SISTEMAS SILVOPASTORILES CON OVINOS EN EL TROPICO
ALGUNAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS

José Antonio Torres Rivera[1]

INTRODUCCION

La combinación de actividades agrícolas, forestales y ganaderas en el mismo espacio no es reciente, campesinos en todo el mundo la han practicado desde tiempos inmemoriables, especialmente en regiones tropicales y subtropicales pero también en algunas templadas y semiáridas. Actualmente dicha combinación interesa cada vez más a otros productores, a las instituciones y a los gobernantes, porque representa una de las opciones más viables para superar algunos de los problemas más preocupantes para la humanidad.

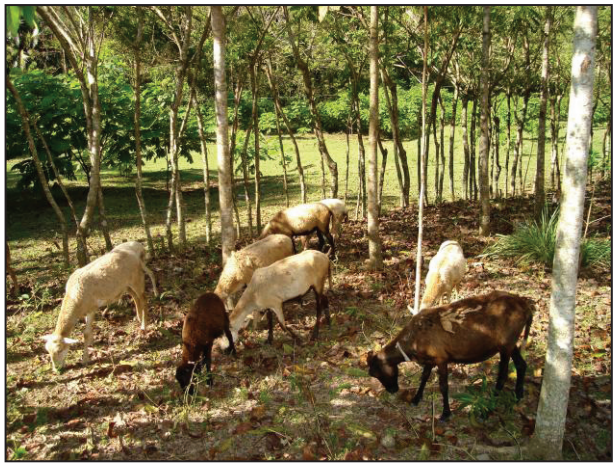
El creciente aumento de la población humana, la acentuada demanda de nuevas tierras y alimentos, el agotamiento de la frontera agrícola, las recurrentes crisis económicas que sufren quienes viven de la producción agrícola pecuaria o forestal, el deterioro ambiental y la salud son algunos fenómenos que obligan a buscar alternativas sustentables dentro y fuera de dichas actividades; como son el reemplazo o transformación de los sistemas de producción convencionales por otros más productivos y rentablesestables.

En este escenario, se acentúa la importancia de los sistemas genéricamente conocidos como agroforestales, definidos como formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (Montagnini, 1992).

Una forma especial de agroforestería pecuaria es la combinación de árboles con pastos y/o animales, a la que a menudo se le da el nombre genérico de sistemas silvopastoriles (forestales con ganado) y de sistemas agrosilvopastoriles si además incluye cultivos agrícolas. Las principales modalidades que adquieren estos sistemas en el trópico mexicano son las siguientes:

Pastoreo en bosques, selvas o matorrales. Esta muy difundido en zonas áridas y semiáridas, un poco menos en las templadas y poco en los trópicos. Consiste en el pastoreo de la vegetación primaria o secundaria (acahuales). A menudo involucra la quema periódica para fomentar el rebrote de los pastos.

[1] Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. 94100. Huatusco, Veracruz. Fax: (273) 4-07-64. E-mail: tora_sheep@hotmail.com



Pastoreo en plantaciones forestales de maderables o latíferas. En el sureste de México, el pastoreo con ovinos está siendo implementado en terrenos reforestados principalmente para reducir los gastos de mantenimiento y riesgos de incendio en plantaciones de caoba *Swietenia macrophylla*, cedro nogal *Juglans pyriformis*, cedro rojo *Cedrela odorata*, eucalipto *Eucaliptus spp*, laurel *Cordia alliodora*, primavera *Roseodendron donel-smithii* y teca *Tectonia grandis* entre otros. Con el mismo propósito se introduce el ganado en plantaciones de hule *Hevea brasiliensis*.

Pastoreo en plantaciones de frutales. En regiones tropicales y subtropicales está sienco cada vez más común el pastoreo con ovinos en plantaciones de coco *Cocos nucifera*, cítricos *Citrus spp*, cafetos *Coffea spp*, guayabos *Psidium spp*, lichi *Litchi chinensis*, mango *Manguifera indica*, chicozapote *Manikara zapota* y otros frutales.

Ofrece múltiples ventajas ecológicas, económicas, tecnológicas y hasta sociales para el cultivo y rebaño.

Potreros con árboles, palmas o arbustos dispersos. Sistema silvopastoril simple empleado en ganadería extensiva, con poco o nulo manejo.

Los ganaderos acostumbran dejar especies leñosas en los potreros, en los lugares donde se maneja al ganado y cerca de los aguajes a fin de que sirvan como sombra, proporcionen forraje en la época de estiaje y materiales de construcción.

Además, los árboles y arbustos contribuyen a la fertilidad del suelo y calidad de los pastos, albergan flora y fauna silvestre y embellecen el paisaje, entre otros beneficios.

Solar familiar. Es la combinación de árboles o arbustos del huerto familiar con la ganadería de traspatio en el espacio aledaño a la vivienda. Este sistema de producción a pequeña escala se encuentra ampliamente difundido en todo el país, especialmente en regiones tropicales y subtropicales donde la diversidad y riqueza de especies es mayor.

Un estudio en regiones tropicales de cinco países, entre ellos México, arrojo que el 40 % de los huertos familiares contaban con ovinos.

Cercos vivos. Consisten en la siembra de árboles, arbustos o plantas semejantes en forma lineal, cerrando el espacio intermedio con alambre o malla. Se utilizan principalmente para marcar los límites de una propiedad y también para restringir el paso de personas o de animales de un área a otra.

En regiones tropicales son muy utilizados los árboles de cocuite *Gliricidia sepium*, palo mulato *Bursera simaruba*, jobo *Spondias mombin* y colorín *Erythrina spp* como alternativa al uso de postes muertos cuyo costo de reposición es mayor; algunas de tales especies también son forrajeras.

Cortinas rompe-vientos. Barreras que se establecen generalmente con árboles u otras plantas de porte alto para proteger las instalaciones, ganado y pasturas en pie contra el impacto de los vientos y lluvias fuertes. En el Surste de México se encuentran con mayor frecuencia cerca de los litorales, constituidas principalmente por casuarina *Casuarina spp* y bambúes *Bambusa spp*.

Una cortina bien construida puede beneficiar una distancia equivalente a 10 - 40 veces la altura de los árboles. Debe orientarse perpendicularmente a los vientos y no ser totalmente impermeable ni dejar huecos.

Bancos de biomasa, energía o proteína. Son áreas compactas sembradas con una alta densidad de plantas forrajeras, cuyo propósito es maximizar la producción de biomasa vegetal de calidad.

En el sureste de México se emplean con este propósito árboles de cocuite *Gliricidia sepium*, leucaena *Leucaena leucocephala* y ramón *Brosimum alicatrum* entre otros; últimamente empieza a usarse morera *Morus spp* y tulipán *Hibiscus rosa-sinensis*.

Pasturas en callejones. Consiste en la siembra de hileras o franjas de árboles, arbustos o plantas semejantes de rápido crecimiento con miras a utilizar el follaje como abono y/o forraje, con pasturas cultivadas en el espacio intermedio.

Las mismas especies para bancos se pueden usar aquí. Se recomienda la práctica de labranza de conservación de suelo, con distancia entre plantas de 0.2 a 0.6 m y entre hileras 2 a 3 m si se va a hacer un aprovechamiento de corte y acarreo; y de 3.0 a 6.0 m si va a ser mediante pastoreo.

En el presente ensayo se analizan las ventajas y desventajas de combinar árboles con pasto y/o ganado (rumiantes), con apoyo de literatura disponible. Se enfatiza en el efecto de los árboles en los ovinos, los pastos y el suelo, asimismo en el efecto del ganado en los árboles. No se trata la relación ganado – pastos por estar fuera de los objetivos del presente escrito, además de ser temas muy conocidos.

EFECTO DE LOS ARBOLES EN EL GANADO

Los árboles pueden afectar directa o indirectamente en la nutrición, salud y protección de los animales.

VENTAJAS

Proporcionan forraje de calidad. En las áreas borregueras tradicionales de pastoreo extensivo, los ganaderos utilizan de manera rutinaria u ocasional el follaje, frutos e incluso la corteza y raíz de algunas arbóreas en la alimentación de su ganado, especialmente durante la estación seca del año. Inmersos en los potreros o rodeando a estos, es posible observar fragmentos de bosques o selvas originales, acahuales, corredores de vegetación a la orilla de ríos o arroyos, cercas vivas, árboles aislados y hasta plantaciones introducidas; sitios que son de pastoreo rutinario u ocasional para los ovinos pero también fuente de forraje para sistemas de corte y acarreo.

Así por ejemplo, en una encuesta realizada con ganaderos del estado de Chiapas se encontró que de las 130 especies presentes en las áreas de pastoreo, 29 de ellas eran consumidas por ovinos u otros rumiantes en algún momento del año (Pinto *et al*., 2001). De las especies utilizadas como postes de cercas vivas en el estado de Veracruz, se reportan 13 forrajeras (Avendaño, 2000). En el Cuadro 1 se muestra una relación no exhaustiva de especies arbóreas reportadas con uso en la alimentación de rumiantes en Chiapas y estados cercanos.

Cuadro 3. Algunos árboles y arbustos forrajeros con reporte de uso en la alimentación de rumiantes en zonas borregueras del Sureste de México.

Nombre científico	Nombre común	Estado
Acacia angustissima	Guajillo, Timbre	Ver.
Acacia cochliacantha	Cubata prieta, Huizache	Ver.
Acacia collinsii	Ishcanai	Chis.
Acacia farnesiana	Espino blanco, Huizache	Chis., Ver.
Acacia milleriana	Quebracho	Chis.
Acacia pennatula	Cubata blanca, Espino blanco	Chis., Ver.
Albizzia caribaea	Guaje blanco	Chis.
Albizzia sp.	Algarrobo	Tab.
Bahuinia sp.	Pata de vaca	Tab.
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	Q.Roo.
Bauhinia ungulata	Pata de venado	Chis.
Bellucia axinanthera	Manzanito	Chis.
Brosimum alicastrum	Ramón, Talcoite	Chis., Q.Roo., Tab.
Buddleia cordata	Tepozán blanco	Hgo., Ver.
Bursera simaruba	Chaca	Chis., Q.Roo.
Byrsonima crassifolia	Nance	Q.Roo.
Byrsonima bucidaefolia	Zacpa	Q.Roo.
Caesalpinia cacalaco	Tehuixtle	Ver.
Caesalpinia platyloba	Chaackté	Q.Roo.
Cajanus cajan	Chícharo gandul	Tab.
Cecropia obtusifolia	Huazumo	Q.Roo.
Ceiba pentandra	Ceiba	Ver.
Chrysophyllum mexicanum	Chiqué	Q.Roo.
Coccoloba cozumelensis	Boop	Q.Roo.
Cochlospermum vitifolium	Pongolote	Ver.
Cordia dentata	Gulaver	Chis.
Crotalaria sp.	Chipilín	Tab.
Croton glabellus	Pereskuch	Q.Roo.
Diphysa robinioides	Guachipilin	Chis.
Enterolobium cyclocarpum	Guanacastle, Nacaxtle	Chis., Q.Roo., Ver.
Erythrina berteroana	Pitillo	Chis.
Erythrina fusca	S/n.c.	Tab.
Erythrina goldmanii	Machetito, Pitillo	Chis.
Erythrina poeppigeana	S/n.c.	Tab.

Erythrina sp.	Mote, Pitol	Tab.
Ficus glabrata	Amate, Chumis	Chis.
Fraxinus uhdei	Fresno	Chis.
Genipa americana	Maluco	Chis.
Gliricidia sepium	Cocoite, Matarratón	Chis., Q.Roo., Tab., Ver.
Guazuma ulmifolia	Cuaulote, Guácimo, Pixoy	Chis., Q.Roo., Tab., Ver.
Haematoxylum brasiletto	Palo de brasil	Ver.
Hibiscus tiliaceus	Majahua	Q.Roo.
Hibiscus rosa-sinensis	Clavelón, Tulipán	Q.Roo.
Inga sp.	Cuijinicuil, chelele, otros	Tab.
Lantana hispida	Mocseté, Tilihuet	Chis.
Lennea melanocarpa	Carga rocío, Quebracho	Ver.
Leucaena esculenta	Guaje colorado, Guaje de indio	Chis., Pue., Ver.
Leucaena leucocephala	Guash, Guaje blanco	Chis., Q.Roo., Ver.
Leucaena sp.	Guaje	Tab.
Lippia myriocephala	Tabaquillo	Chis.
Lonchocarpus castilloi	Machiche	Q.Roo.
Lonchocarpus rugosus	Kanazin	Q.Roo.
Lysiloma bahamense	Tzalam	Q.Roo
Manilkara zapota	Zapote	Q.Roo.
Mangifera indica	Mango	Chis.
Mimosa bahamensis	Katzin	Q.Roo.
Muntigia calabura	Capulín	Chis.
Nectandra salicifolia	Laurelillo	Q.Roo.
Parmentiera aculeata	Cuajilote, Chote	Ver.
Parmentiera edulis	Cuajilote	Chis.
Piscidia piscipula	Jabín	Q.Roo.
Pithecellobium albicans	Chukum	Q.Roo.
Pithecellobium dulce	Guamuchil	Chis.
Pithecellobium manguense	Moreno, Rabo de iguana	Ver
Pouterira campechiana	Kanisté	Q.Roo.
Samanea saman	Samán	Tab.
Senna atomaria	Frijolillo	Ver.
Simarouba glauca	Negrito	Q.Roo.
Spondias mombin	Jobo	Q.Roo.
Spondias purpurea	Ciruelo	Ver.
Swartzia cubensis	Katalox	Q.Roo.
Tabebuia rosea	Matilizhuate, Roble	Chis.
Tamarindus indica	Tamarindo	Ver.
Vides gaumeri	Yaxnic	Q.Roo.

La lista completa asciende a 157 especies y se estima que pudiera llegar a más de 200 especies, ya que periódicamente se reportan los resultados de nuevos estudios. Una lista definitiva es tarea imposible, debido a la gran diversidad que existe dentro de géneros y dentro de especies, asimismo porque para la mayoría no se tiene una información cuantitativa de su real contribución a la nutrición animal.

Es importante mencionar que el número de especies reconocidas como forrajeras es mayor en regiones cálido húmedas que en las templadas y secas. Ello se debe a que las primeras son en sí más biodiversas que las segundas y porque ahí se han llevado a cabo mayor cantidad de estudios etnobotánicos. También es de destacar que aun y cuando los ganaderos "tradicionales y campesinos" reconocen el valor forrajero de diversas especies locales y las utilizan con cierta regularidad, los nuevos ganaderos empresariales generalmente no las conocen o no hacen un aprovechamiento deliberado. En una comunidad del centro de Veracruz los ganaderos mencionaron conocer y utilizar solamente 4 especies arbóreas forrajeras en la alimentación de los rumiantes (Couttolenc *et al*., 2005). Sin embargo, una revisión más detallada permite afirmar que tanto los entrevistados como el autor del estudio desconocen que 12 de las especies existentes en la localidad tienen uso forrajero en otros lugares.

Además de la diversidad de árboles y arbustos forrajeros nativos que pueden ser aprovechados localmente, existe una cantidad de plantas que han sido introducidas de otras regiones de México o del mundo. La morera (*Morus alba*) es un ejemplo de ello, la cual es originaria de Asia, y es junto con el guaje (*Leucaena leucocephala*) originario de mesoamérica, las especies de esta categoría más utilizadas en el mundo. Algunas especies comunes pero con usos distintos al forrajero recién se está reconociendo su valor como tal, es el caso del tulipan (*Hibiscus rosa-sinensis*) que se puede encontrar con frecuencia en parques y jardines como planta ornamental; o del gigantón (*Tithonia diversifolia*) que además de ser una planta ruderal se cultiva ampliamente como ornamental y forrajera en muchos países tropicales, pero que en México apenas se está empezando a valorar.

El follaje de árboles, arbustos o plantas similares con uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda, hasta más del 40% de la materia seca, lo que representa el triple o aún más del que aportan las gramíneas, y en varias casos también superior al de los concentrados comerciales. La mayoría de tales especies pertenecen a la familia de las leguminosas, pero algunas especies no leguminosas han mostrado un valor nutricional similar, y hasta superiores al de las leguminosas.

Por ejemplo, la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) es un árbol de unos 5 m de altura originario de la Península de Yucatán, Chiapas y Centroamérica; donde se utiliza como planta medicinal, comestible y seto. De las variedades sin espinas se usan las hojas tiernas como verdura y como forraje.

Estudios realizados en Centroamérica revelan que *Cnidoscolus aconitifolius* llega a alcanzar valores de 42.4% de proteína cruda, con digestibilidad de la materia seca de 86.6% (Benavides, 1999).

Se dice que el mérito de las arbóreas forrajeras como suplemento en la alimentación de rumiantes se atribuye al aporte de nitrógeno soluble para los microorganismos del rumen y de proteína no degradable (Pedraza y Salhe, 1991; Kass, 1992; Clavero *et al*., 1997). Sin embargo, resultados más recientes distinguen que el alto valor como suplemento de este follaje descansa, básicamente, en el suministro de nitrógeno degradable en rumen y en el aporte energético gradual de sus fracciones soluble e insoluble al ecosistema ruminal (Pedraza, 2000). Además, las arbóreas forrajeras contribuyen con fibra larga que es fácilmente degradable en el rumen La fibra larga, el nitrógeno no proteico y una cantidad variable de la proteína verdadera, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal (Pathirana y Ørskov, 1995).

Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como sí ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo; de allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Russo, 1997a).

Para los rumiantes alimentados con forrajes, la principal fuente de proteína para la producción animal proviene de aquella sintetizada por los microorganismos del rumen. Es por esto que es de suma importancia maximizar la cantidad de proteína microbiana que puede ser sintetizada por unidad (kg) de materia orgánica fermentada en el rumen, para así poder proveer al animal hospedero de la cantidad requerida de proteína microbiana en el intestino delgado que cubra sus requerimientos de mantenimiento y de producción (Ku *et al*., 2006).

Los rebaños de sistemas extensivos que son alimentados en pastizales arbolados, tienen acceso a una alimentación superior a los pastos. Así por ejemplo, en un ejido del estado de Jalisco, con clima tropical seco y vegetación de selva baja caducifolia, se identifico que el ganado se alimenta principalmente de 20 especies forrajeras entre árboles, arbustivas y herbáceas. Las especies arbores tuvieron hasta seis veces más contenido de proteína respecto a los típicos pastos de la región (Carranza *et al*., 2000) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis bromatológico de las principales especies forrajeras en el ejido Zenzontla, Jalisco (%).

Nombre	Humedad	PC	Ceniza	EE	FC	ELN	Ca	Mg
ARBOLES Y ARBUSTOS								
Acacia cochliacantha	89.5	16.9	8.1	1.7	20.1	53.2	2.31	0.10
Acacia farnesiana	93.5	21.1	2.4	2.5	34.1	39.9	2.00	0.12
Acacia riparia	93.0	24.2	7.1	1.4	10.9	56.3	-	-
Albizia tomentosa	93.0	20.5	6.9	7.0	42.7	23.0	1.38	-
Brosimum alicastrum	91.0	13.0	16.6	2.9	24.1	43.5	3.26	0.15
Coursetia caribaea	92.0	21.2	13.9	2.5	33.1	29.3	3.52	-
Enterolobium cyclocarpum	93.0	17.5	9.6	3.3	36.0	33.6	-	-
Guazuma ulmifolia	92.1	12.5	11.8	0.9	27.5	47.3	2.45	0.13
Leucaena esculenta	93.8	25.3	5.4	0.8	15.2	49.2	0.55	0.3
Lysiloma microphyllum	91.1	15.9	5.8	1.5	18.9	57.9	2.32	0.07
Pithecellobium dulce	94.0	22.4	4.0	1.5	23.5	48.6	0.63	0.30
Prosopis laevigata	94.0	11.9	3.7	2.1	22.0	54.5	0.42	0.20
Sideroxylon Camiri	94.0	13.1	9.0	2.9	26.9	48.1	2.84	0.35
Verbesina greenmanii	86.9	27.2	19.3	1.9	22.7	28.9	3.51	0.12
PASTOS								
Andropogon gayanus	91.5	14.0	12.8	3.0	26.1	44.2	2.67	0.14
Andropogon gayanus	85.8	4.6	6.6	0.9	33.6	44.5	1.30	0.22
Chloris gayana	90.7	5.4	7.9	1.3	40.0	45.4	1.05	0.00
Panicum maximum	87.8	4.5	-	1.3	33.7	43.8	-	-

Fuente: Modificado de Carranza *et al*. (2000).

Un estudio similar pero realizado en la zona montañoza indígena del centro del estado de Veracruz, se demostró de acuerdo a la experiencia de los pastores que los ovinos y otros rumiantes consumen 29 plantas arbóreas o similares a estas, de las cuales, la mayoría son arbustos (62.1%) y las restantes árboles (37.9%). Conforme a los análisis químico-nutricionales practicados, existe una gran variabilidad en contenido de proteína cruda, fracciones de fibra y digestibilidad entre especies; siendo en promedio mejores las calificaciones en arbustivas (17.6%) que en arbóreas (15.1%), y ambas muy superiores al pasto *Melinis minutiflora* que sirvió de referencia (4.5%). La especie *Tithonia diversifolia* resultó con las mejores características nutricionales en conjunto, dado por su elevado contenido de proteína, bajos porcentajes de fibra y por su buena digestibilidad. Esta y al menos otras 10 especies son promisorias para uso en sistemas silvopastoriles (Torres *et al*., 2009) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad de la materia seca (DMS) en hojas de plantas forrajeras de Zongolica, Veracruz.

Especie	% PC	% FDN	% FDA	% DMS
ARBOLES				
Alnus firmifolia Fern.	16.98	62.82	49.17	50.60
Alnus jorullensis H.B.K.	17.33	58.63	55.47	45.69
Annona sp.	20.95	40.22	26.89	67.95
Buddleia americana L.	15.20	57.12	40.65	57.23
Noid-1	9.62	54.09	55.57	45.61
Noid-3	14.33	56.31	58.80	43.09
Noid-7	17.43	30.80	18.26	74.68
Noid-8 Quercus?	14.23	64.00	50.34	49.69
Noid-9	9.67	38.47	42.64	55.68
Persea americana Mill.	13.88	54.56	30.59	65.07
Sambucus mexicana C. Presl ex DC.	16.70	23.14	23.34	70.72
ARBUSTOS				
Baccharis conferta Kunth	8.51	40.34	32.36	63.69
Brugmansia x candida Pers.	22.14	23.65	25.91	68.72
Buddleia cordata H.B.K.	13.74	56.29	51.75	48.59
Buddleia nitida Benth.	15.76	58.80	49.60	50.26
Buddleia sp.	17.46	51.69	49.93	50.00
Calea integrifolia (DC) Hemsl	9.80	39.04	35.97	60.88
Cestrum roseum H.B.K.	16.93	28.96	19.71	73.55
Eupatorium ramireziorum Esp	18.11	19.70	25.37	69.14
Lippia geminata HBK	12.11	57.26	51.41	48.85
Miconia glaberrima (Schldl.) Naudin	15.89	36.42	35.83	60.99
Noid-2	11.15	48.93	53.14	47.50
Noid-4	11.90	39.10	31.34	64.49
Noid-5	18.03	34.61	43.08	55.34
Noid-6	24.18	35.14	29.31	66.07
Piper auritum H.B.K.	23.65	26.38	25.13	69.32
Ricinus communis L.	27.22	24.47	20.41	73.00
Senecio salignus DC	20.12	32.93	29.56	65.87
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A.Gray	29.58	23.84	25.63	68.93
PASTO				
Melinis minutiflora Beauv.	4.46	68.62	57.85	43.83

Fuente: Torres *et al*. (2009).

De igual manera, en climas tropicales húmedos las especies arbóreas contienen más proteína y son más digeribles que las gramíneas de la misma región, incluso comparables o mejores que los concentrados comerciales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición química del pasto estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*), de los principales árboles forrajeros y de un concentrado comercial en Tabasco.

Variable	MS	PC	FDN	FDA
Pasto estrella	25.4	6.11	75.55	46.18
Gliricidia sepium	86.3	20.64	55.66	35.62
Morus alba	87.5	18.13	41.90	32.38
Hibiscus rosa-sinensis	86.5	19.18	28.08	18.43
Concentrado	88.4	14.49	27.95	5.67

Fuente: Hernández (2004).

El valor de 7% de PC, es el punto crucial y está determinado por los requerimientos de proteína de los microorganismos del rumen. El valor real que necesitan los microorganismos del rumen en cantidad de proteínas es de 12%, pero la saliva reciclada adiciona alrededor de un 5%, por lo que un pasto con un contenido de proteína de 7% ya es suficiente para cubrir los requerimientos. En consecuencia, el objetivo mínimo que se debe considerar, es mantener los pastos con más del 7% de proteína para no afectar el consumo de materia seca de los animales y no alterar con ello la fermentación de ese forraje dentro del rumen. De manera similar a la proteína cruda, 50% de digestibilidad es el mínimo nivel de energía que requiere el ganado para su mantenimiento (Van Soest, 1994).

No obstante, el National Research Council recomienda los siguientes requerimientos de proteína cruda: ovejas vacías o en gestación inicial, 9.5%; ovejas en empadre o en gestación final, 12.0%; ovejas en lactancia inicial, 16.0% y ovejas en lactancia final, 14.0%. Por lo que se ha visto, las gramíneas, sobretodo las tropicales, en su mejor momento apenas cubren estos requerimientos pero en otros ni siquiera los de mantenimiento. De ahí que se recomienda utilizar árboles o arbustos forrajeros en combinación con las gramíneas o leguminosas tradicionales para contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de forraje, sobretodo en épocas críticas.

Aunque en términos generales los árboles y arbustos forrajeros tienen una concentración aceptable y más alta que los pastos en cuanto a proteína cruda y otros nutrientes, existen algunos ecotipos de una misma especie que pueden contribuir con más o con menos nutrientes a la alimentación de los ovinos que otros. Para demostrar esta afirmación, se realizaron colectas comparables de diferentes especies en los estados de Chiapas y Yucatán y se procesaron bajo los mismos procedimientos (Cuadro 5). La concentración de materia orgánica y proteína cruda en ramón (*Brosimum alicastrum*) cosechado en Yucatán fue relativamente alta comparada con la misma especie colectada en Chiapas. Otras diferencias también son notables, lo que sugiere variación en la composición química debido a sitio, edad del árbol, etc. (Ku *et al*., 2000).

Cuadro 5. Composición química (%) de algunas especies de árboles forrajeros presentes en Chiapas y Yucatán, México.

Especie	MO	PC	FDN	FDA
Brosimum alicastrum*	90.4	15.7	37.5	28.5
Brosimum alicastrum**	77.0	14.8	40.4	28.9
Gliricidia sepium**	95.0	13.5	41.1	20.0
Gliricidia sepium*	91.5	19.3	35.7	21.8
Guazuma ulmifolia**	93.4	9.5	47.0	31.8
Guazuma ulmifolia*	77.5	18.1	45.1	28.9

* Cosechadas en Yucatán. / ** Cosechadas en Chiapas.

Mantienen a los animales en la época de estiaje. Animales que tienen una dieta base de muy baja calidad, como son las pajas de cereales, rastrojos o pastos maduros en la epoca seca, pueden estar perdiendo peso. Pero si esos mismos animales son alimentados con follaje de arbóreas, las pérdidas de peso pueden revertirse para lograr ganancias en función de la calidad de la especie arborea suplementaria.

En regiones secas, los árboles acumulan mayor cantidad de follaje inmediatamente después de terminada la dormancia, a menudo coincidiendo con el momento en que declina la cantidad y calidad de los pastos, el corte o el ramoneo aumentan la capacidad de producción y rebrote de las plantas ayudando a mantener por más tiempo la producción de forraje verde (Hardesty *et al.*, 1988).

En Quintana Roo, se decidió hacer una evaluaron de las cinco especies con el más alto índice de preferencia de consumo por ovinos Pelibuey x Blackbelly obtenidos en una prueba de cafetería, de un listado de treinta especies reportadas por productores entrevistados. Los tratamientos fueron: T1) ocho horas de pastoreo en estrella de Africa (Cynodon nlemfuensis); T2) seis horas de pastoreo más follaje arbóreo en un 25% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T3) cuatro horas de pastoreo más 50% de follaje arbóreo; T4) dos horas de pastoreo más 75% de follaje arbóreo; T5) follaje arbóreo a libre consumo. El resultadó fue que los ovinos tienen una marcada preferencia por Guazuma ulmifolia. La inclusión con valores del 75 y 100% del follaje arbóreo en la dieta de ovinos permitió ganancias superiores a las obtenidas con sólo pastoreo de la gramínea, representando una buena opción para mejorar la producción animal en la región (Sosa et al., 2004) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso en ovinos alimentados con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) más un porcentaje de follaje arbóreo de diferentes especies (g cabz^{-1} día^{-1}).

Especie	Horas de pastoreo en pasto Estrella (PE) + porcentaje de follaje arbóreo (FA)				
	T1 8h PE	T2 6hPE + 25% FA	T3 4hPE + 50% FA	T4 2h PE + 75% FA	T5 100% FA
Guazuma ulmifolia	50	75	50	91	120
Piscidia piscipula	57	60	50	80	90
Cecropia obtusifolia	60	70	75	85	95
Vitex gaumeri	60	80	90	90	130
Amelia arborea	54	70	75	80	125

Los frutos de muchas leguminosas suelen ser un buen suplemento para los ovinos durante la época seca del año y mejor que las excretas animales que algunos ganaderos acostumbran utilizar de manera rutinaria o sólo como alimento de emergencia. Así por ejemplo, en la costa chica del estado de Guerrero, corderas Pelibuey de 60 días de edad y peso promedio de 16 kg, tuvieron libre acceso a una dieta con alguno de los siguientes tratamientos: T1) 30% de fruto de parota (Enterolobium cyclocarpum), T2) 30% de pollinaza y T3) 15% de fruto de parota + 15% pollinaza. Ádemás todas las dietas contenían 70% de grano de maíz molido, una premezcla mineral y hasta 20% de rastrojo de maíz picado. Después de 75 días de fase experimental, se vió que la pollinaza sola confiere menores beneficios que la parota sola. La mejor ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria se obtuvo en el tratamiento que combinó frutos de parota + pollinasa (Alvarez et al., 2003) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos Pelibuey alimentados con frutos de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza.

Parámetro	Tratamiento			EE	Pr>F
	T1 30% parota	T2 30% pollinasa	T3 15% parota + 15 pollinasa		
Ganancia total de peso (kg)	2.55	2.1	3.40		
Ganancia diaria de peso (g)	86.0	74.0	111.1	16.47	0.254
Conversión alimenticia (kg / MS)	7.47	10.35	7.97		
Eficiencia alimenticia (g / MS)	147	120	144	0.018	0.162

Fuente: Alvarez *et al*. (2003).

Protegen al ganado de las inclemencias del tiempo. En regiones tropicales pero sobretodo en las tropicales secas y durante las horas más calurosas del día, para reducir el estrés de calor el ganado generalmente busca pastorear o rumiar a la sombra de los árboles; durante la noche dicha afinidad es menos necesaria.

Bajo la sombra de los árboles, la temperatura es 2 a 3 ºC menor que a plena exposición. En condiciones específicas de sitio se han detectado diferencias de hasta 9.5 ºC.

La baja en temperatura favorece la disipación de calor por evaporación.

El efecto de la sombra es importante para contrarrestar los excesos de temperatura, cuando: a) la temperatura ambiente está cerca del límite de la zona de confort, b) se trabaja con ganado no adaptado al trópico, y c) los animales poseen un alto potencial genético para la producción de leche, ganancia de peso, etc.

Adicionalmente, la sombra *per se* contribuye a: a) reducir la carga calórica absorbida por el animal, y b)

disminuir la incidencia de cáncer en la piel y otros desórdenes de fotosensibilidad.

Existen bastantes trabajos que documentan la protección que las cortinas rompe-vientos ofrecen al ganado. En el estado de Veracruz, principalmente en ranchos cercanos al mar y en terrenos de altura afectados por fuertes vientos estacionales, se usan cortinas rompe-vientos de bambú *Bambusa spp*, casuarina *Casuarina cunninghamiana* y otras especies. En zonas de altura de Costa Rica, azotadas por vientos de hasta 60 km h^{-1} e intensas lluvias orográficas, se utilizan cortinas rompe-vientos de ciprés *Cupressus lusitanica* para proteger a los pastos y al ganado lechero (González y Corea, 1983).

Es muy amplia la lista de las especies arborescentes que se dejan en las áreas de pastoreo con el fin de que sirvan como sombreaderos al ganado. Sin embargo, una cortina mal diseñada que canalice e intensifique el viento al pie de los árboles, puede tener efectos indeseables sobre la salud de los animales. Derivado de la protección de los animales, se obtienen otras ventajas:

EFECTOS BENEFICOS DE LA SOMBRA

COMPORTAMIENTO INGESTIVO:
- Más tiempo dedicado a comer.
- Mayor consumo de alimentos.
- Disminución en los requerimientos de agua.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO:
- Incremento en la eficiencia de conversión alimenticia.
- Mejoras en la ganancia de peso, producción de leche y rendimiento de lana.
- Pubertad más temprana.
- Mayor regularidad de los ciclos estrales.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO:
- Mejora en la libido.
- Mayor calidad del semen.
- Tasa de concepción más alta.
- Menores pérdidas embrionarias.

SALUD:
- Reducción en la tasa de mortalidad de animales jóvenes por:
  - Mejor condición corporal y mayor producción de leche.
  - Menos dificultad al parto.
  - Mayor peso al nacimiento.
- Mejora en la respuesta inmunológica a enfermedades.
- Alargamiento de la vida reproductiva útil.

Contribuyen a la salud de los animales. Algunas especies de árboles o arbustos presentan metabolitos secundarios como mecanismos de adaptación al medio ambiente, principalmente como medio de defensa contra microorganismos, insectos y depredadores herbívoros. El término metabolitos secundarios, se ha utilizado para describir un diverso grupo de moléculas involucradas en la adaptación de las plantas al ambiente y que no son parte de las vías metabólicas primarias del crecimiento y la reproducción celular. Existen varios miles de estos compuestos, los más relevantes para la nutrición y salud de rumiantes son los taninos, toxinas nitrogenadas (alcaloides, glicósidos cianogénicos, aminoácidos tóxicos, lectinas e inhibidores de las proteasas) y saponinas.

Aunque son mayoría los estudios que explican el efecto negativo de los taninos, existe consenso en la literatura que estos tienen un grupo de atributos positivos para la nutrición de los rumiantes. Se plantea que los taninos en bajas concentraciones en la dieta aumentan la eficiencia de la digestión del nitrógeno, sin causar problemas y son ventajosos. Así, se ha indicado que una concentración de 2 a 4% en la MS puede proteger la degradación de las proteínas vegetales por los microorganismos ruminales (Chiquette *et al*., 1988), contribuyendo posiblemente a una mayor disponibilidad de aminoácidos para el animal, que se absorberían en el intestino al disociarse los complejos tanino-proteína (Tanner *et al*., 1994; Wang *et al*., 1996b; Serrano *et al*., 1997). Por ejemplo, se comprobó en ovejas alimentadas con dietas que contenían taninos condensados de *Lotus corniculatus*, una pérdida preabomasal de sólo el 22% de los aminoácidos de la ración, mientras que aumentó la proporción de aminoácidos esenciales que escaparon a la digestión ruminal (Wang *et al*., 1996a).

Otro de los posibles efectos beneficiosos de la inclusión de los taninos en la ración es su efecto en la prevención del timpanismo. Las leguminosas que poseen taninos condensados: por ejemplo *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*, por el hecho de su unión con las proteínas solubles vegetales, no causarían timpanismo (Jones y Mangan, 1977; Tanner *et al*., 1994).

Los taninos condensados pueden favorecer la disminución de los parásitos intestinales. Este control puede ser indirecto, por una mejora en el status nutricional y la respuesta inmune de los animales por los efectos positivos ya mencionados, o directo, por interacciones directas de los taninos con los parásitos; se han demostrado interacciones que afectan la fisiología de los parásitos y la incubabilidad de sus huevos. Así por ejemplo, en un estudio realizado en Yucatán se probaron extractos de las plantas arbóreas: *Acacia pennatula*, *Leucaena leucocephala*, *Lisyloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula* con resultados positivos a nivel laboratorio contra larvas de *Trichostrongylus colubriformis* (Alonso *et al*., 2008). En otro estudio con extractos de *Sarathammus scoparius*, *Calluna vulgaris*, *Pinus sylvestris* y *Castanea sativa* se encontraron resultados positivos contra larvas de *Haemonchus contortus* (Chauveau *et al*., 2005).

Resientemente se ha demostrado que en ovejas y bovinos alimentados con forrajes que contienen taninos condensados ocurre una menor producción de metano por unidad de materia seca digestible, lo que se atribuye al probable efecto indirecto de los taninos condensados en la reducción de la producción de hidrógeno en el rumen y directamente a su acción inhibitoria sobre los microorganismos ruminales productores de metano.

Las lectinas son un grupo de proteínas de origen no inmune que están presentes en la mayoría de los seres vivos, tanto en el reino animal, vegetal y en microorganismos como bacterias, protozoarios y virus. Son capaces de reconocer e interaccionar de forma reversible con carbohidratos en solución o de superficies celulares (Liener, 1990, 1991; Harborne, 1993; Martínez-Aragón *et al*., 1995). Recien se están haciendo estudios para su aplicación en el control de nemátodos gastrointestinales en ovinos. Por ejemplo, en Venezuela se encontraron resultados positivos contra *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* (Ríos *et al*., 2009).

Las proteasas, ahora llamadas peptidasas, son enzimas que fragmentan las proteínas en partes más pequeñas. Se encuentran naturalmente en todos los organismos vivos, donde se usan para la digestón molecular y la reducción de proteínas no deseadas. Su función es inhibida por otras enzimas naturales llamadas inhibidoras de las proteasas. En los últimos años se está poniendo mucha atención a las proteasas por su utilidad como antivirales (entre ellos el VIH), antimicóticos y antibacterianas.

Las saponinas se han empleado como detergentes naturales ya que son sustancias que rebajan la tensión superficial y producen espuma al contacto con el agua. Cuentan, además, con la capacidad de unirse al colesterol impidiendo su absorción (Gershenzon y Croteau, 1991). La mayoría de las plantas que contienen saponinas no tienen un sólo compuesto sino una mezcla compleja, lo que influye en sus propiedades (Heaney y Fenwick, 1989; Oleszek, 1990; Massiot *et al*., 1991).

Al igual que los taninos, las saponinas podrían tener incidencia en la mejora de la eficiencia en la utilización del alimento en rumiantes, aumentando el flujo de proteína microbiana hacia el duodeno, siendo su efecto más acusado cuando ambas sustancias están presentes, que por separado (Makkar *et al*., 1995; Klita *et al*., 1996; Önning *et al*. 1996). Por ejemplo, en un experimento con ovinos se utilizó el pericarpio de la semilla de *Sapindus saponaria*, que contiene 36% de saponina, con resultados defaunantes positivos. Con un nivel considerado bajo de saponinas, 2 g kg PV^{-1}, la población de bacterias celulolíticas y hongos ruminales tendió ha incrementarse en animales con la población de protozoarios ciliados reducida o eliminada respectivamente, lo cual estuvo asociado con la reducción de la actividad predatoria de los ciliados sobre bacterias y hongos. En consecuencia, mejoró el funcionamiento ruminal, la actividad ruminal, la relación proteína:energía y el aumento diario de peso de los animales. Sin embargo, los animales que recibieron un nivel alto de saponina, 4 g kg PV^{-1}, presentaron reducción drastica del consumo y heces liquidas lo cual seguramente estuvo relacionado con irritación del epitelio por efecto de las saponinas (Navas *et al*., 1997).

Pueden usarse para construcciones y equipo. Es común el uso de árboles vivos o la madera de ellos

para construir cercos u otras instalaciones pecuarias, tales como rascaderos, comederos, saladeros, ordeña, etc. Por ejemplo, en un estudio a lo largo de la cuenca del río La Antigua, en el centro de Veracruz, se identificaron 87 especies de árboles, arbustos, palmas y plantas similares utilizadas como postes de cercas (Torres et al., 2009) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Abundancia relativa de las especies más utilizadas como postes de cercas vivas en la cuenca del río La Antigua, Ver.

Nombre Común	Nombre Científico	%
Mulato	*Bursera simaruba*	44.7
Gasparito	*Eritrina americana*	28.9
Nopal	*Nopalea dejecta*	28.9
Cocuite	*Gliricidia sepium*	26.3
Izote	*Yuca elephantipes*	21.1
Guasimo	*Guasuma ulnifolia*	21.1
Huizache	*Acacia farnesiana*	18.4
Cola de lagarto	*Caesalpinia cacalaco*	18.4
Tezhuate	*Miconia laebigata*	10.5
Palo gusano	*Lonchocarpus sp*	10.5
Frijolillo	*Senna atomaria*	10.5

Fuente: Torres et al. (2008).

DESVENTAJAS

Pueden contener sustancias dañinas. Este es uno de los pocos efectos indeseables de los árboles sobre el ganado y se refiere al contenido de algunas sustancias químicas que se encuentran en las estructuras de ciertas especies; principalmente ácidos orgánicos, alcaloides, alcoholes, fitotoxinas y minerales. Estas sustancias pueden ser capaces de ocasionar desde afecciones imperceptibles hasta la muerte. Es grande la lista de especies reportadas como dañinas (Cuadro 9), sin embargo en condiciones normales el ganado las rechaza.

Varias de las especies de leguminosas que tradicionalmente se utilizan como forraje son reportadas como dañinas, es el caso del cocuite *Gliricidia sepium*, colorín *Erythrina spp*, leucaena *Leucaena spp* y mezquite *Prosopis spp* entre otras. Es posible que bajo ciertas condiciones de crecimiento rápido, aplicación de fertilizantes o herbicidas, poda, quema, ataque de insectos y cambios repentinos en el clima, entre otras causas, el follaje de éstas pueda ocasionar enfermedades en el ganado como son: debilidad, depilación, timpanismo, intoxicación y muerte.

En terrenos forestales la ingestión de frutos, hojas verdes y tallos de diversos árboles como son los encinos *Quercus spp*, cedro blanco *Cupressus spp*, capulín cimarrón *Karwinskia humboldtiana* y romerillo *Taxus globosa*, entre otros, pueden provocar intoxicación en bovinos y ovinos. Algunas plantas trepadoras o parásitas de los árboles como el barbasco *Dioscorea spp*, la cicuta *Conium maculatum*, el injerto *Phoradendron tomentosum*, el jaznin *Euphorbia pulcherrima* y el panalillo *Cuscuta spp* entre otras, son altamente venenosas para el ganado (Technical Committee of New Zealand Veterinary Asociation, s/f; Aguilar y Zolla, 1982).

En plantaciones de frutales también se pueden presentar algunos problemas. Las semillas, hojas, corteza, tallos y fruta del género *Prunus*, del cual hay aproximadamente 16 especies en México contienen un glucósido cianogénico que es muy venenoso para los rumiantes, sobretodo del capulín *Prunus serotina*. (Ruhr y Osweiler, 1978; Giri, 1981). El consumo excesivo de frutos de naranjo agrio *Citrus aurantium* puede ser tóxico (Aguilar y Zola, 1982). Arboles de sombra también pueden ser dañinos. El guanacaxtle *Enterolobium cyclocarpum* contiene alcaloides y taninos que pueden ocasionar cólicos y diarreas en el ganado que come su follaje o agua contaminada con éste (Aguilar y Zolla, 1982).

Cuadro 9. Algunos árboles y arbustos que pueden ser nocivos para el ganado en México.

ESPECIE	FAMILIA	PARTE DE LA PLANTA	FUENTE
Abrus precatorius	Leguminosas	semillas	(1) (8)
Acacia berlandieri	Leguminosas	semillas y frutos	(1) (3) (7)
Acacia gregii	Leguminosas	hojas	(1)
Agave lechuguilla	Amarilidacea	hojas	(1) (3) (7)
Andira inermis	Leguminosas	corteza, semillas	(1) (8)
Atriplex canescens	Quenopodiaceas		(2)
Atriplex linearis	Quenopodiaceas		(2)
Caesalpinia pulcherrima	Leguminosas	hojas, raiz	(1)
Cameraria latifolia	Apocinaceas	jugo	(8)
Cassia occidentalis	Leguminosas	planta	(1)
Cephalanthus occidentalis	Rubiaceas	corteza	(1)
Cestrum nocturnum	Solanaceas	planta	(1)
Citrus aurantium	Rutaceas	frutos	(1)
Cnidoscolus aconitifolius	Euforbiaceas	pelos	(8)
Cnidoscolus multilobus	Euforbiaceas	pelos	(8)
Cnidoscolus souzae	Euforbiaceas	pelos	(8)
Cnidoscolus urens	Euforbiaceas	aguijones	(8)
Comocladia engleriana	Anacardiaceas	corteza	(8)
Comocladia mollisima	Anacardiaceas		(8)
Comocladia palmeri	Anacardiaceas	jugo	(8)
Comocladia repanda	Anacardiaceas	jugo	(8)
Coriaria thymifolia	Coriariaceas	frutos	(1) (8)
Crescentia cujete	Bignoniaceas	pulpa del fruto	(1)
Croton ciliato-glandulosus	Euforbiaceas	frutos	(1)
Datura arborea	Solanaceas		(8)
Datura arbosuaveolens	Solanaceas		(8)
Datura candida	Solanaceas	semillas y resto	(1) (8)
Datura metel	Solanaceas	semillas y resto	(1)
Duranta repens	Solanaceas	flores	(1)
Datura sanguinea	Solanaceas		(8)
Datura suaveolens	Solanaceas	semillas y resto	(1) (8)
Datura spp	Solanaceas	semillas y resto	(3) (1)
Dioon edule	Cicadaceas	retoños, flores	(1)
Enterolobium cyclocarpum	Leguminosas	corteza, frutos	(1)
Erythrina americana	Leguminosas	semillas y resto	(1) (8)
Erythrina coralloides	Leguminosas	semillas	(1)
Erythrina flabelliformis	Leguminosas	semillas	(1)
Erythrina herbacea	Leguminosas	semillas	(1) (8) (11)
Erythrina occidentalis	Leguminosas	semillas	(1)
Erythrina rubinervia	Leguminosas		(8)
Erythrina spp	Leguminosas		(10)
Euphorbia calyculata	Euforbiaceas	tallo, hojas	(1) (8)
Euphorbia cotinifolia	Euforbiaceas	semillas	(1) (8)
Euphorbia plicata	Euforbiaceas	jugo	(8)
Flourensia cernua	Compuestas	hojas	(3)
Gliricidia sepium	Leguminosas	hojas, corteza	(8) (10)
Gossypuim barbadense	Malvaceas	semillas	(1) (3) (8)
Hippomane mancinella	Euforbiaceas	planta	(1) (8)
Hura polyandra	Euforbiaceas	frutos, latex	(1) (8)
Illicium spp	Magnoliaceas	frutos	(1)
Indigofera suffruticosa	Leguminosas		(1)
Ipomoea arborescens	Convolvulaceas		(8)
Ipomoea murucoides	Convolvulaceas	hojas, tallo	(7)
Jatropha angustidens	Euforbiaceas	pelos	(1) (8)
Jatropha curcas	Euforbiaceas	frutos, latex	(1)
Jatropha gossypifolia	Euforbiaceas	semillas	(1)
Jatropha multifida	Euforbiaceas	semillas	(1) (8)
Karwinskia calderoni	Ramnaceas	semillas	(8)
Karwinskia humboldtiana	Ramnaceas	semillas, frutos	(1) (3) (7) (8)
Karwinskia latifolia	Ramnaceas	semillas	(8)
Lantana camara	Verbenaceas	frutos	(1) (3) (7)
Lantana spp	Verbenaceas		(3)
Leucaena glauca	Leguminosas		(1) (3)
Leucaena spp	Leguminosas		(11)
Ligustrum japonicum	Oleaceas	hojas, frutos	(1)
Lippia ligustrina	Verbenaceae		(3)
Malus sylvestris	Rosaceas	semillas	(1)

Cuadro 9. Algunos árboles y arbustos que pueden ser nocivos para el ganado en México.

ESPECIE	FAMILIA	PARTE DE LA PLANTA	FUENTE
Manihot esculenta	Euforbiaceas	tubérculo, latex	(1) (4)
Melia azedarach	Meliaceas	planta	(1)
Metopium brownei	Anacardiaceas		(8)
Mimosa buncifera	Leguminosas	raiz	(7)
Nerium oleander	Apocinaceas	planta	(1) (3) (8)
Nicotiana glauca	Solanaceas	planta	(1) (7)
Nicotiana trigonophylla	Solanaceas		(7)
Nolina texana	Liliaceas	botones, flores, frutos	(1) (3)
Nolina microcarpa	Liliaceas	botones, flores, frutos	(1)
Pedilanthus bracteatus	Euforbiaceas	jugo	(8)
Pedilanthus coalcomanensis	Euforbiaceas		(8)
Pedilanthus palmeri	Euforbiaceas	jugo	(8)
Pedilanthus tithymaloides	Euforbiaceas	jugo	(1) (8)
Piscidia americana	Leguminosas		(8)
Piscidia piscipula	Leguminosas		(8)
Prosopis juliflora	Leguminosas		(5) (11)
Prosopis spp	Leguminosas		(3) (11)
Prunus amigdalus	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(9)
Prunus armeniaca	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(9)
Prunus avium	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(9)
Prunus persica	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(9)
Prunus serotina	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(1)
Prunus spp	Rosaceas	semillas, hojas, corteza	(2)
Pseudosmodingium andrieuxii	Anacardiaceas		(8)
Pseudosmodingium multifolium	Anacardiaceas	jugo	(8)
Pseudosmodingium perniciosum	Anacardiaceas	jugo	(8)
Pseudosmodingium virletii	Anacardiaceas		(8)
Pyrus communis	Rosaceas		(9)
Pyrus malus	Rosaceas		(2) (9)
Quercus spp	Fagaceas	hojas, frutos, yemas	(1) (3) (7)
Rauwolfia ligustrina	Apocinaceas		(8)
Rauwolfia tetraphylla	Apocinaceas	hojas, corteza	(1) (8)
Rhus striata	Anacardiaceas	hojas, ramas	(8)
Ricinus communis	Euforbiaceas	semillas y resto	(1) (3)
Robinia pseudo-acacia	Leguminosas	hojas	(1) (3)
Rourea glabra	Comnaraceas	frutos, semillas	(1) (8)
Sambucus mexicana	Caprifoliaceas		(2) (9)
Sarcobatus spp	Caprifoliaceas	hojas, semilla, tallo	(9)
Sapium appendiculatum	Euforbiaceas	jugo	(8)
Sapium biloculare	Euforbiaceas	planta	(8)
Sapium lateriflorum	Euforbiaceas	jugo	(8)
Sapium macrocarpum	Euforbiaceas	jugo	(8)
Sapiun pedicellatum	Euforbiaceas		(6) (8)
Sebastiana adenophora	Euforbiaceas	jugo	(8)
Sebastiana longicuspis	Euforbiaceas	jugo	(8)
Sebastiana pavoniana	Euforbiaceas		(8)
Sebastiana sp	Euforbiaceas		(8)
Sophora secundiflora	Leguminosas		(1) (8)
Thevetia gaumeri	Apocinaceas		(8)
Thevetia nitida	Apocinaceas		(8)
Thevetia ovata	Apocinaceas		(8)
Thevetia peruviana	Apocinaceas	semillas y resto	(1) (8)
Thevetia plumariaefolia	Apocinaceas	planta	(8)
Thevetia thevetioides	Apocinaceas		(8)
Urera baccifera	Urticaceas	pelos	(8)
Urera caracasana	Urticaceas	pelos	(8)
Wigandia kunthuii	Hidrofiliaceas	cerdas	(8)
Zamia spp	Cicadáceas	raíz, follaje, semillas	(1) (8)

Fuente: (1) Aguilar y Zolla (1982); (2) Giri (1981); (3) Burns (1978); (4) Ades y Hernández (1986); (5) Jarquin (1981); (6) Rodríguez (1984); (7) Gallardo (1988); (8) Martínez (1979); (9) Ruhr y Osweiler (1978); (10) Kass *et al*. (1993); (11) González (1989).

La sombra puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Normalmente el sol ejerce un efecto destructivo de los agentes que causan enfermedades en el ganado y pastos, a medida que la sombra los protege de la desecación y de los rayos ultravioleta tendrán mayor capacidad de continuar su ciclo biológico.

Diversos hongos de los géneros *Acremonium, Aspergillus, Balancia, Claviceps, Fusarium y Penicillum* invaden a los pastos favorecidos por la sombra provocando enfermedades y hasta la muerte del ganado (Torres y Moreno, 1994). El hongo *Pithomyces chartarum*, causante de la enfermedad conocida como eczema facial que afecta a bovinos y ovinos, se desarrolla sobre material de plantas muertas (Technical Committee of New Zealand Veterinary Asociation, s/f).

El sombreado y humedad puede favorecer la concentración de nitrato-nitrito, ácido cianhídrico, oxalatos y otras sustancias en los pastos, que al ser consumidas por el ganado les puede provocar intoxicación (Ruhr y Osweiler, 1978). En condiciones normales el ganado rechazará consumir estas pasturas.

EFECTO DE LOS ARBOLES EN LOS PASTOS

Cuando los árboles y los pastos comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellos relaciones de interferencia y de facilitación. La competencia por radiación solar, por agua, y por nutrientes; así como las posibles relaciones alelopáticas entre componentes, son manifestaciones de interferencia. En cambio, la fijación y transferencia de nutrientes, y el efecto de protección contra el viento que pueden ejercer los árboles, son ejemplos de relaciones de facilitación.

La magnitud de las interacciones entre árboles y pastos, así como entre individuos dentro de cada una de estas categorías, es función de: la disponibilidad de factores de crecimiento en el medio (tales como luz, agua, nutrientes); los requerimientos específicos y las características morfológicas de los componentes; la población de plantas y su arreglo espacial; y el manejo al que están sometidos.

Los árboles por lo general tienen su copa por encima de los pastos, de manera que cuando crecen en el mismo terreno, interfieren el paso de la radiación solar al estrato herbáceo. Lo inverso puede ocurrir en las etapas iniciales del establecimiento de los árboles, en especial si se combinan con gramíneas de crecimiento rápido y erecto, y con leguminosas trepadoras. Para evitar este tipo de problemas, es preferible diferir el establecimiento de las pasturas hasta que los árboles hayan alcanzado una altura tal que puedan funcionar como especies dominantes, o bien intensificar los “chapeos”. Los efectos más notorios en la pastura, son: reducción en la biomasa, cambios morfológicos y fenológicos, y cambios en la calidad nutritiva.

El principal factor limitante para el crecimiento de los pastos en SSP, es el nivel de sombra ejercido por los árboles. La copa de los árboles interfiere en el paso de luz que las plantas herbáceas necesitan para realizar la fotosintesis.

El sombreamiento también puede provocar cambios morfológicos y fenológicos en las pasturas, los cuales funcionan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de radiación solar y la consiguiente reducción en el potencial fotosintético.

Para compensar esto, los pastos tienen que desarrollar hojas más largas, pero menos gruesas. Lo primero les ayuda a incrementar su habilidad competitiva para interceptar la luz, mientras que lo segundo les permite reducir su tasa de respiración.

VENTAJAS

Los protegen de las temperaturas extremas y vientos. En lugares con temperaturas ambientales altas y también donde ocurren heladas, el efecto de dichos factores sobre los pastos es menor debajo de la copa de los árboles; probablemente relacionado con un mayor contenido de humedad y al efecto amortiguador del agua. Por lo tanto hay menos pérdidas por transpiración como resultado de la menor temperatura, también menos pérdidas por evaporación debido a la menor temperatura del suelo y existe una demora en la presentación de déficit hídrico en el estrato herbáceo.

La presencia de árboles amortigua el "efecto desecante" del viento sobre el estrato herbáceo. Contrarresta el efecto mecánico del viento, el cual puede incidir en una menor tasa de expansión de hojas, un menor índice de área foliar y una tasa de crecimiento relativo más baja.

Así por ejemplo en Perú, una cortina de *Populus spp* redujo 58% la velocidad del viento y 38% la evaporación, mientras que aumentó 1 °C la temperatura del aire y 7% la humedad relativa; y con ello aumentó de 30 a 50% el rendimiento de granos (Reynel y Morales, 1987).

Una cortina de árboles protege a los pastos de las inclemencias del tiempo.

Ayudan a contrarrestar el efecto "desecante" del viento sobre las pasturas (importante en áreas con sequía estacional).

Protegen a los animales contra el viento frío y la lluvia fuerte (importante en zonas altas).

Contribuyen a controlar la erosión eólica del suelo, en pasturas con cobertura pobre.

CORTINAS ROMPEVIENTO:

- **Pueden proporcionar otros servicios además de la protección contra los vientos y lluvias fuertes:**
  - **Mejora la fertilidad del suelo.**
  - **Condensan agua del aire y extraen agua del subsuelo.**
  - **Hábitat para fauna y flora silvestres.**
  - **Captura de carbono**
  - **Delimitación de la propiedad y áreas de pastoreo**
- **Son fuente de diferentes productos:**
  - **Forraje**
  - **Leña**
  - **Madera**
  - **Postes**

Reducen el sobrepastoreo. En regiones tropicales de México y América Central, es conocido que el ganado en libre pastoreo consume el follaje y las frutas de diversas especies arbóreas y arbustivas. Se ha demostrado un alto consumo estacional de frutos de guayaba *Psidium guajava* por bovinos en pastoreo, que sustituye al menos en parte el consumo de pasto (Borel, 1989).

Aumentan la producción de forraje. Cuando los árboles son jóvenes o cuando se trata de especies que dejan pasar suficiente luz, la cantidad de pasto que crece bajo la copa es igual o mayor a la cantidad producida a pleno sol (Cuadro 10).

Cuadro 10. Producción de biomasa de ocho gramíneas solas o intercaladas con árboles de poró *Erythrina poeppigiana*.

ESPECIE	MONOCULTIVO ton MS ha^{-1} $año^{-1}$	ASOCIADA ton MS ha^{-1} $año^{-1}$	DIFERENCIA (%)
P. maximum CIAT 16061	20.8	29.8	+ 30.2
P. maximum CIAT 16051	25.0	27.8	+ 10.0
B. brizantha CIAT 66780	10.5	14.4	+ 27.5
P. purpureum cv. Mott	16.1	14.3	- 10.7
B. humidicola CIAT 6369	8.2	9.8	+ 16.6
B. brizantha CIAT 664	6.2	8.9	+ 20.5
B. dictyoneura CIAT 6133	9.5	8.4	- 11.4
C. nlemfuensis (testigo)	4.5	6.8	+ 34.2

Fuente: CATIE (1991).

Con árboles leguminosos a veces es mayor la cantidad de forraje producida. En la región lechera alta de Costa Rica los pastos producen más en presencia de jaul *Alnus jorullensis* (Alvarez, 1956). Otro estudio en el mismo país no mostró diferencia en el rendimiento de pastos bajo sombra de árboles leguminosos y no leguminosos (Daccaret, 1967).

Algunas gramíneas y leguminosas forrajeras son más productivas bajo cierta intensidad de luz. Así por ejemplo, el pasto pangola Dig*itaria decumbens* alcanza su mayor producción con 45% de luz, los pasto guinea *Panicum maximum* y *Brachiaria miliformis* con 27%, *Desmodium común* y *D. Heterophillum* con 67% (Knowles, 1975 y 1977).

Los árboles funcionan como condensadores de neblina. En la zona de bosque caducifolio, también llamado bosque de niebla en Veracruz, este efecto permite que haya pasto disponible para el ganado durante más tiempo iniciada la temporada de estiaje, en comparación con los pastizales sin árboles.

Mejoran la calidad nutritiva. Los pastos son más nutritivos cuando hay árboles, debido a la protección recibida contra las inclemencias del tiempo, a que los árboles extraen bioelementos de las capas profundas del suelo y con sus residuos los ponen al alcance de los pastos, a que mejoran el ciclo del agua; y en el caso de las leguminosas, por la fijación de nitrógeno.

Así por ejemplo, en la región de bosque caducifolio del centro de Veracruz se encontró un mayor contenido de proteína y mayor digestibilidad en los pastos que crecen bajo la copa de árboles de ilite (*Alnus acuminata*) de un sistema silvopastoril de callejones y bajo la copa de árboles de huizache (*Acacia pennatula*) dispersos en potreros que en lugares abiertos (Torres et al., 2010) (Cuadro 11). En Costa Rica, el pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* también tuvo mayor contenido de proteína y fue más digerible en presencia de árboles de laurel *Cordia alliodora* o colorín *Erythrina poeppigiana* que a pleno sol.

Cuadro 11. Contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad de la materia seca (DMS) en el pasto que crece bajo la copa de árboles o a pleno sol en Huatusco, Veracruz.

Especie	PC		FDN		FDA		DMS	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Alnus 3 años	13.8	11.5	74.4	80.2	68.1	62.1	35.9	40.5
Alnus 6 años	18.7	12.0	82.6	84.3	70.5	72.1	34.0	32.7
Huizache	14.4	9.1	85.6	83.6	64.2	67.3	38.9	36.5

Fuente: Torres *et al*. (2010).

Conservan o mejoran la palatabilidad. En regiones secas pero también en las húmedas durante la estación de sequía, hay una mejor regulación del agua y temperatura cerca de los árboles por lo que el follaje ahí se encuentra más fresco y palatable. En regiones tropicales el pasto madura rápidamente, sin embargo la protección de los árboles retrasa la madurez manteniendo la palatabilidad de los pastos por más tiempo.

DESVENTAJAS

Un exceso de sombra perjudica la producción de forraje. Es ampliamente conocido que la productividad de las hierbas que crecen debajo o cerca de la copa de los árboles depende principalmente de la cantidad de luz que llega hasta ahí. En plantaciones frutales, conforme avanza la edad de los árboles la copa de éstos produce más sombra, lo que reduce el número de individuos y la biomasa de los pastos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Biomasa de arvenses de una plantación de naranja Citrus sinensis según edad de los árboles en Tlapacoyan, Veracruz.

EDAD (años)	NUMERO DE INDIVIDUOS (m^2)	BIOMASA POR INDIVIDUO (g)	BIOMASA POR HECTAREA (kg)
8	1 503	0.9046	2 719.34
16	1 174	0.4366	1 025.10

Torres (1996).

No todas las plantas responden igual al sombreado. En la mayoría de especies herbáceas, la tasa de crecimiento es menor bajo la copa de los árboles que a pleno sol. Afecta más a las plantas con ciclo fotosintético C4 (gramíneas tropicales). Afecta menos a las plantas C3 (gramíneas templadas y leguminosas).

Cuadro 13. Nivel de tolerancia de gramíneas y leguminosas al sombreado.

Tolerancia	Gramíneas	Leguminosas
Alta	Axonopus compressus Stenotaphrum secundatum Ischaemum aristatum Paspalum conjugatum	Desmodium ovalifolium Desmodium heterophyllum Flemingia congesta Mimosa pudica
Media	Brachiaria brizantha Brachiaria decumbens Brachiaria humidicola Panicum maximum Pennisetum purpureum Setaria sphacelata	Arachis pintoi Calopogonium muconoides Centrosema pubescens Pueraria phaseoloides Desmodium intortum Leucaena leucocephala Neonotonia wightii
Baja	Brachiaria mutica Brachiaria dictyoneura Digitaria decumbens	Stylosanthes hamata Stylosanthes guianensis Macroptilium atropurpureum

Las hojas de árboles caducifolios como la teca *Tectonia grandis* pueden llagar a cubrir completamente el pasto bajo la copa impidiendole crecer durante las estaciones de otoño e invierno.

La dispersión de semillas que hace el ganado puede provocar que se establezca un número excesivo de árboles en los potreros, reduciendo la cantidad de pastura disponible. Tal situación se presentó en una finca ganadera de Costa Rica, donde los árboles de guayaba *Psidium guajava* se consideraron como maleza indeseable (Montagnini, 1992).

Puede haber competencia por agua y nutrientes. Esto solamente ocurre con árboles de raíces superficiales. Con especies de raíces profundas no perece existir dicha competencia, considerando que árboles y pastos toman cada uno el agua y los nutrientes a niveles distintos de profundidad; más bien es una ventaja para los pastos que los árboles extraigan estos elementos del subsuelo y lo pongan a su alcance.

La prioridad que dan al desarrollo foliar aquellas plantas que crecen bajo sombra, afecta la disponibilidad

de fotosintatos para otros órganos y procesos en la planta. Varios autores han observado reducción en el desarrollo radical a medida que disminuye la radiación solar. Esto redunda en una menor habilidad para tolerar la sequía, para captar nutrientes y en un anclaje más pobre.

También se han visto efectos adversos del sombreamiento sobre la formación de los órganos reproductivos, lo cual resulta en una floración más tardía o inhibición de la misma, y por ende no se producen semillas.

Los cambios en la calidad de la luz promueven la elongación de los tallos e inhiben de cierto modo la formación de renuevos, haciendo que la planta se vuelva menos tolerante al pisoteo y se comprometa su persistencia. Por ello, el pastoreo o corte de pasturas en SSP debe ser muy cuidadoso si se quiere prevenir la degradación, lo cual puede regularse a través de la carga o la presión de pastoreo.

Efecto alelopático. Es una forma de interferencia de tipo química, que puede ser de la pastura al árbol o del árbol a la pastura. Es un mecanismo de exclusión y dominancia diferencial, mediado por la secreción de compuestos aleloquímicos. Puede afectar la germinación, el crecimiento o la sobrevivencia de otras especies. Se sabe que los aleloquímicos se encuentran en todas las estructuras de los árboles alelopáticos, desconociéndose aun mucho del modo como actúan sobre las plantas susceptibles.

El cocuite *Gliricidia sepium* es una especie reportada como elelopática de las malezas tropicales en Costa Rica (Alan y Barrantes, 1988). El efecto de alelopatía sobre las pasturas también se ha observado en plantaciones de eucalipto *Eucalyptus spp* (Montagnini, 1992). Sin embargo en México no parece ocurrir ese efecto o es poco significativo, probablemente porque aca los ecotipos y especies son distintos.

Pueden hospedar agentes causantes de plagas y enfermedades. La mayor humedad relativa del aire bajo la copa de los árboles puede aumentar el riesgo de ataques por hongos sobre la vegetación herbácea; sin embargo, genotipos adaptados a sombra han desarrollado mecanismos para tolerar el ataque de hongos e insectos.

Es sabido que muchos tipos de hongos prosperan mejor en ambientes húmedos, con poco viento y poco soleados (v.gr. *Phytophtora spp*), lo mismo que ciertos insectos (v.gr. mosca pinta *Aenolomia spp*). Al respecto Domínguez y Sánchez (1989) solamente mencionan la posibilidad.

Debajo de la copa la palatabilidad puede ser menor. En regiones tropicales y sobretodo a las horas de mayor calor, el ganado generalmente busca pastorear o rumiar a la sombra de los árboles, rechazando consumir el pasto que no es palatable a causa de haber sido pisoteado o contaminado con heces.

EFECTO DE ARBOLES-PASTO-GANADO SOBRE EL SUBSISTEMA SUELO

El efecto de los árboles, el pasto y el ganado sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del subsistema suelo, puede tener una connotación distinta cuando se analizan en conjunto que a cada uno de dichos componentes del agroecosistema por separado. Para fines del presente escrito se pone mayor énfasis en el efecto del ganado sobre el subsistema suelo.

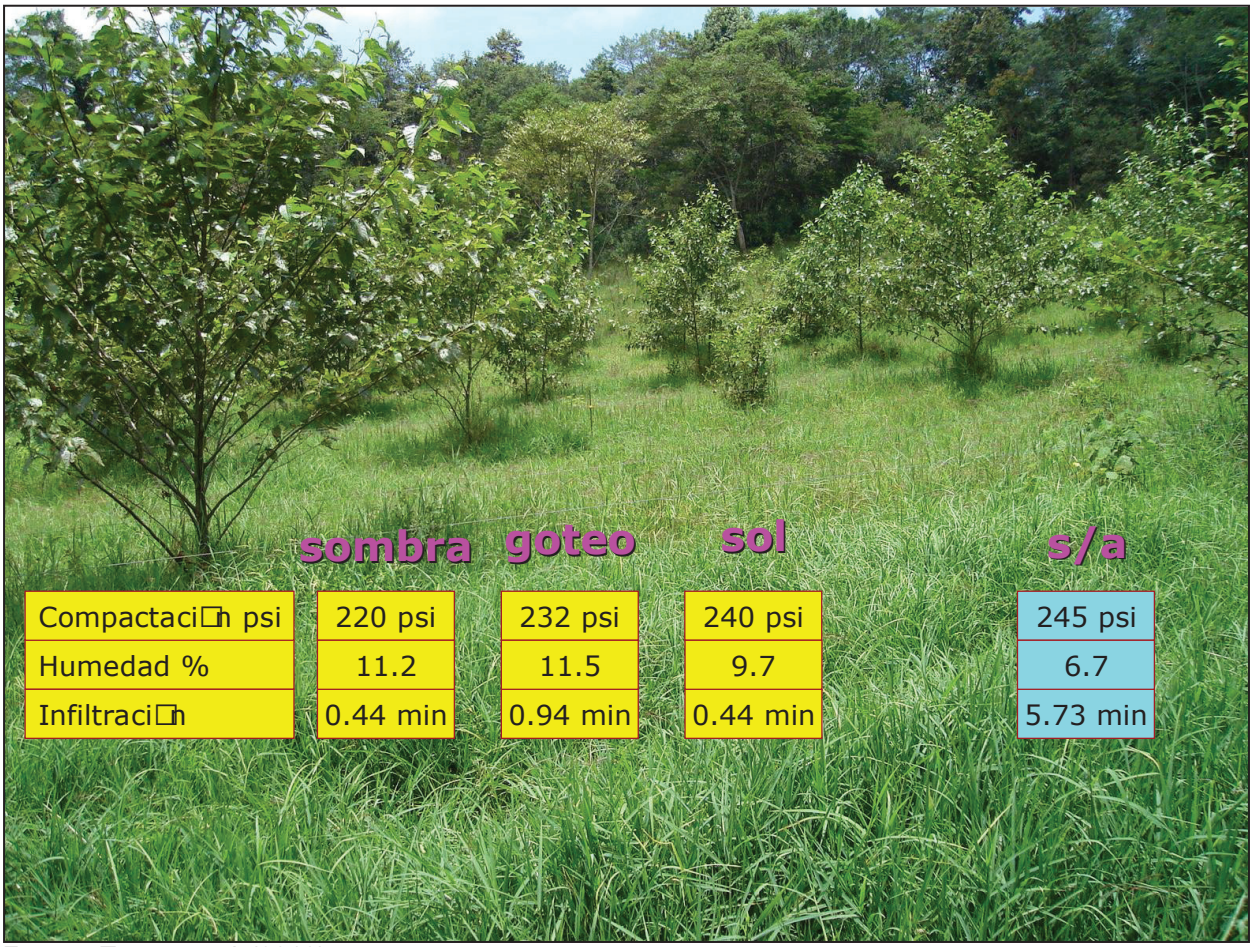
VENTAJAS

La combinación árboles-pasto-ganado mejora el contenido de humedad en el suelo. Esta respuesta depende del régimen climático, de la clase de suelo y de las condiciones en que se encuentra el pastizal.

En una región templada de Estados Unidos, fue mejor el contenido de humedad en el suelo de plantaciones donde se practicó el pastoreo que donde no se efectuó, atribuido a la eliminación de hierbas y arbustos que restan humedad (Black y Vladimiroff, 1964; Hedrick y Keniston, 1966).

En regiones citrícolas de Veracruz con abundantes lluvias todo el año, la presencia de ganado ovino disminuyó favorablemente el contenido de humedad en un suelo regosol eutrico; debido a menor

contenido de materia orgánica, mayor cantidad de espacios porosos y menor biomasa de pastos que propició una mayor radiación y ventilación en la superficie del suelo (Torres, 1999).



Fuente: Torres *et al*. (2010)

El aporte de residuos vegetales y animales aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo. Las hojas secas, en las que se han concentrado los nutrientes que el árbol extrae de las capas profundas del suelo, enriquecen a éste al descomponerse (Semple y Pendleton, 1950 citado por Daccarret, 1967).

En el caso de la materia orgánica que se adiciona a través del excremento, esto nunca ha sido evaluado, pero es un hecho que sucede.

Las mejores condiciones que se logran en el suelo cuando se combinan árboles y ganado, favorece el desarrollo de micro y mesofauna que también aportan materia orgánica al suelo con su actividad y restos.

El ganado puede mejorar el pH de suelos ácidos. En algunos trabajos se ha demostrado que el pastoreo o la aplicación de estiércol mejora el pH de suelos ácidos. El pastoreo durante seis a ocho años en oxisoles (Diez *et al*., 1991) y la aplicación periódica de estiércol de ovino durante cinco años en fluvisoles y luvisoles (García *et al*., 1994) lograron aumentar el pH del suelo por disminución de aluminio, fósforo y potasio disponibles.

No obstante, también hay reportes de que el suelo de terrenos con árboles se vuelve más ácido con el pastoreo (Loaf, 1958 citado por Adams, 1975).

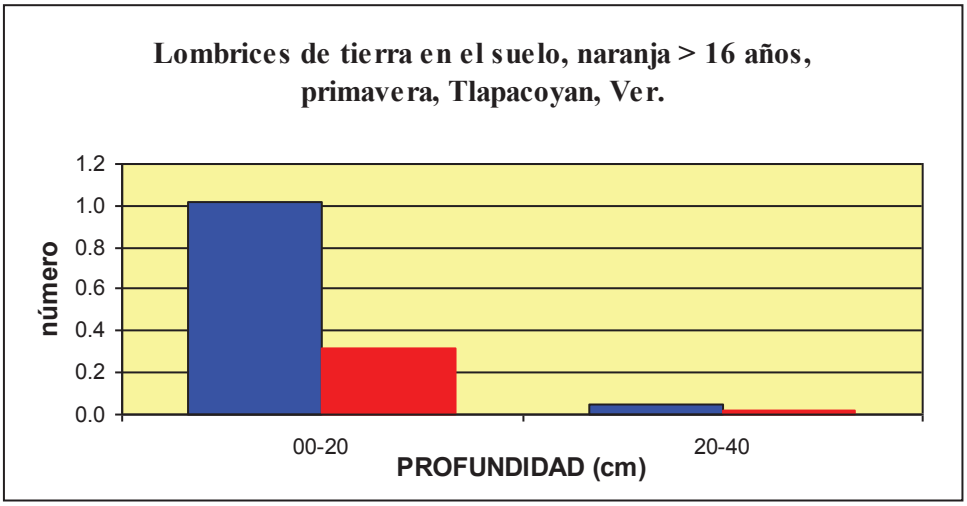
El ganado puede aumentar el contenido de fósforo en el suelo. No obstante que en agroecosistemas

de árboles-pasto-ganado las plantas extraen grandes cantidades de fósforo del suelo (Spain y Salinas, 1985; Sharma *et al*., 1995), generalmente el contenido en el suelo de parcelas pastoreadas es mayor.

En agroecosistemas citrícolas en Veracruz, hubo mayor cantidad de fósforo en las parcelas pastoreadas con ovinos que en las no pastoreadas. Resultados similares se obtuvieron en agroecosistemas forestales con pastos en el amazonas (Diez *et al*., 1991; Prasad, 1992).

El ganado puede aumentar la fauna benéfica del suelo y con ello reducir la compactación. Es conocido que las lombrices de tierra y otra fauna que vive en el subsuelo contribuyen a mejorar las propiedades físicas del mismo, debido a que con su actividad y restos forman espacios vacíos que sirven para aumentar la porosidad y para reducir la compactación.

En un agroecosistema citrícola de Veracruz con suelo regosol eutrico, cuando se incorporó el pastoreo de ganado ovino la población de lombrices de tierra aumentó de 85 a 237 individuos m^{-2} y la compactación se redujo de 1.06 a 0.89 g cm^{-3} (Torres, 1999).



El ganado consume las hojas y frutos caídos, lo que acelera el ciclo de los nutrimentos. Esto es debido a que el proceso de mineralización de los materiales orgánicos es más rápido después de que fueron consumidos, fermentados y excretados por el ganado, que cuando la descomposición ocurre en forma natural, especialmente en lugares con climas extremosos.

DESVENTAJAS

El ganado puede degradar la textura del suelo. Aunque la textura es una característica del suelo relativamente estable, se ha encontrado que el sobrepastoreo y la erosión hídrica podría favorecer a largo plazo una menor proporción superficial de partículas finas en suelos poco cohesionados (Silva, 1985; Nakano *et al*., 1994).

En un agroecosistema naranjos-ovinos de Veracruz, el pastoreo durante cuatro años aparentemente fue la causa del aumentó en la proporción de arena y disminución en la de arcilla y limo de un suelo migajón arenoso.

El ganado puede perjudicar el contenido de humedad en el suelo. Diversos trabajos comprueban que el pastoreo intensivo perjudica el almacén y movimiento de agua en el suelo y que el pastoreo moderado resulta menos perjudicial, pero ello depende del tipo de suelo (Adam, 1975).

El ganado puede compactar el suelo. Este fenómeno desde luego no es privativo de la combinación de

árboles con ganado, si no que es una desventaja que se observa en cualquier pastizal mal manejado, o en los lugares en donde las características climáticas, edáficas y topográficas no son adecuadas para el pastoreo.

El ganado puede disminuir el contenido de materia orgánica en el suelo. Varios autores coincuerdan en que el pastoreo reduce el contenido de materia orgánica en el suelo debido al ramoneo de los árboles y al consumo de pastos por el ganado (Fassbender, 1993).

En una huerta citrícola de Veracruz, el lapso de cuatro años de pastoreo de ganado ovino no cambió el contenido de materia orgánica en el suelo, aunque la tendencia parece indicar que en un periodo mayor de tiempo podría disminuir (Torres, 1999).

El ganado puede disminuir el contenido de nitrógeno en el suelo. Especialmente cuando hay un nivel medio a alto de compactación del suelo (Bezkorowajnyj *et al*., 1993).

A través de modificar la composición botánica de un pastizal, el ganado podría disminuir el contenido de nitrógeno en el suelo. Un pastizal de leguminosas podría aumentar el contenido de nitrógeno en el suelo, pero otro de gramíneas lo podría disminuir. Se sabe que muchas de las leguminosas herbáceas se pierden con el pastoreo y son sustituidas por gramíneas, con lo que disminuye la cantidad de nitrógeno en el suelo (Daccaret y Blydenstein, 1968).

El ganado puede crear áreas de sacrificio debajo de la sombra de los árboles. En terrenos con un número insuficiente de árboles de sombra y particularmente donde los animales suelen descansar, pernoctar o protegerse de las inclemencias del tiempo, el pisoteo del ganado forma áreas desprovistas de vegetación herbácea que ocasiona erosión del suelo y exposición de las raíces de los árboles.

El ganado puede compactar el suelo. Los animales en pastoreo ejercen una influencia directa con su peso, que bajo ciertas condiciones y después de algún tiempo, podría llevar al suelo a un estado de compactación.

La compactación del suelo también podría ser ocasionada por el ganado de una manera indirecta, a través de favorecer o inhibir ciertos procesos. El ganado en pastoreo consume hierbas, ramonea los árboles y come las frutas caídas con lo que se reduce el aporte de materiales orgánicos al suelo. Aunque la compactación puede ocurrir por reducción en el contenido de materia orgánica (Soane y Ouwerker, 1995), probablemente la mayor población de lombrices de tierra u otros factores contribuyan a contrarrestarla.

EFECTO DE PASTO-GANADO EN EL SUBSISTEMA PLAGAS Y ENFERMEDADES

Uno de los problemas más limitantes de la producción frutícola en México son las plagas y enfermedades, por lo que es importante que la incorporación de los ovinos a las huertas contribuya a su solución.

VENTAJAS

Los pastos pueden contribuir a la salud de los árboles. A ciertas clases de pastos como el gordura *Melinis minutiflora* se le atribuyen propiedades insecticidas y acaricidas. Otros como el pasto carretero *Rhynchelytrum repens* se ha utilizado como nematicida en plantaciones de países asiáticos. Sin duda que con un adecuado diseño del pastoreo estas u otras especies podrían contribuir a la salud de ciertos árboles frutales.

El ganado puede servir como control biológico y cultural de plagas y enfermedades. Debido a que consume los frutos caídos que son el medio donde se reproducen algunas plagas, como la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* que afecta a los cítricos y a otros frutales.

DESVENTAJAS

Los pastos pueden hospedar agentes causantes de plagas y enfermedades. Los pastos pueden crear condiciones favorables para el crecimiento de tales agentes a nivel del suelo. Las plantas de crecimiento erecto o trepador pueden ser el medio por el cual los agentes infecciosos invadan la parte aérea de los árboles.

EFECTO EN EL SUBSISTEMA SOCIO-ECONOMICO

VENTAJAS

Permite combinar la inversión a largo plazo (árboles) y a corto plazo (componente pecuario). La factibilidad de esta combinación es un hecho que apoyan diferentes estudios realizados en regiones templadas, como Estados Unidos (Black y Vladimiroff, 1964; Hall y Hedrick, 1959; Hedrick y Keniston, 1966), y Nueva Zelanda (Beveridge y Klomp, 1973; McQueen y Hawke, 1976), y otros que se han efectuado a nivel comercial o experimental en regiones tropicales (Adams, 1975; Alvarez, 1956; Atmosoedaryo y Wijayakusmah, 1979; Gregor, 1973) entre otros.

Permite obtener mayor ingreso por unidad de superficie con la combinación, que con uno solo de los componentes. Trabajos realizados en Nueva Zelanda (Knowles, 1975; Tustin *et al*., 1977). demuestran que la combinación de pastos y plantaciones forestales es 28 % más rentable que sólo el pastoreo, con la condición de que los árboles no ocupen menos del 10 % del área.

En Costa Rica el cultivo de árboles de *Alnus acuminata* en pastizales de corte o pastoreo en las zonas altas, produce un ingreso extra al propietario a través de la venta de madera y leña, además de su ingreso como productor de leche (Alvarez, 1955; Combe, 1979). También, la inclusión de árboles como *Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora* en pastizales, aumenta la rentabilidad por unidad de área, aunque dato no ha sido bien cuantificado (Avila *et al*., 1979).

La diversificación productiva (frutas, madera, leña, forraje, carne, etc.) proporciona mayor sustentabilidad a la unidad de producción. Es decir, se tiene mayor productividad por unidad de superficie (frutas, madera, leña, forraje, carne, etc.); aumenta la estabilidad en las ventas e ingresos; hay mayor autonomía o lo que es lo mismo menor dependencia de insumos externos al sistema; se tiene mayor resistencia ante fenómenos climatológicos y mercantiles imprevistos; y mayor elasticidad de decisiones de acuerdo a las fluctuaciones del mercado.

Es obvio que el solo el hecho de combinar dos productos completamente diferentes significa diversificar la producción. No se menciona en los trabajos consultados algún ejemplo especifico de manejo alternativo según las fluctuaciones de la demanda de los productos del sistema,
pero ha sido mencionado como una de las ventajas teóricas de él (Knowles, 1975).

Mejor aprovechamiento de insumos, como por ejemplo fertilizantes. La cobertura de niveles distintos del suelo por las raíces combinadas de los forrajes y árboles, asegura por sí solo que los nutrientes que se agreguen al suelo serán aprovechados mejor por los dos componentes del sistema, que si sólo existiera uno de ellos.

En Japón, se reporta un ensayo de *Betula platyphylla* creciendo asociado con pastos y leguminosas fertilizadas; lamentablemente el ensayo no prevería evaluar la influencia del fertilizante en el crecimiento de la especie arbórea (Adams, 1975). En Costa Rica, en los potreros en que se sembró *Alnus acuminata* también se sigue la costumbre de fertilizar a los pastos, pero no ha sido estudiado el efecto del fertilizante sobre los árboles (Combe, 1979).

Autosuficiencia de productos madereros básicos. Esta ventaja pese a su importancia ha sido escasamente evaluada, sin embargo es notorio el agotamiento de fuentes de postes de madera de buena calidad en o cerca de los ranchos. Por tal motivo, se está llevando a cabo un proyecto por la Universidad Autónoma chapingo con los objetivos de estudiar aspectos florísticos de las cercas vivas de uso pecuario

en una cuenca del centro del estado de Veracruz y hacer un análisis comparativo del costo de construcción con respecto a otros tipos de cercas.

En el Cuadro 14 se muestra que construir una cerca con postes de concreto y alambre de púas es la opción más cara. Por el contrario, utilizar postes vivos de especies arbóreas nativas, como *Erythrina spp*, *Bursera simaruba* o *Yucca elephantipes* es la opción más económica, pues representa un ahorro del 79 y 66% respecto a las cercas con postes de concreto o madera muerta, respectivamente.

Cuadro 14: Costo comparativo para cercar una hectárea con postes de diferentes materiales y tres líneas de alambre de púas en la cuenca del río La Antigua, Veracruz.

Rubro	Cantidad	Precio unitario	Costo total	Tipo de poste		
				Madera	Concreto	Arbol
Poste concreto	133	120.00	15,960.00		15,960.00	
Poste madera	133	20.00	2,660.00	2,660.00		
Gasparito o mulato	133	5.00	665.00			665.00
Alambre de púas	1200	1.90	2,280.00	2,280.00	2,280.00	2,280.00
Grapas para madera	399	0.50	199.50	199.50		
Grapas	399	0.50	199.50			199.50
Jornales hoyado postes	3.3	100.00	332.50	332.50	332.50	
Jornales hoyado árbol	3.3	100.00	332.50			332.50
Jornales colocación postes	1.33	100.00	133.00	133.00	133.00	
Jornales colocación árboles	1.33	100.00	133.00			133.00
Jornales colocación alambre	3	100.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Suma				5,905.00	19,005.50	3,910.00

Precios en pesos mexicanos cotizados localmente al 15 de enero del 2008.

El uso de forraje arbóreo puede sustituir la compra de alimentos concentrados. La calidad nutricional del follaje, ramas tiernas y frutos de algunos árboles es superior a la de los pastos y en cierta manera comparable a la de los alimentos concentrados.

En Costa Rica se han obtenido resultados satisfactorios con el uso de follaje obtenido de árboles de sombra de cafetales y de cercos vivos como sustituto de concentrados comprados para la alimentación de cabras lecheras (Benavides, 1983 y Beer y Heuveldop, 1985 citado por Borel, 1989).

DESVENTAJAS

Es necesario un manejo más complejo, lo cual requiere de un mayor cuidado y conocimientos. Varios estudios, mencionan la necesidad de un manejo más técnico cuando se combinan la ganadería y la forestería (Adams, 1975; Knowles *et al*., 1973; Payne, 1976). Se argumenta que debe vigilarse que ninguno de los componentes afecte demasiado al otro. Por ejemplo, el grado en que debe permitirse el daño a los árboles por los animales (Hall y Hedrick, 1959; Hedrick y Keniston, 1966; Tustin, 1975); la edad y tamaño que deben alcanzar aquéllos antes de permitir la entrada del ganado, además del tipo de ganado adecuado (Adams, 1975; Beveridge y Klomp, 1973; Black y Vladimiroff, 1964; Hedrick y Keniston, 1966; Tustin, 1975).

También es importante conocer el grado de aprovechamiento a que pueden someterse los pastos que crecen debajo de la sombra (Black y Vladimiroff, 1964; Knowles, 1977) y las condiciones en que el ganado debe ingresar a los lotes (Adams, 1975: Beveridge y Klomp, 1973), así como la densidad de árboles que permitan un buen desarrollo de los pastos (Kirby, 1976; Knowles, 1977; Lojan, 1979).

EFECTO DEL GANADO EN LOS ARBOLES

A menudo la gente que ha sufrido experiencias desfavorables con la introducción de ganado en terrenos arbolados como plantaciones forestales y huertas de frutales y hasta la gente que nunca ha intentado esta combinación le atribuye al ganado efectos negativos sobre los árboles individuales o a comunidades de ellos; otros por el contrario, entusiasmados por establecer un sistema que les resuelva sus problemas exageran las ventajas relativas. Son pocos los estudios científicos realizados al respecto, la mayoría se refieren a situaciones específicas.

VENTAJAS

Disminuyen la competencia árboles-pastos. Un agroecosistema que combina árboles y ganado en el mismo sitio, involucra por si mismo un manejo de la vegetación herbácea; normalmente se trata de gramíneas o leguminosas cultivadas o inducidas, además de arvenses espontáneas que sirven como forraje.

En diferentes estudios se concluye que el consumo que el ganado hace de los pastos y arvenses reduce su densidad y por lo tanto la posible competencia con los árboles. Así por ejemplo, en el norte de Veracruz una carga de 7 ovinos adultos de la raza Pelibuey durante cuatro años en una plantación de naranja aumentó el número de individuos (de 1 338 a 2 261 individuos m-2) pero redujo la biomasa por individuo (de 0.676 a 0.297 g individuo) y por hectárea (de 1 872 a 1 326 Kg ha^{-1}) (Cuadro 15). Se determinaron diferencias entre familias de plantas.

Cuadro 15. Densidad y biomasa de arvenses de una plantación de naranja *Citrus sinensis* según pastoreo de ovinos en Tlapacoyan, Veracruz.

TRATAMIENTO	NUMERO DE INDIVIDUOS (m^2)	BIOMASA POR INDIVIDUO (g)	BIOMASA POR HECTAREA (kg)
SIN PASTOREO	1 338	0.6706	1 872
CON PASTOREO	2 261	0.2973	1 326

Torres (1996).

Las excretas mejoran la nutrición de los árboles. Un rebaño reunido bajo la sombra de un árbol fertiliza directamente a éste a través de sus heces. Los animales en pastoreo adicionan abono orgánico al suelo por conducto de sus excretas, mejorando su estructura y fertilidad. En una plantación de naranja el pastoreo con ovinos mejoró la nutrición de los árboles, incrementó el contenido de N, K y Ca en las hojas, no así el de P y Mg que disminuyó (Cuadro 16).

Cuadro 16. Contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en hojas de naranjo *Citrus sinensis* según pastoreo de ovinos en Tlapacoyan, Veracruz.

TRATAMIENTO	N mg kg^{-1}	P mg kg^{-1}	K mg kg^{-1}	Ca mg kg^{-1}	Mg mg kg^{-1}
SIN PASTOREO	1.94	1728	20906	2.23	0.11
CON PASTOREO	1.99	1551	26968	2.37	0.03

Torres (1996).

El ramoneo puede mejorar la arquitectura de los árboles. Normalmente se piensa en el ramoneo como dañino para los árboles, sin embargo puede no dañar a ciertas especies e incluso mediante un manejo apropiado puede convertirse en ventaja.

Por ejemplo, en Veracruz se da el caso de un productor que introduce cabras y borregos salvajes *Ovis mousimon* a pastorear en una plantación de árboles de navidad para que los animales mantengan los fustes limpios de retoños y se logre una mejor conformación de los árboles; con la ventaja adicional de que se reducen los costos de mantenimiento sanitario de las plantaciones. Con el mismo fín se lleva a cabo la combinación de borregos domésticos *Ovis aries* en naranjales *Citrus sinensis* en el norte del estado. Ventaja adicional es la reducción del costo de mantenimiento sanitario de las plantaciones.

El ramoneo puede mejorar la fructificación. En muchas plantas el estrés es un factor que condiciona el inicio de la floración, y ese puede ser la poda (Calderón, 1975). En plantaciones que por primera vez son pastoreadas o que han dejado de serlo por un periodo de tiempo largo, el ramoneo de los animales ejerce un efecto semejante al de la poda y puede desencadenar el inicio de la floración.

Obtener fruta fuera de temporada puede ser especialmente importante para alcanzar mejores precios en la comercialización; también se podría contribuir a disminuir el efecto de la alternancia y propiciar mayor producción de fruta. Aunque no se ha probado el efecto del ganado en el desfase de cosecha, es muy posible que haya cierta influencia.

El consumo de las hierbas que crecen alrededor de los árboles puede reducir la cantidad de agua en el suelo, ocasionando estrés hídrico en los árboles y con ello inducir la floración; sin embargo, el déficit hídrico durante el cuajado y crecimiento del fruto provoca la caída de los mismos (Primo, 1993).

Estos mismos principios pueden aplicarse en regiones de trópico seco para obtener vainas de leguminosas en la época seca del año, cuando es escazo el forraje de los pastos.

El ramoneo puede servir para rejuvenecer plantaciones viejas. Muchas especies de árboles y arbustos requieren ser podadas periódicamente para mantenerse productivas. Se supone que la defoliación que hace el ganado puede favorecer bajo ciertas condiciones la productividad de ciertas especies de árboles y arbustos.

Las huertas que son temporalmente abandonadas para fines de producción de fruta, pueden ser mantenidas con menor deterioro cuando se introduce el ganado a pastorear y ramonear.

La presencia del ganado modifica la arquitectura de los árboles. Los cambios se observan en las diferentes estructuras de los árboles: raíz, tallo, copa y frutos; y pueden ser por causa directa o indirecta.

En naranjales de Veracruz, se determinó un menor número de raíces bajo condiciones de pastoreo con ovinos pero con una mejor distribución de las mismas en el perfil de suelo. En huertas con manejo convencional, las raíces de los árboles se concentraron mayormente cerca de la superficie debido a que ahí era donde el suelo presentaba las mejores condiciones físico-químicas, en los niveles inferiores se encontraron áreas sin crecimiento o con raíces muertas atribuidas al uso de agroquímicos; mientras que en las huertas con pastoreo de ovinos las raíces se distribuyeron homogéneamente y sin áreas de exclusión, debido a las mejores condiciones del suelo y a que no se hace uso de agroquímicos para evitar la intoxicación del ganado.

En el mismo estudio se observó un mayor vigor del tronco de los árboles, probablemente por una mejor nutrición y menor competencia con los pastos (Cuadro 17). Como consecuencia del ramoneo que el ganado hizo de las ramas inferiores, la altura sobre el nivel del suelo fue significativamente más alta, el diámetro de la copa más ancho, la altura total del árbol menor y en consecuencia el volumen de copa también fue menor. Estos cambios no resultan indeseables, siempre que se demuestre que no influye en el rendimiento de fruta, y están dentro de la fruticultura moderna que tiende hacia la explotación de árboles de porte bajo, porque con ello se facilitan las labores del huerto y se mejora la salud del árbol (Calderón, 1975).

Con el pastoreo hubo hojas más cortas en todas sus dimensiones, lo que se atribuyó a un efecto antagónico del potasio sobre el magnesio causado por las heces del ganado que son ricas en este elemento. Debido a que no se estimó el número de hojas en la copa, no se sabe si tal reducción podría influir en el rendimiento de fruta.

Cuadro 17. Medidas de diferentes estructuras de árboles de naranja *Citrus sinensis* según pastoreo de ovinos en Tlapacoyan, Veracruz.

PARAMETRO	SIN PASTOREO	CON PASTOREO
Circunferencia del tronco (cm)	58.29	60.12
Grosor de la corteza (mm)	2.78	3.02
Altura total del árbol (m)	5.10	4.71
Altura inferior de la copa (m)	0.68	1.14
Diámetro de copa (m)	4.87	5.00
Volumen de copa (m^3)	61.82	54.47
Largo de hoja (mm)	71.19	68.14
Ancho de hoja (mm)	41.39	39.83
Area de hoja (mm^2)	1 575	1 429

Torres (1996).

La presencia del ganado puede modificar la calidad de la fruta. Si bien son escasos los estudios que tratan sobre los efectos positivos de los animales en los árboles, son aun menos los que llegan al nivel de determinar cambios en la calidad de los productos.

En el mismo estudio de caso en un huerto citrícola de Veracruz, los frutos tendieron a una ligera disminución de peso y volumen cuando el huerto estuvo pastoreado por ovinos. El contenido de jugo fue mayor y la relación brix:ácido fue mejor conforme a la Norma Oficial Mexicana (SECOFI, 1993) (Cuadro 18).

Cabe destacar que la ventaja de mayor proporción de jugo y menor de residuo es relativa, ya que para las industrias jugueras y para los consumidores de fruta fresca es mejor comprar un producto del que se tenga menor desperdicio, pero para los transportistas una fruta de cáscara más delgada se maltratará con mayor facilidad bajo la manera como se transporta a granel.

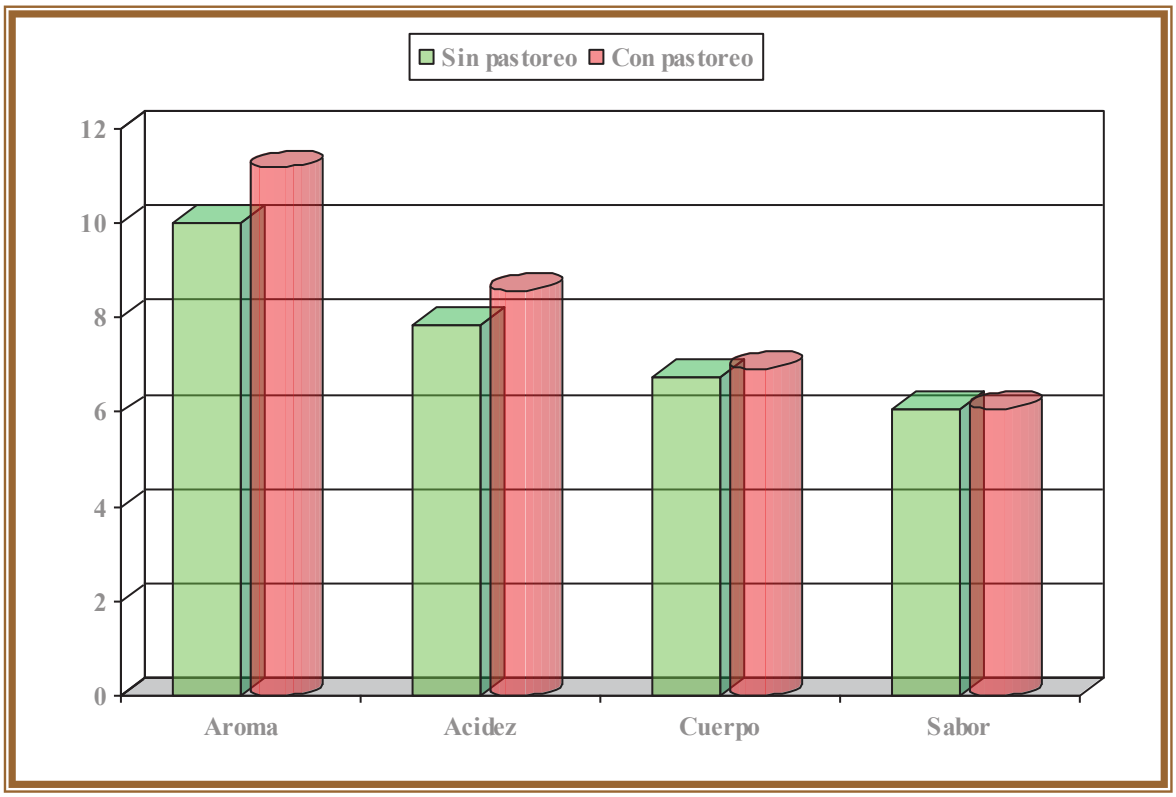
Cuadro 18. Medidas del fruto y composición del jugo de naranja *Citrus sinensis* según pastoreo de ovinos en Tlapacoyan, Veracruz.

PARAMETRO	SIN PASTOREO	CON PASTOREO
Peso del fruto (gr)	209.30	206.68
Jugo (%)	47.93	48.58
Residuo (%)	52.06	51.42
Diámetro polar del fruto (mm)	71.83	70.22
Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	75.05	73.43
Volumen del fruto (dm^3)	21.45	19.77
Forma del fruto (largo/ancho)	0.96	0.96
PH	3.53	3.64
Brix	9.61	9.54
Acido (%)	1.17	0.90
Relación Brix:Acido	9.55	10.99

Fuente: Torres (1996).

En fincas cafetaleras de Veracruz con pastoreo de ovinos para el control de malezas, se obtuvo un porcentaje mayor de granos de tamaño superior y con menos defectos en relación a fincas con manejo convencional.

La bebida preparada con esos mismos granos se sometió a pruebas sensoriales, sin encontrar diferencias estadísticas entre ambos tratamientos, aunque se notó una ligera tendencia a favor del café obtenido en sistemas silvopastoriles (Torres, 1996).



Contribuyen a la dispersión y germinación de semillas. Para ciertas especies vegetales y ecosistemas, los animales juegan un papel importante en la dispersión y germinación de semillas (Montagnini, 1992). Por tal motivo se sugiere utilizar al ganado en pastoreo para contribuir a la repoblación forestal de áreas degradadas (Borel, 1989).

Disminuye el riesgo de incendios en plantaciones. El ganado pastoreando en plantaciones forestales o de frutales, contribuye a reducir la biomasa combustible, y por lo tanto, el riesgo e intensidad de los incendios, especialmente en regiones secas con una estación de sequía prolongada.

En una plantación de *Pinus caribea* de ocho años de edad en Fiji, el pastoreo con bovinos redujo la cantidad de material combustible, de un nivel altamente peligroso de 2 700 Kg ha^{-1} a uno relativamente seguro de 1 000 Kg ha^{-1} (Knowles, 1977). Con la misma intención se introdujo ganado bovino y ovino en plantaciones de *Pinus radiata* en Nueva Zelanda (Adams, 1975) y en plantaciones de *Eucalyptus globulus* en Ecuador (Lojan, 1979).

DESVENTAJAS

El ganado puede comerse a los arbolitos. Este es un efecto directo que depende principalmente de la especie y altura del árbol; asimismo del tipo de ganado, cantidad de forraje disponible, carga animal y periodo de pastoreo.

Los herbívoros en pastoreo en general son selectivos de su dieta, lo cual depende de la especie animal, especie vegetal, ambiente y prácticas de manejo; al disminuir la disponibilidad de pastura los animales son menos selectivos (Stoltsz y Danckwertz, 1990). Entre especies la preferencia por comer árboles o arbustos es mayor de los caprinos, seguido de los ovinos y menor de los bovinos (Van Dyme *et al*., 1980).

En el caso de árboles forrajeros, por su alta palatabilidad, es obvio que el ganado gustara consumir las plántulas y los arbolitos que encuentre en las áreas donde pastorea. El grado en que el ganado pudiera comerse a los árboles no forrajeros, en situaciones de suficiente pasto disponible, dependerá de su altura. En general, el daño puede ocurrir en plantas jóvenes y no se ha reportado en árboles maduros.

En Tabasco y Veracruz se ha encontrado que las hormigas *Atta spp* y *Acromymex sp* son capaces de defoliar completamente un cafeto o un naranjo en parcelas con ovinos, y que tal hecho se ha atribuido erróneamente al ganado por observadores inexpertos. Deberá hacerse un diagnóstico diferencial antes de atribuir al ganado cualquier tipo de daño a las estructuras de los árboles.

El ganado puede ramonear los árboles. Se han publicado diversos estudios que convalidan la opinión de muchos productores, sobre todo cuando la combinación es de árboles con cabras u ovejas. El ganado caprino tiene mayor preferencia por consumir arbustos y árboles pequeños que los ovinos, y ambos más que los bovinos y equinos.

Entre razas también se reconocen diferencias. Así por ejemplo, cafeticultores de Veracruz afirman que los borregos Dorpet y Katahdin tienen mayor preferencia a ramonear los cafetos que sus semejantes de la raza Pelibuey. Sin embargo, el ramoneo de los animales puede no dañar a ciertas especies e incluso ser benéfico. Asi por ejemplo, en Costa Rica se han hecho experimentos que avalan la persistencia de *Erythrina spp* con pastoreo de cabras (Benavides, 1991). Los beneficios del ramoneo se tratan en otro inciso.

Cuando no interesa el ramoneo, se puede evitar que los animales dañen a los árboles implementando alguna de las siguientes recomendaciones, de aplicación general o factibles solo para ciertas situaciones: vigilancia constante por un pastor; pastoreo controlado con soga; protección de individuos o de bloques con barreras físicas que impidan a los animales acercarse; pintar o rociar las plantas con repelentes; colocar pieles o fibras de animales de otras especies en los brotes; establecimiento de plantas adultas o por estacas con una altura mínima de 1.30 m sobre el nivel del suelo; plantación escalonada dividiendo el área en parcelas, estableciendo los árboles en una de ellas mientras las otras se utilizan para el pastoreo; iniciar el pastoreo cuando las plantas tengan la edad y el tamaño apropiado; controlar la carga animal, la asignación de forraje en el terreno y la suplementación; eliminar los factores que ocasionan que los animales desarrollen el hábito de ramoneo y rascado; administración de eméticos a los animales para provocarles aversión al consumo de las plantas que se quiere proteger; retirar a los animales problema cuando se haya detectado un porcentaje significativo de daño; o bien, colocarles algún dispositivo que les impida ramonear (por ejemplo: nariguero, arnés).

El ganado puede comer o roer la corteza de los árboles. Esto suele suceder cuando hay escasez de pasto en el potrero, cuando se sobrepastorea o se introduce ganado muy hambriento (Beveridge y Klomp, 1973). También cuando el ganado sufre apetito depravado a causa de alteraciones nerviosas y deficiencias nutricionales de calcio, fósforo, hierro, sal o proteína (Runnells, Monlux y Monlux, 1980).

Durante la temporada de lluvias los minerales del suelo son lixiviados a capas más profundas, reflejándose en deficiencias en los pastos y en la nutrición del ganado; favoreciendo con ello el ramoneo.

Es importante que se haga un diagnóstico diferencial de las lesiones que se encuentran en la corteza de los árboles causadas por hongos, bacterias, virus, insectos y fauna silvestre de las que pudiera ocasionar el ganado, ya que en ocasiones se han confundido.

El ganado puede dañar los árboles por pisoteo, recargado o rascado. En cafetales y plantaciones citrícolas de Veracruz este tipo de daños es muy raro y se concentra en los lugares de descanso, a la orilla de los caminos y cerca de las puertas; donde el porcentaje de árboles dañados es insignificante y carece de importancia económica.

La presencia del ganado afecta el crecimiento de los árboles. Como consecuencia de un daño físico directo, el crecimiento de los árboles se retrasa. Así por ejemplo, en Nueva Zelanda la altura promedio de *Pinus radiata* a los dos años de edad fue de 28 y 51 cm en árboles dañados y no dañados, respectivamente; a los tres años de edad el ritmo de crecimiento fue semejante en ambos casos (Beveridge y Klomp, 1973).

La presencia del ganado puede retrasar indirectamente el crecimiento de los árboles, mediante el

sobrepastoreo y la compactación del suelo. El efecto es más significativo y trascendente en árboles jóvenes y en aquellos con raíces superficiales. Después de retirar a los animales, el ritmo de crecimiento se recupera e inclusive puede ser superior.

En Louisiana, árboles de *Pinus elliottii* de cinco años de edad fueron afectados en su crecimiento por el pastoreo de bovinos y ovinos, registrándose una altura total de 2.0 y 1.8 m sin y con animales, respectivamente (Adams, 1975). En Oregon, una plantación de abeto *Abies spp* de dos años de edad fue pastoreada por ovejas durante seis años, registrándose en los primeros tres un crecimiento en altura menor que en el testigo; cuatro años después de terminado el pastoreo, el crecimiento fue 27% mayor que en el testigo (Hedrick y Keniston, 1966).

A mayor frecuencia de corte menor será la biomasa acumulada. La aplicación de cortes o pastoreo durante la época seca o cuando las plantas están en dormancia puede afectar la acumulación de biomasa (Hardesty *et al*., 1988).

Puede reducir la fructificación. En los cítricos como en otros árboles frutales, la producción se ve afectada por las defoliaciones de diversa índole y por la carencia de elementos minerales como el magnesio, hierro, zinc y manganeso (Primo, 1993). Aunque no se midió la producción de fruta en naranjos, con el pastoreo de ovinos se redujo entre 3 y 16% el volumen de la copa según la edad de los árboles y de 0.11 hasta 0.03 mg kg^{-1} el contenido de magnesio en las hojas, lo que podría causar disminución en la producción (Torres, 1996).

El déficit hídrico durante el cuajado y crecimiento del fruto provoca la caída de los mismos (Primo, 1993).

Se ha reportado que la poda retarda la formación de yemas florales debido a la competencia por asimilados entre los nuevos brotes vegetativos; asimismo que se reduce el número de yemas florales debido a su eliminación con la poda, lo cual trae como consecuencia un incremento de carga por unidad de área (Fulford, 1960).