

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA
SISTEMA NACIONAL DE AREAS DE CONSERVACIÓN
AREA DE CONSERVACIÓN GUANACASTE



Foto: F. Carmona.
Etapa inicial del proyecto, 1999.



Foto: F. Carmona.
Situación actual, 2002.

Informe de Avance:
Monitoreo del comportamiento de la regeneración del
Bosque Húmedo utilizando melina (*Gmelina arborea*),
como herramienta para la eliminación de pastos
en el Corredor Biológico Rincón-Cacao.

Elaborado por:
Félix P. Carmona Medrano
Milena Gutiérrez Leitón
CBR-C, EEFH.

Diciembre, 2002.

INTRODUCCIÓN

El Corredor Biológico Rincón-Cacao, nació con la idea de unir territorial y biológicamente el Parque Nacional Rincón de la Vieja con el Parque Nacional Guanacaste. Este corredor se localiza de noroeste a sureste, guardando concordancia con la dirección de la Cordillera Volcánica de Guanacaste. Se posiciona en la parte alta de la cordillera, con una cierta inclinación hacia la vertiente atlántica. Se localiza en la zona de vida de tipo Bosque Tropical Muy húmedo, con una precipitación promedio anual de 3700mm, y temperaturas promedio de 24°. Se eleva entre los 500 y 1100 metros sobre el nivel del mar.

Los terrenos de este corredor cuentan actualmente con zonas boscosas especialmente cerca de ríos y quebradas, así como zonas de pastizal y una pequeña pero muy importante proporción de zonas en pleno proceso de recuperación del bosque. Estas últimas, gracias al constante trabajo de restauración impulsado y llevado a cabo por el Área de Conservación Guanacaste con personas comprometidas con el verdadero concepto de conservación, esta iniciativa contó con el apoyo y financiamiento en una primera etapa por la Fundación Children's Rain Forest de Japón durante tres años, parte del presupuesto ordinario del Programa de Restauración y Silvicultura (PRS) durante año y medio; y actualmente en esta segunda etapa por la Fundación Wege, que inició su proyecto a mediados del año 1999.

La primera etapa consistió en el uso de la metodología de islas de regeneración, utilizando solamente especies nativas y causando un buen disturbio en el sitio, esto es: quema del pasto, arado del suelo, lluvias de semilla, siembra de estacones, siembra de propágulos provenientes de bosque y siembra de árboles de vivero. Las islas en el primer año abarcaron un área de 707 m², colocando 4 islas en una hectárea con franjas intercomunicadoras, por lo que se intervenía cerca del 28% del área. Debido a los buenos resultados, se determinó continuar los años siguientes con islas de mayor tamaño alcanzando hasta 10 ha, con el mismo tratamiento que en las del primer año y algunas pequeñas mejoras.

Esta metodología se continuó utilizando por parte del PRS, solamente que a menor escala, durante 1998 y parte de 1999.

A mediados de 1999 se presenta un nuevo e innovador proyecto de restauración para el corredor, esto es utilizando melina (*Gmelina arborea*) como herramienta para la eliminación de pastizales dentro del corredor, bajo un sistema de manejo silvicultural que pudiera favorecer la regeneración del bosque. En este momento se encuentran plantadas treinta hectáreas, las cuales recibieron mantenimiento durante su primer año de vida en lo que respecta a rodajeas y algunas podas inferiores.

Actualmente las plantaciones no están recibiendo más manejo por recomendación científica, sin embargo, la información que se obtenga del monitoreo nos permitirá identificar la necesidad de manejo en el tiempo adecuado, con el fin de favorecer la regeneración del bosque nativo.

Se cuenta en este momento con un sistema de 30 parcelas, en los diferentes bloques y edades de siembra, para un porcentaje de muestreo del 1%.

OBJETIVO GENERAL

Brindar información inicial obtenida en el monitoreo de la regeneración utilizando plantaciones de *Gmelina arborea* como herramienta para la eliminación de pasto y regeneración de bosques en el Corredor biológico Rincón-Cacao.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Presentar información sobre el avance y composición de la cobertura vegetal dentro de las parcelas, mediante las mediciones de diversidad florística; dominancia de especies y pasto; y la relación entre cobertura de copas con estas variables.

Informar sobre el papel que están cumpliendo actualmente los árboles semilleros adyacentes en la repoblación de los sitios donde se encuentran las plantaciones de melina, mediante su ubicación y la aparición de individuos de la especie dentro de las parcelas de medición.

METODOLOGÍA

Monitoreo de regeneración

Se montaron parcelas de 10 x 10 metros para un total de 30 parcelas de muestreo, con una frecuencia de una parcela por hectárea en cada uno de los bloques de plantación de *Gmelina arborea* (Ver anexo 1). Hasta el momento se ha llevado a cabo una medición anual, sin embargo se pretende continuar las mediciones con mayor frecuencia, es decir, dos mediciones anuales la primera entre los meses de abril y mayo; y la segunda durante los meses de octubre y noviembre, esto porque se han observado diferencias en la composición florística temporal entre la época seca y la época lluviosa. Para efectos prácticos de estas mediciones, la parcela fue dividida en cinco partes iguales de 2x10 metros, realizando un transecto entre cada una de las partes, lo que permitió mayor facilidad para el conteo de las especies e individuos.



Foto: F. Carmona.

Montaje de las parcelas, año 2000.

Las mediciones de regeneración consistieron en el levantamiento de la lista de especies presentes dentro de la parcela, realizando para cada una de ellas el conteo de los individuos que la estuvieran representando en ese momento en el sitio.

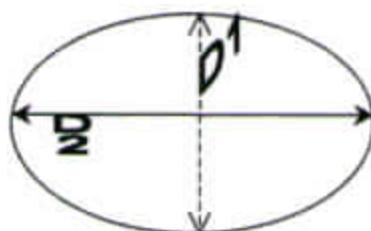
Porcentaje de pasto

Se subdividió la parcela en cuadrículas de $2 \times 2,5$ metros, es decir de 5 m^2 , para un total de 20 cuadrículas por parcela, anotando las cuadrículas donde el pasto estuviera dominando más del 50% en lo que respecta a cobertura de suelo. Luego solamente se calculó el porcentaje mediante comparación de las cuadrículas dominadas por pasto y el total de cuadrículas de la parcela.

Cobertura de copas

Se estimó importante medir esta variable ya que la cobertura de copas está directamente relacionado con la presencia de pasto dentro de las parcelas por el efecto de la sombra, aunque no se conoce exactamente la intensidad de la luz que está ingresando al sotobosque, pues no se cuenta con equipo especializado, esta es una variable que da una idea aproximada de la cobertura en el dosel.

La variable utilizada es el Área de Ocupación de Copas (AOC), que se obtiene midiendo en forma cruzada el diámetro de copa mayor y menor de cada árbol como se presenta en la figura posterior, y calculando el área mediante la ecuación del área de un elipsoide.



La suma del área de copa de cada uno de los árboles de melina de la parcela dará como resultado, el AOC de la parcela, y se obtiene además el índice de ocupación dividiendo el AOC entre el área de la parcela, cuando el índice es superior a 1 la parcela está muy densa y cuando es inferior a 1 podemos afirmar que hay suficientes claros en el sitio por lo que hay mayor probabilidad de existencia de pasto.

Arboles portadores adyacentes

Se ubicaron e identificaron los individuos de las especies nativas que se encuentran en su etapa reproductiva, para los cuales se lleva a cabo cada mes observaciones sobre su fenología, midiendo: follaje, floración, frutos verdes, frutos maduros y rebrotes nuevos.

De estos árboles se recolecta semilla cuando se presenta la cosecha y se han establecido pequeños ensayos de vivero con el fin de conocer por el momento para algunas especies sus plántulas respectivas con el fin de identificarlos en medio de la regeneración natural.

Todas las mediciones iniciaron en el año 2001, con la elaboración del proyecto de monitoreo, por lo que se construyó una cronosecuencia para el análisis de datos, de tal forma que esto pudiera reconstruir la información desde el año 1 hasta el año 3, esto

porque hay tres bloques de plantación que datan del año 1999 y dos que datan del año 2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Regeneración

La información obtenida en este apartado se obtuvo mediante el inventario de la regeneración en las parcelas de medición.

Con base en los datos se preparó la información de diversidad florística del sitio, para el cual no se consideró melina como parte de la población de especies existentes y se trabajó únicamente con las especies nativas que han ido poblando el sitio. La diversidad florística se calculó utilizando el Índice de Shannon&Weigner, el cual proporciona información comparable para sitios con condiciones similares, lo que se aprovechó para comparar las diferencias existentes entre los diferentes años en que los sitios han estado sometidos al tratamiento con melina, ver el siguiente cuadro.

Cuadro 1: Determinación del Índice de sitio en el ensayo de restauración de bosques con melina, durante los tres primeros años de tratamiento.

Año	1	2	3
Índice de Shannon	2,92	3,32	1,91

Se observa un aumento en la diversidad florística del sitio entre el año 1 y 2, sin embargo para el año tres el índice disminuye de una forma drástica, esto podría deberse a que las especies que formaban parte del inventario en el año 1 en su mayoría eran especies herbáceas pioneras, las cuales pudieron haber contado con mejores condiciones para su desarrollo al ir evolucionando el dosel de melina y desapareciendo de la misma forma el pasto, que es el principal obstáculo para que se desarrolle el bosque.

Para el año tres es importante tomar en cuenta dos condiciones, una es que debido a la elaboración de la cronosecuencia las parcelas que están representando esta edad son menos, ya que solamente los primeros bloques son los que han alcanzado esta edad, y segundo que ya en esta edad la melina logró cerrar completamente el dosel por lo que la disponibilidad de luz está afectando las poblaciones de estas especies pioneras, y favoreciendo aunque más lentamente el establecimiento de leñosas, esto se estará ampliando mejor posteriormente.

Con los datos del inventario se realizó también una distribución por año en lo que respecta a representatividad de las especies más abundantes en el ensayo hasta el momento, obteniéndose diferentes grupos por comportamiento de especies, el primer grupo presenta una tendencia muy clara a la disminución o desaparición de la población de estas especies (ver gráfica 1), esto puede deberse a que la mayoría son especies pioneras temporales, que al ir cambiando las condiciones de microclima en forma drástica y acelerada por la influencia de la melina en el sitio se ven afectadas en la permanencia de sus poblaciones, lo que corrobora la información que brindó el Índice de Shannon.

Adicionalmente, encontramos otro grupo de especies que en estos primeros años de mediciones y conforme cambian las condiciones de sitio por la sombra de la melina tienden a diferencia de las anteriores a aumentar la representatividad de sus poblaciones en el ensayo, como es el caso de *Acalypha arvensis*, que pasó de estar presente en

solamente un 8% de las parcelas en el año 1, a un 56% de presencia en el año 3, esto se observa mejor en la gráfica 2. Es importante resaltar el caso de *Psidium guajaba*, especie leñosa de porte arbóreo que ha ingresado desde estos primeros años dentro de la lista de especies colonizadoras del sitio, pasando de una representatividad aproximada del 18% en el año 1 a más de un 30% en el año 3.

Otro aspecto importante de resaltar en lo que respecta a la regeneración es la abundancia de las especies en el sitio, existe un grupo de especies que además de estar muy bien representado en todo el ensayo cuenta con una abundancia bastante elevada, esto es en cantidad de individuos por especie, como es el caso de *Hidrocotyle* sp, *Hemidiodia* sp, *Pavonea schiediana*, *Mimosa xantocentra*, entre otras, que en tan solo 7 especies, es decir, en un 8% de las especies inventariadas se concentra el 67% de la población total de individuos de las especies presentes en el ensayo, observar gráfica 3.

En contraposición a esto se elaboró la lista de las especies que únicamente están representadas en todo el ensayo por uno a tres individuos, estos son:

Cuadro 2: Lista de las especies más raras en el ensayo de restauración de bosques con melina, representadas únicamente por tres o menos individuos en todo el ensayo.

Un solo individuo	Dos individuos	Tres individuos
Acisanthera quadrata	Buddleja americana	Drymania serrulata
Aristolochia sp	Cuphea carthagenensis	Triumfeta lappula
Baccharis trinervis	Cyrcium mexicana	
Bourreria sp	Macroptillum sp	
Castilleja arvensis	Inga sp	
Cecropia peltata	Pilea sp	
Cestrum racemosum	Piper sancti-felisis	
Clematis haenkeana	Sabicea villosa	
Guazuma ulmifolia	Selaginela sp	
Letia sp	Serjania sp	
Miconia lacera	Verbena litoralis	
Oldenlandia sp	Waltheria sp	
Pachira aquatica		
Piper peltatum		
Psychotria sp		
Simarouba glauca		
Tipogandra serrulata		
Vitex cooperi		
Zanthoxilum sp		

Como se puede ver existe un 22% (19 especies) de las especies identificadas en el proyecto que están representadas únicamente por un individuo, sin embargo es alentador ya que muchas de estas especies son arbóreas que antes no existían en los potreros, el otro 15% (13 especies) corresponde a especies representadas por dos individuos y sólo un 2% (2 especies) está representado por tres individuos.

Ahora es importante conocer de las especies en regeneración que se encuentran en el ensayo, de qué forma llegaron al sitio, es decir, su mecanismo de dispersión, para lo cual se preparó la gráfica 4. Como se puede ver la mayoría de las especies presentes en

el sitio 33%, han sido dispersadas por el viento lo cual es bastante lógico para la edad que tiene el ensayo, pues en estas etapas iniciales y como regla general en la regeneración de bosques las especies pioneras por excelencia son anemócoras. El siguiente grupo en importancia son las especies dispersadas por su propio peso, es decir las especies barócoras, que representan un 20%, si unimos los grupos de especies dispersados por animales, es decir las especies zoócoras, encontramos un 27% que es un porcentaje bastante considerable. La visita de estas especies se ha vuelto más frecuente desde que se cuenta con una cobertura arbórea mayor, se han observado especies como pizotes, jabalí, venado colablanca, ardillas, huellas de danta, pavas, gavilanes, entre otros. Se ilustra a continuación con la fotografía de una manada de pizotes dentro de la plantación.



Foto: F. Carmona.

Se elaboró también una gráfica (gráfica 5) con la información del tipo de especie por sus características estructurales, donde podemos encontrar que el grupo dominante en esta primera etapa es el grupo de las herbáceas con un 69%, seguido por los arbustos leñosos con un 20% y un 11% de especies arbóreas, lo cual nos causa satisfacción pues son apenas tres años de crecimiento, esto es un récord inalcanzable en el bosque seco, donde hemos realizado nuestros ensayos precedentes. Fuera de las parcelas en la sombra de los árboles semilleros y algunos también bajo la melina, se ha observado una población considerable de *Virola koschnii* (fruta dorada) que es una especie maderable y de dosel superior en este tipo de bosque y ha quedado fuera del inventario por su distribución espacial, es importante destacar que no existen cerca del ensayo árboles semilleros de esta especie por lo que la aparición de estos individuos allí podría ser un aporte de la fauna que visita el sitio.

Comportamiento del pasto y ocupación de copas

El pasto es una variable muy importante en el comportamiento de la regeneración del bosque en este sitio, pues la especie predominante que es el pasto estrella (*Cynodon niemfluensis*) por su agresivo crecimiento en estolones limita en gran medida el desarrollo de las especies latifoliadas, requiriendo en otros proyectos para poder mantener este tipo de especies vivas, la realización de rodajeas con una alta frecuencia (una vez por mes), cuando en otros sitios se realizan como máximo tres rodajeas anuales, lo que encarece enormemente las labores de restauración de bosques con especies de más lento crecimiento. Otra especie abundante de pasto es el *Brachiaria* sp, sin embargo este por su crecimiento en macollas es más compatible con el desarrollo de otras especies.

En la gráfica 6 se puede observar la relación inversa que existe entre el porcentaje de pasto de las parcelas y el número de especies e individuos presentes, es decir entre menos pasto mayor e número de especies como de individuos, el ritmo de crecimiento en el número de especies por parcela es un poco lento, sin embargo es constante, aproximadamente ingresa un individuo por año.

En la gráfica 7 encontramos la comparación de la cobertura del dosel versus la permanencia de pasto en estos bloques, es decir el AOC relacionado con la cobertura de pasto. En esta comparación también se observa una relación inversa entre las dos variables, pues como era de esperar entre mayor el desarrollo de los árboles de melina y principalmente de sus copas, los pastos han ido desapareciendo dando paso a la regeneración, lo que se observa a continuación.



Foto: F. Carmona.

Influencia de los árboles semilleros adyacentes

Se ha llevado a cabo el monitoreo de cada uno de los árboles semilleros, tomando los datos de fenología mensualmente, se obtuvo un total de 62 árboles semilleros, estos son la población de árboles remanentes que existían en su momento dentro del pastizal, y hoy en día comparten el sitio con el ensayo de restauración de bosques, de ellos han muerto tres un *Lonchocarpus* sp, un *Zanthoxylon* sp y un *Cocoloba* sp.

Existe un 46,8% de estos árboles que realmente están produciendo frutos y semilla, sin embargo hasta el momento no se ha observado regeneración dentro de las parcelas de estas especies. Las especies productoras son : *Cocoloba*, *Dusia*, *Zanthoxylon*, *Pouteria*, *Inga*, *Lonchocarpus* y *Guazuma ulmifolia*, es dos últimas las más abundantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se observa una dominancia en los dos primeros años de especies heliófitas efímeras, y para el siguiente aunque disminuyen las poblaciones de estas especies se empezó a registrar el ingreso de especies heliófitas durables y algunas esciófitas parciales.

A pesar de la corta edad del ensayo la regeneración existente, cuenta con una buena cantidad de especies leñosas, así como con la visita frecuente de fauna que tres años atrás no existía en el sitio.

La mayoría de especies presentes en el ensayo a esta edad temprana se compone de individuos dispersados por el viento.

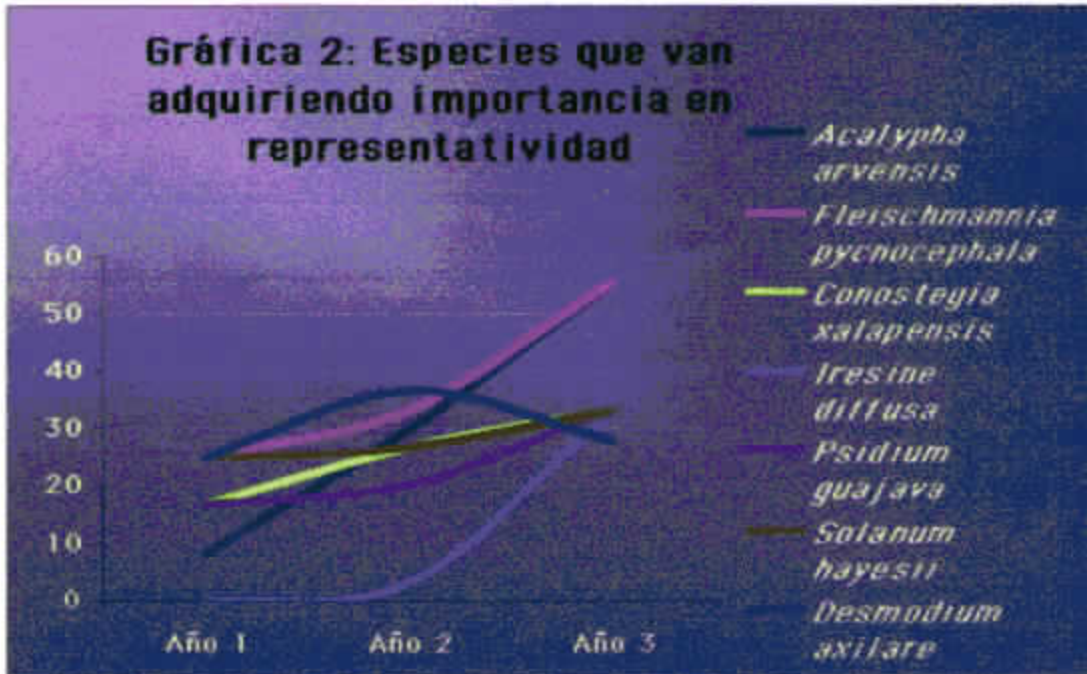
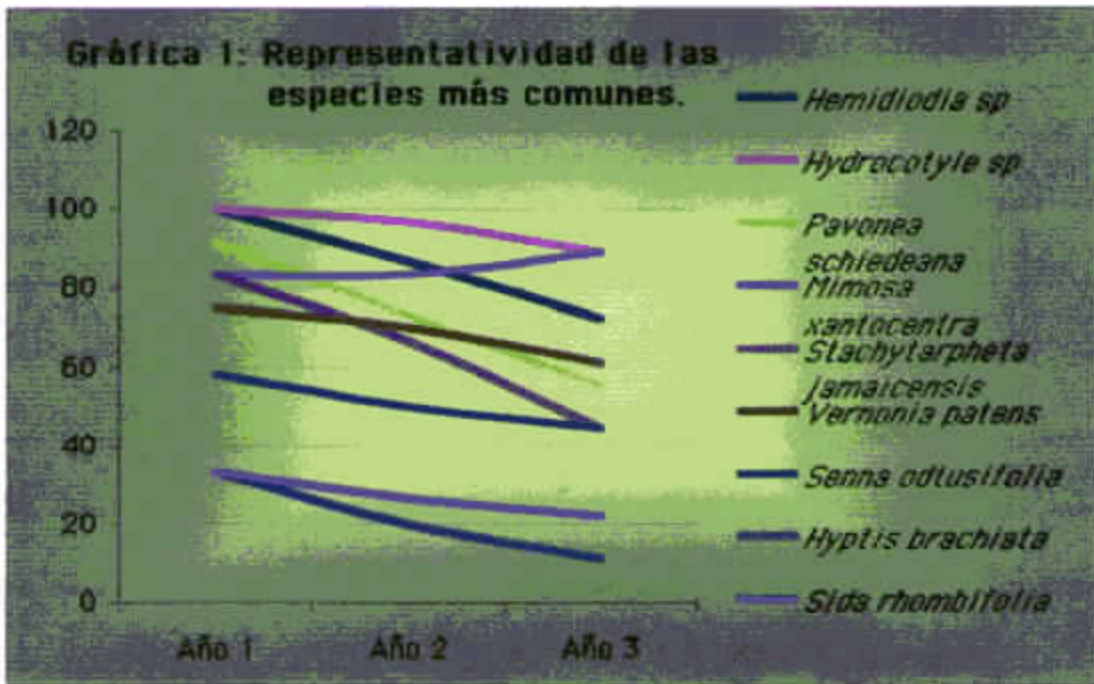
Existe hasta el momento una relación inversa entre la presencia de pasto y la cobertura de copas, pues a mayor cobertura de copas menor porcentaje de pasto. Por el contrario la relación es directamente proporcional entre la cantidad de especies e individuos y la cobertura de copas, pues a mayor cobertura de copas, mayor cantidad de regeneración.

Hasta el momento no existe suficiente regeneración de los árboles semilleros presentes en el sitio, registrada dentro del inventario, sin embargo se ha observado la presencia de algunos individuos en el resto del ensayo.

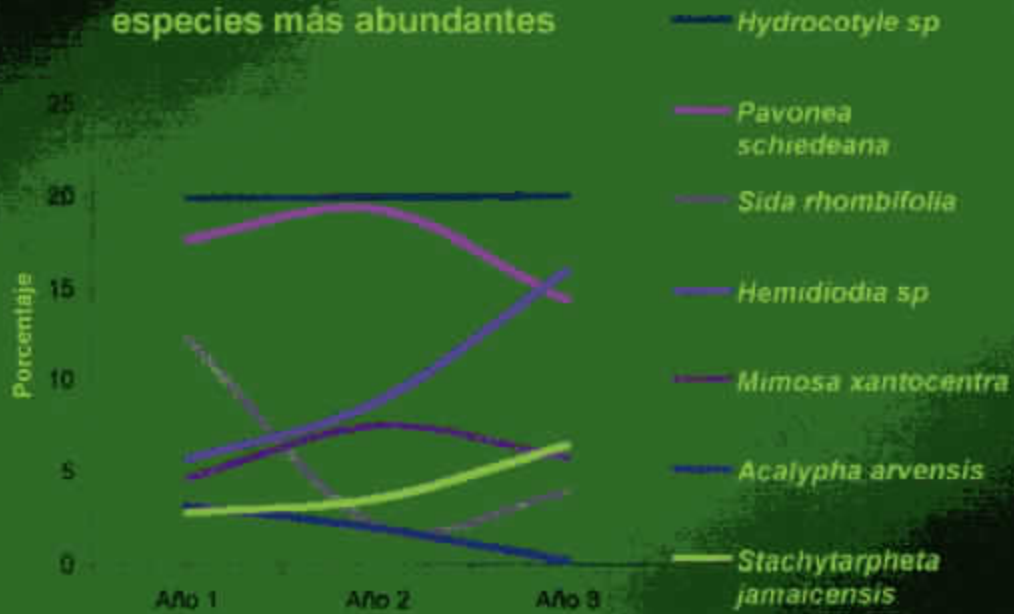
Se recomienda realizar un ensayo en los bloques de mayor edad, con el fin de observar el efecto de ir aplicando tratamientos de apertura de dosel, ya que en este momento en estos bloques se ha perdido casi por completo el pasto y sería bueno conocer si aplicando un tratamiento de este tipo a corta edad podremos acelerar el proceso de regeneración del bosque.

AGRADECIMIENTO

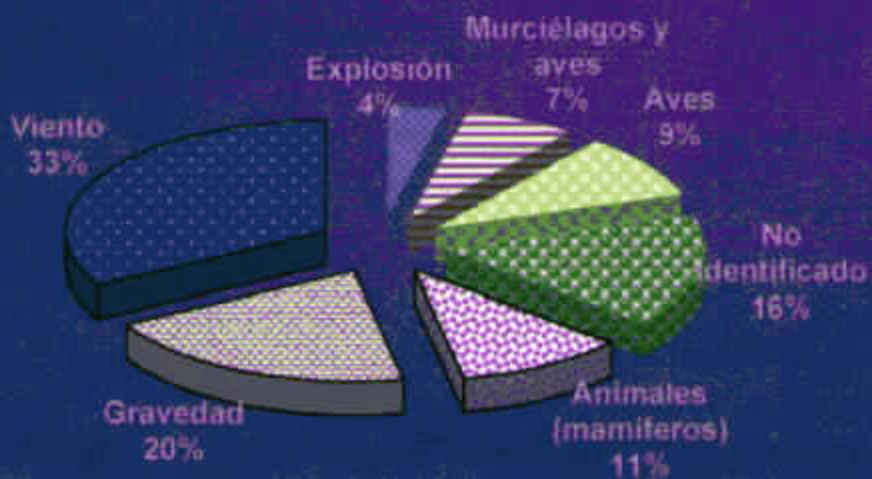
Agradecemos enormemente a los compañeros del equipo de investigación, muy especialmente a Lupo, Daniel Pérez y Adrián, por su abundante y desinteresada colaboración en la identificación de muestras y demás información sobre historia natural de las especies inventariadas.



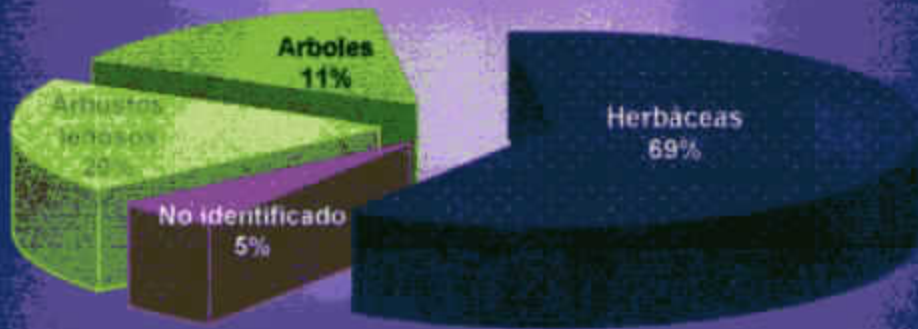
Gráfica 3: Comportamiento de las especies más abundantes



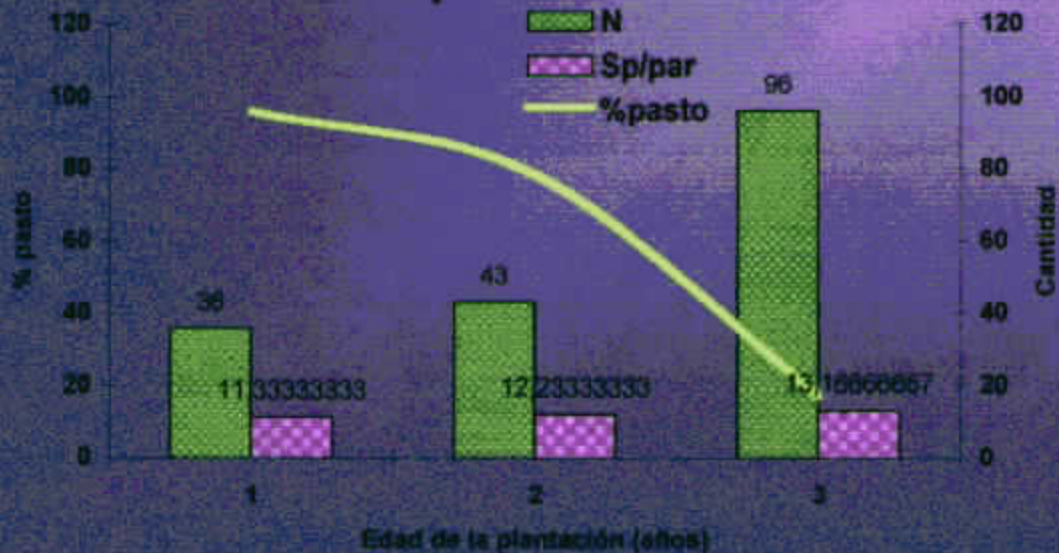
Gráfica 4: Distribución del número de especies por mecanismo de dispersión.



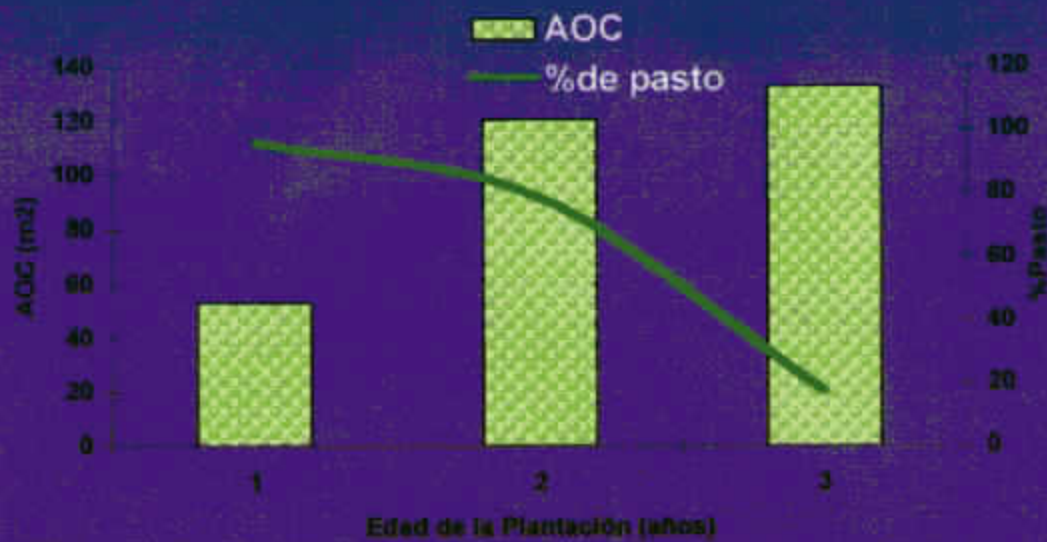
Gráfica 5: Distribución del número de especies por tipo, según características estructurales.



Gráfica 6: Tendencia del comportamiento del n° de individuos, n° de especies y % de pasto



Gráfica 7: Área de Ocupación de Copas de Melina **vs** % de pasto en las parcelas



Anexo 1: Lista general de especies presentes en el ensayo

<i>Acalypha arvensis</i>	<i>Ludwigia leptocarpa</i>
<i>Acalypha diversifolia</i>	<i>Macroptillum</i> sp
<i>Acisanthera quadrata</i>	<i>Miconia lacera</i>
<i>Aristolochia</i> sp	<i>Mimosa xantocentra</i>
<i>Asclepia curassavica</i>	<i>Nectandra</i> sp
<i>Baccharis trinervis</i>	<i>Neurolaena lobata</i>
<i>Bourreria</i> sp	<i>Oldenlandia</i> sp
<i>Buddleja americana</i>	<i>Pachira aquatica</i>
<i>Calopogonium</i> sp	<i>Pavonea schiedeana</i>
<i>Capraria biflora</i>	<i>Phyllanthus</i> sp
<i>Castilleja arvensis</i>	<i>Pilea</i> sp
<i>Cecropia peltata</i>	<i>Piper auritum</i>
<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Piper peltatum</i>
<i>Centrosema pubescens</i>	<i>Piper sancti-felisis</i>
<i>Cestrum racemosum</i>	<i>Piper verantum</i>
<i>Chamaesyce</i> sp	<i>Psidium guajava</i>
<i>Cissus</i> sp	<i>Psychotria</i> sp
<i>Clematis haenkeana</i>	<i>Pytyrogramma</i> sp
<i>Conostegia xalapensis</i>	<i>Ruellia</i> sp
<i>Cuphea carthagenensis</i>	<i>Rytidostylis</i> sp
<i>Cyrcium mexicana</i>	<i>Sabicea villosa</i>
<i>Desmodium axilare</i>	<i>Selaginela</i> sp
<i>Desmodium barbatum</i>	<i>Senna odtusifolia</i>
<i>Drymania serrulata</i>	<i>Senna papillosa</i>
<i>Egletes viscosa</i>	<i>Serjania</i> sp
<i>Elephantopus mollis</i>	<i>Sida rhombifolia</i>
<i>Elephantopus spicatus</i>	<i>Simarouba glauca</i>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Siperus</i> sp
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	<i>Solanum hayesii</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Solanum turbum</i>
<i>Hemidiodia</i> sp	<i>Spermacose assurgens</i>
<i>Hydrocatyle</i> sp	<i>Spondias mombin</i>
<i>Hyptis brachiata</i>	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>
<i>Hyptis</i> sp	<i>Thelypteris</i> sp
<i>Hyptis specigena</i>	<i>Tipogandra serrulata</i>
<i>Hyptis vilis</i>	<i>Triumfeta lappula</i>
<i>Inga oerstediana</i>	<i>Verbena litoralis</i>
<i>Inga</i> sp	<i>Vernonia patens</i>
<i>Ipomoea batata</i>	<i>Vigna adenatha</i>
<i>Iresine diffusa</i>	<i>Vitex cooperi</i>
<i>Letia</i> sp	<i>Waltheria</i> sp
<i>Lindenia</i> sp	<i>Zanthoxilum</i> sp
<i>Lochocarpus macrophyllus</i>	