Agronomía Costarricense 22(1): 7-17. 1998

REGENERACION NATURAL DE ESPECIES NATIVAS LATIFOLIADAS Y DE CIPRES *(Cupressus lusitanica)* BAJO UNA PLANTACION DE CIPRES EN SAN JOSE DE LA MONTAÑA, COSTA RICA[1]

Adelaida Chaverri[2]/ Nancy Zamora**, Vinicio Aguilar***, Javier Gutiérrez*****

RESUMEN

Se estudió durante el período 1991-1995 la regeneración natural bajo una plantación de ciprés de más de 50 años de edad, localizada en San José de la Montaña, provincia de Heredia, Costa Rica. Se establecieron 12 parcelas permanentes de muestreo, de 100 m^2 cada una, en las cuales se determinó el nombre científico de todos los individuos, su altura y el diámetro a la altura de pecho de aquellos de mayor tamaño. Además, se determinó la cobertura sobre cada una de las parcelas, por medio de un densiómetro. Para el año 1996, el sotobosque de la plantación de ciprés presentó unas 47 especies pertenecientes a unas 30 familias botánicas, con un total de unos 19000 individuos/ha. Si hubiese efecto alelopático, éste parece no tener un fuerte impacto sobre las especies colonizadoras del sotobosque. Las especies leñosas más frecuentes en el sotobosque de la plantación en el último año de estudio fueron, en orden descendente: *Rapanea, Citharexylum donnell-smithii, Cupressus lusitanica y Viburnum costaricanum;* y las especies con mayor diámetro, en orden descendente: *Cupressus lusitanica, Cornus disciflora, Oreopanax* sp., *Styrax argenteus* y *Trichilia havanensis.* Las especies maderables que colonizaron el sotobosque de la plantación fueron:

ABSTRACT

Natural regeneration of broadleaved native species and cypress *(Cupressus lusitanica)* in the understory of a cypress plantation in San José de la Montaña. Heredia, Costa Rica. Natural regeneration of native species under a *Cupressus lusitanica* plantation was studied during the period 1991-96 in San José de la Montaña. Heredia, Costa Rica. Twelve 100 m^2 plots were established and the species, height and diameter at breast height of woody seedlings and saplings were recorded. Canopy cover of each plot was established by means of a densiometer. By 1996 the understory vegetation consisted of 47 species in 30 families, with a total of 19 000 individuals/ha. There seemed to be little alellopathic effect of *Cupressus* leaves on the understory vegetation. During 1996 the most frequent woody species were, in descending order: *Rapanea, Citharexylum donnell-smithii, Cupressus lusitanica and Viburnum costaricanum;* and the species with larger diameter were, in descending order: *Cupressus lusitanica, Cornus disciflora, Oreopanax* sp., *Styrax argenteus and Trichilia havanensis.* Timber species that colonized the understory were: *Cupressus lusitanica, Cornus disciflora, Alnus acuminata,* species in the Lauraceae family and *Cedrela tonduzii.*

1/ Recibido para publicación el 12 de noviembre de 1997.

2/ Autora para correspondencia.

* Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

** Unidad de Comercialización, CCF-CINDE, Costa Rica.

*** Proyecto AMISCONDE, Costa Rica.

**** Programa Socioambiental y de Desarrollo Forestal, Managua, Nicaragua.

Cupressus lusitanica, Cornus disciflora, Alnus acuminata, varias lauráceas y *Cedrela tonduzii.* Varias especies del sotobosque, como *Citharexylum donnell-smithii, Viburnum costaricanum, Prunus cornifolia, Trichilia havanensis,* lauráceas y araliáceas, juegan un papel importante como fuente de alimento de especies faunísticas, lo cual probablemente aumenta la diversidad biológica de la plantación. No se encontró relación entre el número de especies o de individuos y el grado de cobertura del dosel.

Species, such as *Citharexylum donnell-smithii, Viburnum costaricanum, Prunus cornifolia, Trichilia havanensis,* and several in the Lauraceae and Araliaceae families, play an important role in the food web of local wildlife, thus probably increasing the overall biodiversity of the plantation. No correlation between the number of species or the number of individuals and the canopy cover was found.

INTRODUCCION

Es una idea muy popular que las plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) "esterilizan el suelo". Con esto se entiende que debajo de las plantaciones de ciprés el suelo es poco fértil y que existe una cantidad mínima de plantas y plántulas. Algunos estudios han demostrado que esta idea popular es parcialmente correcta. Lines y Fournier (1979) descubrieron que las hojas de ciprés producen alelopatía en relación a la germinación de 3 especies de hierbas, pero no de su propia especie, y que el efecto de estas sustancias desaparece después de 10 días, a nivel de laboratorio. Los autores suponen que lo mismo sucede en el suelo, pasados algunos días. Lisanework y Michelsen (1993) encontraron que los extractos de hoja del ciprés y de varias especies de eucalipto reducen el porcentaje de germinación y el crecimiento de la radícula de 3 cosechas agrícolas, pero que el ciprés es el de menor potencial alelopático de las 4 especies forestales investigadas. Evenari (1949, citado por Lines y Fournier 1979) argumenta que las sustancias alelopáticas necesitan de la luz como catalizador. Por el contrario, el agua elimina el efecto inhibidor del crecimiento encontrado en las sustancias alelopáticas del ciprés (Lines y Fournier 1979), sin embargo no lo elimina en todas las plantas que presentan sustancias alelopáticas (Gliessman 1976, 1978). Por otra parte, la mayor cantidad de organismos que descomponen los compuestos orgánicos son aeróbicos; en condiciones anaeróbicas, los organismos tienen más dificultad para descomponer sustancias o no lo hacen (Rietveld 1979).

Observaciones de campo de los autores del presente artículo han dejado entrever que la luz es también un factor determinante en la cantidad y diversidad del sotobosque de una plantación de ciprés, a pesar del efecto alelopático que sus hojas puedan causar. Plantaciones maduras de ciprés, cuyas copas no permiten la entrada de luz directa, presentan por lo general un sotobosque con predominancia de hojarasca compuesta por acículas (o partes de ellas) de la conífera, una baja diversidad de especies y una escasa biomasa de plantas vasculares; en algunos casos, presencia de suelo desnudo. En plantaciones de menor densidad y que permiten la entrada de luz al suelo, se observa un sotobosque diverso y mayor cantidad de biomasa de plantas.

El objetivo de este trabajo es el de estudiar las características del sotobosque que se desarrolla bajo una plantación de ciprés (cipresal) de más de 50 años de edad. Se planteó determinar la composición florística del sotobosque, las especies forestales maderables que colonizan el sotobosque y la relación entre las especies y el grado de cobertura del dosel (indicador indirecto de la cantidad de luz que penetra a la plantación).

MATERIALES Y METODOS

El sitio de estudio, conocido como "El Cerro", se ubica en la finca La Esmeralda, en San José de la Montaña, provincia de Heredia, Costa Rica, a una altitud de 2010 m, en la zona de vida del bosque muy húmedo montano bajo. La precipitación media anual registrada en la zona es de 2920 mm y la temperatura media anual, de 15°C. Los suelos son Inceptisoles y Espodosoles, de textura franco-arenosa, buen drenaje, con profundidad efectiva adecuada, pedregosidad nula y contenido de materia orgánica, entre 6-8% (Alfaro 1983). El pH del suelo varía entre 5.2 y 5.7; las concentraciones de potasio, calcio y magnesio se consideran bajas, al igual que la capacidad de intercambio catiónico (Segura 1993). El sitio de la plantación es de relieve plano.

Las parcelas utilizadas para este estudio fueron establecidas en 1991. Se trazó una línea base con rumbo este-oeste, a partir de la cual se ubicaron 4 líneas imaginarias cada 40 m con rumbo norte-sur; sobre éstas y utilizando un diseño sistemático, se establecieron 12 parcelas permanentes de muestreo con una separación entre ellas de 20 m.

Las parcelas son de forma circular con un área de 100 m^2 (0.01 ha). Cada individuo fue identificado según su familia botánica y su nombre científico. En cada parcela se midió la altura de todos los individuos mayores a 0.5 m de altura (mediciones de 1991 y 1992) y mayores a 1 m (mediciones de 1996) y el diámetro a 1.30 m sobre el nivel del suelo *(d)* de los individuos de mayor tamaño, a los cuales se les podía determinar el *d.* Las mediciones fueron realizadas en 1991, en 1992 (sólo para las especies maderables comerciables) y en 1996. Además, en 1996 se estimó la cobertura del dosel sobre cada parcela, utilizando un densiómetro, para lo cual se efectuaron 4 mediciones por parcela y se obtuvo un promedio. Se efectuaron 2 análisis de correlación entre: los valores de cobertura y el número de especies; y los valores de correlación y el número de individuos. La frecuencia absoluta fue determinada como la razón entre el número de parcelas donde se encontró la especie determinada y el número total de parcelas. También se calculó el coeficiente de mezcla de Lamprecht (número de individuos/número de especies).

La plantación, con un área basal entre 65 y 80 m^2/ha (S. Jiménez, 1997. Comunicación personal), no había sido raleada, excepto en sus primeros años. Como práctica silvicultural, se cortó cuidadosamente cada año, las hierbas del sotobosque, dejando las especies maderables y las que ofrecieran alimento para la fauna. Las mediciones del sotobosque se efectuaron con anterioridad a estas limpias anuales, de tal manera, que se evaluaron también todas las hierbas que crecieron durante 12 meses de cada año.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los 5 años de estudio, se observaron en el sotobosque del cipresal unas 47 especies (en 30 familias botánicas) de plántulas de árboles y arbustos. En 1996, el coeficiente de mezcla de Lamprecht se calculó en 0.02, cifra que comparada con la diversidad de especies leñosas de un bosque tropical, representa poca diversidad. Sin embargo, el coeficiente es comparable con otros coeficientes del sotobosque en bosques maduros intervenidos (coeficiente de mezcla de 0.08 en 6 parcelas de 4 m^2) dentro de la misma finca (Cerdas et al. 1997) o en el bosque secundario del Río de la Hoja (coeficiente de 0.02) en la misma región. Posiblemente la biodiversidad hubiera sido algo mayor de no haberse efectuado las limpias anuales.

Entre las especies que colonizaron el cipresal se encuentran algunas especies forestales comerciales nativas, tales como *Cornus disciflora* (lloró), *Cedrela tonduzii* (cedro), *Alnus acuminata* (jaúl) y varias lauráceas (iras y quizarrás), como también especies que producen frutos apetecidos por la avifauna de la zona, tales como *Mauria heterophylla, Prunus cornifolia, Rapanea* sp., *Cytharexylum donell-smithii, Trichilia havanensis* y *Cornus disciflora.* En el año 1991 la especie predominante en número y frecuencia en la regeneración natural fue el ciprés (Cuadro 1). Muy inferior en números le siguió *Rapanea, Cytharexylum donell-smithii,* y *Cornus disciflora.* En el año 1992 el ciprés siguió ocupando el

primer lugar en número de individuos y en frecuencia. Muy por debajo, se sitúan *Alnus acuminata* y *C. disciflora.* En 1996, la especie predominante en número fue *Rapanea,* seguida por *C. donell-smithii.* El ciprés ocupó un tercer lugar. También fueron importantes *Viburnum costaricanum,* los grupos de solanáceas y piperáceas y *Oreopanax.* En cuanto a la frecuencia, en el año 1996, 4 especies ocuparon una frecuencia absoluta del 100%, a saber, *C. donnell-smithii, Rapanea, Trichilia* y *V. costaricanum.* También presentaron una frecuencia alta (en orden decreciente): *C. disciflora,* el grupo de solanáceas, el ciprés, *Oreopanax, Eugenia, Styrax argenteus, Fuchsia arborescens* y el grupo de piperáceas.

El ciprés es la especie que presentó mayor número de individuos y mayor frecuencia relativa en 1991 y 1992. Sin embargo, en 1996 el número de individuos disminuyó en casi un 50% (Figura 1), aunque la frecuencia fue similar. Estos resultados demuestran que el ciprés se ve afectado por la cantidad de luz disponible, (siendo una especie heliófita), y por la competencia por luz, espacio, nutrimentos y otros, por parte de otros individuos cercanos. En 1996 las especies con mayor frecuencia relativa y con mayor número de individuos fueron aquellas que ofrecen frutos apetecidos por la avifauna (Cuadro 1 y Figura 2). La existencia de esta flora asegura la presencia de agentes bióticos, como los dispersores de semillas, lo que a la vez implica la continuación de colonización de las mismas o nuevas especies de la flora que colonizan el sotobosque de la plantación. En las cercanías de esta plantación existen pequeños bosquetes y árboles individuales, potenciales fuentes semilleras, que pueden esparcir sus semillas en el área a su alrededor, con la colaboración de los agentes bióticos.

En cuanto a la distribución de alturas de las especies comerciales (Cuadro 2), el ciprés mostró la mayor altura durante el período 1991-1996, llegando a presentar hasta 20 m en el último año. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el primer año de medición (1991) ya existían algunos individuos provenientes de la regeneración natural, bajo la plantación.

Dejando de lado al ciprés, las especies que mostraron individuos más altos (de 2 m en adelante) fueron (Cuadro 2): *Viburnum costaricanum, Cornus disciflora, Cedrela tonduzii, Fucshia*

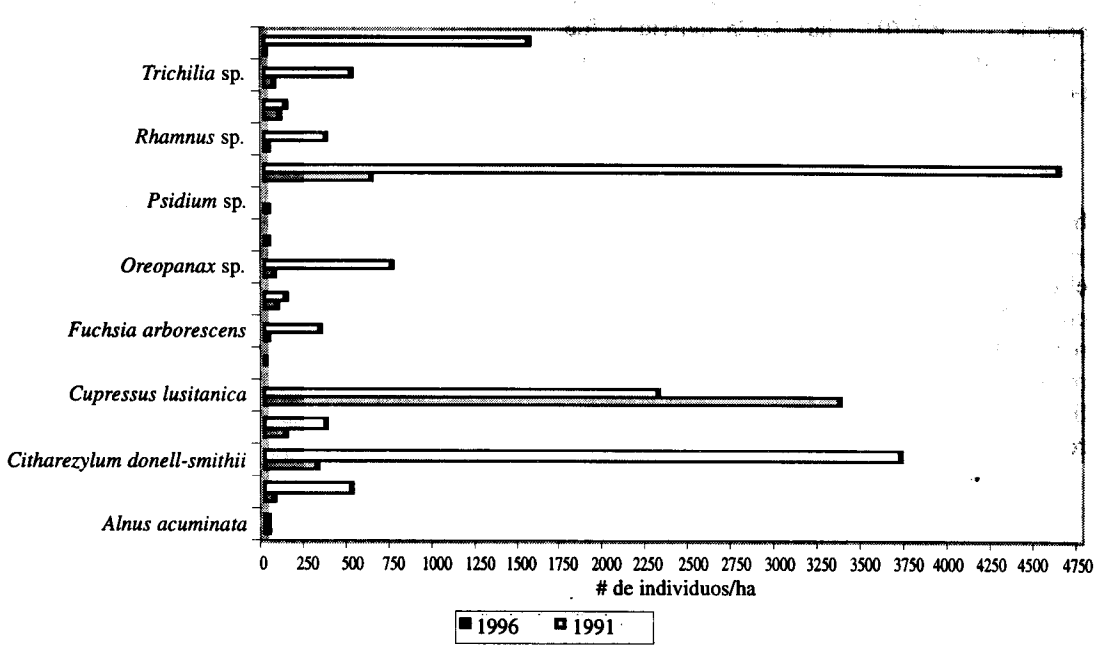

Fig. 1. Especies y número de individuos que en 1991 y 1996 regeneraron bajo la plantación de ciprés en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
SINI
SISTEMA UNIFICADO DE INFORMACION INSTITUCIONAL

Cuadro 3. Número de individuos y frecuencia de las especies que regeneran bajo la plantación de ciprés en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica.

Año	Especie	Parcelas												Total	Frecuencias	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ind.	abs	rel
1991	*Cupressus lusitanica*	20	46	7	47	44		71	74	19	48	33	12	421	0.92	15.57
	Rapanea	10	2	4	2	16		1	18	10	3	7		73	0.83	14.04
	Citharexylum donnell-smithii	10	2	4	1	1	1		10	1	1		2	33	0.83	14.04
	Oreopanax sp.	1		1	3	1		1	1	1		2		11	0.67	11.34
	Cornus disciflora	1	1	1				4	4	4	2			17	0.58	9.81
	Styrax argentus			2	1	3		2	4	1	1			14	0.58	9.81
	Trichilia sp.					1	1	1				1		4	0.33	5.58
	Cedrela tonduzii			3		1							1	5	0.25	4.23
	Mauria heterophylla					2						3		5	0.17	2.88
	Alnus acuminata											1	1	2	0.17	2.88
	Psidium sp.	1		1										2	0.17	2.88
	Rhamnus sp.	1										1		2	0.17	2.88
	Fuchsia arborescens			2										2	0.08	1.35
	Prunus sp.			2										2	0.08	1.35
	Viburnum costaricanum		1											1	0.08	1.35
	Total	44	52	27	54	69	2	80	111	36	55	48	16	594	5.91	100
1992	*Cupressus lusitanica*	10	62		90	48		98	113	30	47	28	15	541	0.83	33.07
	Alnus acuminata	1	6	1	6	7		12	32	17		3		85	0.75	29.88
	Cornus disciflora				4			4	6	3	1			18	0.42	16.73
	Cedrela tonduzii					1			1					2	0.17	6.77
	Ficus sp.				1			1						2	0.17	6.77
	Persea caerulea								1	1				2	0.17	6.77
	Total	11	68	1	101	56	0	115	153	51	48	31	15	650	2.51	100
1996	*Rapanea*	2	21	8	149	71	9	88	63	62	15	61	4	553	1.00	6.00
	Citharexylum donnell-smithii	20	50	32	50	23	20	48	61	50	40	30	19	443	1.00	6.00
	Viburnum costaricanum	2	1	3	39	24	4	50	29	14	10	5	4	185	1.00	6.00
	Trichilia sp.	2	5	5	4	7	5	3	4	4	3	4	9	55	1.00	6.00
	Solanaceae	2	16	39	1	26		5	31	37	2	10	8	177	0.92	5.52
	Cornus disciflora	1		1	8	3	1	6	3	8	5	2	2	40	0.92	5.52
	Cupressus lusitanica	16	36		48	18		40	51	13	23	19	9	273	0.83	4.98
	Oreopanax sp.		4	3	26	3		21	3	3	9	6	8	86	0.83	4.98
	Eugenia sp.	2			2	6	2	1	1	1	5	4		24	0.75	4.50
	Styrax argenteus	1		1	1	3	1	4	6	1	1			19	0.75	4.50
	Piperaceae	16	15	50		22			10	6		2	6	127	0.67	4.02
	Fuchsia arborescens			8		4	4	1	7	6		1	5	36	0.67	4.02
	Mauria heterophylla			1	8	4		2	6	1		1	5	28	0.67	4.02
	Rubiaceae		11	2	1	6		7	10	1				38	0.58	3.48
	Tournefortia sp.					17		1	5			3	1	27	0.42	2.52
	Lauraceae			1	2	2	2	1						8	0.42	2.52
	Crossopetalum tonduzii			1	2			1	1				1	6	0.42	2.52
	Melastomataceae	1	1		1		1	2						6	0.42	2.52
	Rhamnus sp.		5		13	8		14						40	0.33	1.98
	Araliaceae				2			7	2				1	12	0.33	1.98
	Zanthoxylum limoncello			15	1								1	17	0.25	1.50
	Prunus cornifolia			12									1	13	0.17	1.02
	Psychotria			4						6				10	0.17	1.02
	Lepianthes umbellata					4				5				9	0.17	1.02
	Betulaceae					3	3							6	0.17	1.02
	Viburnum venustrum			2									3	5	0.17	1.02
	Rhamnus capraefolia			1									3	4	0.17	1.02

Continúa...

Continuación Cuadro 1

Año	Especie	Parcelas												Total	Frecuencias	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ind.	abs	rel
1996	*Hamelia patens*		1					2						3	0.17	1.02
	Cestrum			1									1	2	0.17	1.02
	Sapium			1		1								2	0.17	1.02
	Peperomia hernandifolia				10									10	0.08	0.48
	Chamadorea	3												3	0.08	0.48
	Alnus acuminata			2										2	0.08	0.48
	Bignoniaceae		2											2	0.08	0.48
	Daphnopsis sp.						2							2	0.08	0.48
	Clusia							1						1	0.08	0.48
	Ficus sp.							1						1	0.08	0.48
	Ilex sp.					1								1	0.08	0.48
	Juglans					1								1	0.08	0.48
	Myrsinaceae		1											1	0.08	0.48
	Phoebe hammeliana						1							1	0.08	0.48
	Symplocus sp.							1						1	0.08	0.48
	Total	68	169	193	368	257	55	307	293	218	113	148	91	2280	16.67	100

abs = absoluta; rel = relativa

arborescens, Oreopanax y *Styrax argenteus* en el año 1991; y *Alnus acuminata, C. tonduzii* y *C. disciflora* en el año 1992. En 1996, *A. acuminata, Mauria heterophylla, C. disciflora, Cytharexylum donell-smithii, Eugenia, F. arborescens,* el grupo de lauráceas, *Oreopanax, Rapanea, Rhamnus, S. argenteus, Trichilia havanensis y Viburnum venustum* mostraron individuos con más de 2 m de alto. Destaca *C. disciflora,* con individuos de más de 7 m. Se encontró, además, un individuo de la especie exótica *Juglans,* de semilla proveniente de plantaciones cercanas.

En relación al diámetro *d* (Cuadro 3), en 1996 el ciprés mostró las mayores dimensiones ($d < 31$ cm). Le siguieron *Alnus acuminata* ($d < 12$ cm) y *Cornus disciflora* ($d < 8$ cm). Por medio del densiómetro, la cobertura del dosel se estimó en valores que variaron desde 54% hasta 73% (Cuadro 4), lo cual representa un dosel bastante "abierto" para una plantación. No se encontró correlación positiva o negativa entre la cobertura y el número de especies o de individuos.

Uno de los aspectos que vale la pena destacar en este trabajo es la diversidad de especies, incluyendo especies maderables, no maderables y el mismo ciprés, a pesar de las sustancias alelopáticas que se filtran de las acículas de esta conífera. También se destaca el hecho que las especies continúan creciendo durante el período del estudio, mostrando a simple vista, poco o ningún efecto alelopático de parte del ciprés. Probablemente su efecto desaparece después de un tiempo o debido a la lluvia, según ha sido explicado por Lines y Fournier (1979).

Se ha informado acerca de una situación similar en el Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico, donde se comparó la estructura y dinámica de pequeñas plantaciones (sin manejo) de *P. caribaea,* de 4 y 18.5 años de edad, y de *Swietenia macrophylla,* de 17 y 49 años de edad, con bosques secundarios de edades similares, que crecían adyacentes, bajo condiciones edáficas y climáticas similares (Lugo 1992). Aunque las plantaciones presentaron un número menor de especies en el sotobosque que los correspondientes bosques secundarios, el sotobosque de las plantaciones de mayor edad mostró una riqueza alta de especies, incluyendo especies nativas. Después de 17 años, las especies nativas invadieron el dosel de las plantaciones; después de 50 años, la riqueza de especies en el sotobosque de la plantación de caoba era similar a la del sotobosque del bosque secundario correspondiente en edad.

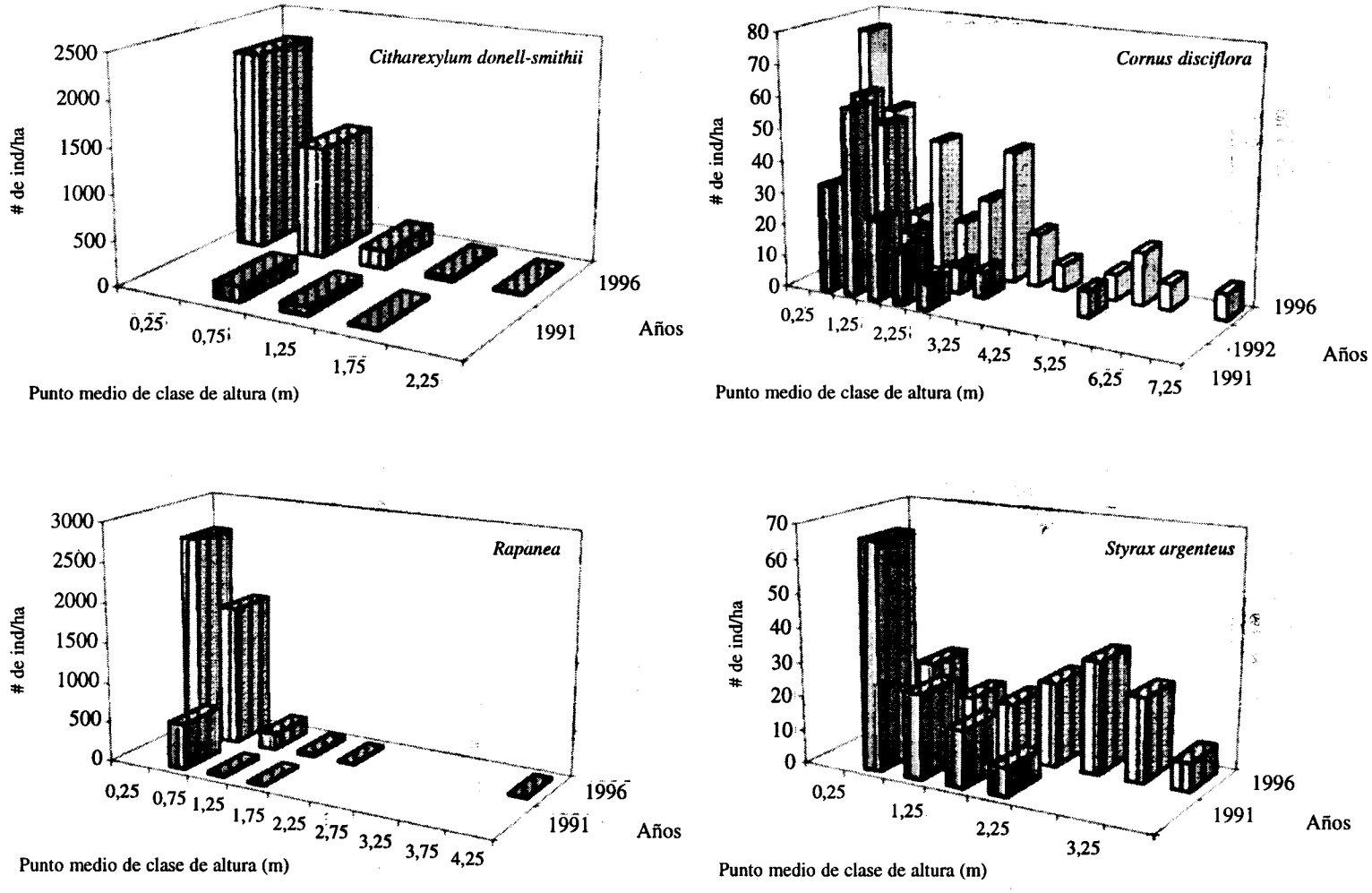

Fig. 2. Clases de altura para cuatro especies cuyos frutos son apetecidos por la fauna silvestre, en la plantación de ciprés en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica durante diferentes años.

Cuadro 2. Número de individuos por clases de altura para las especies que regeneran bajo la plantación de ciprés en San José de la Montaña, Herdia, Costa Rica.

Año	Especie	Clases de alturas																			Total
	de	0.01-	1.00-	2.00-	3.00-	4.00-	5.00-	6.00-	7.00-	8.00-	9.00-	10.00-	11.00-	12.00-	13.00-	14.00-	15.00-	16.00-	18.00-	19.00-	
	a	0.99	1.99	2.99	3.99	4.99	5.99	6.99	7.99	8.99	9.99	10.99	11.99	12.99	13.99	14.99	15.99	16.99	18.99	19.99	ind.
1991	*Alnus acuminata*	2																			2
	Cedrela tonduzii	4		1																	5
	Citharexylum donnell-smithii	20	13																		33
	Cornus disciflora	4	10	3																	17
	Cupressus lusitanica	165	114	54	33	32	4	9	1	1		6	2								421
	Rapanea	68	5																		73
	Fuchia arborescens	1		1																	2
	Mauria heterophylla	5																			5
	Oreopanax sp.	8	2	1																	11
	Prunus sp.	1	1																		2
	Psidium sp.	1	1																		2
	Rhamnus sp.	2																			2
	Styrax argenteus	8	5	1																	14
	Trichilia sp.	3			1																4
	Viburnum costaricanum	1																			1
	Total	293	151	61	34	32	4	9	1	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	594
1992	*Alnus acuminata*	67	15	2	1																85
	Cedrela tonduzii	1				1															2
	Cornus disciflora	7	8	1	1		1														18
	Cupressus lusitanica	215	144	81	33	24	20	5	9	8		2									541
	Ficus sp.	1	1																		2
	Persea caerulea	2																			2
	Total	293	168	84	35	25	21	5	9	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	650
1996	*Alnus acuminata*		1			1															2
	Araliaceae	12																			12
	Betulaceae	3	3																		6
	Bignonaceae	2																			2
	Cestrum	1	1																		2
	Chamadorea	3																			3
	Citharexylum donnell-smithii	412	30	1																	443
	Clusia	1																			1
	Cornus disciflora	15	7	5	7	1	3	1	1												40
	Crossopetalum tonduzii	5	1																		6
	Cupressus lusitanica	42	2	14	45	34	31	23	18	16	12	9	8	8	1	1	2	3	1	3	273
	Daphnopsis sp.		2																		2
	Eugenia sp.	22	1	1																	24
	Ficus sp.	1																			1
	Fuchsia arborescens	17	14	5																	36
	Hamelia patens	3																			3
	Ilex sp.	1																			1
	Juglans					1															1
	Lauraceae	4	3		1																8
	Lepianthes umbellata	7	2																		9
	Mauria heterophylla	23	4		1																28
	Melastomataceae	5	1																		6
	Myrsinaceae	1																			1
	Oreopanax sp.	66	13	5		1	1														86
	Peperomia hernandifolia	10																			10
	Phoebe hammeliana		1																		1

Continúa...

Continuación Cuadro 2

Año	Especie	Clases de alturas de a	0.01-0.99	1.00-1.99	2.00-2.99	3.00-3.99	4.00-4.99	5.00-5.99	6.00-6.99	7.00-7.99	8.00-8.99	9.00-9.99	10.00-10.99	11.00-11.99	12.00-12.99	13.00-13.99	14.00-14.99	15.00-15.99	16.00-16.99	18.00-18.99	19.00-19.99	Total ind.
	Piperaceae		77	50																		127
	Prunus cornifolia		10	3																		13
	Psychotria		10																			10
	Rapanea		522	29	1		1															553
	Rhamnus capraefolia		1	1	2																	4
	Rhamnus sp.		39	1																		40
	Rubiaceae		37	1																		38
	Sapium		2																			2
	Solanaceae		147	30																		177
	Styrax argenteus		4	4	7	4																19
	Symplocus sp.		1																			1
	Tournefortia sp.		26	1																		27
	Trichilia sp.		43	5	2	1	4															55
	Viburnum costaricanum		166	19																		185
	Viburnum venustrum		2	2	1																	5
	Zanthoxylum limoncello		13	4																		17
	Total		1756	236	44	59	43	35	24	19	16	12	9	8	8	1	1	2	3	1	3	2280

Cuadro 3. Distribución diamétrica de los individuos que regeneran bajo la plantación de ciprés en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica.

Año	Especie	Clases diamétricas de a	0.1-1.9	2.0-3.9	4.0-5.9	6.0-7.9	8.0-9.9	10.0-11.9	12.0-13.9	14.0-15.9	16.0-17.9	18.0-19.9	20.0-21.9	23.0-24.9	29.0-30.9	Total ind/ha
1991	*Cupressus lusitanica*				67	92	67									226
1992	*Cupressus lusitanica*				33	33	8									74
1996	*Alnus acuminata*							8								8
	Cornus disciflora		42	67	17	8										134
	Cupressus lusitanica		200	567	425	258	283	150	150	92	25	58	8	25	8	2249
	Eugenia sp.			8												8
	Fuchsia arborescens			8												8
	Juglans						8									8
	Lauraceae				8											8
	Mauria heterophylla			8												8
	Oreopanax sp.		8	50	17											75
	Rapanea		17													17
	Rhamnus capreifolia			8												8
	Styrax argenteus		33	42												75
	Trichilia sp.			25	33											58
	Total		300	783	500	266	291	158	150	92	25	58	8	25	8	2664

Cuadro 4. Correlación entre el porcentaje de cobertura y el número de especies e individuos que regeneran bajo una plantación de cirprés en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica. 1996.

No. de parcela	Valor de cobertura (densiómetro)	Cobertura (%)	Número de especies	Número de individuos
1	1.21	70	12	68
2	1.28	68	14	169
3	1.85	54	22	193
4	1.07	73	19	368
5	1.2	70	22	257
6	1.12	72	13	55
7	1.71	57	23	307
8	1.43	64	17	293
9	1.19	70	16	218
10	1.26	68	10	113
11	1.29	68	13	148
12	1.48	63	19	91
		R^2	-0.5687	-0.1452

En San José de la Montaña, además del ciprés, una especie nativa maderable comerciable que coloniza el sotobosque y sobresale por su alta regeneración, es *Cornus disciflora* (lloró). Entre noviembre y febrero, produce grandes cantidades de frutos (Chaverri et al. 1995). A pesar de que en condiciones de vivero, sus semillas presentan un porcentaje de germinación muy bajo, alrededor de un 7% (Chaverri et al. 1995), en condiciones naturales (presencia de humus, alta luminosidad y alta humedad) y bajo la plantación de ciprés del presente estudio, regenera muy bien. Además, la semilla del lloró puede permanecer viable por varios meses en el suelo (Observación personal autor principal).

En fajas de enriquecimiento dentro del bosque a unos 2200 m de altitud en esta misma localidad, el lloró presentó una excelente regeneración natural. Se determinó un máximo de densidad de 1003 individuos/ha; y una abundancia relativa, de 58.7%, 31.3%, 50.8%, respectivamente, en cada una de las 3 fajas de enriquecimiento estudiadas (Wiede 1993). El lloró se desarrolla adecuadamente con alta iluminación o aprovechando la luz proveniente de aperturas en el dosel, como en este caso de fajas dentro del bosque. Es probable que las aperturas dentro del cipresal sean lo suficientemente grandes como para asegurar el crecimiento del lloró, pero a la vez, lo suficientemente pequeñas como para evitar demasiada ramificación, como ha sido informado por Torres et al. (1992).

Se destaca el lloró en este estudio, por ser una especie nativa comerciable para madera, a la cual hasta la fecha se le ha dado poca importancia económica. Su madera es de fácil preservación y trabajabilidad y se le ha utilizado para construcción, muebles y cajas (Torres et al. 1992). El crecimiento observable en esta zona para el lloró, con un incremento corriente anual (ICA) en diámetro de 1010 cm/año y un ICA en altura de 1330 m/año, es algo comparable al crecimiento del jaúl en esta misma zona, de 0.767 cm/año ICA en diámetro y 1844 m/año ICA en altura (Chaverri et al. 1997).

Otras especies maderables y comerciables en el sotobosque, el jaúl, el cedro y algunas lauráceas (iras y quizarrás), no se adaptaron tan bien a las condiciones del cipresal. El cedro y el jaúl tendieron a desaparecer después de unos años; éste último, especie heliófita, posiblemente debido a la poca cantidad de luz que recibía.

No hubo una correlación entre el porcentaje de cobertura del dosel y el número de individuos o de especies por parcela. Esto parece indicar que la colonización de especies debajo del cipresal está regido por otros factores, además de la cantidad de luz que entra al sotobosque y la cantidad y concentración de sustancias alelopáticas que caen al suelo, en un momento dado. La permanencia en el suelo de sustancias alelopáticas varía con el tiempo y de un lugar a otro en la plantación. También es de esperar que la estructura del dosel varíe con el tiempo: el crecimiento y el inherente movimiento por búsqueda de mayor cantidad de luz por parte de las ramas es un proceso dinámico. Otros posibles factores que afectan la colonización son: la dispersión de semillas por medios naturales, la cercanía y diversidad de las fuentes de semillas, las características químicas y físicas de los suelos y las prácticas silviculturales que se efectúen en la plantación (por ejemplo, "chapeas" selectivas).

Otro aspecto para considerar es el suelo del sitio. En general, un sotobosque de vegetación diversa y con especies latifoliadas, tiende a formar un suelo orgánico de mejores condiciones químicas y físicas que el que se forma bajo una plantación de coníferas, carente de sotobosque.

Las plantaciones de coníferas con un sotobosque diverso y de mayor biomasa reciclan la materia orgánica más rápidamente que las mismas plantaciones con sotobosques poco densos y menos diversos. En este caso, el pH, con valores entre 5.2 y 5.7 (Segura 1993) y las concentraciones bajas de cationes forman parte del medio edáfico de distribución del ciprés, como también de las especies que regeneraron bajo la plantación.

Cabe rescatar en este trabajo un punto adicional: la factibilidad de favorecer especies forestales maderables nativas bajo un cipresal maduro y poder contar con una regeneración avanzada de ciprés y de latifoliadas nativas en el momento del aprovechamiento de la plantación. Esto es especialmente factible, si se efectúan raleos que permitan la entrada de una adecuada cantidad de luz, para favorecer las especies nativas del sotobosque que se escojan como deseables (Chaverri et al. 1997).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional en Heredia, Costa Rica (Programa ECOMA) por el financiamiento parcial de esta investigación, a Jorge Steinvorth y a Sergio Jiménez, por llamarnos la atención sobre la regeneración de especies nativas bajo esta plantación, una de las más antiguas del país; de nuevo, a Sergio Jiménez, por valiosos comentarios al documento; también a Jorge Steinvorth por facilitar su finca para el estudio; a Luis Jorge Poveda, por la determinación de las plantas desconocidas para nosotros; a Rónald Cascante, Yolanda Vargas y a Javier Sanabria, por su colaboración en la toma de datos en una gira por persona del año 1996.

LITERATURA CITADA

ALFARO, M. 1983. Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitanica* (Mill.) en el Valle Central, Costa Rica. Tesis Lic. Ciencias Forestales. Escuela Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia. 112 p.

CERDAS, M.A.; Barrantes, L.; Piedra, V. 1997. Comparación de la regeneración natural existente dentro de un bosque mixto, con la presente en una plantación de *Cupressus* sp. Informe. Curso Ecología forestal. Universidad Nacional, Heredia. 15 p.

CHAVERRI, A., Zamora, N.; Zúñiga, E. 1995. Ensayo de germinación del lloró (*Cornus disciflora* D.C.) en San José de la Montaña, Costa Rica. Memorias. Simposio Internacional sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. 16-20 octubre 1995; Managua, Nicaragua. CATIE, Turrialba. p. 179-186.

CHAVERRI, A.; Zúñiga, E.; Fuentes, A. 1997. Crecimiento inicial de una plantación mixta de *Quercus, Cornus, Alnus* y *Cupressus* en Costa Rica. Revista de Biología Tropical 45(2):777-784.

GLIESSMAN, S.R. 1976. Allelopathy in a broad spectrum of environments as illustrated by bracken. Bot. J. Linn. Soc. 73: 96-105.

GLIESSMAN, S.R. 1978. Allelopathy as a potential mechanism of dominance in the humid tropics. Tropical Ecology 19(2):200-208.

LINES M.; Fournier, O. 1979. Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. sobre la germinación de algunas hierbas. Rev. Biol. Trop. 27(2):223-229.

LISANEWORK, N.; Michelsen, A. 1993. Allelopathy in agroforestry systems: the effects of leaf extracts of *Cupressus lusitanica* and three *Eucalyptus* spp. on four Ethiopian crops. Agroforestry Systems 21:63-74.

LUGO, A. 1992. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. Ecological Monographs 62(1):1-41.

RIETVELD, W.J. 1979. Ecological implications of allelopathy in forestry. *In* Proceedings. Regenerating oaks in upland hardwood forests. Ed. by H.A. Holt and B.C. Fischer. Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University. p. 91-112.

SEGURA Madrigal, M.A. 1993. Influencia de los factores edáficos en el crecimiento de *Cupressus lusitanica* Mill. En la finca La Esmeralda, San José de la Montaña, Heredia. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica. 46 p.

TORRES, G.; ArnAez, E.; Moreira I.; Rojas, F. 1992. Especies forestales tropicales. 2. Lloró. Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 8 p.

WIEDE. E. 1993. Tree-growth in enrichment strips in a tropical moist premontane forest in Costa Rica. Programa ECOMA, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica; Department of Tropical Forestry, International Agricultural College of Larenstein, Velp, Holland. 31 p.