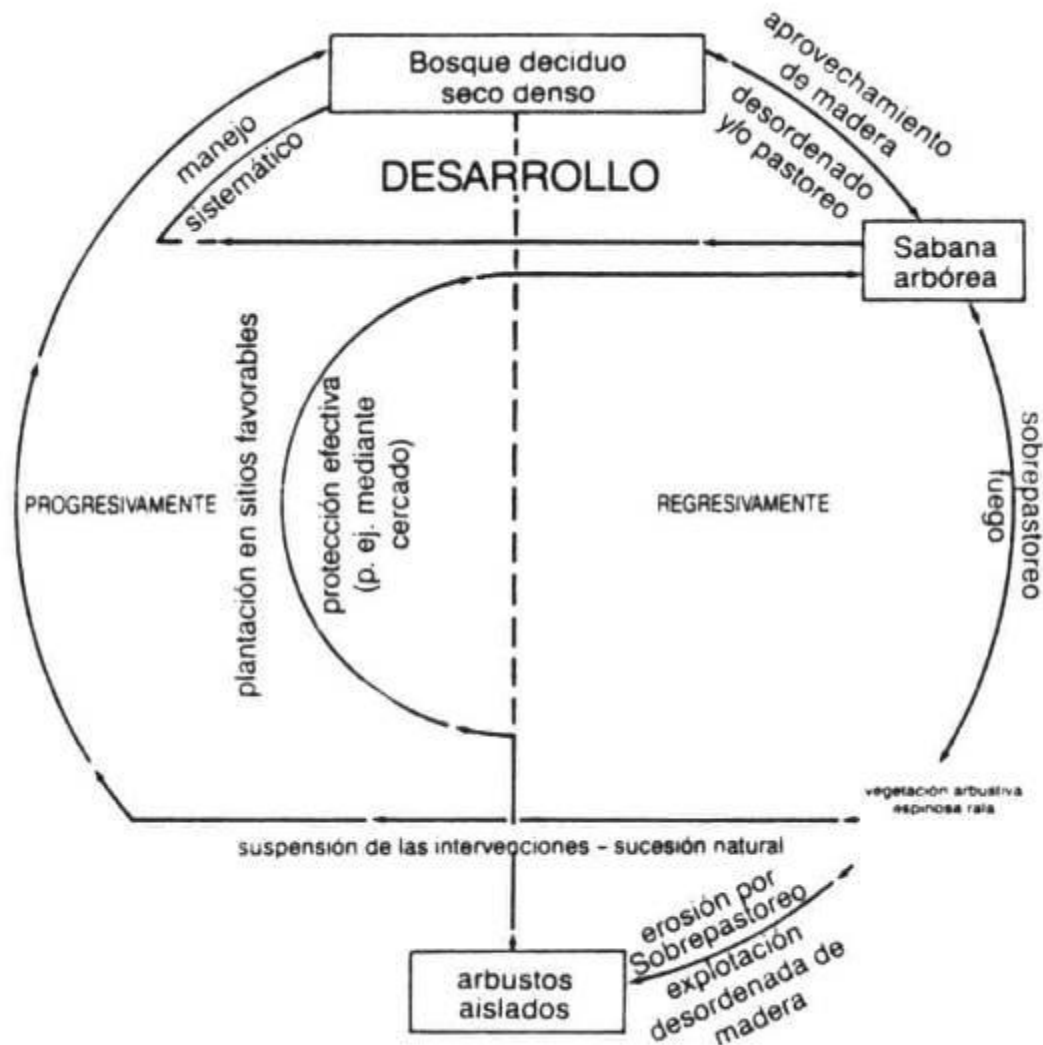
SISTEMAS SILVOPASTORILES EN BOSQUES NATIVOS DOMESTICADOS DEL CHACO.

- En nuestro país las mayores tasas de deforestación / degradación de los bosques nativos vienen ocurriendo en el bosque chaqueño.**
- Mediante el ordenamiento territorial de las Provincias del N se han definido importantes superficies de bosques de "mediano valor de conservación para aprovechamiento sostenible", así como otras áreas en donde el bosque nativo debería recuperarse.**
- Bosques que, en su estado natural son multiestratos (estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo).**
- Regiones históricamente ganaderas - forestales hacia donde se está expandiendo la frontera agropecuaria (soja).**



- Sin manejo, un árbol de *P. flexuosa* en el chaco seco adquiere un volumen comercial mínimo a los sesenta años (aprox. 25 cm de DAP).
- En plantaciones o bajo manejo, esos crecimientos son superiores.
- En el chaco seco, los estratos arbóreo y arbustivo puede llegar a estar compuestos por hasta 20 especies.

Esquema conceptual de los cambios de un bosque seco ante las distintas intervenciones



Estados de degradación del bosque chaqueño



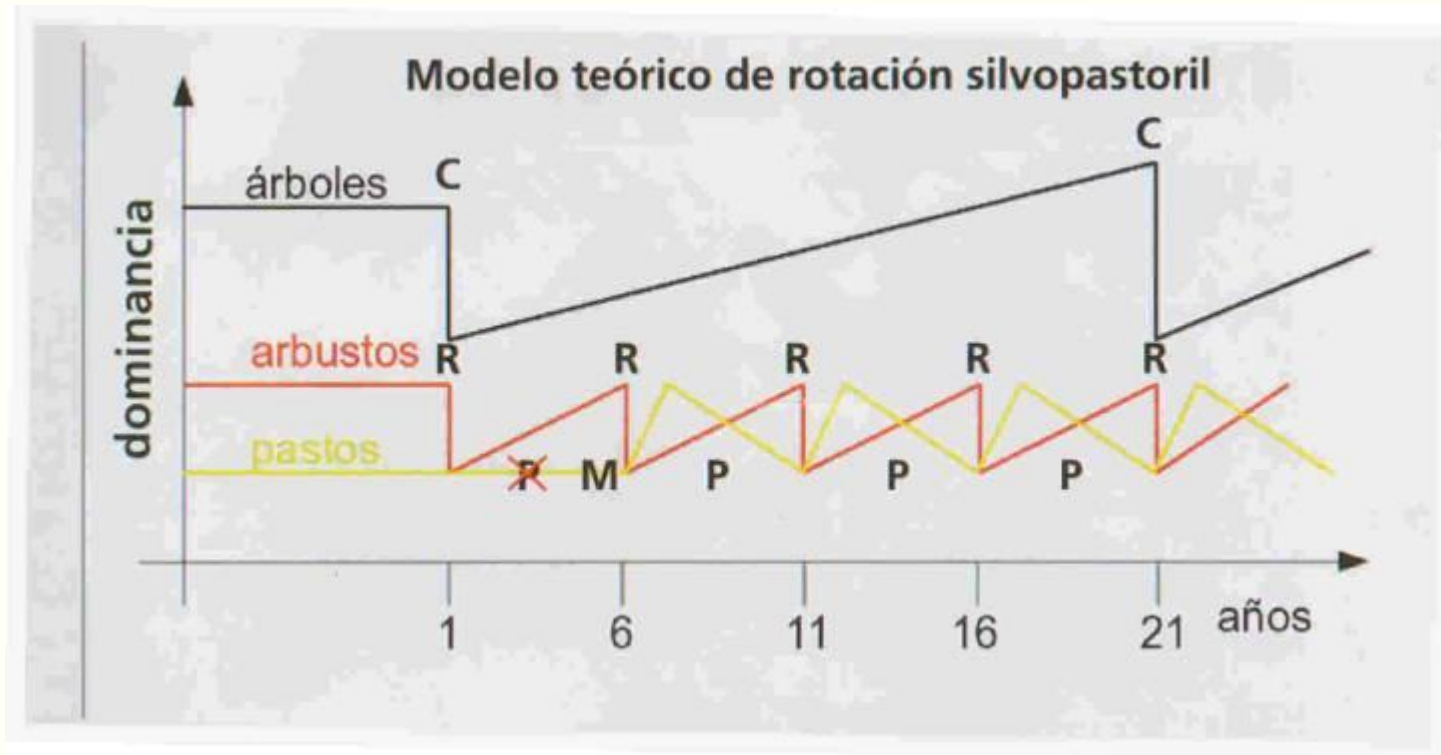


UNA PROPUESTA:

- **Intervención del arbustal con rolados de baja intensidad.**
 - **Implantación de pasturas exóticas.**
 - **Manejo de la comunidad interviniendo en los tres estratos (con eventuales enriquecimientos forestales).**
- Testigo sin rolado (izq.) y parcela con rolado + implantación de pasturas (der.)







Fuente: M. Navall (INTA Santiago del Estero.)

Aplicación del modelo a escala productiva: primeros antecedentes.





Plantaciones con nativas: otra alternativa

- Se están desarrollando planes de mejoramiento enfocados en el enriquecimiento de bosques nativos y la producción multipropósito, ej. *Prosopis alba*. (prod. de trozas; prod. de frutos).





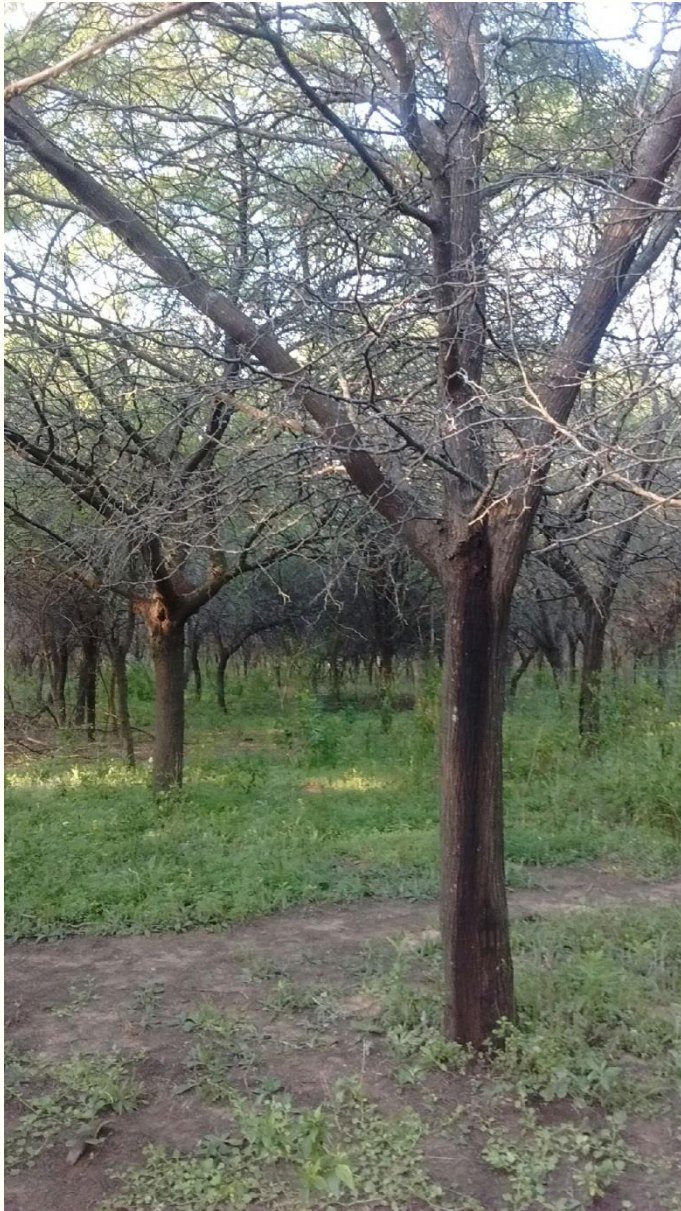
Santiago del Estero -Departamento Avellaneda: módulo experimental demostrativo de sistemas silvopastoriles sobre el uso de las plantaciones de algarrobo como una alternativa productiva para el sector ganadero.



Santiago del Estero: plantaciones con *Prosopis* spp. (fotos Dirección Forestal; MINAGRO).



Chaco: plantaciones con *Prosopis* spp. (fotos Dirección Forestal; MINAGRO).



Bibliografía

-Actas del Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (14 – 16 de Mayo de 2009), Posadas, Misiones.

-Actas del Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (9-11 Mayo de 2012), Santiago del Estero, Argentina.

-Kosarik, J. (1992). Sistemas agroforestales en la Argentina. Serie Técnica N° 2. ISIF. Fac. de Cs. Forestales UNAM.

-Montagnini, F. (1992). Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los Trópicos. OET. San José de Costa Rica, 622 p.

-Navall, M. (2011). Otra mirada del control del renoval: la integración silvopastoril. Segunda Jornada de Actualización Técnica en Manejo y Control del Renoval, 17 y 18 de noviembre de 2011 - Santiago del Estero, 7 pp.

-Peri, P., F. Dube and A. Varella (2016). Silvopastoral Systems in Southern South America, Springer, 270 pp.