

PN-ABJ-888

74563

ISA-NOTA TÉCNICA No. 25

COMPOSICION, ESTRUCTURA Y ESTRATIFICACION
DE UN BOSQUE SECO SUB-TROPICAL
EN MAO, VALVERDE, REPUBLICA DOMINICANA

MARK POWELL
JOSÉ MERCEDES

1986

PROGRAMA DE DESARROLLO DE MADERA COMO COMBUSTIBLE

Ejecutado por el Instituto Superior de Agricultura como encargo de la Comisión Nacional de Política Energética (COENER) y apoyado por la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)

- 1'

COMPOSICION, ESTRUCTURA Y ESTRATIFICACION
DE UN BOSQUE SECO SUB-TROPICAL
EN MAO, VALVERDE, REPUBLICA DOMINICANA

Mark Powell
José Mercedes

RESUMEN

Este reporte presenta un estudio de transectos en el bosque seco subtropical de la Finca Forestal en Mao, Valverde, República Dominicana. Se encontraron 71 especies, catorce de las cuales se clasificaron como "desconocidas". La media de número de especies por transecto era de 32. Las especies más frecuentes eran baitoa, Phyllostylon brasiliensis (24.0 por ciento), "cayuco", un cactus leñoso y recto (8.3%), quina, Exostema caribaeum (7.6%), y Guaiacum officinale (6.6%).

La composición, estructura y condiciones del rodal sirven como base para la identificación de tres estratos del bosque. Los grados de intervención por el hombre y el ganado, la topografía y los distintos suelos, también parecen diferenciar el bosque en distintas poblaciones. Un alto grado de intervención parece causar una proliferación de fustes pequeños y especies espinosas, una composición poco compleja y una estructura forestal baja y "abierta". Considerando los suelos y la topografía, se encontró que en las cimas de las lomas y sitios de suelos xéricos, las condiciones se acercan a las del bosque intervenido, con la vegetación achaparrada y espinosa. En las depresiones y sitios húmedos, la vegetación es más compleja con una estructura más desarrollada, con más árboles grandes y mayor variedad de especies.

Considerando el área muestreada, hay una media de 2,848 árboles por hectárea (95% intervalo de confianza 2,624-3,070) y una media de 4,475 fustes por ha (95% I C 4,133-4,816). Hay aproximadamente 38.8 fustes por ha con diámetros (dap) mayor o igual a los 15 cm.

ABSTRACT

This report presents a study of transects in the subtropical dry forest of the experimental forest of ISA in Mao, Valverde, Dominican Republic. Seventy-one species were encountered, fourteen of which were listed as 'unknown'. The average number of species per transect was 32. The most frequent species were baitoa, Phyllostylon brasiliensis (24.0%), a woody cactus, Lemaireocereus hystri (8.3%), quina, Exostema caribaeum (7.6%) and Guaiacum officinale (6.6%).

The composition, structure and stand conditions serve as a basis for the identification of three strata of the forest. The amount of intervention by men and livestock, the topography and the different soils seem to differentiate the forest into these different populations. A high degree of intervention

seems to cause a proliferation of small often multiple trunks and spiny species, a simplified composition, and a forest structure that is low and open. Considering soils and topography, it was found that on the ridges and other sites with xeric soils, the conditions were similar to those where the intervention had been high, with the vegetation small and spiny. In low areas and humid sites, the vegetation is more complex, with greater variety of species, a more developed structure, and containing more large trees.

Based on the sampled area, there was a general average of 2,848 trees per hectare (95% confidence interval 2,624-3,070) and an average of 4,475 stems per ha (95% CI 4,133-4,816). There are approximately 388 stems per ha with diameters (DBH) equal to or greater than 15 cm.

INTRODUCCION

Este estudio se realizó como parte del Programa de Desarrollo de Madera como Combustible', trabajo de investigación entre diversas organizaciones de la República Dominicana y los Estados Unidos de América. La Finca Forestal Experimental en Mao, Valverde, propiedad del Instituto Superior de Agricultura, de 900 hectáreas, donde se realiza la mayoría de los estudios sobre bosque nativo, está cubierta con vegetación clasificada como Bosque Seco Subtropical, según el sistema de Zonas de Vida (4).

Antes de este estudio no había una información clara acerca de la presencia, cantidad y distribución de las especies arbóreas en el área de estudio. Se utilizaron transectos para tratar de limitar las variaciones en las poblaciones presentes. El estudio se inició como un prerequisite para el desarrollo e implementación de un plan de manejo del área y para facilitar la planificación de investigaciones futuras sobre silvicultura y rendimiento del bosque nativo.

El estudio de transectos se limitó a identificar y enumerar las especies arbóreas que componen el bosque, a fin de identificar, en términos generales, la variación de composición de especies en distintas partes de la finca. Se focalizó en los fustes de 2.5 cm o más de diámetro, midiendo solamente los de 15 cm o más. Los estudios más detallados de volúmenes, sotobosque y otros, están programados para seguir este estudio inicial.

REVISION DE LITERATURA

Delimitación de los Bosques Secos en República Dominicana

Hartshorn, et al (3) estiman que para la época precolombiana los bosques secos (con índice de evapotranspiración potencial de 1.0) representaban el segundo tipo de bosque, con 10,963 km² del país, para el año 1973, esto había bajado hasta 3,382 km². Otros autores calcularon 9,905 km² utilizando diferente metodología y criterios (5).

Un estudio de una parcela de 0.85 ha dentro de la Finca de Mao en 1982 (8), altamente intervenida por el hombre, reveló gran abundancia de cambrón (Prosopis juliflora) y la ausencia de candelón (Acacia scleroxyla). Se calculó que habían 7.51 toneladas métricas de madera por ha (peso seco), basado en un volumen de 9.39 m³/ha y 0.8 t/m³. En la muestra, las especies importantes fueron guatapanal (23.8%), cambrón (16.1%), aroma (14.9%), sangretoro (9.6%), cinazo (6.6%), baitoa (6.6%), frijol (4.3%), brucón (2.6%) y otras (15.5%).

El Bosque Seco en Puerto Rico

El Instituto Forestal Tropical de Puerto Rico realizó estudios en la reserva forestal de Guánica, Puerto Rico, con biotemperatura promedio de 25.8°C, precipitación en septiembre y octubre. Difiere con el bosque de Mao en la localización costera de Guánica, los afloramientos calcáreos, los suelos poco profundos y la protección de Guánica durante unos 40 años. Hay en Guánica un área basal de 4.2 m²/ha (basado en árboles con dap de 5.0 cm o más) en el bosque espinoso decíduo, 8.0 m²/ha en bosque decíduo, 10.7 m²/ha para una plantación de caoba (6). El bosque contiene pocas especies que no son comunes al bosque de Mao.

Existe una gran profusión de pequeños fustes con 12,173 tallos por ha en unas muestras en Guánica, de los cuales el 81 por ciento son de diámetros a la altura del pecho (dap) de 2.5 a 5.0 cm.

Un 57 por ciento de los fustes proviene de la rebrotación. La biomasa seca es de 44.9 t/ha y la recirculación del follaje del dosel tarda 1.1 años (7).

Potencial del Bosque Seco en la República Dominicana

Jennings y Ferreiras (5) estimaron que el bosque tipo Mao" puede tener una tasa de crecimiento anual de 5.0 m³/ha y de 5.32 t/ha. Estos números no están basados en inventarios, sino en entrevistas con moradores y trabajadores del bosque, el cual lo deja como algo discutible (12). Carlos Chardon (2), en un reporte al presidente R. Trujillo en 1937, afirmó que los bosques secos de Monte Cristi, Azua y Barahona permitían su explotación comercial para la exportación de la caoba (Swietenia mahogani), baitoa (Phyllostylon brasiliensis), bayahonda (Caesalpinia coriaria), cambrón (Acacia lutea), campeche (Haematoxylon campechianum), guayacán (Guaiacum officinale), vera (Guaiacum Sanctum) y candelón (Colubrina perriginea), las especies más explotadas. Chardon (2) citó la escasez de caoba, guayacán y vera en el bosque espinoso debido a su explotación y previó la disminución en abundancia de especies nativas y que éstas desaparecerían.

Información ambiental del área de estudio

La Finca Forestal Experimental de Mao se ubica en las afueras de la ciudad de Mao (71° 4'0" - 19° 35'N), en el margen del Valle Cibao Occidental. Es semi-árido, con lluvia orográfica siendo ésta la causa primaria de las condiciones xéricas existentes. El promedio de precipitación es 740 mm por año. Lluve

irregularmente, más en marzo-junio y septiembre-diciembre (Figura 1) que es cuando hay 'exceso' de 100 mm por mes, en comparación con la evaporación potencial (13)

La temperatura media anual se estima en 27 °C Sin embargo, al utilizar la ecuación para calcular la biotemperatura de Holdridge (4), en la cual no se consideran temperaturas fuera del rango de 0-30 grados, se obtiene un valor de 21 °C. El promedio anual de evapotranspiración potencial es 1,243.4 mm por año, lo cual rinde un déficit anual de humedad de 503 mm y un coeficiente de evapotranspiración potencial de 1.7*.

La formación geológica del valle es de origen marino. La elevación del área de estudio es de 78 a 175 msnm. Los suelos son depósitos aluviales derivados de piedras calizas y son altamente susceptibles a la erosión. Los suelos tienen reacciones básicas, con valores de pH de 7.8 y 8.4 (8). La capacidad de retención de agua del campo se calculó con un valor de 13.96 por ciento usando la ecuación de Brady (1) Este valor es bajo La finca experimental tiene una variedad de sitios desde suelos profundos y terrenos planos hasta áreas alomadas y suelos poco profundos (3)

El área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida que Holdridge (4) clasifica como Bosque Seco Sub-tropical, que se define con rango de altitud de 0-700 msnm, una pluviometría anual de 500-1000 mm, biotemperatura promedio anual de 18-24° C y con un coeficiente de evapotranspiración potencial de 1.0-2.0 Una caracterización descriptiva de la vegetación de la finca (3) indica que es bosque bajo, de un solo estrato, con abundancia de especies xeromórficas, el espacio entre árboles es relativamente amplio e intermezclado con cactus y otra vegetación desértica Se estima la altura promedio del bosque natural entre 6 y 8 metros

PROCEDIMIENTOS

Trabajo de Campo

Basado en estudio de fotografías aéreas recientes, ocho transectos fueron delineados para atravesar distintas secciones de la finca (Figura 2) La

*La biotemperatura se calcula con la fórmula

$$t_{bio} = t - \frac{(3 \times \text{grados de latitud}) \times (t - 24)^2}{100}$$

t= temperatura promedio mensual en grados centígrados

La evapotranspiración potencial se determina multiplicando la biotemperatura anual por el factor 58.93.

El coeficiente de evapotranspiración potencial se determina dividiendo la evapotranspiración potencial promedio anual por la precipitación promedio anual. Coeficientes mayores de 1.0 significan un déficit de humedad (4).

ESTACION METEOROLOGICA MAO

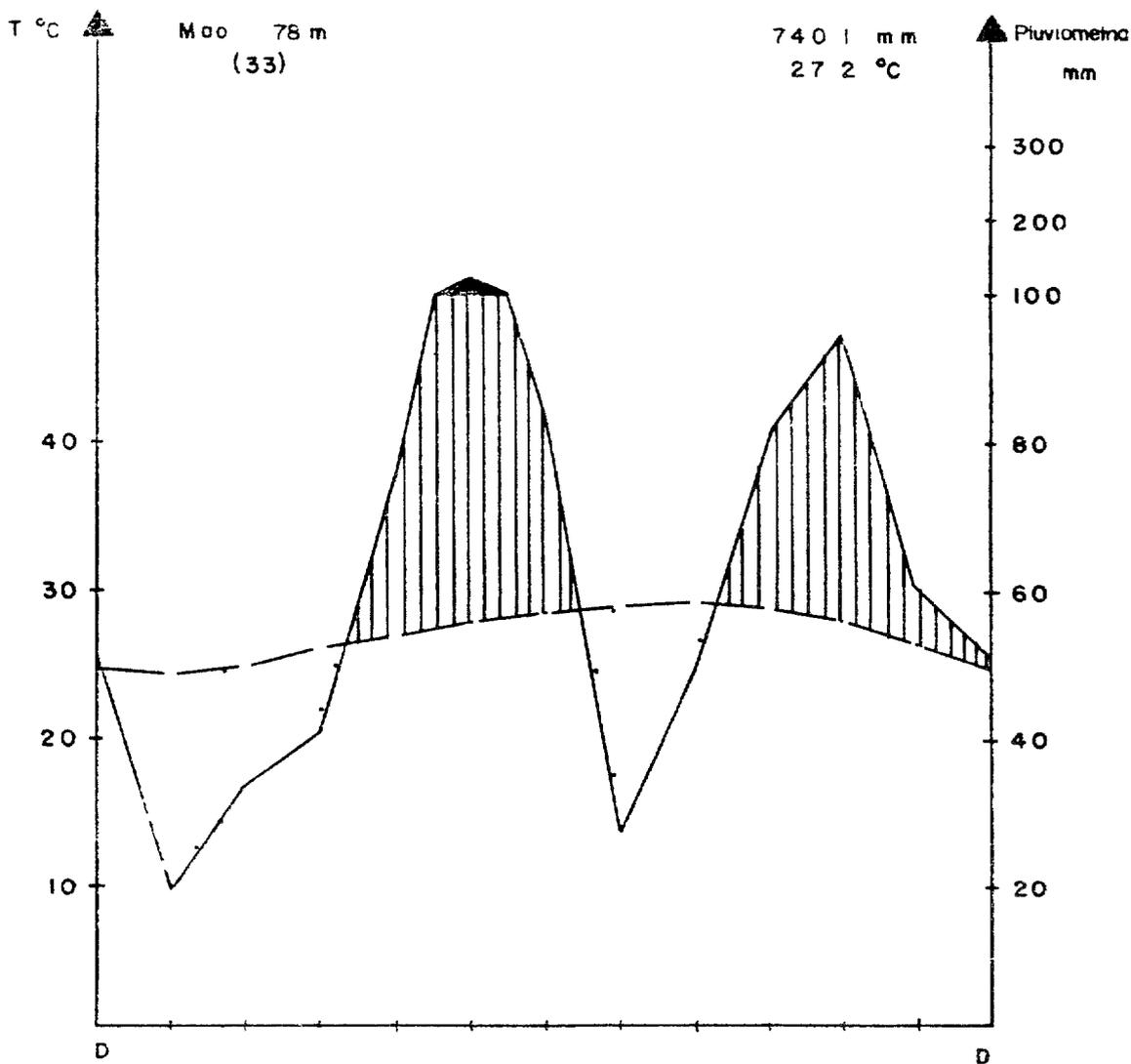
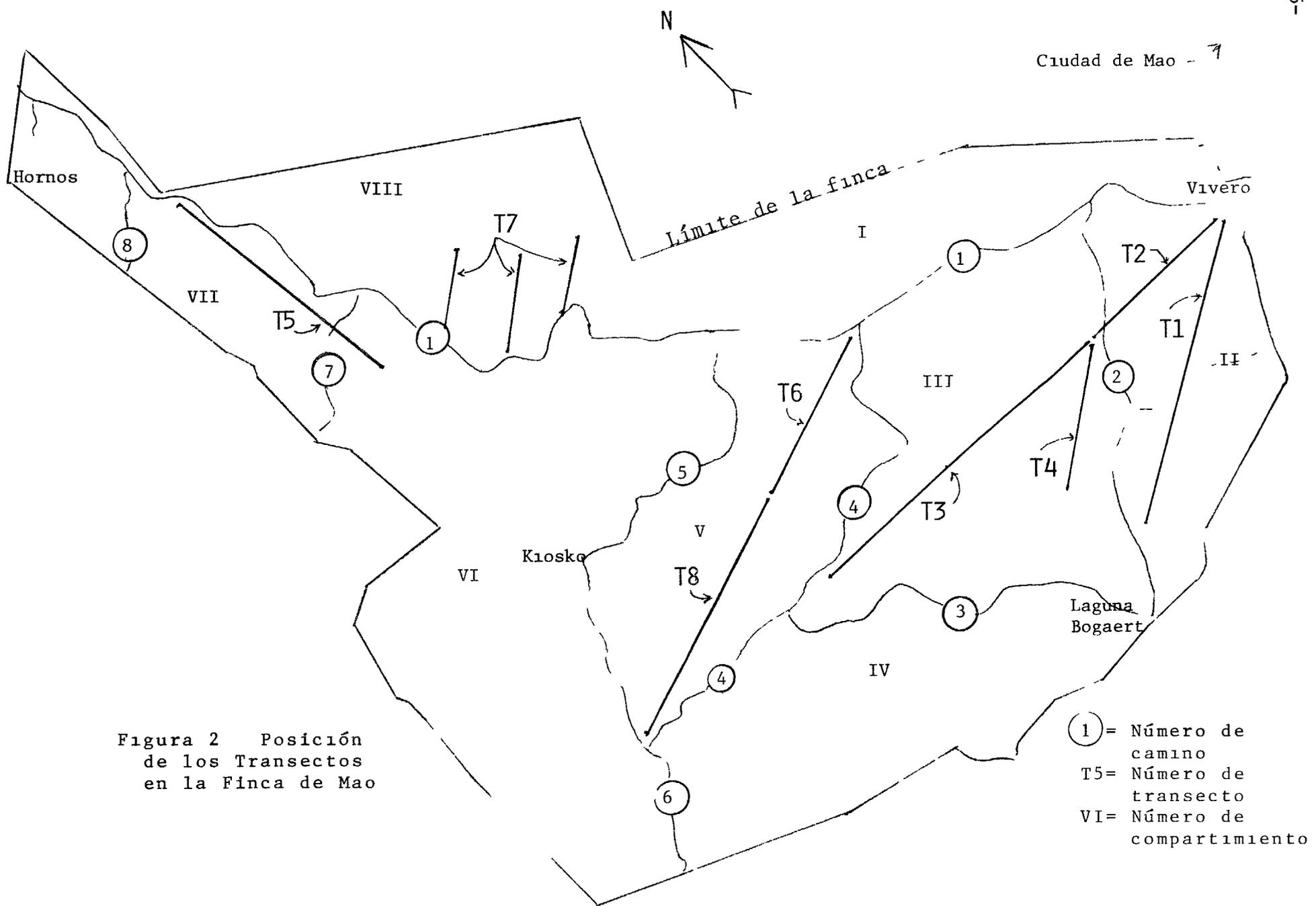


Figura 1 Precipitación y temperaturas media mensual durante el año en Mao
Fuente Secretaría de Estado de Agricultura, Santo Domingo.



Ciudad de Mao - 7

Figura 2 Posición de los Transectos en la Finca de Mao

- ① = Número de camino
- T5 = Número de transecto
- VI = Número de compartimiento

muestra total comprendió 30,400 m² y 7,600 m lineares. Cada transecto estaba compuesto de 6 a 14 parcelas de 4 m por 100 m. Las parcelas de los transectos incluyeron coberturas vegetativas diferentes o transiciones entre ellas, reconocibles en las fotografías, para así permitir comparaciones

Se anotó el número de árboles por especie y el número de fustes con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor o igual a los 2.5 cm por árbol. Los árboles sin ningún fuste mayor que 2.5 cm se consideraron como parte del sotobosque y no fueron anotados. Se midieron y anotaron los fustes con dap mayor o igual a los 15 cm. La altura promedio, la estructura y los suelos del rodal se estimaron por medio de observación. El porcentaje de cobertura del sotobosque se estimó visualmente con intervalos de 10 por ciento. También se anotó el tiempo de trabajo de campo por cada muestra.

Un botánico empírico, obrero con mucha experiencia e interés en el área, proporcionó los nombres vulgares de las especies. Las mediciones lineales fueron hechas con cintas métricas, sin corrección de la pendiente, excepto el cuidado en mantener la cinta horizontal. Se midió el ancho de la faja usando un palo de dos metros de largo, pasándolo de un lado al otro de la cinta.

Procedimiento del Análisis

La importancia relativa de las especies se consideró igual al porcentaje relativo de la suma de todos los árboles más todos los fustes. Se calculó este índice de importancia para cada muestra de 400 m² y luego para todos los transectos. Se reportaron las especies que arrojaban por lo menos cinco por ciento del total del índice de importancia para cada transecto.

La estratificación del bosque se hizo en base a la multiplicación de dos parámetros: densidad del número de fustes por muestra y complejidad en número de especies por muestra.

El número de fustes por área se considera un indicador rústico de la biomasa. Normalmente, los índices de complejidad forestal incluyen muchos parámetros tales como área basal, altura, número de especies, número de tipos fitosanitarios, etc., pero la naturaleza y diseño del estudio no incluye tal índice. En este caso, el criterio del índice de complejidad se incluyó en el análisis para enfocar aspectos ecológicos y se consideró suficiente el producto índice de complejidad = (número de especies) (número de fustes).

Se hicieron pruebas de normalidad de distribución de los datos y de homogeneidad de las varianzas (11)

El análisis de varianza, la prueba de rango menor significativo y el cálculo a 95 por ciento para los intervalos de confianza (95% IC) de las medias y de los coeficientes de variación se realizaron según Sokal y Rohlf (9).

Aunque los puntos de inicio de los transectos y sus rutas fueron seleccionados arbitrariamente, se consideró válido el uso de métodos estadísticos que presumen una muestra al azar. Las áreas muestreadas fueron identificadas por ser de interés específico al estudio y para el componente de manejo del bosque seco nativo y, por consiguiente, constituyen los "tratamientos" para el análisis de varianza (9).

RESULTADOS

En total, se encontraron 71 especies de árboles, incluyendo 14 especies no identificadas. Los transectos tuvieron entre 25 y 50 especies, con promedio de 37 (Cuadro 1)

Hay 26 especies que aparecieron en casi todos los transectos, 19 de las cuales ocurrían en todos los transectos. Cinco especies faltaron en uno solo y dos ocurrieron en seis de los ocho transectos. En general, estas especies también son las más frecuentes en número total.

El tamaño de los árboles es relativamente pequeño, con solamente 311 individuos con un diámetro de 15 cm o más de 1.3 metros (dap). Esta consta de 3.6 por ciento de los 8,661 árboles con diámetro de 2.5 cm o más.

Cuadro 1 Número de especies y de grandes fustes por transecto

Transecto	Area muestreada m ²	Número especies	Número fustes de 15 cm + dap
1	4,800	28	17
2	2,400	25	8
3	5,600	38	29
4	2,400	33	17
5	4,000	42	85
6	2,800	38	57
7	4,400	41	36
8	<u>4,000</u>	50	<u>62</u>
TOTAL	30,400	71	311

El Cuadro 2 indica varios datos promedios por muestra de 400 m², el cual ofrece una comparación entre transectos. El promedio de los ocho transectos significa que en la muestra "típica" se encontraba 115 árboles por 400 m², con 182 fustes de 2.5 cm de diámetro a los 1.3 m de altura. Estos árboles representan entre 18 y 19 especies por muestra, indicando un bosque florísticamente complejo.

El índice de complejidad fue calculado multiplicando el número de especies en la muestra por el número de fustes. El promedio de este índice para los ocho transectos fue 3,508, había un rango de 1,841 en transecto 1 hasta 5,005 en transecto 4. El valor presentado en el Cuadro 2 para cada transecto es un promedio de los índices de cada muestra dentro del transecto.

El Cuadro 2 también indica el porcentaje de cobertura del suelo, basado en estimación ocular de extensión de los árboles y arbustos.

Cuadro 2 Promedios de frecuencias, composición florística y cobertura de las muestras en cada transecto

Transecto	Arboles* (No)	Fustes (No.)	A + F (No)	Especies (No)	Indice de complejidad	Cobertura (%)
1	78	118	196	14.5	1,841	48
2	77	127	204	15.7	2,076	35
3	120	187	307	19.9	3,712	42
4	140	233	373	21.5	5,005	38
5	130	217	347	20.5	4,503	40
6	142	228	370	18.7	4,116	51
7	107	165	272	17.1	2,958	No est
8	126	182	309	20.9	3,857	55
Media	115	182	297	18.6	3,508	44

*Los números indican el promedio por muestra de 400 m². Las medias fueron calculadas de manera que cada transecto es comparable con los otros.

La baitoa es la especie que presentó el mayor número de individuos, con tres veces más árboles que el cayuco o la quina, que siguieron en segunda y tercera posición (Cuadro 3). La baitoa representa más de un cuarto de los árboles (27 por ciento), mientras las próximas tres especies (cayuco, quina y guayacán) combinadas son un 24 por ciento. Así, solamente cuatro de las 71 especies (6%) representan más de la mitad de los árboles. Ciertas especies bien conocidas por su valor para leña y carbón tienen relativamente pocos representantes, los ejemplos incluyen candelón (4.8%), cambrón (3.5%), brucón (2.9%), guatapanal (2.0%), payahonda (1.1%) y aroma (0.6%).

La presencia de cayuco y alpargata, dos cactáceos gigantes, es interesante, aunque no se consideran estas especies como árboles tradicionales. La alpargata aparece más en los lugares más intervenidos.

La distribución de algunas especies de árboles es muy regular, apareciendo en cantidades más o menos similares en todos los transectos. Notables entre estos casos son baitoa, quina, guayacán y sangretoro, por ejemplo. Otras especies son más específicas en cuanto a su presencia. Candelón, por ejemplo,

es muy abundante en transecto 7, relativamente abundante en transectos 8 y 3, pero casi ausente en transectos 1 y 2. El cafetán es todavía más exclusivo, ocurriendo en solamente tres transectos, en dos de los cuales es abundante. El aroma también se encuentra con algo de abundancia solamente en tres transectos (1,3 y 5) y muy poco en los otros transectos

Cuadro 3. Número de árboles de las especies más frecuentes

Especie	Transectos								Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	No.	%
Baitoa	278	73	503	246	306	304	307	333	2,350	27.1
Cayuco	205	81	100	65	126	134	63	21	795	9.2
Quina	27	18	178	105	84	131	88	113	744	8.6
Guayacán	46	12	147	41	81	37	117	68	549	6.3
Candelón	--	1	72	17	47	36	166	74	413	4.8
Sangretoro	44	31	85	78	11	28	13	19	309	3.6
Cinazo	30	26	42	31	176	22	26	18	271	3.1
Cafetán	--	--	--	--	175	--	82	28	285	3.3
Cambrón	61	70	48	33	12	70	6	5	305	3.5
Almácigo	8	4	54	13	49	24	50	96	298	3.4
Tabacuelo	26	11	94	24	3	8	--	128	294	3.4
Brucón	19	30	41	21	71	17	36	19	254	2.9
Guatapanal	53	22	25	13	20	5	34	1	173	2.0
Canela	--	--	28	13	36	9	19	44	149	1.7
Uvero	9	11	37	24	5	8	14	16	124	1.4
Cabrilla	12	6	34	24	9	5	7	18	115	1.3
Palo de Burro	7	16	35	8	10	11	5	19	111	1.3
Bayahonda	21	19	24	9	4	17	1	2	99	1.1
Frijol	23	11	18	8	13	7	6	10	96	1.1
Paría	2	2	18	7	4	15	2	30	80	0.9
Mostazo	6	5	10	7	14	17	10	6	75	0.9
Alpargata	20	4	2	9	6	13	1	1	56	0.6
Aroma	19	4	12	10	2	2	6	1	55	0.6
Escobón Blanco	--	--	3	--	3	4	1	42	53	0.6
Palo Amargo	--	--	5	4	26	--	8	36	53	0.6
Soparpo	13	3	14	6	--	3	2	9	51	0.6
Guaconejo	2	--	1	--	21	3	4	18	49	0.6
Chicharrón	--	--	13	--	--	25	5	5	48	0.6
Otras									8,254	4.9
TOTAL	940	464	1682	838	1301	992	1177	1261	8,661	100.0

RESULTADOS POR TRANSECTOS

A continuación se presenta una descripción de cada transecto con un análisis de sus características y la comparación de las variaciones entre ellos

Para facilitar la presentación, se emplean los nombres vulgares de los árboles, ya que algunos no han sido clasificados botánicamente, el Apéndice 1 provee los nombres científicos conocidos de los investigadores

Transecto 1

Este transecto cruzó el compartimiento 2 de la finca, el cual estaba destinado a posteriores ensayos de plantaciones forestales. Por consiguiente, la información abajo sirve como base para definir las condiciones antes de la tala y replantación con especies exóticas y nativas

La topografía es básicamente plana, con suelos profundos. En muchas áreas, la capa superior del suelo está compactada debido al tránsito animal. Hay muchos senderos y la concentración de pilas de abono verde es alta. Esta área había sido altamente intervenida, como prueba se encontró también los restos de hornos de carbón en las primeras cinco muestras, una comunidad cercana y la presencia de dos tamarindos, árbol frutal exótico. Un área cerca al inicio del transecto era utilizada como basurero

La estructura del bosque superior es de un solo estrato y el dosel es discontinuo, con una altura de 3 a 5 metros. La cobertura promedio del sotobosque es de 47.5 por ciento con coeficiente de variación (CV)=44.0%.

El transecto incluyó 12 muestras de 100 m por 4 m, para un área total de 4,800 m². Se encontraron 28 especies, 940 árboles con 1,419 fustes. El número promedio de especies por muestra fue 14.5 (CV=14.5%). Las especies más importantes en frecuencia de árboles + fustes eran baitoa (25.6%), cayuco (20.2%), cambrón (7.9%), guatapanal (6.4%) y guayacán (5.8%). Cinco guatapanal, dos baitoa y un almácigo tenían diámetros (dap) mayor o igual a 15 cm, lo cual da una estimación de 17 "grandes" fustes por ha. El número promedio de árboles por ha es 1,958 (95%IC=1,495 - 2,420). El número promedio de fustes por ha es 2,956 (95%IC=2,337 - 3,573).

El cayuco y el cambrón son especies espinosas, con más concentración de espinas durante la etapa juvenil. En esa etapa es cuando el daño por animales herbívoros es más probable (9). La baitoa parece colonizar áreas altamente y/o recientemente intervenidas, por ejemplo, en áreas claras y donde se ha cosechado para hacer carbón. La presencia dominante de estas tres especies refleja el alto grado de intervención del área. El guayacán, una especie de alto valor comercial, se encuentra relativamente abundante en este transecto, pero la mayoría de los árboles son pequeños y no aprovechables.

Transecto 2

Esta línea también cruzó parte del compartimiento 2 y 52 m adentro del compartimiento 3, destinado para plantaciones energéticas. La topografía es plana y ligeramente inclinada. Los suelos son más pedregosos hacia el camino 2 de la finca. El bosque superior consiste en un solo estrato, con dosel discontinuo, de altura de 3 a 6 m, aumentándose con mayor distancia hacia el vivero. La cobertura del sotobosque es 35.0 por ciento (CV=43.3%).

Habían 6 muestras (2,400 m²) y en total se encontraron 25 especies, 464 árboles y 763 fustes. El número promedio de especies por muestra de 400 m² es 15.7 (CV=23.8%). Las especies importantes son cayuco (14.9%), cambrón (14.3%), baitoa (14.0%), cinazo (8.0%), guatapanal (6.7%), brucón (5.6%), y bayahonda (5.5%). Dos guatapanal tenían dap mayor a los 15 cm, equivalente a 8 fustes por ha de esa dimensión. En promedio, la muestra total representa 1,933 árboles por ha con diámetro arriba de 2.5 cm (95%IC=1,459 - 2,405) y el número promedio de fustes es 3,052 por ha (95%IC=2,057 - 4,303).

Transecto 3

Este siguió el rumbo del transecto 2, cruzando el compartimiento 3 de la finca, empezando cerca al camino 2 y terminando en el camino 4. Aunque los transectos 2 y 3 forman un transecto continuo, se les trataron separados. Según el estudio de las fotografías aéreas, hay una transición aparente en esta área de una cobertura abierta a una más cerrada. También, se notó un cambio de la topografía, de ligeramente inclinada a ondulada. Sin embargo, la separación es, hasta cierto punto, arbitraria. Dos pruebas estadísticas entre los dos transectos fueron usadas. El primero, el coeficiente de similaridad de Sorensen, dió un resultado de 0.87*. Un coeficiente de 1.0 indica que todas las especies son comunes entre ambas áreas, por otro lado, un valor de 0.0 significa que ninguna de las especies son comunes. La segunda prueba, un análisis de t, muestra una diferencia significativa (p=0.05) entre las medias de los transectos para los parámetros de densidad y complejidad. Los dos transectos se diferencian más respecto a la densidad, complejidad y diversidad que en la simple presencia de especies. Se puede interpretar que la transición de especies a lo largo de los dos transectos combinados es continua.

En el transecto 3, la topografía es ondulada. Los suelos son pedregosos en las laderas y más profundos en las depresiones. El dosel cierra y alcanza una altura promedio de 4 a 7 metros. La cobertura promedio del sotobosque es 42.2 por ciento (CV=45.8%) y hay más continuidad entre el sotobosque y el bosque superior.

* El coeficiente se determina así
Coeficiente Similaridad = $2 \text{ (número de especies comunes a las dos áreas) / Sumatoria del número de especies presente en las dos áreas}$

Habían 14 muestras con 5,600 m². En total se encontraron 38 especies, 1,628 árboles y 2,612 fustes. El número promedio de especies por muestra es de 19.9 (CV=14.1%). Entre los árboles más frecuentes se encuentran baitoa (26.8%), quina (9.7%), guayacán (9.2%), sangretoro (6.1%), tabacuelo (5.2%) y cayuco (5.2%). Entre los árboles mayores de 15 cm dap, se encontraron once almácigos, tres baitoa, un candelón y un quiebrahacha, produciendo una estimación de 26 grandes fustes por ha. Había el equivalente de 2,907 árboles por ha (95% IC= 2,420 - 3,585). El número promedio de fustes por ha es 4,664 (95% IC= 3,912 - 5,418).

Transecto 4

El siguiente transecto se ramificó de la separación de los transectos 2 y 3. Este fue incluido para considerar un área adyacente a la transición ya discutida, un área de alta densidad y diversidad florística está dentro del mismo compartimiento 3. Muchas condiciones diferentes aparecieron en la corta distancia, debido a los cambios en topografía.

La altura del dosel cerrado varió entre 3 y 8 metros. Encima de colinas, con suelos delgados y pedregosos, el bosque es achaparrado, aparentemente atrofiado, consistió, principalmente de especies espinosas. Estas áreas son relativamente secas y "calientes", debido a su exposición solar. Las depresiones muestran una estructura más desarrollada, acercando los dos estratos del sotobosque y del bosque superior. La vegetación fue abundante y el microclima más fresco. La cobertura promedio del sotobosque es de 38.3 por ciento (CV= 50.6%). La alta variación de la cobertura del sotobosque es debido a la falta casi completa de vegetación del suelo en las cimas de las lomas.

El transecto incluyó 6 muestras (2,400 m²), contenía 33 especies, 838 árboles y 1,399 fustes en total. El número promedio de especies por muestra de 400 m² es 21.5 (CV= 8.7%). Las especies importantes son baitoa (25.2%), sangretoro (11.0%), quina (10.8%), cayuco (6.4%), cinazo (6.0%) y guayacán (5.5%). Cuatro almácigo tenían dap mayor de los 15 cm, lo cual indica 17 de tales fustes por ha. Son 3,492 árboles por ha (95% IC= 2,700 - 4,285). El número promedio de fustes por ha es 5,829 (95% IC= 4,807 - 6,853).

Como se observaba, este transecto es más denso y diverso que los transectos 2 y 3. Pero, a la vez, los intervalos de confianza son más amplios, indicando la gran variedad de condiciones. La importancia de la baitoa, sangretoro y cayuco en este transecto indica su adaptabilidad a diversas condiciones.

Transecto 5

Se muestreó el compartimiento 7, destinado para plantaciones, con parte del transecto penetrado por el compartimiento 6, que será reservado para bosque nativo. El transecto atravesó un área fuertemente ondulada. Especialmente en los valles frescos, con suelos profundos y oscuros, aparece un dosel cerrado, de altura de 6 a 8 m con árboles dominantes de hasta 12 m de altura. El bosque tiene dos niveles, con alto número de árboles emergentes. La cobertura promedio del sotobosque es 40 por ciento (CV= 28.9%).

Aquí se tomaron diez muestras (4,000 m²) y en total se muestrearon 41 especies, 1,303 árboles y 2,166 fustes. El número promedio de especies por muestra es 20.5 (CV= 17.8%). La baitoa (20.1%), cafetán (16.2%), cinazo (8.7%) cayuco (7.7%), guayacán (6.1%), quina (5.3%) y brucón (5.0%) son las especies más importantes. Veintidos almácigo, ocho baitoa, tres candelón y un cayuco tenían dap mayor que 15 cm, lo cual proyecta 85 fustes grandes por hectárea. El número de árboles por ha es 3,252 (95% IC= 2,789 - 3,716). El número promedio de fustes por ha es 5,415 (95% IC= 4,393 - 7,217).

Se continuó el transecto hacia punto más alto, pero llegó a ser evidente que el área sería repetitiva, el patrón de colinas y valles sigue uniformemente en el compartimiento 6 y no se encontraron muchas especies nuevas ni condiciones diferentes en las últimas muestras que las que se encontraron en las primeras.

El amplio rango de número de árboles y fustes por hectárea puede explicarse de la siguiente forma: en las cimas de las lomas, las condiciones se parecen a las del bosque intervenido. Los árboles tienen muchos tallos y hay una profusión de pequeños fustes y especies espinosas. Estos rodales muestran un bosque poco complejo y una estructura forestal relativamente baja y abierta. En los valles, por otro lado, los árboles tienden a tener uno o pocos fustes dominantes y también hay menos especies espinosas. Existe mayor diversidad de especies, más árboles grandes y una estructura forestal cerrada y relativamente alta. En el área de este transecto, las colinas son altas y anchas. Por consiguiente, poca proporción de la superficie se designaría como cima, ya que los valles y laderas se extienden mucho y, por eso, el tipo dominante de bosque es más desarrollado.

Transecto 6

Este transecto se localizó en el compartimiento 5, designado como reserva para el bosque nativo. La topografía varía de plana a ondulada. El dosel del bosque superior contiene un estrato cerrado, con altura promedio de 6 a 8 m. Hay dominantes emergentes hasta de 10 a 12 m y, aunque no son tan abundantes como los del transecto 5, forman una estructura biestratificada. Los suelos son heterogéneos. La cobertura promedio del sotobosque es 51.4 por ciento (CV= 39.6%).

Se hicieron siete muestras (2,800 m²) y se encontraron 38 especies, 992 árboles con 1,598 fustes. El número promedio de especies por muestra es 18.7 (CV= 28.7%). Las más importantes son baitoa (29.0%), cayuco (15.7%), quina (10.6%) y cambrón (7.2%). Once baitoa, cuatro almácigo y un cayuco tenían dap de 15 cm o más, 6.57 de tales fustes por hectárea. El número promedio de árboles por ha es 3,543 (95% IC= 4,440 - 6,976).

Se encontró una "finca abandonada" o área de cultivo en esta área, que está ahora cubierta casi completamente por la quina. Esto sugiere que la quina puede ser la contraparte de la baitoa en las etapas tempranas de sucesión. Es posible que la quina pueda dominar en tierras antiguamente aradas, mientras la baitoa tiene alguna ventaja para establecerse en áreas intervenidas, pero no aradas.

Transecto 7

La recolección de los datos para este transecto fue diferente a la de los otros transectos. Fue ejecutado como una práctica de campo por un grupo de estudiantes forestales del Instituto Superior de Agricultura. Ya que los estudiantes fueron supervisados por los técnicos que hicieron los otros transectos, los datos son comparables. No se hicieron estimaciones de la cobertura del sotobosque.

El transecto cubrió la parte occidental del compartimiento 1. La topografía varía desde plana a fuertemente ondulada. Los suelos son heterogéneos. El dosel es cerrado con altura promedio de 4 a 7 m. Hay continuidad entre el sotobosque y el piso superior. Cerca a este conjunto de muestras existen fincas pequeñas y una comunidad.

Estos juegos separados de muestras se tratan como un solo transecto, basado en análisis de varianza, las pruebas de normalidad de distribución y homogeneidad de varianzas fueron no significativas ($p=.01$). Porque hay poca diferencia entre los grupos, se considera los tres como un solo transecto.

Habían once muestras (4,400 m²) y se anotaron 41 especies, 1,177 árboles y 1,819 fustes. El número promedio de especies por muestra es de 17.1 (CV= 20.2%). Las especies más importantes son baitoa (22.5%), candelón (13.1%), cafetán (9.4%), guayacán (9.3%) y quina (6.6%). Trece almácigo y tres baitoa tenían dap de 15 cm o más, indicando 36 tallos de este tamaño por hectárea. El número promedio de árboles por ha es 2,675 (95% IC= 2,090 - 3,260). Hay 4,134 fustes por ha (95% IC= 3,205 - 5,065).

Parece ser que el nivel de intervención en esta área es intermedio entre la intervención obvia en transecto 1 y la poca intervención en la parte interior del bosque. Aunque los valores de densidad y complejidad son relativamente bajos, las especies importantes del transecto 7 no incluyen el cactus cayuco, ni cualquiera de las especies espinosas que se supone sean invasoras. Es probable que la intervención de esta área se limita a la recolección de leña en lugar de la producción de carbón.

Transecto 8

Este conjunto de muestras se une con el transecto en compartimiento 5. La topografía es fuertemente ondulada y los suelos y la estructura forestal son semejantes a las condiciones descritas para el transecto 5. La cobertura promedio del sotobosque es 55 por ciento (CV= 36.0%).

El transecto incluyó 10 muestras (4,000 m²), 50 especies, 1,261 árboles y 1,825 fustes. El número promedio de especies por muestra es 20.9. Las especies con los más altos valores de frecuencia de árboles más fustes son baitoa (23.2%), tabacuelo (9.8%), quina (8.8%), almácigo (6.3%), candelón (5.9%) y guayacán (5.3%).

Los fustes de más de 15 cm son 19 almácigo, dos cayuco, una paria, un frijol, una baitoa y un desconocido, el total representa 62 de tales fustes por ha. El número promedio de árboles por ha es 3,152 (95% IC= 2,402 - 3,070). El número promedio de fustes es 4,562 por ha (95% IC= 3,693 - 5,432). El

tabacuelo, una mata espinosa y baja que normalmente tiene muchos fustes por árbol, es común en las cimas de las lomas y en otros rodales xéricos. Su importancia en este transecto refleja la porción más alta de dichas áreas aquí, que en transecto 5, por ejemplo

Resultados en función de todos los transectos

En toda el área medida se realizaron 76 muestras, cubriendo 31,400 m², a lo largo de 7,600 m lineales. Se encontraron 71 especies, 14 de las cuales eran desconocidas para los investigadores. El promedio ponderado de especies por transecto es de 32. Es probable que el número bruto de especies por hectárea sea cercano a este valor. Las especies más importantes sobre todos los transectos son pocas: baitoa (23.9%), cayuco (8.4%), quina (7.6%), guayacán (6.4%) y cinazo (5.3%), constituyendo la mayoría del índice de los árboles + fustes. Ninguna otra especie representa más de 4.5 por ciento del total (Cuadro 4)

El número promedio de árboles por ha es 2,848 (95% IC= 2,624 - 3,070). En promedio, éstos tienen 1.57 fustes por árbol (fustes mayores que 2.5 cm dap), para un total de 4,475 fustes por ha (95% IC= 4,133 - 4,816). El número promedio de fustes por árbol se calculó para 13 especies de interés especial: almácigo--1.3, baitoa--1.3, brucón--1.3, cayuco--1.3, quina--1.3, candelón--1.4, tabacuelo--1.4 más varios fustes pequeños, guayacán--1.6, cambrón--1.7, guatapanal--2.1, sangretoro--2.2, cafetán--2.3, cinazo--3.4. Esta información puede ser útil en el diseño de tratamientos silviculturales.

Suponiendo que el dap mínimo para que un fuste sirva como madera aserrable debe ser 15 cm, se encontró un promedio de 38.8 fustes de este tamaño por hectárea en todos los transectos. La casi totalidad de estos árboles fueron especies poco deseadas. De los 311 árboles grandes encontrados, 61 por ciento eran almácigo y 23 por ciento, baitoa.

ANALISIS

Estratificación usando Densidad de Fustes

Las pruebas para normalidad de la distribución de los datos y para homogeneidad de las varianzas no fueron significativas entre los transectos ($p=0.05$)

Entre los ocho transectos, el valor estadístico F fue significativo en el análisis de varianza ($p=0.1$). Una prueba del Menor Rango Significativo demostró que hay tres agrupaciones de muestras sin diferencia significativa entre ellas, pero con diferencias con otros transectos.

T1	T2	T7	T8	T3	T5	T6	T4
<hr/>							

Cuadro 4. Características generales del bosque cruzado por los transectos

	Transectos								Promedio ponderado
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Altura (m)	3-5	3-6	4-7	3-8	6-12	6-12	4-7	1-12	---
Arboles/ha	1,958	1,993	2,907	3,492	3,252	3,543	2,675	3,152	2,848
Fustes/ha	2,956	3,052	4,664	5,829	5,415	5,707	4,134	4,562	4,475
Fustes 15 cm/ha	17	8	26	17	85	57	36	62	39
sp. importantes 10%	<u>baitoa</u> * <u>cayuco</u> <u>cambrón</u> guatapanal guayacán	<u>cayuco</u> <u>cambrón</u> <u>baitoa</u> <u>cinazo</u> guatapanal brucón bayahonda	<u>baitoa</u> <u>quina</u> <u>guayacán</u> sangretoro tabacuelo cayuco	<u>baitoa</u> sangretoro <u>quina</u> <u>cayuco</u> <u>cinazo</u> guayacán	<u>baitoa</u> <u>cafetán</u> <u>cinazo</u> <u>cayuco</u> <u>guayacán</u> <u>quina</u> brucón	<u>baitoa</u> <u>cayuco</u> <u>quina</u> <u>cambrón</u>	<u>baitoa</u> <u>candelón</u> <u>cafetán</u> <u>guayacán</u> <u>quina</u>	<u>baitoa</u> <u>tabacuelo</u> <u>quina</u> almácigo <u>candelón</u> guayacán	<u>baitoa</u> <u>cayuco</u> <u>quina</u> <u>guayacán</u> <u>cinazo</u>

*La línea indica que las especies de arriba son más del 10% en el índice de importancia, las de abajo son de 5.0 - 9.9%.

Los transectos subrayados en común no tienen diferencia significativa entre ellos ($p=05$) Así, hay diferencia estadística entre T1 y T8, en términos de número total de fustes por unidad de área.

Estratificación usando Complejidad Forestal

El análisis se hizo utilizando los mismos métodos empleados para la densidad. Pruebas de normalidad de distribución de los datos y de homogeneidad de las varianzas no fueron significativas ($p=.05$) Siendo así, los resultados satisfacen los prerequisites para el análisis de varianza.

El análisis de varianza indicó que hay diferencias significativas entre los ocho grupos, según la prueba de F ($p=01$) para el valor crítico conservador). Una prueba del Menor Rango Significativo produjo las siguientes agrupaciones

T1 T2 T7 T3 T8 T6 T5 T4

DISCUSION Y CONCLUSION

La síntesis del análisis estadístico para el bosque, considerando la composición por especies y la estructura forestal, ofrece base para una estratificación dentro de la Finca Forestal. Esta estratificación debe considerarse como preliminar, careciendo de estudios de campo más detallados en áreas no muestreadas en el estudio aquí presentado.

El objetivo de la estratificación era delimitar un pequeño número de estratos para facilitar la aplicación del trabajo de manejo forestal e investigación ecológico-silvicultural. Por consiguiente, es seguro que se encontrarán rodales dentro de cualquier estrato que son representativos de los rasgos asignados al estrato completo. Las descripciones de los estratos representan la condición promedio o "normal" del bosque en el área, sin delimitar un número de variaciones en tipos o condiciones de vegetación.

Un estrato se identifica con transectos 1 y 2. Se caracteriza por sus bajos valores de densidad y complejidad tanto como de una gran abundancia de especies espinosas.

Otro estrato es representado por transecto 7. Tiene valores intermedios de densidad y complejidad. El desarrollo de la estructura forestal es intermedio entre la baja-abierta y la alta-cerrada. Las especies más importantes no son espinosas.

Los transectos 3, 4, 5, 6 y 8 se conjugan en el tercer estrato. Los valores de densidad y complejidad son intermedios a altos, las especies importantes son una mezcla de espinosas y no espinosas con algunos casos de rodales sin espinas, hay poca evidencia de intervención reciente.

La naturaleza imperfecta de la clasificación es evidente cuando se consideran los transectos 8, 4 y 3. El transecto 8 tiene abundante número de especies y fustes grandes. Tal vez, si se hubiera incluido mediciones de otras

variables, tales como área basal o altura, se ordenaría de manera distinta. Los transectos 3 y 4 posiblemente estarían juntos con transecto 7, ya que ambos tienen un número intermedio de fustes grandes. Sin las otras mediciones, se les mantienen tentativamente como estratos en el presente orden, hasta que se realice más intervención para aclarar la situación con más precisión.

En este momento de la intervención es imposible diferenciar los efectos de ésta, la topografía y suelos en la condición del bosque. Sin embargo, parece que la intervención humana y la de los animales altera la composición del bosque, desde un bosque semidecídúo entremezclado con especies siempreverdes hacia un bosque espinoso y matorroso entremezclado con vegetación desértica.

La intervención drástica puede transformar el bosque a un lugar dominado por las cactáceas. Un alto grado de intervención parece causar una proliferación de fustes pequeños y especies espinosas, un bosque poco complejo y una estructura forestal baja y abierta.

Lo poco que se puede inferir acerca de los efectos de topografía y suelos es que están asociados a condiciones de rodales muy variadas. En las cimas de las lomas y áreas expuestas a la desecación, el bosque se acerca a las condiciones del bosque intervenido, la vegetación es matorrosa y espinosa. Mientras en las depresiones y áreas protegidas contra la sequía, la vegetación es más compleja con una estructura bien desarrollada, hay más árboles grandes y se encuentra una mayor variedad de especies. Estas conclusiones concuerdan con la generalidad de que la severidad de las condiciones ambientales para el crecimiento y desarrollo de la vegetación aumenta con la posición topográfica y con la reducción de la profundidad efectiva para el desarrollo de las raíces (9).

En los resultados de este estudio se ve que la baitoa todavía se encuentra como una especie importante en el bosque seco y que el guayacán alcanza una presencia apreciable. Si la caoba y la vera eran componentes naturales del bosque, están en vías de desaparecer del bosque seco, si esta finca puede ser tomada como representativa. Es probable que la recuperación de la población de guayacán y la continua presencia de la baitoa se deben a su capacidad de regenerarse vegetativamente. Puede ser que la caoba y la vera sean más dependientes de la regeneración por semilla, por consiguiente, la explotación pasada causó la reducción de semillas necesarias para su repoblación, cumpliéndose la predicción de Chardon (2). Si éste es el caso, la mera protección contra la intervención humana no será suficiente para reintroducir estos componentes naturales al bosque seco dominicano.

Como una observación final, debe advertirse que si se supone una relación entre intervención humana y la presencia de grandes fustes, se puede cometer un error, pues las especies con mayor número de fustes grandes son la baitoa y el almácigo. Estas dos especies no son deseadas para la producción de carbón. La presencia de fustes grandes puede tener poca o ninguna relación con la intensidad de intervención. Mejor indicador sería el número de fustes grandes de las especies deseadas o aprovechables.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Brady, Nyle C 1979 The Nature and Properties of Soils NY Macmillan Publishing Co., Inc
- 2 Chardon, Dr Carlos E 1937 "Reconocimiento de los Recursos Forestales de la República Dominicana Santo Domingo Reporte al Presidente General Trujillo
3. Hartshorn Gary, et. al. 1981. "La República Dominicana Perfil Ambiental del país, un Estudio de Campo. Maclean, Va JRB Associates, AID/SOD/PDC-C-0247.
- 4 Holdridge, Leslie R. 1982 Ecología Basada en Zonas de Vida. San José, Costa Rica Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- 5 Jennings, P y B. Ferreiras 1979 Recursos Energéticos de Bosques Secos en la República Dominicana. Santiago Instituto Superior de Agricultura.
6. Lugo, Ariel E , et al 1978 "Structure, Productivity, and Transpiration of a Subtropical Dry Forest in Puerto Rico Biotropica 10(4) 278-291
- 7 Murphy, Peter G y Ariel E. Lugo 1983 "Seasonal Dynamics and Succession in a Subtropical Dry Forest' Bulletin of the Ecological Society of America 63 (2) 153
- 8 Rodríguez, Alberto, Wolfgang Arand y Juan Villanueva 1982 "Proyecto Finca Energética Mao" Santiago, República Dominicana Instituto Superior de Agricultura
9. Sokal, Robert F. y F James Rohlf 1969 Biometry San Francisco W H Freeman and Company
- 10 Spurr, Steven H y Burton V Barnes 1980 Forest Ecology NY John Wiley & Sons
- 11 Steele, R. G D. y J H Torrie. 1982. Principles and Procedures in Statistics. NY McGraw Hill.
12. Trehan, Ranvir K , L Newman y W. Park. 1980 "Potencial para el Desarrollo de Fincas Energéticas en la República Dominicana Un Análisis Preliminar". Santo Domingo Comisión Nacional de Política Energética.
13. Walter, H. y H. Ligth. 1967 Klima Diagramm und-Weltatlas Jena Gustavo Fischer Verlags.

APENDICE 1

Nombres científicos de algunas especies (Fuente Proyecto "Finca Energética" por Rodríguez, Arand y Villanueva, 1982).

<u>Nombre Vulgar</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
almácigo	<u>Bursera simaruba</u>	Burseraceae
alpargata	<u>Consolea moniliformis</u>	Cactaceae
aroma	<u>Acacia macracantha</u>	Leguminoseae M.
aroma blanca	" " " (var)	" "
aroma extranjera	<u>Parkinsonia aculeata</u>	Leguminoseae C.
baitoa	<u>Phyllostylon brasiliensis</u>	Ulmaceae
bayahonda	<u>Acacia tortuosa</u>	Leguminoseae M
brucón	<u>Cassia emarginata</u>	Leguminoseae C
cafetán	<u>Lasianthus lanceolatus</u>	Rubiaceae
cambrón	<u>Prosopis juliflora</u>	Leguminoseae M.
campeche	<u>Haematoxylon campechianum</u>	Leguminoseae C.
candelón	<u>Acacia scleroxyla</u>	Leguminoseae M.
canela	<u>Cinnamomum zeylanicum</u>	Lauraceae
cayuco	<u>Lemaireocereus hystrix</u>	Cactaceae
cereza	<u>Malpighia sp</u>	Malpighiaceae
ciguano	<u>Krugiodendron ferreum</u>	Rhamnaceae
cinazo	<u>Pithecellobium circinale</u>	Leguminoseae M.
chicharrón	<u>Casearina ilicifolia</u>	Flacoortiaceae
escobón blanco	<u>Eugenia monticola</u>	Myrtaceae
frijol	<u>Capparis sp.</u>	Capparaceae
garbanzo	<u>Karwinskia caloneura</u>	Rhamnaceae
guaconejo	<u>Amyris sp.</u>	Rutaceae
guatapanal	<u>Caesalpinia coriaria</u>	Leguminoseae P.
guayacán	<u>Guajacum officinale</u>	Zygophyllaceae
lino criollo	<u>Leucaena leucocephala</u>	Leguminoseae M.
mostazo	<u>Capparis flexuosa</u>	Capparaceae
palo amargo	<u>Trichilia pallida</u>	Meliaceae
palo de burro	<u>Leucaena trichodes</u>	Leguminosae-mimosoideae
paria	<u>Thouinia trifoliata</u>	Sapindaceae
quina	<u>Exostema caribaeum</u>	Rubiaceae

<u>Nombre Vulgar</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
sangretoro	<u>Maytenus buxifolia</u>	Celastraceae
soparpo	<u>Ziziphus reticulata</u>	Rhamnaceae
tabacuelo	<u>Pictetia spinifolia</u>	Leguminoseae P
tamarindo	<u>Tamarindus indica</u>	Leguminoseae C.
trejo	<u>Rheynosia uncinata</u>	Leguminoseae P.
uvero	<u>Coccoloba leoganensis</u>	Polygonaceae
vera	<u>Guaiacum sanctum</u>	Zygophyllaceae
violeta	<u>Melia azedarach</u>	Meliaceae