

IMPORTANCIA DEL ÁRBOL EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL (SUBTRÓPICO SECO ARGENTINO)

Ola Ulf Karlin¹. 1985. IVª Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas², Salta, Argentina.

1.-Universidad Nacional de Catamarca, República 350, (4700) Catamarca, Argentina.

2.-Edit. por Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos y Orientación Gráfica Editora SRL.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Manejo silvopastoril](#)

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de esta gran región (Chaco Seco y Monte Septentrional) tienen vocación forestal (Cabrera, 1976; Ragonese, 1967), salvo en las áreas de menor precipitación (Monte) o por razones de salinidad o inundación (Ragonese, 1951). Aún dentro de la provincia fitogeográfica del Monte existen masas boscosas importantes (o existieron), donde hay agua disponible (borde salares o ríos) (Morello, 1951 y 1958; Vervoorst, 1954).

Cuando estos bosques contengan un elevado número de árboles de cierta altura y diámetro de copa, podemos afirmar que los mismos "dominan" y en cierto modo "forman" al ambiente existente bajo su influencia: interceptan y modifican la energía lumínica que debe pasar por su estructura antes de alcanzar los estratos inferiores; lo mismo ocurre con las lluvias. También alteran la temperatura y los vientos.

Pero probablemente el mayor efecto (junto con su influencia sobre la luz) sean los cambios que produce al suelo, en especial por su constante aporte de hojas, ramas, etc. Y si dicha masa forestal tiene sus años, se presenta un efecto acumulativo.

El sistema radicular arbóreo también tiene su influencia.

En suma, las masas arbóreas ejercen un gran efecto sobre el ambiente que los rodea. Si eliminamos el bosque de aquellos sitios donde se presentan ¿Qué puede pasar?

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los ecosistemas del Subtrópico Seco Argentino con sus diferentes comunidades (Morello, 1958; Ragonese y Castiglioni, 1976), son capaces de "ofrecer" más de un producto a ser explotado; la importancia de cada uno dependerá del estado de desarrollo, tanto del sistema natural como el tecnológico, y por supuesto de los objetivos que se fijen (FAO, 1984).

Al optimizar un producto (por ejemplo: terneros), se produce generalmente un impacto en los otros posibles productos. La idea es, y sin dejar de lado que uno sea el producto más importante (y por lo tanto uno es la actividad productiva principal) lograr la optimización global del sistema, y donde los productos secundarios sirvan, de apoyo a la actividad principal o que sean productos vendibles o inclusive que puedan en algunos casos, transformarse en el producto principal (Alesandria, Karlin y Sipowicz, 1978).

El "Manejador del Sistema" (técnico o productor) debe llegar a conocer la estructura y la función de todos los elementos productivos y sus interrelaciones. Para ello debe, prácticamente, estar inmerso en dicho sistema, pero tomando distancia para poder analizarlo con ojo crítico. Los sistemas de producción pueden ser variados; nos centraremos en la producción forestal y ganadera (Únicos Sistemas productivos posibles sin riego en Monte y Chaco Árido, y principales en el Chaco Semiárido).

Gráfico 1.



Se intentará realizar un breve análisis de la importancia de los árboles en relación a la producción ganadera y la posibilidad de ir plasmando "Sistemas de Producción Múltiples o Silvopastoriles" (Saravia Toledo, 1977; Torres, 1982; Webster y Wilson, 1966).

La influencia arbórea puede ser directa sobre el animal: como forrajera y como modificadora del ambiente donde el animal vive.

Puede ser indirecta: sobre el forraje herbáceo y arbustivo y sobre los suelos. E indirecta como apoyo a la actividad ganadera (alambrados, corrales, etc.) (Riqué, 1976 y 1977). Además modifica en forma general todo el ambiente.

El árbol a su vez se ve influenciado por el resto de la vegetación, por el suelo y por los animales: se establece así una relación dinámica e incluso reacciones entre uno y otro elemento.

APORTE DE NUTRIENTES

Para alcanzar una alta producción forrajera, los suelos deben tener buena estructura, textura y disponibilidad de nutrientes en cantidades adecuadas. Además no deben tener limitaciones serias en cuanto a salinidad, etc.

Una biomasa forestal proporciona al suelo, mediante la caída de hojas, frutos, ramas, etc. y por las sustancias lavadas por las lluvias (Tukey, Jr., 1970) de una serie de elementos, entre los que se destacan el aporte de materia orgánica y nitrógeno (Rai y Srivastava, 1982).

Existen otros aportes importantes, y según sean las limitantes y necesidades, tendrán mayor importancia relativa el fósforo, calcio, etc.

La materia orgánica, producto de la descomposición vegetal, mejora sobre todo la estructura del suelo, con lo cual se obtiene una mejor eficiencia hídrica (mayor infiltración, mayor capacidad de retención hídrica, etc.), mejor capacidad de intercambio catiónico (mayor disponibilidad de nutrientes), disminución de pH altos, de salinidad, etc.

El nitrógeno es considerado últimamente, junto con el agua, uno de los dos factores limitantes más serios de las regiones secas (Felker, 1980) para la obtención de una buena producción y calidad forrajera. Una buena cobertura arbórea puede realizar aportes importantes, así leguminosas arbóreas (Algarrobos, Acacias, etc.) llegan a entregar entre 100 a 400 kg N/ha/año, lo cual es más que el óptimo en ensayos con fertilizantes nitrogenados, para la obtención de máximas producciones forrajeras (Bernhard, 1982; Rundel, 1982).

No se debe olvidar que esta región tiene gran número de leguminosas leñosas nativas (Burkat, 1952). Además existen otras especies arbóreas no leguminosas que contribuyen a la economía del nitrógeno (Casuarina, Acer, etc.), por lo que sería sumamente importante realizar estudios sobre el aporte real al suelo de nuestras especies arbóreas promisorias y también probar con exóticas promisorias.

Si se elimina el estrato arbóreo (y arbustivo) de una u otra forma de un bosque, se produce generalmente una explosión de fitomasa herbácea, siempre que exista en el sitio potencialidad forrajera (semillas, propágulos, suelos aptos, etc.) (Karlin y Díaz, 1984; Karlin, 1979).

Al eliminar la cobertura arbórea o leñosa, llega mayor cantidad de energía lumínica a los estratos inferiores, pues era el cuello de botella en dicha condición, ya que el suelo por el aporte acumulado de las leñosas tiene nutrientes en abundancia.

De aquí se puede arribar a una conclusión falsa: "la eliminación de la cobertura leñosa aumenta la producción forrajera". Es aumentada, pero sólo en forma instantánea, ya que al cabo de algún tiempo (5-10 años) puede agotarse el suelo (N, M.O.) disminuyendo la cantidad de fitomasa herbácea. La calidad de los forrajes también disminuye en forma alarmante.

Se puede mantener la producción forrajera evitando que decaiga, pero tiene sus costos (fertilización, rotaciones largas, etc.) (Giffard, 1972).

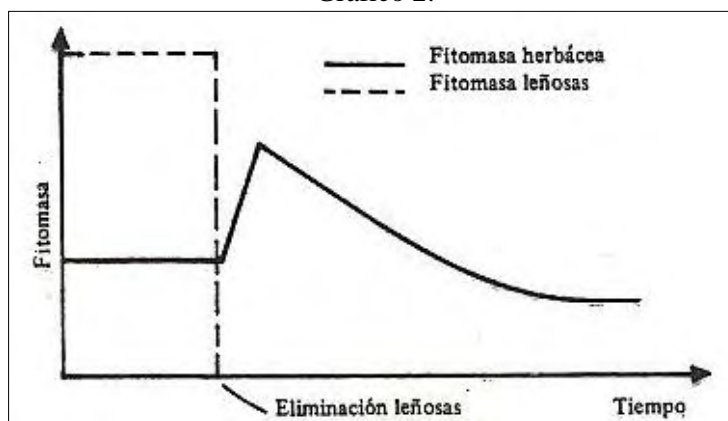
Es posible mantener el nivel de nitrógeno, pero es difícil mantener el tenor de materia orgánica, con los perjuicios sobre la estructura del suelo que éste produce (menor eficiencia hídrica, menor disponibilidad de nutrientes, etc.).

No se debe olvidar que en aquellas regiones donde llueve más de 500 mm, es posible incorporar leguminosas herbáceas, las que pueden mejorar el suelo en forma similar a las leguminosas arbóreas. Lo que no se logra evitar, es la mayor erradicidad en la producción que se obtiene, por la mayor dependencia que existe entre cantidad de lluvias y la producción de herbáceas leguminosas.

Debemos tener en cuenta, además de los costos normales, los de incertidumbre producidos por una mayor erradicidad (Hills, 1966).

De todas maneras no deja de ser una alternativa interesante y debe ser analizada al comparar distintas alternativas (Karlin y Díaz, 1984).

Gráfico 2.



Existen intentos serios de introducir leguminosas herbáceas en regiones con menos de 500 mm y bajo pastoreo (Ayerza, Ea. La Magdalena, Córdoba).

Últimamente ha despertado cierto interés el estudiar ciertas gramíneas que estarían asociadas con bacterias libres fijadoras de nitrógeno y que funcionan algunas de ellas en ecosistemas secos (Purchase, 1978).

Recién se está empezando a comprender esta posibilidad, que podría abrir interesantes perspectivas. En nuestra región se deberían realizar análisis similares, tanto sobre especies forrajeras conocidas, como con nativas promisorias.

EFFECTO SOBRE LA SALINIDAD

Los árboles pueden mejorar áreas salinas, en especial aquellas que por causas antrópicas (directas o indirectas) se fueron salinizando (Hall, 1972). Así, por remoción vegetal (en especial de leñosas), se reduce la transpiración, pudiendo producirse un ascenso de la napa freática, que al llegar a la superficie o cerca de la misma, se evapora, quedando acumulado las sales transportadas por el agua.

También pueden ser mejoradas zonas bajas y arcillosas, que por el agua acumulada y evaporada, se van salinizando.

Los árboles reducen por un lado la velocidad del viento, reducen la evaporación, sombream al suelo, bajando su temperatura y dando menor evaporación; incorporan materia orgánica al suelo, mejorando su estructura; y pueden hacer disminuir, por bombeo profundo, el nivel de la napa freática.

RELACIÓN HÍDRICA

Siendo el agua el factor fundamental para la producción forrajera, debemos analizar las relaciones entre agua-árbol-pasto.

Las lluvias son interceptadas por la cobertura arbórea, produciendo cambios en su distribución, cantidad y energía de impacto (erosividad).

En general se produce una disminución en la cantidad total de agua que llega al suelo, si se comparan áreas con y sin árboles. Parte del agua es interceptada por la estructura arbórea y evaporada; las cantidades no suelen ser importantes, salvo cuando las lluvias son de baja intensidad, de poca duración y bajo condiciones de altas temperaturas (Montoya Oliver, 1982).

Hay un cambio en la distribución bajo el dosel, algo mayor hacia el borde de copa y alrededor del tronco, este último beneficia teóricamente al árbol ya que dicha agua llega a su sistema radicular, no siendo interceptada por el estrato herbáceo.

Generalmente las gotas que caen bajo un dosel arbóreo son más grandes, por lo que su energía de impacto puede ser mayor que fuera de la influencia arbórea (la menor velocidad de caída, es compensada por su mayor peso) (Ver erosión hídrica).

No se debe olvidar el efecto de lavado que realiza la lluvia de sustancias adheridas a hojas y otros órganos de los árboles (Tukey, Jr., 1970). Algunos de ellos son importantes para el crecimiento de herbáceas, como el potasio.

La menor cantidad de agua que llega al estrato herbáceo es compensado con creces por la disminución de la evaporación y mejor infiltración. Además no debe descartarse la posible condensación o captación hídrica por nieblas, rocíos, etc., que en general son evaporados antes de llegar al suelo, pero en ciertas áreas puede llegar a ser un aporte real (áreas costeras, faldeos serranos, etc.) (Sudzuki, 1977).

Lo más importante en el balance hídrico distinto producido por un dosel arbóreo, es la disminución de la evapotranspiración a nivel del estrato herbáceo. En áreas donde el agua se hace limitante, la menor evapotranspiración hace incrementar la fotosíntesis, dando mayor producción.

Lo que en realidad disminuye es la velocidad de evapotranspiración, permitiendo que la velocidad de absorción hídrica por las raíces alcance la demanda de las hojas y otros órganos. Así no es necesario un mayor cierre estomático para disminuir la demanda hídrica, y al haber mayor apertura estomática se produce mayor fotosíntesis.

No sólo las cortinas forestales frenan el viento, sino que el mismo efecto se logra con árboles dispersos en forma más o menos homogénea y con una densidad entre 20 a 50 árboles por hectárea. Los árboles así dispersos hacen el mismo efecto que una superficie rugosa (macrorugosidad). Se puede lograr esta estructura en un bosque natural al realizar un desmonte selectivo (Montoya Oliver, 1982).

Una menor evapotranspiración produce menor efecto de sequía entre lluvias y a su vez posibilita adelantar una siembra, o que arranque antes el crecimiento forrajero. Las plántulas tienen mayor probabilidad de sobrevivir, ya que no es tan drástico el secado de los primeros centímetros de suelo.

El período de crecimiento se prolonga, en parte por la mayor disponibilidad hídrica, pero también por la mayor presencia de nitrógeno y menor radiación roja (que induce maduración en el forraje). Estos factores dan también forrajes de mejor calidad (mayor porcentaje proteína bruta) (Díaz, Rossi y Karlin, 1984).

Durante la noche (entre árboles o cortinas) disminuye la temperatura, dando menores pérdidas por respiración.

La competencia por agua (también por nutrientes) entre las raíces arbóreas y herbáceas, puede ser severa, dependiendo de la especie forestal, tipo de suelo y disponibilidad hídrica (mayor o menor precipitación). Así, inclusive, puede haber diferencias muy significativas entre especies del mismo género, como entre *Prosopis juliflora* y *Prosopis cineraria* (Mann y Saxena, 1980).

El primero tiene un doble sistema radicular, uno superficial que compite con las herbáceas, y otro profundo; *P. cineraria* tiene sólo un sistema radical profundo (Muthana, 1984).

Las diferencias en producción forrajera herbácea bajo *P. juliflora* vs. bajo *P. cineraria* son considerables. Como especie forestal, *P. juliflora* es de crecimiento más rápido que *P. cineraria* (se pierde por un lado, se gana por otro).

Ciertas especies de *Eucalyptus* son también muy competitivas, pero son buenas especies forestales (Hall, 1972).

Ciertos suelos hacen desarrollar sistemas radiculares arbóreas muy superficiales que entran a competir con gramíneas u otras herbáceas.

En suma, el efecto árbol sobre el balance hídrico es más positivo a medida que el ambiente es más seco, siempre que las especies arbóreas no compitan fuertemente con las gramíneas.

Donde el agua "sobra", el efecto arbóreo puede ser negativo, salvo que se usen especies más "consumidoras" de agua.

AGUA PARA ANIMALES

El agua de bebida para los animales, es importante, debiéndose prestar suma atención a la calidad de la misma (tenor de sales, microorganismos, etc.) y por supuesto a la cantidad, que debe ser abundante y de aporte continuo.

A veces la cantidad se vuelve crítica, pudiendo una estructura arbórea disminuir la evaporación de las aguadas. En días calurosos, se puede perder entre 2 a 4 mm/día (en algunos casos hasta 6 mm/día) y esto representa para una aguada de por ejemplo 30 x 30 metros, alrededor de 2.000 litros de agua perdida por día en verano (Clayton y Rauzi, 1977; Lomas y Schlesinger, 1971).

El tener árboles alrededor de las fuentes de agua, o por lo menos del lado de los vientos desecantes, puede reducir esta pérdida entre un 15 a un 25 por ciento.

La evaporación del espejo de agua aumenta con su temperatura, la cual es incrementada por la radiación directa de los rayos solares, por lo tanto se puede reducir aún más la evaporación, si toda o parte de la aguada se encuentra sombreada.

Tampoco debe olvidarse que un agua más fresca, reduce la temperatura corporal del animal (aumentando su eficiencia productiva) y a su vez disminuye el insumo global de agua por parte del ganado.

Debe tenerse en cuenta el posible robo de agua por parte de las raíces de los árboles (y vegetación en general) por lo que es conveniente tenerlos a cierta distancia de aquellas aguadas donde las raíces pueden influir. Se pueden elegir especies arbóreas que realicen poco consumo del agua de las fuentes de agua (raíces profundas) (Hall, 1972).

Un factor negativo es la caída de hojas y otros elementos de los árboles dentro del agua de bebida, los que pueden traer como consecuencia una proliferación de microorganismos.

El uso de tanques auxiliares, derivadores, filtros, etc. pueden evitar los trastornos arriba mencionados.

Otro aspecto importante es el contenido de agua de los forrajes: cuanto mayor porcentaje de humedad en los mismos, menor es el consumo de agua. Ya se sabe que los forrajes bajo un dosel arbóreo, tienen mayor contenido

de agua y por mayor tiempo, que forrajes en áreas abiertas. Aquí tenemos otro efecto arbóreo que disminuye el consumo de agua.

Estos posibles ahorros permiten llegar con agua a épocas del año lo que antes no era posible. También implica no tener que realizar depósitos de agua tan grandes, con lo cual disminuimos costos.

EFFECTO SOBRE LA ENERGÍA LUMÍNICA

Uno de los factores que intervienen en la producción forrajera es la luz, y en general se puede afirmar que a mayor cantidad de energía lumínica, mayor producción de forraje, siempre y cuando los otros factores estén en abundancia (temperatura-nutrientes-agua).

El dosel arbóreo intercepta los rayos lumínicos en mayor o menor grado dependiendo de la densidad de árboles, diámetro de copas y la densidad de éstas (Reifsnnyder, Furnival y Horowitz, 1972). También hay cambios debido a la fenología de las hojas, (mayor o menor número de ellas a través del año). La forma de los árboles también es importante.

La intercepción que realizan los árboles, produce no sólo una disminución en la cantidad de energía lumínica que llega al suelo, sino también produce un cambio en las cantidades de las distintas longitudes de onda que componen el espectro lumínico (Krueger, 1981).

El efecto sobre la cantidad y calidad forrajera herbácea, es mayor con respecto a la cantidad total de luz, pero la calidad lumínica también produce efectos sobre las especies forrajeras (Smith, 1982). El dosel arbóreo produce una disminución en las proporciones relativas del rojo y el azul (las ondas más fotosintetizadoras) y una riqueza proporcional en naranja y amarillo (responsables de la elongación celular) y el rojo lejano al infrarrojo, que interactúa con el rojo para controlar las hormonas, dando cambios, como respuesta a la floración.

Las especies forrajeras se pueden clasificar en relación a su respuesta a mayor o menor cantidad de sombra (luz) (Boardman, 1977):

- a) Umbrófilas: son especies que prefieren la sombra y prosperan mejor debajo de la misma (*Setaria leucophila*).
- b) Heliófilas: funcionan mejor al no tener sombra (*Trichloris crinita*).
- c) Tolerantes: que pueden funcionar bien tanto bajo sombra como fuera (*Cenchrus ciliaris*, *Digitaria californica*).

En general, las especies C3 son más tolerantes a la sombra que las C4, de aquí que muchas especies de gramináceas invernales funcionen bien con la sombra. Una de ellas es la cebadilla criolla, la misma alojada con algarrobos podría llegar a sustituir a ciertos verdeos invernales, con lo cual se pueden disminuir costos en gran forma (Raúl Díaz, comunicación personal).

Las especies que crecen bajo la sombra, tienen ciertas características propias producidas por la menor cantidad y cambio en la calidad de luz, así se presentan en forma más alargada, de un color verde más intenso, etc.

La presencia o ausencia de ciertas especies bajo o fuera de la influencia del dosel arbóreo se debe no sólo a su respuesta a la luz, sino que ciertas especies pueden tener mayor porcentaje de germinación bajo los árboles o menor competencia, pasando por sus distintos requerimientos nutricionales.

TEMPERATURA

Probablemente el efecto más importante que produce una estructura arbórea en relación a la temperatura, sea la disminución que se registra en los extremos de temperatura (Ledesma y Boletta, 1969), tanto los picos de máxima, como los de mínima.

Es importante la estructura vertical del bosque analizado, ya que una fuerte presencia de arbustos, impide la circulación del aire, cuyo efecto sobre la humedad y la temperatura es grande (Ledesma y Boletta, 1969 a).

El sitio del bosque es importante, ya que masas boscosas ubicadas en los bajos producen efectos de temperatura distintas a los ubicados en los piedemontes proximales.

La incidencia de la radiación solar directa sobre el estrato herbáceo y más aún si el suelo está desnudo o con poca vegetación, hace que el suelo pueda tener entre 15 a 20°C más de temperatura que los suelos bajo los árboles (durante el verano). Esta mayor temperatura trae consecuencias serias sobre la dinámica hídrica, germinación, crecimiento de las herbáceas y también sobre los nutrientes y aún sobre la estructura del suelo (Pinker, 1980; Schoch, 1968).

También son menos problemáticas las bajas temperaturas, y en muchos casos disminuyen las heladas, lo cual produce o permite la continuación de crecimiento de especies forrajeras, prolongando su calidad y mejor aprovechamiento hacia el invierno (Montoya Oliver, 1982).

EFFECTO SOBRE LOS ARBUSTOS

No se debe olvidar la importancia que tienen los arbustos por su abundancia y biomasa (Díaz y Karlin, 1984). Los mismos son componentes importantes especialmente en los sistemas de producción ganaderos.

Algunas de ellas son buenas forrajeras, pero otras son malezas terribles; por lo que deben ser estudiadas cuidadosamente (Karlin, 1979 y 1983).

En general compiten más fuertemente con las herbáceas, disminuyendo su producción; a su vez los árboles dominan a las arbustivas con cierta facilidad y en áreas boscosas de cierta densidad y cobertura, hay poca presencia de arbustos (Breman, 1980).

Algunos arbustos toleran la semisombra, e incluso algunos están asociados a ciertas especies arbóreas (atamisqui) (Vervoort, 1973).

Algunos cachiuyos (*Atriplex* spp), toleran bien la sombra y a su vez pueden ser buenas forrajeras aportadoras de calidad (Ea. El Desafío, Villa Dolores, Córdoba).

Otra especie interesante que prospera a la semisombra es la penca forrajera (*Opuntia* spp) y que puede producir más bajo la influencia de ciertas leguminosas arbóreas. No tolera sombra densa (Barros, 1982).

En general la eliminación de la estructura arbórea crea condiciones más favorables para una proliferación de arbustos, pero si se mantiene una buena cobertura de gramíneas, es difícil que allí se produzca una invasión de especies arbustivas (Walker, 1981). Las mismas necesitan más bien suelos desnudos para poder proliferar.

No se puede despreciar el aporte al suelo que realizan las arbustivas en cuanto a caída de hojas, ramas, etc. Además muchas de ellas son leguminosas, por lo que su aporte de nitrógeno puede ser importante.

APORTE FORRAJERO DIRECTO

Es sabido de la importancia que pueden tener las leñosas en general y los árboles en particular, como aportadoras de forraje, el cual es ramoneado por el ganado. Por conocido sólo se remarcan algunos aspectos (Habit, 1981; Le Houérou, 1980 b; Montgolfier-Kouévi y Houérou, 1980; Tinto, 1977; Zaroug, 1984).

Dicho forraje es generalmente poco importante en verano si la condición del pastizal (herbáceas) es buena, pero sí se hace importante en invierno, primavera y aún en otoño, sobre todo en cuanto al aporte (Morello y Saravia Toledo, 1959 a y b).

También es importante en épocas de sequía, ya que no oscila su producción, como en las herbáceas (Karlin, 1983).

Los forrajes leñosos suelen tener sustancias como tanino, aceites volátiles, ceras, etc., los cuales disminuyen el valor forrajero. Por lo que se debe tener cuidado al analizar estos forrajes, ya que su calidad generalmente menor que lo que muestran los análisis de laboratorio (Le Houérou, 1980 a).

Lo ideal es medir la eficiencia de estos forrajes directamente a través de la performance del animal (Wilson, 1969).

CORTINAS FORESTALES

Son barreras de árboles que tienen como razón fundamental, el disminuir la velocidad del viento (Miller, Rosenberg y Bagleg, 1975), ya sea por deflexión del mismo hacia arriba o por absorción de la fuerza eólica al pasar por la barrera (Bhimaya, 1976). Se obtiene con ello:

- a) Aumentos en la producción forrajera (o cultivo) a barlovento, por disminuir la evaporación y la transpiración, lo que hace disminuir el cierre de los estomas, permitiendo un mayor rendimiento fotosintético (Clayton y Rauzi, 1977).
- b) Menores problemas de erosión eólica, donde el suelo se encuentra más o menos descubierto, ya sea por labores, o porque no hay vegetación por falta de lluvias o sobre-pastoreo (Gupta, 1983; Lomas y Schlesinger, 1971).

Estas ventajas son contrabalanceadas por:

- a) Costos de establecimiento y mantenimiento.
- b) En áreas húmedas, lento secado de suelos o de cultivo, produciendo menores rendimientos. Pueden aumentar ciertas enfermedades fungósicas.
- c) Disminución del área destinada a cultivos, por la barrera en sí y su área de competencia con los mismos.

Las cortinas forestales pueden estar compuestas por especies exóticas implantadas o se puede aprovechar la vegetación arbórea y arbustiva nativa del lugar.

Para que las cortinas forestales cumplan con sus propósitos, deben tener una serie de requisitos (Costin, 1976; Ongewotu, 1983):

a) Objetivos:

- ◆ protección del ganado, de cultivos o ambos.
- ◆ protección todo el año o sólo parte del mismo (por ejemplo: durante los meses cálidos).
- ◆ protección en función de la explotación de cría (época nacimiento a destete).

- b) **Orientación:** ubicar las cortinas en forma perpendicular a los vientos predominantes, por lo que es fundamental conocer los vientos, su dirección a través del año y aún cambios en el día. Donde los vientos cambien su dirección, es conveniente ubicar las cortinas en forma perpendicular entre sí, formando marcos.

- c) **Altura:** el efecto producido se prolonga hasta 15 a 20 veces la altura de la cortina a barlovento, también hay un pequeño efecto a sotavento (2 a 5 veces la altura de la barrera arbórea), según la altura será la distancia entre una cortina y la siguiente (Mate, 1971).
- d) **Densidad:** es importante que la cortina sea porosa (entre un 40 a un 50 por ciento), de dicha forma no se producen turbulencias a barlovento, de otra manera se disminuye la distancia efectiva de la cortina. No debe haber huecos grandes ya que por allí puede el viento inclusive tomar velocidad (Bean, Alperi y Federer, 1975).
- e) **Ancho:** debe ser sólo el necesario, puede ser, inclusive, de una sola fila si cumple con la densidad: es mejor mayor número de cortinas cercanas, que aumentar su ancho. Salvo que el área de cortina quiera ser utilizado también para otros fines (pastoreo invernal, refugio, etc.).
- f) **Perfil:** puede ser simple o combinada, o una sola especie uniforme verticalmente, o una densa arriba y otra especie densa abajo (Hall, 1972).

EROSIÓN

La erosión eólica es frenada por la masa arbórea, ya sea esta cortina forestal u árboles ubicados en forma más o menos homogénea en un área determinada.

Es frenada porque el árbol disminuye la velocidad (fuerza) del viento, produciéndose menores pérdidas de suelo (Bhimaya, 1976; Costin, 1976).

En cuanto a la erosión hídrica, el dosel arbóreo puede disminuir la Energía de Impacto de las gotas de lluvia. Pero por otro lado, si existe una cobertura importante, hace disminuir a las especies herbáceas por sombreado y si las especies arbóreas son de raíces profundas, puede producir un aumento de la erosión hídrica por no tener el suelo superficial una estructura radical para sostenerlo de escorrentías. Esto puede ocurrir en áreas montañosas (por ejemplo V. Alpina, Córdoba).

Lo ideal es tener una combinación de árboles y herbáceas. Ya que herbáceas solas pueden producir deslizamientos de suelos en zonas con cierta pendiente, éstas evitadas por el sistema radical más profundo de árboles (o leñosas en general), que fijan el suelo.

EFFECTO DIRECTO DE LA ESTRUCTURA ARBÓREA SOBRE EL ANIMAL

Los animales son afectados en mayor o menor grado por las condiciones ambientales reinantes, las cuales pueden llegar a ser adversas al bienestar del animal (concepto de stress) (Fuquay, 1981), produciendo a su vez una disminución de la eficiencia productiva (menor ganancia en kilogramo de carne, menor porcentaje de parición, disminución en la producción de leche, etc., e inclusive mortandad) (Webster y Wilson, 1966).

La estructura arbórea modifica el microambiente (bajo o cerca de su estructura) y afecta por lo tanto al ganado, siendo su efecto sobre el animal, generalmente positivo (Del Castillo Lussich, 1969).

La región analizada en este trabajo, tiene altas temperaturas en verano, y es justamente ésta (y sus variaciones más o menos bruscas), las que más daño pueden hacer al animal (Kelley, 1983). Y la combinación de altas temperaturas con alta humedad es todavía más perjudicial, lo que se produce con frecuencia en la época estival, cuando cae la mayor parte de las lluvias,

No se descarta el posible efecto negativo de las bajas temperaturas, pero son menos problemáticos, debiéndose centrar primero la atención en las altas temperaturas y en la humedad del verano.

Los animales deben mantener, para su bienestar (y para una mejor eficiencia productiva), su temperatura corporal dentro de un cierto rango de poca amplitud. Para ello deben lograr un balance entre sus ganancias y pérdidas calóricas, teniendo para ello mecanismos de termoregulación (Ferguson, 1970).

Sus ganancias calóricas provienen de:

- ◆ Propias, por su actividad metabólica.
- ◆ Del ambiente por:
 - Radiación (rayos solares directos e indirectos).
 - Convección (movimiento de masas de aire).
 - Conducción (contacto entre superficie animal y objetos sólidos).

Los rayos solares directos son los más importantes, dentro de las ganancias calóricas ambientales, aunque la radiación desde el suelo hacia el animal puede ser perjudicial. Esta es producida por el calentamiento del suelo por el efecto de la radiación solar directa, al no haber cobertura de vegetación.

Sus pérdidas calóricas provienen de:

- ◆ Propias, por eliminación de productos metabólicos (heces, orina, leche),
- ◆ Hacia el ambiente por:
 - Radiación (importante de noche).
 - Conductividad.
 - Convección.
 - Evaporativos, se produce si la temperatura del punto rocío del aire es menor que en el animal.

El calor "fluye" del objeto más caliente al más frío, siendo más rápido este flujo, cuanto mayor sea la diferencia de calor.

A mayor temperatura (media del calor), mayor importancia adquiere para perder calor la evaporación.

Las pérdidas de calor son facilitadas por el viento (o movimiento del aire) y la baja humedad. De aquí la importancia que adquiere en días muy calurosos, la humedad del aire y la presencia de vientos.

Con altas temperaturas ambientales, es mayor el gasto energético que debe realizar el animal para poder eliminar su calor, dando una menor eficiencia de producción. Se produce una disminución en su actividad (camina menos, etc.) que se traduce en un menor insumo forrajero.

Existe además una relación entre el stress y ciertas enfermedades, las cuales aumentan en importancia. Aquí juegan un papel clave las oscilaciones bruscas de temperatura.

EFFECTO DE LA SOMBRA

El uso de la sombra cambia el balance de radiación del animal, pero no afecta mayormente a la temperatura del aire o la humedad (una cobertura arbórea puede reducir hasta un 30 por ciento el calor radiante).

Como sombra se produce:

- ◆ Menor temperatura rectal (menor jadeo), medida de stress.
- ◆ Aumento de insumo forrajero
- ◆ Mayor producción de leche
- ◆ Mayor porcentaje de parición
- ◆ Mayor peso de terneros logrados

Estos efectos producidos por el árbol sobre el animal, pueden deberse también en parte, por su efecto sobre la calidad y/o cantidad de forraje, por lo que se hace difícil poder separar el efecto directo del indirecto.

Una mayor proporción de proteína en el alimento sería favorable contra el calor (Morrison y Prokop, 1983).

Cuando se habla de sombra, ésta puede ser artificial o natural.

La sombra o refugio es en especial importante en áreas con extremos de temperatura (tanto bajas temperaturas como altas), pudiendo haber en zonas cálidas, hasta 15 a 25°C de diferencia entre bajó y fuera.

La sombra reduce pérdidas de agua de los cuerpos y disminuye los gastos energéticos. Los animales se sienten mejor y consumen más forraje (Morrison y Lofgreen, 1979).

El efecto de la sombra es más importante en las explotaciones de cría ya que los terneros y las vacas de cría son las más sensibles ante el stress calórico.

También es importante la calidad del alimento: cuanto más energética sea la ración (forraje) mayor es el efecto del stress calórico (Morrison y Prokop, 1983).

Indudablemente cada raza vacuna (y cruza) responden en forma diferente ante el calor, estando más adaptadas las razas índicas y sus cruza que las europeas, pero debe quedar en claro, que ambas disminuyen su eficiencia.

Para medir la eficiencia de una estructura para sombra, debe tomarse en cuenta no sólo los aumentos logrados, en la eficiencia animal, sino medir la relación Insumo vs. Ganancia.

ESTRUCTURA Y MANEJO DE LA SOMBRA

Los resultados obtenidos con animales son variados, ya que son numerosos los factores que afectan a los mismos. No sólo la raza, o la alimentación, sino las condiciones ambientales combinadas (temperatura-humedad relativa-vientos) y las condiciones de manejo (densidad animal, disponibilidad forraje, etc.).

Muchas de las ventajas de la sombra desaparecen al no tener el animal forraje disponible en el lugar sombreado (o cerca) y agua a su alcance. Por lo que se deduce la importancia de tener abundancia de árboles aislados o pequeños islotes de árboles.

Consideramos que la densidad óptima oscila entre 20 a 100 árboles por hectárea, dependiendo de innumerables factores la diferente cantidad por hectárea.

Esta alta densidad (relativa) tiene la ventaja de que el animal aún en las horas pico de calor, pueda continuar pastoreando, ya que prácticamente estaría pastoreando con sombra.

El agua que ya dijimos debe estar presente, también debe estar sombreada, ya que disminuye su temperatura (menor incidencia de la radiación) siendo más fresca para la hacienda (menor gasto energético por parte del animal).

En cuanto a la estructura de la sombra, se debe tener en cuenta (Buffington, 1983):

- a) **Orientación:** tener en cuenta el movimiento del sol y el ángulo de los rayos de sol, tanto en verano como en invierno.
- b) **Superficie:** se debe tener entre 6 a 10 m² de sombra para cada animal. Tener en cuenta las cargas instantáneas. Si hay alta densidad de animales bajo la sombra, no se produce una efectiva eliminación del calor corporal.

- e) **Piso:** lo ideal es ubicar los árboles en áreas altas y/o sobre suelos arenosos, para no producir encharcamiento que no sólo trae trastornos al animal sino también puede matar al árbol. En zona de corrales, ubicar los árboles detrás de los alambrados.
- d) **Altura:** cuanto más alta la copa, mayor movimiento de aire y mayor es el efecto en neutralizar la radiación solar.
- e) **Ventilación:** no es ideal una masa continua, sino pequeños grupos de árboles o individuos aislados a los efectos de lograr buena circulación del aire.

INFLUENCIA DEL ANIMAL SOBRE EL ÁRBOL

El efecto que puede producir el ganado sobre una población o comunidad arbórea dependerá del planteo productivo: ya sea que la explotación tenga énfasis forestal o ganadero, y si la segunda actividad productiva en importancia sea sólo complemento de la fundamental o de apoyo. Según las condiciones económicas podrá convenir una u otra (Montoya Oliver, 1982; Plucknett y Nicholis, 1972; Russo, 1981; Stoddart, Smith y Box, 1975).

Lo ideal es por supuesto tratar de maximizar la eficiencia de producción y "entrar" a manejar un sistema de Uso Múltiple (Gregor, 1972).

El enfoque dependerá también del sistema que se trate, por ejemplo, si es un bosque basado en regeneración natural o plantación artificial.

El animal puede producir efectos positivos o negativos, y deben estos efectos en relación a otras posibles pérdidas o ganancias, ejemplo:

- ◆ Menor densidad animal:
 - Menor daño por pisoteo de plántulas.
 - Menor cantidad de kg de carne por hectárea por año

El daño mayor que produce la hacienda, es sobre las plántulas y plantas jóvenes de las especies forestales, por pisoteo y ramoneo.

El daño depende del tipo de ganado, ya que ramonea más la cabra, luego el ovino, sigue el bovino y por último el caballero (Von Maydell, 1980). Por pisoteo producen más perjuicio los dos últimos que los primeros. Estas afirmaciones son peligrosas si no se analizan los otros factores que intervienen: así por ejemplo, la raza es importante, ya que no es lo mismo, una vaca criolla, un cebú o un británico en cuanto al uso que realizan del follaje arbóreo (Webster y Wilson, 1966).

En cuanto al bovino, es más importante el daño que produce por pisoteo que por ramoneo.

Indudablemente que el daño está en relación directa a la carga animal (número de animales por hectárea) que se tenga a través del año y su distribución en el campo.

También interviene la preferencia animal: cantidad y palatabilidad de las especies forestales vs otras especies forrajeables.

Debe tenerse en cuenta la resistencia al pisoteo de las especies forestales, y su recuperación al mismo, como su respuesta al ramoneo y la eliminación de yemas de crecimiento que se produzcan.

Deben tomarse en cuenta los daños retardados: disminución crecimiento, entrada de enfermedades en las heridas, deformaciones, etc.

También se producen daños en ejemplares adultos sobre ramas, corteza o raíces superficiales.

En resumen el grado de daño está en función de:

- ◆ Tipo de animal y preferencia forrajera.
- ◆ Densidad de la población, tanto animal como forestal.
- ◆ Especies forestales, edad de los árboles.
- ◆ Tipo y disponibilidad de fuente forrajera.

Otro perjuicio que a veces pasa desapercibido es el producido por la compactación del suelo, que puede reducir en forma drástica la infiltración hídrica y la aereación del suelo.

Esto es serio en los lugares donde se produce concentración de hacienda (dormideros, corrales, senderos, o en árboles aislados para sombra). También interviene el tipo de suelo, ya que es más severo en suelos arcillosos y salinos.

La relación entre cantidad de árboles y hacienda es la clave en este planteo.

Debe realizarse un manejo cuidadoso de la hacienda en las épocas de lluvia.

La hacienda al pastorear y ramonear, causa cambios ecológicos en el bosque y se debe seguir de cerca las posibles alteraciones para poder corregir a tiempo los mismos si resultan ser perjudiciales (Wilson y Tupper, 1982).

La fauna también juega un papel importante, debiéndose tener muy en cuenta, en especial sus posibles cambios en relación a la explotación ganadera.

El ganado produce efectos positivos ya que puede aumentar la germinación de las especies forestales por:

- ◆ Al disminuir por pastoreo la cobertura herbácea permite mejor germinación y menor competencia entre la plántula forestal y las especies herbáceas.

- ◆ El pisoteo puede producir mejor contacto entre el suelo y la semilla.
- ◆ El paso por el tracto digestivo de ciertas semillas, permite una mejor germinación y dispersión en el campo.

Estos efectos hacen aumentar el número de plántulas forestales.

Debe vigilarse la mayor o menor incidencia de ciertas plagas, ya que a menor cantidad y número de huéspedes vegetales alternativos, puede obligar a ciertas plagas a atacar a las forestales o, por el contrario, ser eliminados.

Al disminuir la fitomasa herbácea por pastoreo, disminuyen los riesgos de incendio. Este sólo efecto puede justificar todas las pérdidas producidas.

SELECCIÓN DE ARBOLES

Es importante saber que especies o individuos a utilizar en un planteo silvo-pastoril, ya sea para realizar plantaciones o regenerar el propio bosque nativo (Hall, 1972).

En general está ya aceptado que es más conveniente utilizar las mismas especies presentes (Von Maydel, 1978), ya que están adaptadas al medio; la inconveniencia es que no son para muchos conocidos en cuanto a su comportamiento, y por la falta de semillas o propágulos, lo que obliga a que cada establecimiento (o por zona) deba tener que realizar todos los pasos para la propagación: cosecha, vivero, etc.

En primer lugar se deberán fijar los objetivos: si es para explotación forestal, y uso ganadero en segundo término o viceversa; si uso para sombra, protección contra vientos, productora de nutrientes, protección hídrica o mixta, etc.

En segundo lugar es el o los sitios donde cumplirán su función, éstos tendrán características propias de suelo, drenaje, densidad o carga ganadera, etc.

En tercer lugar, seleccionar en función del manejo a realizar, si pastoreo rotativo e intenso, si extensivo, con que combinación de uso forestal, etc.

En base a lo mencionado se deberá fijar en:

- a) Tamaño y forma de los árboles; tanto juvenil como adulto y que estará en relación a factores genéticos, de clima y suelo, densidad y manejo.
- b) Fenología de las especies; si son pereunifolios o caducifolios, etc.
- c) Sistema radical; si profundo como para que no compita con las herbáceas por agua y nutrientes, o si superficial y profundo para tener rápido crecimiento forestal.
- d) Como se regeneran o se plantan; por semilla, de raíz, etc.
- e) Adaptación a condiciones locales, tanto como plántula como adulto, y según sea el sistema de manejo, y condiciones de suelo y agua, resistencia a vientos, etc.
- f) Longevidad y productividad.
- g) Resistencia a plagas y enfermedades.
- h) Resistencia al fuego.

REGENERACIÓN

En el caso de que tengamos un bosque natural o que queramos tenerlo, es importante tener en cuenta la regeneración natural y los medios necesarios para ayudarla (Hall, 1972).

El renuevo de una masa forestal natural, proviene de las semillas de árboles en el lugar o por rebrotes de tronco o raíz (Goor y Barney, 1976).

Indudablemente se deberán propagar los mejores individuos, y para ello es conveniente, si se justifican los gastos, eliminar las especies o los individuos indeseables (enfermos, deformes, etc.).

Realizar ésto con tiempo, a los efectos de no tener para un óptimo de regeneración, una fuente indeseable de propágulos.

Dejar un número adecuado de árboles semilleros, que estará en función del tipo de semilla de la especie, su forma de dispersión y germinación, condiciones físicas y de manejo. No se puede establecer a priori un número de árboles semilleros por hectárea.

Si se piensa hacer renovación por medio de rebrotes, se deberá tener también una densidad adecuada, pensando en que cada 2 a 4 períodos de corta hay pérdida del poder de rebrote, por lo que es necesario eliminar los viejos y reemplazarlos por nuevos.

Para recolección de semillas o preparación del terreno para siembra, es necesario esperar los buenos años de producción de semillas, no sólo en cantidad sino en calidad (poder germinativo, enfermedades).

Para la siembra, también esperar los años ideales (por ejemplo: años o meses con lluvias por encima de la media).

Las plántulas deben, en lo posible, ser protegidas de la fauna (conejos, liebres) y de los animales domésticos. Esto se puede lograr mediante varios medios:

- 1) Que el número de plántulas sea grande en relación al número de animales.
- 2) Protección mediante alambrados, cercos vivos, de ramas, cubrir propágulos con ramas espinosas, etc.
- 3) Usar plantas trampas (más palatables que la especie forestal).
- 4) Usar repelentes, etc.
- 5) Disminuir el número de animales.

PAUTAS DE MANEJO

En el caso de tener una cobertura forestal no se debe desperdiciar el capital acumulado (nutrientes y materia orgánica) sino usarlo mediante "aperturas" de luz: podas, entresacas o inclusive realizando tala rasa, pero permitiendo posterior regeneración forestal, para permitir una nueva acumulación de nutrientes.

Se debe llegar a un verdadero balance entre los distintos factores que modifican la producción y calidad forrajera (luz, nutrientes, agua, etc.) mediante una densidad adecuada de árboles que cumplan con la función de aportadores de biomasa, pero que a su vez permita suficiente penetración de luz.

Lo que sí se debe evitar es cosechar el capital producido a tal extremo de no poder volver a reconstruir el sistema productivo.

El decaimiento es más rápido cuanto mayor extracción se realiza, incrementada esta caída por los laboreos de cultivos, los que aceleran las pérdidas de nutrientes y materia orgánica (Felker y Bandurski, 1979; Giffard, 1972).

Se debe empezar con un esquema muy sencillo, ya sea arrancar con un potrero o parte del mismo y luego ir ampliando el área a medida que se vaya ganando experiencia.

Tener los objetivos muy claros y realizar observaciones continuas, como por ejemplo, ver el comportamiento animal frente a la cobertura forestal (búsqueda de sombra, donde y que pastorean, posible daño a renovales, etc.).

En el caso que la explotación forestal sea secundaria, es posible realizar un desmonte selectivo dejando la mayor cantidad de árboles sanos y sus renovales. Están demostrados los menores costos que tenemos con el desmonte selectivo frente al desmonte total, y que pueden llegar en algunos casos a ser el 40 a 50 por ciento (Ayerza y Seia, comunicación personal). Se pueden realizar siembras de forrajeras entre los árboles sin mayores problemas, combinando sombra con posibilidad de pastoreo de buenas y abundantes forrajeras.

Si hay abundancia de árboles, se produce generalmente una buena repoblación sin necesidad de realizar reforestación.

En algunos casos se puede dar al animal que consuma frutos o semillas de ciertas especies arbóreas, las que son diseminadas, acumulando así el número de plántulas.

Si se debe realizar tala rasa (siempre dejando árboles semilleros) se puede realizar un pastoreo previo. Una vez producido la probable explosión forrajera, se vuelve a realizar un pastoreo intensivo. Se realiza la reforestación y entra dicho potrero, cuadro, etc. en descanso, permitiendo una recuperación forrajera y protegiendo a las plántulas arbóreas. Luego se vuelve a pastorear.

En el tiempo este esquema sería:

- a) Pastoreo luego de caída semillas forraje herbáceo (marzo-abril-mayo).
- b) Tala rasa, dejando árboles semilleros (junio-julio-agosto).
- c) Reforestación (sin animales) (setiembre-octubre).
- d) Descanso forrajero y protección plántulas (noviembre a marzo), 14 meses en total.
- e) Vuelta a pastoreo.

Este esquema se repite con otros potreros, pudiendo entrar a realizar un verdadero pastoreo rotativo. El sistema Merrill es muy apto para el esquema propuesto.

La rotación se puede realizar mediante alambrados, donde los mismos árboles pueden funcionar como postes, o abriendo y cerrando oportunamente las aguadas.

Así como en el caso del desmonte selectivo donde se trata de lograr un balance entre luz y nutrientes, aquí se aprovechan los pulsos producidos por la tala rasa.

Debe prestarse atención a la calidad forrajera, utilizando aquellos potreros o sitios de mejor calidad forrajera producido por la masa arbórea durante los meses críticos (invierno y salida invierno).

*Varias de las ideas aquí expresadas surgen de la labor que realizan Carlos Saravia Toledo, E. Mario Del Castillo, Hugo Zelarrayiín y Rogelio Resina, Campos del Norte, Salta).

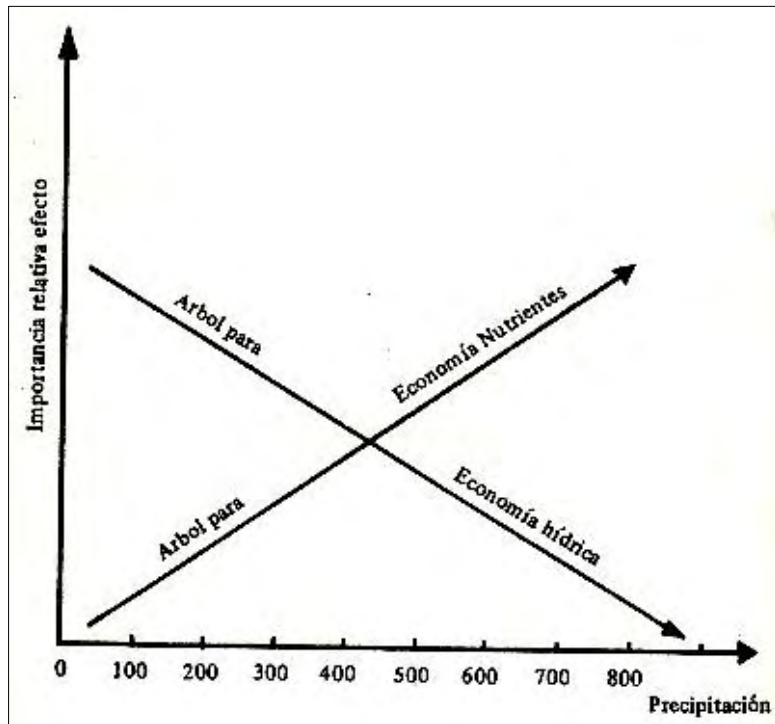
CONCLUSIONES

Existen cuatro factores ambientales que regulan la eficiencia de producción forrajera:

$$E.F. = (T, A, L, N)$$

La eficiencia forrajera (E.F.) está en función de la temperatura (T), la disponibilidad hídrica (A), la Energía lumínica (L) y la disponibilidad de nutrientes (N).

Gráfico 3.



Se puede afirmar que los árboles son positivos con respecto al aporte de nutrientes (se incluye la materia orgánica) y más bien negativos con respecto a la luz. Dependerá entonces cual sea el factor limitante, en un momento dado, para determinar la importancia del árbol en dicho instante: si hay disponibilidad de nutrientes, se deberá aportar mayor cantidad de luz (tala-raleo, etc.), pero si no hay suficiente cantidad de nutrientes, la luz no ejercerá el papel de factor limitante.

Las temperaturas juegan un rol menor, pero pueden ser importantes donde actúen las heladas, deteniendo el crecimiento forrajero.

Con respecto al agua, el árbol es más importante a medida que el ambiente tenga menor precipitación.

En un gradiente de precipitación, es más importante la economía hídrica en relación a los nutrientes con precipitaciones bajas, y a medida que aumentan las lluvias, más importancia relativa tiene la economía de nutrientes.

Volver a: [Manejo silvopastoril](#)