

Efecto edafoclimático en el desarrollo de módulos de agroforestería y silvopastoril en la Llanura Costera de Nayarit, México

Jorge Aguirre Ortega^{1*}, Alberto Hernández Jiménez², Irán Bojórquez Serrano³,
Alejandro Gómez Danés⁴, Clemente Lemus Flores⁴, Antonio Ramos Quirarte¹
y Job Bugarin Prado⁵

¹Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México. * Correo electrónico: jorgea@nayar.uan.mx

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Cuba.

³Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México.

⁴Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México.

⁵Postgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México

RESUMEN

Los sistemas agroforestales en América Latina, particularmente en México han destacado. Nayarit tiene potencial para el impulso agropecuario-forestal donde las especies leñosas interactúan con otros componentes (cultivos anuales, perennes y animales) en un sistema integral. El objetivo fue evaluar la adaptación y desarrollo de especies agrosilvopastoriles (amapa, caoba, cedro, guanacaste, melina, paulonia, primavera y teca) intercaladas al sorgo en un ecosistema costero salitroso. En un lote mixto, los mismos árboles más cuatro forrajeros: guaje, guajillo, cacahuananche y capomo asociados a las leguminosas herbáceas frijolillo y mucuna y pasto Guinea. El estudio se realizó en ejido Puerta de Mangos de Santiago Ixcuintla, México. Se midieron las siguientes variables forestales: altura de planta y diámetro de tallo y copa, mientras que en las especies forrajeras: altura de las plantas y rendimiento de biomasa. Los resultados obtenidos para altura de planta en las especies maderables indican grupos diferenciados de mayor crecimiento ($P>0,05$) entre tratamientos. La diferencia grupal también se mostró en el diámetro de tallo y copa, altura de la primera rama y número de ramas y hojas. El sorgo obtuvo rendimiento inestable. Se atribuye al efecto desfavorable del agua saturada en suelo arcilloso con drenaje lento la extinción de primavera, prevalencia del barrenador de tallo en cedro y al crecimiento y producción restringida del grano de sorgo. La ubicación más baja del lote mixto provocó mayor pérdida de plantas maderables y la desaparición de paulonia y primavera. Igual aconteció con las leguminosas rastreras, con sólo vestigios del pasto. Excepto capomo, los otros árboles forrajeros toleraron encharcamiento. El rendimiento de biomasa del Guaje superó estadísticamente al resto, pero con diferencias productivas entre épocas.

Palabras clave: silvopastoril, suelo-clima, arbóreas-herbáceas, crecimiento.

Edafoclimatic effect on the development of agroforestry and silvopastoril modules in Nayarit's Coastal Plain, Mexico

ABSTRACT

Agroforestry systems in Latin Americas have been important, especially in Mexico. Nayarit has a great potential for the farming-forestry development, where woody species interact with traditional culture components (annual and perennial plant cultures, and animals) bringing in an integrated system. The objective was to evaluate the adaptation and development of eight agrosilvopastoral species (amapa, mahogany, cedar, guanacaste, melina,

paulonia, primavera, and teak) intercropped with sorghum in a sandy coastal ecosystem. In a mixed plot, the same tree species plus four fodder trees: guaje, guajillo, cacahuananche, and capomo associated with two herbaceous legumes: frijolillo and mucuna, and guinea grass. Study was conducted at Puerta de Mangos de Santiago Ixcuintla, Mexico. The following forestry variables were measured: plant height and stem and crown diameter, while in the fodder plants, height and biomass yield were measured. The results obtained for plant height in the timber groups indicated differentiated groups of fastest growing ($P>0.05$) among treatments. The difference between groups also showed for stem diameter and cup, height to first branch, number of branches and leaves; Sorghum yield was unstable. It was attributed to the negative effect of water-saturated on low drainage clay soil the primavera extinction, prevalence of stem borer in cedar, and maturity and low yield of grain sorghum. The mixed plot located in a lower portion caused higher loss of timber trees and disappearing of paulonia and primavera. Same results occurred with the creeping legumes and grass. Except capomo, the other trees tolerated floods. Biomass yield of guaje surpassed statistically the rest, but with productive differences between seasons.

Keywords: silvopastoral, soil-climate, tree-herbs, growing.

INTRODUCCIÓN

El estado de Nayarit se caracteriza por su vocación agropecuaria y forestal, con una superficie de 27.951,55 km² con 15,7% como tierras de uso agrícola, 14,6% pastizales, 61,2% de uso ganadero, 4,9% forestales y 3,4% improductivas (Sagarpa, 2005). Actualmente, la superficie agrícola potencial de riego se podrá aumentar la capacidad productiva por las represas Aguamilpa y el Cajón, donde resalta que 70% de la superficie tiene potencial para el desarrollo ganadero y forestal (Inegi, 2005). En la actividad pecuaria resaltan los bovinos de carne en pastoreo extensivo que disminuyen su población y destaca el inventario de los ovinos de pelo para el aprovechamiento del agostadero nativo, huertas de frutales, ya que las praderas sustentables apenas alcanzan 25.000 ha. La ganadería tropical sufre el efecto de prolongada sequía y carencia de forraje por más de ocho meses y por la falta de aplicación de tecnologías y sistemas adecuados de manejo, los productores se ven obligados a transferir alrededor de 100,000 becerros y corderos para finalizarlos fuera de la entidad, generando fuga de divisas. El censo de bovinos con 650 a 700 mil cabezas tiene una tasa reproductiva de 40 a 45% y la extracción de becerros menor al 15%, por lo que en consecuencia, la tasa de crecimiento y producción son inconsistentes. En contraparte los ovinos han repuntado un 60% la población, lo que indica su expectativa en la industria cárnica (Aguirre, 2001).

Aunado a la sequía, la salinización se ha aumentado en la Llanura costera por la construcción del Canal de Cuautla, con el ingreso de mayor volumen de agua salina hacia los humedales. La construcción de

las represas que controlan las inundaciones del río Santiago ha impedido el lavado de sales acumuladas sobre el suelo durante el estiaje.

El objetivo de este trabajo fue describir la evaluación agronómica de un lote de especies forestales tropicales intercaladas con sorgo y otro lote mixto de árboles forrajeros y forestales más un componente de pasto y leguminosas herbáceas, considerándose el efecto edáfico climático en su adaptación, crecimiento y la expectativa para la llanura costera de Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue en el Ejido Puerta de Mangos, municipio Santiago Ixcuintla, Nayarit, localizado en la Llanura costera norte entre las coordenadas 21° 44' 46," N y 105° 20' 51,2" O, altitud 10 msnm. El clima tropical subhúmedo con vegetación de diferentes especies, relieve plano en llanura fluvial baja con influencia marina con la superficie agrietada siendo mayor en la parte alta y costra en la baja. Los datos climáticos para 2006 fueron temperatura media anual de 24,8°C y precipitación total anual de 1.025 mm.

El suelo presenta textura arcillosa (arena 30,3%, limo 25,6% y arcilla 44,1%), pH medio (7,0), materia orgánica de 0,57%, capacidad de intercambio catiónico de 24,0 cmol/kg, densidad aparente de 1,4 kg/cm³ y capacidad de campo de 36,4%. El suelo está clasificado como Haplic Fluvisol (entric, clayic), según Hernández *et al.* (2006).

El establecimiento del lote único de árboles maderables fueron plantados a finales del 2005, que consistió en ocho especies o tratamientos: amapa (*Tabebuia rosea*), caoba (*Swietenia macrophylla*),

cedro (*Cedrela odorata*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), melina (*Gmelina arborea*), paulonia (*Pawlonia tomentosa*), primavera (*Tabebuia pentaphylla*) y teca (*Tectona grandis*), más el componente de sorgo para grano (*Sorghum vulgare*) cv comercial Palomo, entre las hileras de árboles.

El lote mixto correspondió a las especies forestales descritas y cuatro arbustivas forrajeras que fueron el guaje (*Leucaena leucocephala*), catispa (*Gliricidia sepium*), guásima (*Guazuma ulmifolia*) y capomo (*Brosimum alicastrum*), que se plantaron durante el periodo de estiaje del 2006.

En el lote mezclado se incluyó también a las leguminosas herbáceas mucuna (*Mucuna sp*) y frijolillo (*Rhynchosia minima*), además el pasto guinea (*Panicum maximum*) cv Tanzania. La siembra del pasto y leguminosas rastreas, al igual que el sorgo del lote agroforestal, fue por semilla sexual al inicio de lluvias (Primavera - Verano 2006) para favorecer tanto el crecimiento de las maderables como de los arbustos forrajeros.

Para la plantación en el sitio experimental fue seleccionada la planta de mayor vigor, se aplicaron riegos quincenales durante el estiaje y la fertilización (20-10-10) para un mayor impulso a los árboles. La planta de interés se mantuvo libre de malezas, se llevo un manejo y seguimiento de plagas y enfermedades con la combinación de tratamientos químico y biológico. Independientemente del lote único y mixto

se aplicó un diseño experimental completamente al azar con 5 repeticiones y en arreglo factorial 2x1, las dos leguminosas herbáceas y el pasto.

Las variables principales para medir el desarrollo de árboles maderables fueron altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa. Para el sorgo, la producción de grano y forraje, mientras que para las especies forrajeras se midió la altura de plantas y la producción de biomasa. En el análisis de varianza se utilizó el paquete SAS y para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos se realizó la prueba de medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables de las especies forestales, tanto del lote único como del mixto se presentan en el Cuadro 1, donde destaca la agrupación de especies con un crecimiento significativo ($P>0.05$). Las especies paulonia, cedro, guanacaste y melina crecieron sin diferencias entre ellas, con la menor altura en primavera (19,6 cm). El diámetro de tallo presento similar tendencia, con paulonia y melina (9,1 cm y 7,1 cm, respectivamente) sin diferencias entre ellas y superiores al resto. Para diámetro de copa, la mayor extensión se reporto en melina con 197,4 cm y la menor para primavera (6,4 cm). En otras variables, como altura a la primera rama se obtuvo la conducta de agrupaciones, el cedro superó ($P>0.05$) al resto. En número de hojas, melina superó a las demás y

Cuadro 1. Valores medios de las variables altura de planta, diámetro de tallo v diámetro de copa en un sistema agroforestal en Puerta de Mangos, Nayarit

Especie	Variable					
	Altura		Diámetro tallo		Diámetro copa	
	Lote único	Lote mixto	Lote único	Lote mixto	Lote único	Lote mixto
	----- cm -----					
Cedro	298,80ab†	266,8a	6,20bc	62,8a	119,27ab	97,3a
Paulonia	375,80a	0,00	9,13a	0,00	114,13b	0,00
Primavera	19,63c	0,00	0,47e	0,00	6,47c	0,00
Teca	186,53b	149,8a	2,89de	25,9a	61,53bc	53,6a
Guanacaste	235,33ab	266,2a	3,80cd	59,9a	106,20b	206,5a
Amapa	158,67bc	283,6a	3,96cd	59,9a	98,80b	83,3a
Melina	294,73ab	320,9a	7,13ab	78,1a	197,40a	128,1a
Caoba	182,47b	198,6a	3,85cd	43,3a	88,67b	65,3a

† Letras distintas en la misma columna indica diferencias significativas ($P<0,05$).

en cuanto al número de ramas, melina y guanacaste destacaron ($P>0,05$) sobre paulonia y resto.

Respecto al desarrollo de las especies maderables intercaladas con árboles forrajeros en el lote mixto, el comportamiento fue distinto, con excepción de los árboles extinguidos (primavera y paulonia). Igual tendencia de los árboles se observó en las variables diámetro de tallo y de copa, en ésta última derivado de la formación de brotes y con las podas recurrentes para buscar un fuste ideal del tronco, el tamaño del diámetro de los árboles con la poda fue deformado.

Los árboles forestales establecidos con forrajeros en el lote mixto, a diferencia del lote único, se ubicaron fue la parte más baja del sitio, donde algunas áreas permanecieron saturadas de agua por varios días, donde algunos materiales como teca y otras especies se perdieron. Toda la población de primavera y paulonia no toleraron el encharcamiento y perecieron. El efecto del desarrollo obtenido de los árboles maderables, del sorgo y de algunos materiales forrajeros perdidos es atribuible a la sobresaturación de agua en algunas áreas del estudio en un suelo arcilloso con drenaje lento.

El bajo rendimiento del forraje y grano de sorgo con 1,2 ton/ha y la alta proporción de semilla vana es atribuible al efecto de inundación del suelo, ya que comparado con otros estudios en la Llanura costera se obtuvieron más de 5 ton/ha en sitios similares de temporal (Valdivia, 1993). De igual forma, la respuesta productiva del esquilmo de esta variedad fue 19,3 ton/ha, reflejó ser inferior a otros resultados de variedades forrajeras con 36.4 ton/ha en base seca (Aguirre *et al.*, 1993).

El resultado de la variable producción de biomasa de los árboles forrajeros en lote mixto se presenta en el Cuadro 2, donde se aprecia un rendimiento de

forraje diferente ($P>0,05$) entre épocas. En la medida que hubo condiciones edafoclimáticas propicias, los arbustos desarrollaron su capacidad productora de forraje. Resalta la superioridad estadística del guaje con total anual de 15.142, guásima con 2,401 y cacahuananche con 1.910 ton/ha anuales, respectivamente. Por el contrario, por la falta de tolerancia del capomo y las leguminosas herbáceas a la inundación se extinguieron, con lo que se corrobora que guaje y cacahuananche tienen su máximo crecimiento a partir de la época del verano.

CONCLUSIONES

La saturación de agua en la zona baja de suelo arcilloso con drenaje lento repercutió más severamente el establecimiento, desarrollo y adaptación de especies forestales tropicales donde la primavera y paulonia no toleraron el anegamiento y perecieron, el barrenador de tallo se manifestó principalmente en cedro, el bajo rendimiento de grano y esquilmo del sorgo y la alta proporción de semilla vana pueden atribuirse a este factor.

Con excepción del capomo, los otros arbustos forrajeros fueron menos afectados por el encharcamiento temporal en su establecimiento, con significativa diferencia en el rendimiento de biomasa por épocas. El guaje superó a guásima y cacahuananche. Las leguminosas frijolillo y mucuna no toleraron el anegamiento y se extinguieron. El pasto guinea fue afectado por la inundación, pero perduran lunares en asociación con árboles forrajeros.

LITERATURA CITADA

Aguirre J. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral.

Cuadro 2. Valores medios de producción de materia seca en árboles forrajeros implantados con forestales (lote mixto) en Puerta de Mangos, Nayarit.

Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Total anual
	----- ton/ha -----				
Guaje	3.602ab†	5.406a	3.610ab	2.523b	15.142a
Guásima	0.387b	1.111b	0.717b	0.187b	2.401b
Cacahuananche	0.497b	1.003b	0.536b	0.204b	1.910b

† Letras distintas en la misma columna indica diferencias significativas ($P<0,05$).

- Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México.
- Aguirre J., M.M.Espinosa y J.M. Ortega. 1993. Rendimiento de forraje verde y seco de variedades de sorgo bajo temporal en la región sur de Nayarit. Primera Jornada de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. México.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática). 2005. Censo Estatal Agropecuario. Tepic, Nayarit. México.
- Hernández A., M.A. Ascanio, M. Morales, J.I. Bojórquez, N.E. García y J.D. García. 2006. El Suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Universidad Autónoma de Nayarit. México.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Diagnóstico de la ganadería en Nayarit. Subdelegación de Agricultura y Ganadería. Estudio informativo. Nayarit, México.
- Valdivia R. 1993. VI Reunión Regional Científica y Técnica y Forestal y Agropecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuaria y Forestales y la Universidad Autónoma de Nayarit, México.