

PLANEACIÓN DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN LADERA EN HUATUSCO, VERACRUZ APLICANDO EL MÉTODO NEZAHUALCÓYOTL

L. Quinto¹; P. A. Martínez-Hernández¹;
L. Pimentel-Bribiesca²; D. A. Rodríguez-Trejo³

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos.
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México.
C. P. 56230. Correo-e: lquinto_29@yahoo.es

² Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia.
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

³ Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales.
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

RESUMEN

El estudio describe el diseño e implementación de un módulo silvopastoril en ladera aplicando el método Nezahualcóyotl para establecer el componente arbóreo compuesto por: *Swietenia macrophylla* King (caoba), *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. (roble) y *Cedrela odorata* L. (cedro rojo). El terreno se ubicó en la zona de Huatusco; en él se construyeron a nivel cinco bordos-zanjas, sobre los bordos se plantaron cada 4 m e intercalados, los árboles con dos meses de crecimiento en vivero. A cuatro meses de la plantación la supervivencia fue similar ($\alpha=0.05$) entre especies y superior a 80 %. El componente ganadero no se implementó en campo sólo se describió su diseño y planeación, este componente consistió de pradera de *Brachiaria brizantha* y bovinos a media ceba. Se describe el establecimiento de la pradera mediante cultivo de maíz en aparcería. Se identifican los principales rubros de egresos para el establecimiento del módulo silvopastoril aplicando el método Nezahualcóyotl estimando como costo \$ 44,347.00 por cada tercio de hectárea. Se concluyó que el método Nezahualcóyotl es una opción para el establecimiento del componente arbóreo de un sistema silvopastoril en terrenos con pendiente.

PALABRAS CLAVE: caoba, roble, cedro rojo, *Brachiaria brizantha*, curvas a nivel.

DESIGN OF A SILVO-PASTORAL SYSTEM IN HUATUSCO, VERACRUZ WITH THE APPLICATION OF THE NEZAHUALCOYOTL METHOD

SUMMARY

This study describes the design and field implementation of a silvopastoral system on a hillside using the Nezahualcóyotl method to establish the tree component made of: *Swietenia macrophylla* King (Big leaf mahogany, Brazilian mahogany), *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. (Rosy trumpet tree), *Cedrela odorata* L. (Spanish cedar, Mexican cedar). The field was in the region of Huatusco, on this field five leveled mounds-trenches were done and on the top of the mounds trees were planted every 4 m, trees were previously grown for two months in a nursery. After four months on the field survival rate was not different ($\alpha=0.05$) among species and higher than 80 %. Animal component of the system was not field implemented it was described and planned only, this component was made of a *Brachiaria brizantha* pasture and stocker cattle. Pasture establishment was design to be done along with growing maize with a share-cropper. Main costs for the establishment of a silvopastoral system using the Nezahualcóyotl method were identified and the estimated total was \$ 44,347.00 for each 1/3 of a ha. It was concluded that the Nezahualcóyotl method is an option in the establishment of the tree component of a silvopastoral system on hillsides.

KEY WORDS: mahogany, rosy trumpet, cedar, *Brachiaria brizantha*, leveled trenches.

INTRODUCCIÓN

El reto actual de la agricultura y sector primario es incrementar la producción, pero recurriendo a tecnologías comprometidas con el uso sostenible de los recursos naturales, a través de la conservación de los ecosistemas, respeto a la biodiversidad propia de cada lugar y mantener una alta fijación o captura de bióxido de carbono. Las zonas de ladera, caracterizadas por pendientes de leves a pronunciadas, son muy susceptibles al deterioro si se implementan tecnologías de producción que no procuren la protección y enriquecimiento del suelo y el mantenimiento de una vegetación de composición diversa (Cassel y Lal, 1992).

El suelo sustenta la producción vegetal por lo que su conservación es necesaria para que en los plazos mediano y largo se mantenga la productividad de los sistemas agropecuarios, entre ellos los pastoriles donde los animales ejercen un impacto directo sobre la cobertura vegetal mediante la cosecha y pisoteo del estrato vegetal componente principal en la conservación del suelo (Lal, 1990). Sin embargo, la meta final no es la conservación, del suelo sino que a través de esta conservación el productor rural obtenga un mayor beneficio económico para él y su familia (Hellin, 2006).

Huatusco es una región de México hacia el centro del estado de Veracruz, con alta precipitación y terrenos de pendientes suaves a marcadas donde la ganadería ha sido una opción de producción, pero a expensas de la devastación de la vegetación original de la región que es de bosque húmedo. La destrucción del bosque facilita la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, reduce la biodiversidad vegetal y animal por alteración de nichos y elimina cualquier posibilidad de que elementos del bosque puedan convertirse en una fuente de ingreso adicional a la ganadería.

Los sistemas silvopastoriles intentan un manejo holístico de los recursos naturales, al asociar en un mismo terreno y de forma planeada una vegetación herbácea para la alimentación del ganado, con vegetación arbustiva y arbórea que pueda proveer impactos positivos sobre el ambiente y satisfactores que generen un ingreso adicional para el productor rural: madera, leña, resinas, frutas, etc. (Musálem, 2001). Por tanto, el establecimiento de sistemas silvopastoriles pertinentes podría beneficiar a la ganadería pastoril de la región de Huatusco.

El método Nezahualcóyotl es un procedimiento propio para terrenos de ladera para diseñar la plantación de árboles de forma que puedan intercalarse superficies del terreno sobre las que puedan crecer otros cultivos. El principio fundamental del método Nezahualcóyotl es facilitar el aprovechamiento holístico de las laderas.

El objetivo del presente estudio es describir el diseño de un sistema silvopastoril en una ladera ubicada en la

región de Huatusco usando el método Nezahualcóyotl para definir la ubicación de las áreas forestal y ganadera.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el predio del Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado a 19° 10' N, 96° 57' W y altitud de 1,330 m, municipio de Huatusco, Veracruz se delimitó una superficie de 3,162.258 m² que presentaba una pendiente característica de la zona, y en esta superficie se aplicó el método Nezahualcóyotl en sus componentes de zanjas-bordos y plantación del componente arbóreo. Los componentes pastoril (pradera y ganado) y agrícola (cultivo de maíz) no se llevaron a campo, sólo se definió la estrategia para su posible implementación incluyendo en esto los costos estimados.

El componente arbóreo se conformó de caoba (*Swietenia macrophylla* King), cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) y roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) DC). En la elección de las especies se consideró el potencial de adaptación a la zona y el alto valor comercial de la madera de caoba y cedro rojo, mientras que la elección del roble incluyó su mayor tolerancia al gusano barrenador *Hypsipylla grandella* Zeller al que son muy susceptibles las dos primeras especies en la primeras etapas de crecimiento y desarrollo. Las plantas fueron crecidas en vivero establecido en Chapingo por dos meses antes del trasplante, que se realizó al final del verano (21 de septiembre) estación con mayor cantidad de lluvia.

Solamente al componente arbóreo se le determinaron variables en campo que fueron supervivencia y altura de planta a cuatro meses de la plantación. Supervivencia, expresada como porcentaje del número de árboles plantados por especie, fue la única variable sujeta a análisis estadístico mediante X² con $\alpha=0.05$ (Steel y Torrie, 1989). Altura determinada a través de una regla vertical graduada en centímetros, partiendo del cuello de la raíz hasta la yema apical, no fue sujeta a análisis estadístico por no ser de interés comparar el potencial de desarrollo inicial de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sitio experimental se limitó con una cerca perimetral con postes de madera de 10 a 15 cm de diámetro, 2.10 m de largo, separados cada 5 m y cuatro hilos de alambre de púas. La preparación del terreno se realizó de forma manual, eliminando la poca vegetación que vertical y horizontalmente, interfería con el trazo de las curvas a nivel (Figura 1) que también fue manual.

Una vez señaladas las curvas de nivel se construyeron cinco zanjas-bordos, las cuatro primeras (contando de la parte más alta a la más baja del sitio) a 7 m de separación



FIGURA 1. Vista del sitio experimental en el Centro Regional Universitario Oriente, UACH, Huatusco, Veracruz. a) – Julio, 2008); y b) Septiembre, 2008, con bordos a nivel. Fotos: Quinto. L.

y la quinta a 8 m; las longitudes fueron de 80.5 y 86.6 m, para las primeras cuatro y quinta, respectivamente. Las zanjas fueron de 50 cm de ancho y 1 m de profundidad con respecto del nivel del suelo de la pared más alta de la zanja.

Al centro y parte más alta de los bordos se cavaron manualmente las cepas cada 4 m con dimensiones de 15 x 15 x 20 cm (Figura 2) la primera cepa de cada bordo se hizo a 50 cm del inicio de cada bordo. La plantación se efectuó el 21 de septiembre (final del verano) en suelo con buen contenido de humedad. La plantación fue alternada: caoba, roble y cedro en cada bordo.

Al momento de plantar los árboles se hizo poda apical de raíz (1 a 1.5 cm), se enterraron hasta el cuello de la raíz, se apisonó suavemente la tierra con la que se tapó la cepa procurando que los árboles quedaran verticales; los árboles tenían dos meses de crecimiento en vivero, una altura promedio entre 4.6 a 5.7 cm (Cuadro 1) y mostraban un buen estado sanitario. En cada uno de los primeros cuatro bordos se plantaron 20 árboles y en el quinto 22.



FIGURA 2. Cepas al centro de los bordos a 4 m de separación. Centro Regional Universitario Oriente, UACH. Huatusco, Veracruz. Foto: Quinto L.

CUADRO 1. Altura a la plantación y número total de árboles plantados.

Especies	Altura (cm)	Número de árboles
<i>Swietenia macrophylla</i> King	5.7	30
<i>Tabebuia rósea</i> (Bertol) DC	4.6	46
<i>Cedrela odorata</i> L.	5.1	26
Total		102

La supervivencia fue alta y no fue diferente ($\alpha = 0.05$) entre especies (Cuadro 2) esta supervivencia alta en las tres especies puede ser reflejo de algunas ventajas del método Nezahualcóyotl, como son: la remoción completa de la tierra donde se plantan, la captación y retención del agua de lluvia, que originan un mejor aporte de humedad a las plantas (Sazón y Barber, 2003), reduciendo el riesgo de deshidratación de las mismas. Con base en la baja mortandad de árboles al momento de la evaluación, podría considerarse que la ubicación geográfica y altitud del terreno no fueron factores negativos a la supervivencia de los árboles.

En las tres especies de plantas se observó un incremento en la altura de la plantación a cuatro meses después, esto es indicativo de que no sólo sobrevivieron las plantas, sino que fueron capaces de mostrar un crecimiento en este período. Aun cuando la supervivencia inicial fue alta en las tres especies no debe descartarse a

CUADRO 2. Supervivencia y altura a cuatro meses de plantados los árboles.

Especie	Supervivencia (%)	Altura (cm)
<i>Swietenia macrophylla</i> King	93 a*	6.0
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC	91 a	5.5
<i>Cedrela odorata</i> L.	89 a	6.7

*Promedios seguidos de la misma letra, no son diferentes. X^2 a $\alpha=0.05$

futuro la reposición de árboles muertos, formación y mantenimiento de un cajete de 0.2 m de radio cuyo centro será el árbol para mantener un espacio libre de competencia con otras plantas espontáneas.

El componente ganadero consistirá del reemplazo del pasto inducido (*Paspalum* y *Axonopus* spp) por uno introducido que es pasto Señal (*Brachiaria brizantha*) mediante el uso del cultivo de maíz, manejo del pastoreo, tipo y manejo del ganado y manejo de la pradera.

El propósito de reemplazar al pasto nativo por Señal es obtener una pradera de mayor rendimiento y calidad, y se hará con la siembra de un ciclo de maíz. El maíz se sembrará manualmente en los espacios entre bordos consecutivos en el mes de mayo con labranza mínima en hileras a 1 m de separación y 1 m entre plantas. Cuando el maíz esté en su segundo aporcado oscilando entre los 60 y 80 cm de altura se sembrará manualmente el pasto Señal a chorrillo en líneas a 0.5 m de las hileras de maíz a una densidad de 10 kg de semilla pura germinable por a una profundidad de 1 a 2 cm. El maíz se sembrará en aparcería donde el aparcerero cubrirá totalmente el costo de establecimiento, cuidado y cosecha del maíz, además de la mano de obra para la siembra del pasto y su cuidado inicial; en retorno se quedará con los ingresos que genere el maíz.

El pastoreo será rotativo, para ello el área de pradera se dividirá en siete franjas de igual superficie para permitir un esquema de hasta 7/42: siete días de ocupación o estadia de los animales en cada franja y hasta 42 días de retiro o descanso. Sin embargo, el control diario del pastoreo no será calendárico sino con base en la altura inicial y final del pasto, ya que el crecimiento del mismo no es igual a lo largo del año. La entrada a una franja será cuando el pasto de la misma mida 50 a 60 cm de alto y el retiro de los animales cuando el pasto mida 7-10 cm de alto, para ejercer este control se tendrá una regla graduada con la que se medirá la altura del pasto. El tiempo de descanso considerando este criterio de altura para la entrada y retiro, se espera sea en primavera-verano de 30 y en otoño-invierno de 42 días.

Cuando la franja tenga animales se circundará con cerco eléctrico móvil conformado por hilo electroplástico lo que evitará daños a los árboles y que los animales accedan a otras franjas. El suministro de agua será mediante una red hidráulica con un tinaco como fuente de agua y tubería fija y movable para alimentar a un bebedero de cuchara que podrá moverse a la franja en pastoreo.

El objetivo del área ganadera es que con base en pastoreo se cumpla la fase de pre-engorda o media ceba, que consiste en llevar bovinos de 180-220 a 350 kg de peso

vivo en un tiempo de 7 a 10 meses con ganancias diarias de peso entre 450 a 600 g. El tipo de ganado será el común de la zona que es bovino cebuino con encaste de alguna raza europea.

Considerando un rendimiento anual de forraje de 12 t de materia seca por hectárea, un peso vivo promedio por animal de 285 kg, con un consumo diario de forraje equivalente al 3 % de este peso implicando 8.55 y 3,120 kg de forraje en base seca por día y año, respectivamente, la carga animal es 1,140 kg de peso vivo por hectárea. Cuando un animal se acerque al peso de 350 kg será vendido y reemplazado por otro con el peso de inicio de la fase de pre-engorda (180-220 kg) y así, sucesivamente. La superficie de pradera del sitio experimental es 2,754 m² por lo que la carga animal será de 314 kg de peso vivo.

Al entrar al módulo los animales recibirán una aplicación única vía subcutánea de bacterina de 10 entradas contra clostridiasis y pasterelosis y vermífugo de amplio espectro. Constantemente recibirán sal mineralizada con elementos traza a razón de 25 g·animal⁻¹·día⁻¹.

Con el control del pastoreo y de la carga animal se espera reducir al mínimo cualquier otro tipo de insumos para el mantenimiento de la pradera. Sin embargo, el nivel de nitrógeno en suelo siempre será limitante al máximo desempeño de la gramínea por lo que a partir del segundo año de aprovechamiento deberá programarse una fertilización anual de 100 kg de N·ha⁻¹ distribuida en cinco aplicaciones cada una de 20 kg de N·ha⁻¹; las aplicaciones serán en los meses de julio a noviembre colocando el fertilizante inmediatamente después de retirados los animales. El fertilizante a usar será la urea (46 % de nitrógeno). La demanda anual de urea para el área de pradera (2,754 m²) será de 60 kg aplicando 12 kg en cada momento.

Los conceptos y montos de egresos se presentan en el Cuadro 3. La magnitud de los insumos identificados en dicho cuadro es considerando una superficie de un tercio de hectarea y precios a marzo de 2009. El egreso total proyectado es de \$ 44,347.01, esta cantidad no considera el egreso por mano de obra para el cuidado de árboles y animales.

CONCLUSIONES

En esta contribución se describieron las actividades de campo y de planeación para establecer los componentes arbóreo y ganadero de un módulo silvopastoril en ladera bajo condiciones geográficas de la zona de Huatusco, Veracruz, aplicando el método Nezahualcóyotl, para el establecimiento del componente arbóreo.

CUADRO 3. Conceptos y montos de egresos a precios de marzo de 2009 para establecer un módulo silvopastoril de 1/3 de ha aplicando el método Nezahualcōyotl.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Total (\$)
Preparación del terreno				
Chapeo	Jornal	2	110.00	220.00
Trazo de curvas				
Cinta métrica (50 m)	Pieza	2	163.00	326.00
Construcción de curvas	Jornal	30	110.00	3,300.00
Pala	Pieza	14	107.83	1,509.62
Pico	Pieza	6	140.87	845.22
Azadón	Pieza	7	184.00	1,288.00
Machete	Pieza	2	59.00	118.00
Barreta	Pieza	1	220.70	220.70
Estadale aluminio de 5 m	Pieza	1	575.00	575.00
Clinómetro y brújula Suunto	Pieza	1	4,250.00	4,250.00
Plantación: Caoba, Roble y Cedro Rojo				
Adquisición de plantas de Caoba-Roble-Cedro rojo	Planta	104	5.00	520.00
Transporte y distribución de plantas	Viaje	1	450.00	450.00
Apertura de cepas y plantación árboles	Jornal	5	110.00	550.00
Establecimiento pradera				
Semillas de <i>Brachiaria brizantha</i>	kg	4	140.00	560.00
Siembra del pasto: Es gratis la mano de obra por el aparcerario				
Urea	kg	73	14.00	2,038.00
Hato				
Adquisición de animal	kg	200	20.00	4,000.00
Transporte de animales	kg	200	5.00	1,000.00
Bacterina de 10 entradas	ml	2	11.40	22.80
Vermífugo de amplio espectro 500 ml	ml	4	183.96	735.84
Minerales macro 5 kg	kg	1	38.60	38.60
Minerales micro (25+5 kg)	kg	1	65.60	65.60
Sal común	kg	150	4.70	705.00
Cercado				
Postes de madera	Pieza	140	6.00	840.00
Alambre púas 34 kg	Rollo	14	761.74	10,664.36
Grapas p/ alambre de púas	kg	3	35.65	106.95
Pinzas	Pieza	1	97.00	97.00
Hilo electroplástico 250 m	Rollo	1	40.62	40.62
Energizador	Pieza	1	4,500.00	4,500.00
Postes plásticos	Pieza	18	65.00	1,170.00
Batería de carro	Unidad	1	960.00	960.00
Tirado del cerco perimetral	Jornal	3	110.00	330.00
Materiales para el abastecimiento de agua				
Tinaco de 450 litros	Pieza	1	674.00	674.00
Manguera de jardín ¾"	m	70	15.00	1,050.00
Llave de paso ¾"	Pieza	1	51.00	51.00
Espiga ¾"	Pieza	1	24.00	24.00
Bebederio cuchara	Pieza	1	500.00	500.00
Total				\$44,347.01

LITERATURA CITADA

- CASSEL, D. K.; LAL, R. 1992. Soil physical properties of the tropics: common beliefs and management restrains. *In* LAL, R.; SÁNCHEZ, P. A. (eds): Myths and science of soils in the tropics. Soil Science Society of America. Special Publication 29. Madison, Wisconsin, EUA. pp 61-89.
- HELLIN, J. 2006. Better land husbandry. Science Publishers, Enfield, NH, EUA. 315 pp
- LAL, R. 1990. Soil erosion in the tropics: principles and management. McGraw-Hill, Nueva York, EUA. 457 pp.
- MUSÁLEM, S M A. 2001. Sistemas Agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural para el trópico mexicano Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. p. 95.
- SAZÓN, T. F.; BARBER R. 2003. Optimizing soil moisture for plant production. Soils Bulletin 79, FAO, UN. Roma, Italia.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. 1989. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, Nueva York, EUA. 481 pp.