

Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica¹

Juan C. Camargo², Muhammad Ibrahim³,
Eduardo Somarriba⁴, Bryan Finegan⁵, Dean Current⁶

Palabras clave: análisis multivariado, calidad, daños, dinámica poblacional, estados de desarrollo, laurel (*Cordia alliodora*) modelos de regresión, mortalidad.

Ecological and socio-economic factors influencing laurel (*Cordia alliodora*) natural regeneration in silvopastoral systems in the humid and sub-humid tropics of Costa Rica.

RESUMEN

Se estudiaron las condiciones ecológicas y socioeconómicas que influyen en la regeneración natural del laurel (*Cordia alliodora*) en potreros de dos zonas ecológicas de Costa Rica. Se cuantificó la población de *C. alliodora* en los estados de plántulas, brinzales, latizales y fustales. Se obtuvieron cuatro conglomerados con diferentes patrones de regeneración natural; las variables que más contribuyeron a separar los conglomerados fueron las características edáficas, la dependencia económica de la finca y su manejo, el uso anterior a las pasturas y las prácticas para establecerlas. El 43% de los brinzales presentó daños; este fue el estado de regeneración más susceptible y el que presentó mayor mortalidad. Las condiciones ambientales, las especies de la pastura y el hábito de crecimiento afectaron la dinámica poblacional del laurel en la fase temprana de establecimiento; su comportamiento mejoró cuando las condiciones de estrés hídrico fueron menos severas.

ABSTRACT

The ecological and socio-economic conditions influencing natural regeneration of laurel (*Cordia alliodora*) in pastures in two ecological zones of Costa Rica were studied. *C. alliodora* populations in seedling, sapling, young tree and mature tree stages were quantified. Four clusters with different natural regeneration patterns were obtained. The variables that contributed the most to separate the clusters were their edaphic characteristics, type of farm economic dependency and management, previous use of the pastures and the practices carried out in order to establish them. Forty-three percent of the saplings presented damage, showing the sapling stage to be the most susceptible stage of regeneration and the one with the highest mortality rate. Environmental conditions together with pasture species and their growth habit affected laurel population dynamics during the early establishment stage; its performance was better under less severe condition of hydric stress.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, los sistemas ganaderos tradicionales enfrentan serios problemas por la baja en los precios de sus productos, la disminución del rendimiento y la degradación del entorno (Pomareda *et al.* 1997). En este contexto, los árboles maderables resultan una

alternativa importante en la recuperación de áreas degradadas y la diversificación de las fincas ganaderas en zonas donde la producción de madera tiene mayor importancia por su valor comercial (Howard 1995).

¹ Basado en Camargo, JC 1999 Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y sub-húmedo de Costa Rica Tesis M. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. ² M. Sc. Agroforestería Tropical, Docente Investigador, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. E-mail: jupipe@utp.edu.co ³ Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2595. Fax 556-1576. Email: mibrahim@catie.ac.cr ⁴ Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2593. Fax 556-1576. Email: esomarri@catie.ac.cr ⁵ Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2615. Fax 556-7730. Email: bfinegan@catie.ac.cr ⁶ Consultor Socioeconomía

El laurel (*Cordia alliodora*) está presente en muchas de las fincas ganaderas del país, como parte de sistemas silvopastoriles. Su regeneración natural dentro de los potreros es común en la zona húmeda de Guápiles (Kampen 1996) y en la sub-húmeda de Esparza (Viera y Barrios 1997) y resulta facilitada por la alta producción y la fácil dispersión de las semillas (Greaves y McCarter 1990, Boshier y Lamp 1997).

El objetivo de la investigación fue estudiar los factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *C. alliodora* en sistemas silvopastoriles.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Costa Rica, en 30 sitios de la zona húmeda de Guápiles (4000 mm de precipitación promedio anual, temperatura media de 25 °C y suelos ácidos de topografía plana) y 30 sitios de la zona sub-húmeda de Esparza (2000 mm de precipitación promedio anual, temperatura media de 27 °C, suelos neutros y pendiente media). Para escoger los sitios se tuvo en cuenta la presencia de árboles adultos de laurel con un área de influencia de 100 m de radio, que hubiera ganadería activa y la anuencia del productor (muestreo aleatorio dirigido). En cada sitio se estableció una parcela temporal y, mediante un muestreo con diseño anidado, se cuantificó la población de laurel en cuatro estados de desarrollo: plántulas (0.1 m < altura ≤ 0.3 m), brinzales (0.3 m < altura ≤ 1.5 m), latizales (>1.5 m altura y < 5 cm dap) y fustales (dap>5 cm). También se recolectó información sobre suelos, pendiente y vegetación asociada. El nivel de vida, la dinámica del uso de la tierra y el manejo actual y pasado de la finca se midieron a través de una encuesta aplicada a los productores.

Se realizó un análisis de componentes principales y con las variables de mayor peso, se ajustaron modelos de regresión múltiple para cada uno de los estados de desarrollo del laurel. Con las variables utilizadas en los modelos, se realizó un análisis de conglomerados para agrupar los sitios según características similares y mediante análisis canónico discriminante, se determinaron las variables de mayor peso en la separación de los conglomerados.

En los árboles en los estados de latizales y fustales, se identificaron daños por ramoneo, corte de tallo (quemaduras por fuego y herbicidas), enfermedades, plagas, mortalidad y calidad según la forma. Para estas variables se hicieron comparaciones entre zonas y pruebas de dependencia de las características de los sitios. También se estudió la dinámica poblacional en la fase tem-

prana de establecimiento de los árboles, mediante la evaluación de la germinación de semillas y la mortalidad de las plántulas en un ciclo de ochenta días después de la siembra - por dispersión - de las semillas de laurel, dentro de *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa* en Esparza y de *Cynodon nlemfuensis* e *Ischaemum ciliare* en Guápiles. Se usó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar y cinco repeticiones. En cada pastura se aplicaron dos tratamientos de manejo eliminando (chapea) o no (sin chapea) la cobertura del pasto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Regeneración natural y factores ecológicos y socioeconómicos que la afectan. La abundancia de árboles jóvenes fue mayor en Esparza (Cuadro 1), debido, posiblemente, a una estrategia de adaptación de la especie a condiciones más severas. También se asocia con periodos más largos de floración bajo estas condiciones (Boshier 1992), que podrían conducir a una mayor producción de semillas. Los estados más adultos tienden a ser mayores en Guápiles, y hay relación con los usos anteriores de la tierra en tacotales y agricultura.

Cuadro 1. Densidad media (árboles ha⁻¹) de regeneración natural del laurel en Guápiles y Esparza, Costa Rica.

Estado de desarrollo	Zona de estudio				p
	Guápiles		Esparza		
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Plántulas	1120	223	5873	8766	0.0005*
Brinzales	502	712	711	147	0.326ns
Latizales	192	278	107	142	0.539ns
Fustales	280	216	84	108	0.0001*

* diferencias estadísticamente significativas; ns: diferencias no significativas

Los modelos de regresión lograron explicar el 58% ($r^2=0.58$) de la variabilidad para la cantidad de plántulas, el 77% ($r^2=0.77$) para los brinzales, el 65% ($r^2=0.65$) para los latizales y el 65% ($r^2=0.65$) para los fustales. Todos involucraron variables edáficas, de vegetación asociada, de manejo de las pasturas y de uso anterior de la tierra. La tendencia mostró mayor peso de los factores edáficos en los primeros estados de desarrollo y del manejo y el uso anterior de la tierra en los estados de desarrollo posteriores. Del análisis de conglomerados se obtuvieron cuatro grupos de sitios con diferentes patrones de regeneración natural (dos en cada zona); el análisis canónico discriminante mostró que las variables que contribuyeron más a separar los conglomerados fueron las características edáficas (CAN1), la depen-

dencia económica de la finca y su manejo (CAN2), el uso anterior de la tierra y las prácticas para establecer ese uso (CAN3) (Figura 1).

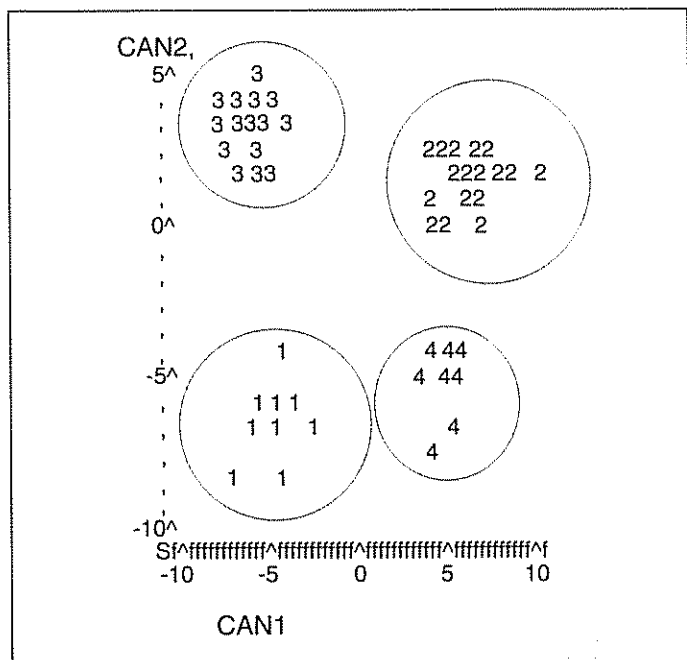


Figura 1. Relación entre los conglomerados o grupos de sitios con respecto a las variables canónicas 1 y 2 en Guápiles y Esparza, Costa Rica. (Hay 11 observaciones ocultas. Los números representan los conglomerados: 1 y 3 en Guápiles y 2 y 4 en Esparza)

En el conglomerado 1 la población promedio de plántulas, brinzales y latizales fue baja y la de fustales, alta. Los suelos mostraron baja fertilidad química pero buenas condiciones físicas. Los productores no dependen económicamente de la finca, tuvieron agricultura antes de las pasturas, tienen ingresos bajos y restricciones para incluir árboles en la finca. El conglomerado 2 mostró un promedio alto de plántulas y brinzales, pero bajo de latizales y fustales. Predominaron las pendientes fuertes y los suelos fértiles pero físicamente limitados. Los productores dependen económicamente de la finca, poseen ingresos medios, la mayoría ha realizado quemas y en los últimos cinco años sólo han tenido pastos. El conglom-

merado 3 tiene una población media de plántulas y brinzales y alta de latizales y fustales. La pendiente es ligera; los suelos tienen una fertilidad moderada y buenas propiedades físicas. La mayoría de los productores depende económicamente de la finca y tiene ingresos altos; gran parte de ellos tuvo tacotales y agricultura antes de las pasturas. El conglomerado 4 mostró un promedio alto de plántulas y brinzales y medio de latizales y fustales. Los suelos son fértiles pero físicamente limitados y con pendientes fuertes. Los productores no dependen económicamente de la finca y poseen ingresos bajos; la mayoría arrienda los potreros; las pasturas tienen períodos de abandono y durante los últimos cinco años han estado dedicadas a uso agrícola y tacotales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Regeneración natural del laurel (árboles ha⁻¹) de acuerdo al estado de desarrollo de los árboles y la agrupación en conglomerados.

Estado de los árboles	Conglomerados			
	1	2	3	4
Plántulas	460b*	5600 ^a	1600b	6800 ^a
Brinzales	134a	746 ^a	547a	597 ^a
Latizales	51a	77 ^a	265b	199b
Fustales	240b	69c	297a	127b

* Valores con la misma letra en una fila no difieren estadísticamente (p=0.05)

Daños, mortalidad y calidad de los árboles de laurel de regeneración natural. Se encontró un 43% de los brinzales con daños; éste fue el estado de la regeneración más susceptible; los fustales fueron los menos afectados (13% de daño). La mortalidad también fue más alta en los brinzales. La evaluación de calidad mostró los árboles con mejor forma en Guápiles que en Esparza, lo que concuerda con el número de árboles sin daños (Cuadro 3). Para el total de plántulas, brinzales y latizales dañados, el tipo de daño más frecuente fue el tallo cortado (93.5, 73.5 y 81%, respectivamente) y en fustales, el ataque de parásitas (97%).

Los daños por tallo cortado se relacionaron con el con-

Cuadro 3. Población total (árboles ha⁻¹), daño y mortalidad (%) registrados en la regeneración natural del laurel en Guápiles y Esparza, Costa Rica.

Estado de desarrollo	Población total			Población con daños (%)			Mortalidad (%)		
	Guápiles	Esparza	Total	Guápiles	Esparza	Total	Guápiles	Esparza	Total
Plántulas	168	248	416	26*	12.5*	18	0sa	0.8sa	0.5
Brinzales	303	429	732	50*	39*	43	1*	3*	2.2
Latizales	261	145	406	18ns	22ns	19.5	0sa	1.5sa	0.5
Fustales	594	179	773	16*	3.4*	13	0.7*	4.5*	1.5

* = diferencias significativas entre zonas (p<0.05) ns = no significativas sa = valor de 0 en una zona, no análisis estadístico



Las condiciones ambientales junto con la pastura y su hábito de crecimiento afectaron la dinámica del laurel en la fase temprana de establecimiento su comportamiento fue mejor cuando hubo un menor estrés hídrico.

El control manual de malezas y el ramoneo, con la presencia de ganado y disminuyeron cuando aumentó la población de fustales. Para los fustales, los problemas por parásitos fueron más importantes en condiciones húmedas y en ausencia de prácticas silviculturales. En general, los daños variaron de acuerdo con el estado de desarrollo, pero los brinzales fueron los más susceptibles. El ramoneo fue importante en brinzales y latizales y se incrementó con mayor carga animal; los suelos degradados y las condiciones húmedas aumentaron los daños en fustales.

Dinámica poblacional en la fase temprana de establecimiento del laurel. La dinámica poblacional mostró que, en Guápiles, la germinación fue más alta dentro de *C. nlemfuensis* con chapias (59 vs. 11%) y la mortalidad fue mayor cuando no se chapeó (30 vs. 69%). Dentro de *I. ciliare*, hubo más germinación cuando no se hizo chapia (24 vs. 50%), pero la mortalidad fue más alta (85 vs. 42%). En Esparza, cuando no se hizo chapia en *B. decumbens*, hubo mayor germinación (28 vs. 21%) y menor mortalidad (55 vs. 63%). Dentro de *H. rufa*, la germinación fue más alta cuando no se eliminó la cobertura (8 vs. 6%), pero la mortalidad fue mayor con el mismo tratamiento (83 vs. 76%). En general, el balance entre germinación y mortalidad muestra mejores resultados para la zona húmeda en el tratamiento con chapia y para la zona sub-húmeda con el tratamiento sin chapia (Figura 2). El uso de estiércol líquido como repelen-

LITERATURA CITADA

- Boshier, D. 1992. A study of the reproductive biology of *Cordia alliodora* (R and P) Oken. Thesis Ph.D. Oxford, England. Linacre College 150 p.
- Boshier, A.; Lamp, T. 1997. *Cordia alliodora* genética y mejoramiento de árboles. Oxford Forestry Institute University of Oxford. Tropical Forestry Papers.
- Greaves, A.; McCarter, P. 1990. *Cordia alliodora*. A promising tree for tropical agroforestry. Tropical Forestry Papers no 22 37 p.
- Howard, A. 1995. Price trends for stumpage and selected agricultural products in Costa Rica. Forest Ecology and Management 26: 101-110
- Kampen, P. 1996. Trees in grassland The influence of the trees on grass

production within sylvopastoral systems of the Atlantic zone of Costa Rica. Proyecto REPOSA (CATIE, MAG Wageningen University) Field report no. 149. 33 p.

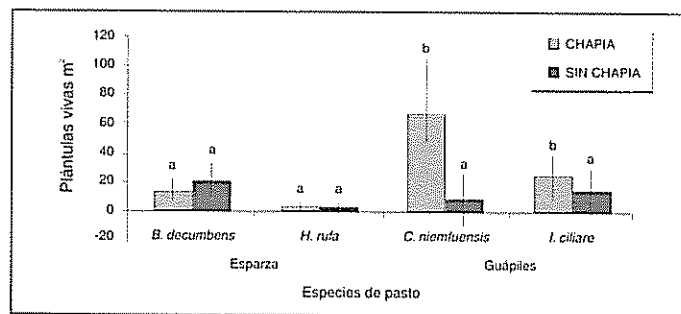


Figura 2. Densidad promedio de plántulas vivas (plantas m⁻²) al final del ciclo de 80 días, para las cuatro pasturas y dos formas de manejo, en Guápiles y Esparza, Costa Rica. (Las líneas verticales representan la desviación estándar; letras diferentes dentro de tipos de pasturas, indican diferencias significativas (P<0.05).

CONCLUSIONES

Las características edáficas y la vegetación asociada son los factores biofísicos más relevantes en la regeneración natural del laurel dentro de potreros. Las variables socioeconómicas tienen más peso que las biofísicas; las que muestran mayor relevancia son las prácticas de combate de malezas y el uso del suelo anterior a la pastura, que son las que justifican la decisión del productor de dejar árboles en su finca. En Guápiles y Esparza hubo patrones de regeneración natural diferentes, influenciados por las características de la zona.

Los daños variaron de acuerdo con el estado de desarrollo de los árboles; los brinzales fueron los más susceptibles. Las condiciones de alta humedad y ausencia de manejo silvicultural beneficiaron los daños en fustales. La calidad de los árboles fue mejor en la zona de Guápiles, debido al uso de prácticas de manejo silvicultural, como podas y raleos.

Las condiciones ambientales, junto con la pastura y su hábito de crecimiento, afectaron la dinámica del laurel en la fase temprana de establecimiento; su comportamiento fue mejor cuando las condiciones de estrés hídrico fueron menos severas.

- production within sylvopastoral systems of the Atlantic zone of Costa Rica. Proyecto REPOSA (CATIE, MAG Wageningen University) Field report no. 149. 33 p.
- Pomareda, C.; Pérez, E.; Ganoza, V.; Matamoros, M.; Javier, O. 1997. La ganadería e industrias afines en Honduras: desafíos y propuestas para su modernización. 75 p.
- Viera, C.; Barrios, C. 1997. Exploración sumaria de la producción de maderas en potreros de la zona ganadera de Esparza: especies, manejo y dinámica del componente maderable. Curso Manejo Forestal II. CATIE, Turrialba, CR. 34 p.