

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



TRABAJO DE DIPLOMA

EVALUACION DEL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN TRES SITIOS EN DIFERENTES ESTADOS SUCESIONALES EN UN BOSQUE SECO SECUNDARIO EN NANDAROLA, NANDAIME, GRANADA

Autores:

Br. Luis Armando Ponce Valladarez
Br. Henry Gilberto Montalván Mena

Asesor:

Dr. Benigno González Rivas

Managua, Nicaragua
Noviembre – 2005

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
I INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
II REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Bosque secundario.....	4
2.1.1 Definición.....	4
2.1.2 Características de los bosques secundarios.....	5
2.1.3 Factores que determinan el establecimiento de un bosque secundario.....	5
2.1.4 Dinámica de la sucesión secundaria (fases en la sucesión secundaria).....	6
2.2 Banco de semillas del suelo.....	6
2.2.1 Definición.....	7
2.2.2 Importancia del banco de semillas del suelo.....	7
2.2.3 Fuentes del banco de semillas del suelo.	8
2.2.4 Tipos de bancos de semillas del suelo.....	8

2.2.5 Dinámica de la población del banco de semillas del suelo...	9
2.2.6 Influencia de la dispersión en el banco de semillas del suelo	9
2.2.7 Densidad de la población del banco de semillas del suelo...	10
2.2.8 Distribución vertical de las semillas en el suelo.....	10
2.2.9 Relación entre vegetación establecida con el banco de semillas del suelo.....	11
2.2.10 Influencia de la latencia.....	11
2.2.11 Relación entre banco de semillas del suelo de bosque seco y banco de semillas del suelo de bosque húmedo...	12
2.2.12 Comportamiento de las semillas pequeñas en el banco de semillas del suelo.....	13
2.2.13 Influencia de la edad de la sucesión.....	13
2.2.14 Efecto del fuego sobre el banco de semillas del suelo.....	13
III MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Área de estudio.....	14
3.1.1 Sitios de estudio.....	14
3.2 Aspectos biofísicos del área de estudio.....	15
3.2.1Clima.....	15
3.2.2 Topografía e hidrológica.....	15
3.2.3 Suelos.....	16
3.2.4 Infraestructura.....	16
3.2.5 Vida silvestre.....	17
3.2.6 Descripción de la vegetación.....	17
3.2.7 Uso anterior del suelo del bosque.....	17
3.3 Proceso metodológico.....	23
3.3.1 Etapa de bosque.....	23
3.3.1.1 Diseño del área de muestreo.....	23
3.3.1.2 Fase de muestreo de suelo.....	23
3.3.2 Etapa de laboratorio.....	25

	3.3.2.1 Tamizado de las muestras de suelo e identificación de semillas.....	25
	3.3.2.2 Prueba de viabilidad y germinación.....	25
	3.4 Análisis de datos.....	26
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
	4.1 Composición y riqueza de especies del banco de semillas del suelo.....	30
	4.2 Densidad del banco de semillas de suelo.....	33
	4.3 Profundidad media de almacenamiento de las semillas en el suelo.....	37
	4.4 Comparación entre la vegetación establecida y la composición del banco de semillas del suelo.....	41
	4.5 Ensayo de germinación y viabilidad.....	43
V	CONCLUSIONES.....	46
VI	RECOMENDACIONES.....	48
VII	LITERATURA CONSULTADA.....	49
VIII	ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Número de familias, géneros y especies por forma de vida encontradas en el banco de semillas del suelo en los tres sitios en estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	30
2	Diversidad florística por forma de vida y sitio en los diferentes estadíos de desarrollo en el bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	32
3	Especies con densidad = 10 sem/m ² en el banco de semillas del suelo de los tres sitios en estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	35
4	Familias con densidad = 20 sem/m ² en el banco de semillas del suelo en los tres diferentes sitios en el bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	37
5	Densidad de semillas (N ^o /m ²) del banco de semillas del suelo de acuerdo al estado sucesional y a la profundidad en los tres sitios del bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	38
6	Profundidad media de suelo a la cual se encuentran almacenadas las semillas de las especies del banco de semillas del suelo de los tres sitios estudiados en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	39
7	Coeficiente de similaridad (%) entre la composición florística de la vegetación establecida y del banco de semillas del suelo de los tres sitios en estados sucesionales en el bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	42
8	Especies que presentaron viabilidad en sus semillas, recolectadas del banco de semillas del suelo en tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Ubicación del área de estudio. Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	19
2	Forma del área de muestreo del sitio 1 (14 años). Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	20
3	Forma del área de muestreo del sitio 2 (9 años). Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	21
4	Forma del área de muestreo del sitio 3 (4 años). Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.	22
5	Diseño de la parcela utilizada para la toma de las muestras de suelo del banco de semillas del suelo de los sitios sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	24
6	Número total de semillas presentes en el banco de semillas del suelo de los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	34
7	Densidad de semillas (Nº/ m ²) de los diferentes bancos de semillas del suelo en los tres estados sucesionales del bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	34
8	Distribución vertical de las semillas dentro de las cuatro capas del banco de semillas del suelo en los tres estados sucesionales del bosque seco en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1	Persistencia de las semillas en el suelo.....	53
2	Esquema de la dinámica de las semillas presentes en el banco de semillas del suelo (Moreno, 1996).....	54
3	Esquema de la fórmula propuesta por Teketay & Granström (1995) para determinar la profundidad media de almacenamiento de las semillas en el suelo.....	55
4	Riqueza de especies por forma de vida encontradas en el banco de semillas del suelo en los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	56
5	Listado de especies con su número de semillas por sitio, encontradas en el banco de semillas del suelo en los tres estados sucesionales estudiados en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	58
6	Número total de semillas por familia y sitio, en los bancos de semillas del suelo muestreados en los tres estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	60
7	Lista general de especies arbóreas y arbustivas presentes en la vegetación establecida, identificada en los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.....	62

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor a Dios por darme vida a mi madre Guadalupe Valladarez y padre Luis Ponce Garache, por ser artífices y partícipes de mi formación como persona y profesional.

A mi hermana Ada Ponce y sobrino Diego Martínez por llevar felicidad al hogar.

A Claudia Agurcia por sus buenos consejos y momentos que hemos compartido.

A toda mi familia y amigos que me han dado ánimo en la carrera por la superación.

A toda aquella persona que deseando ampliar sus conocimientos haga consultas de este documento.

Br. Luis Armando Ponce V.

Dedico este trabajo con mucho amor y cariño:

A la memoria de mi tío Bernardo Alberto Mena Solís (q.e.p.d) por ser el precursor de mi formación como profesional.

A mi madre Diamantina Mena Solís por brindarme todo su apoyo, comprensión y cariño durante toda mi vida en especial en la culminación de mi carrera profesional.

A mis abuelos Luis Mena Soto y Maria Orfa Solís de Mena por su apoyo moral y emocional en todo el transcurso de mi profesión.

A Elba Maria Herrera González por sus consejos, apoyo y comprensión.

A mi hija Maria Alejandra Montalván Áreas.

A toda mi familia y amigos que me han animado para la culminación con mucha satisfacción de mi carrera.

Br. Henry Montalván Mena.

AGRADECIMIENTO

Al programa UNA – SLU – PhD cuyo financiamiento hizo posible la realización de este trabajo.

Agradezco en especial a la Sra. Martha Carrasco por brindarme la oportunidad de iniciar mi carrera profesional en esta universidad.

A la asociación Fougères – Somoto (AFOUSO) por su ayuda económica durante mi vida universitaria.

A esta casa de estudio que me abrió sus puertas para formarme con éxito.

Al Dr. Benigno González Rivas por su asesoría y recomendaciones prestadas durante el transcurso del estudio.

A todos mis compañeros que de una u otra forma me instaron a seguir adelante.

Br. Luis Armando Ponce V.

Agradezco a Dios por permitirme haber concluido con gran satisfacción mi carrera universitaria.

Al programa UNA – SLU – PhD por brindarme su apoyo financiero para hacer posible esta investigación.

A la Universidad Nacional Agraria quien durante cinco años me abrió las puertas del conocimiento, por el personal de docentes que día a día cumplen su labor procurando preparar hombres y mujeres de bien.

A mi asesor Dr. Benigno González Rivas, por su asistencia, apoyo y dedicación para que este trabajo se llegara a realizar.

A mi compañero de tesis Luis Armando Ponce Valladarez por su paciencia y compañerismo durante estos cinco años de formación profesional; sin olvidar al resto de compañeros que me brindaron su amistad y apoyo en el transcurso de nuestra carrera.

Br. Henry Montalván Mena.

RESUMEN

En el presente estudio se analizó el banco de semillas del suelo en un ecosistema de bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, departamento de Granada. La investigación tuvo por objetivos estimar composición, riqueza de especies y densidad de semillas presentes en el banco de semillas de suelo; también, se determinó la profundidad promedio de almacenamiento de las semillas encontradas, la similaridad florística entre las especies del banco de semillas de suelo versus las especies de la vegetación establecida y se realizó un ensayo de germinación y viabilidad de las semillas.

Para lo cual, se recolectaron muestras de suelo que incluían la capa litter y tres capas de suelo mineral sucesivas (de 0-3, 3-6 y 6-9 cms). Para esto se seleccionaron tres sitios en diferentes estados sucesionales con edades de 4, 9 y 14 años. En el sitio de 4 años se recolectaron 18 muestras, 37 muestras para el sitio de 9 años y 48 muestras de suelo en el sitio de 14 años.

Se contabilizó un total de 44 especies, distribuidas en 26 familias; el sitio de 4 años presentó 4 especies, 29 especies el sitio de 9 años y el sitio de 14 años sumó 33 especies. Las especies se distribuyeron en hierbas (15), bejucos (9), arbustos (6) y árboles (14).

En total se encontraron 895 semillas, con una tendencia de aumento en el número y densidad de semillas a menor edad del estado sucesional; con 240 semillas (223 sem/m²) para el sitio de 14 años; 326 semillas (391 sem/m²) el sitio de 9 años y 329 semillas (812 sem/m²) el sitio de 4 años.

Con lo que respecta a la profundidad promedio, las especies de hierbas, bejucos, arbustos y árboles conservan la mayor cantidad de semillas en las dos primeras capas de suelo, en general el número y densidad de semillas disminuye a mayor profundidad del suelo.

Se determinó un 21,28% de similaridad florística entre el banco de semillas de suelo y la vegetación establecida del sitio de 14 años, 16,98% en el caso del sitio de 9 años, y nula en el sitio de 4 años, al no encontrarse especies en común.

El ensayo de germinación demostró que el 16.20% de semillas estaban viables; representadas por 14 especies, y sólo dos especies alcanzaron el 100% de viabilidad de sus semillas: *Mucuna pruriens* (Pica pica) y *Karwinskia calderonii* (Güiligüiste).

SUMMARY

In the present study the bank of ground seeds was analyzed in an ecosystem of secondary dry forest in Nandarola, Nandaime, department of Granada. The investigation had by objectives to consider composition, wealth of species and density of present seeds in the ground bank; also, average of storage of the found seeds was determined the depth, the floristic similarity between the species of the bank of ground seeds versus the species of the established vegetation and was made a test of germination and viability of the seeds.

For which, they collected ground samples that included the layer to litter and three mineral ground layers successive (of 0-3, 3-6 and 6-9 cms). For this three sites in different sequential states with ages from 4 were selected, 9 and 14 years. In the site of 4 years 18 samples were collected, 37 samples for the site of 9 years and 48 ground samples in the site of 14 years.

A total of 44 species, distributed in 26 families was entered; the site of 4 years presented 4 species, 29 species the site of 9 years and the site of 14 years added 33 species. The species were distributed in herbs (15), rattans (9), shrubs (6) and trees (14).

Altogether were 895 seeds, with a tendency of increase in the number and density of seeds in smaller age of the sequential state; with 240 seeds (223 sem/m²) for the site of 14 years; 326 seeds (391 sem/m²) the site of 9 years and 329 seeds (812 sem/m²) the site of 4 years.

With which it concerns to the depth average, the species of herbs, rattans, shrubs and trees conserve the greater amount of seeds in two undercoat of ground, in general the number and density of seeds diminish to greater depth of the ground.

One determined 21,28% of floristic similarity between the bank of ground seeds and the established vegetation of the site of 14 years, 16,98% in the case of the site of 9 years, and null in the site of 4 years, when not being species in common.

The germination test demonstrated that the 16,20% of seeds were viable; represented by 14 species, and only two species reached the 100% of viability of their seeds: *Mucuna pruriens* (Pica pica) and *Karwinskia calderonii* (Güillüiste).

I – INTRODUCCION

Durante las últimas cinco décadas, Nicaragua ha perdido 29,628.33 km² de bosques, a un ritmo de deforestación de 59,267 ha/año (MARENA, 2001); estas áreas despaladas han dado paso a un nuevo uso en el aprovechamiento del suelo como tierras agrícolas y ganadería extensiva, en la mayoría de los casos, provocando un gran impacto en el equilibrio ecológico. Después que estas áreas son abandonadas y si las condiciones lo permiten, dan paso al bosque secundario, que actualmente tiene un gran interés como fuente de madera y de servicios ambientales. Esto ha provocado un sinnúmero de ensayos y estudios en este tipo de bosque, referentes a su composición, estructura, diversidad, producción de leña y carbón, etc. Sin embargo, es necesario refinar el conocimiento sobre los requerimientos y biología de las semillas, en especial profundizar en la dinámica y composición del banco de semillas de suelo, dado que constituye la vegetación potencial del bosque y puede generar pautas para un mejor manejo del mismo.

Generalmente, los bosque secundarios constituyen hábitat en islas y esto debe tomarse en cuenta en su manejo, especialmente en la regeneración natural vía semilla. La productividad relativamente alta de los bosque secundarios y su potencial de manejo mediante las intervenciones sencillas, los convierte en suplidor de productos maderables y no maderables, especialmente a nivel de finca familiar (Finegan, 1992), de ahí que debe darse énfasis en la ampliación del conocimiento sobre la regeneración natural a partir de las semillas acumuladas en el suelo.

El banco de semillas del suelo de un bosque juega un papel importante en la sucesión secundaria, ya que estas semillas son la fuente de nuevos individuos después de un disturbio del sitio (Scholz *et al*, 1999).

El análisis del banco de semillas del suelo en cualquier tipo de bosque, proporciona información esencial sobre el potencial de regeneración y aplicarse para predecir las secuencias sucesionales que se desarrollan en la comunidad vegetal.

Algunos estudios han demostrado que después de una perturbación, el éxito de la potencial regeneración depende, en gran medida, de las semillas presentes en el suelo (Teketay & Granström, 1995).

En zonas templadas se han hecho la mayoría de investigaciones sobre banco de semillas del suelo (Vásquez-Yanez, 1974). A nivel de trópico dominan los efectuados en bosques húmedos seguidos de los realizados en bosques secos (Scholz *et al*, 1999). En Nicaragua, en el campo forestal, se conoce el efectuado por Bojorquez (1993), que evaluó la germinación de semillas de suelo en el bosque seco del RVS Chacocente.

En este estudio se analizó el banco de semillas del suelo en un ecosistema de bosque seco tropical en tres sitios en diferentes estados sucesionales en Nandarola, Nandaime. Se estimó la riqueza y composición de especies y la densidad de semillas presente en el banco de semillas del suelo; así como la profundidad promedio de almacenamiento de las semillas, su relación con las especies vegetales presentes y los promedios de germinación y viabilidad bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el banco de semillas del suelo en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario.

Objetivos específicos

Conocer la composición y riqueza de especies presentes en el banco de semillas del suelo.

Determinar la densidad y profundidad promedio de almacenamiento de las semillas en el suelo.

Comparar la composición de especies del banco de semillas del suelo con las especies de la vegetación establecida.

II – REVISION DE LITERATURA

2.1 – Bosque Secundario

2.1.1 – Definición

Según Finegan (1992), el bosque secundario es aquella vegetación leñosa que crece en tierras abandonadas, después que su vegetación original fue destruida por la actividad humana.

Plana [s.f], señala que un bosque secundario se constituye gracias al proceso ecológico, denominado sucesión Vista como la aparición cronológica de comunidades vegetales o animales en un ecosistema dinámico (Seoáñez, 1995). Se distinguen dos tipos de sucesión: sucesión primaria y sucesión secundaria. La sucesión primaria ocurre en áreas que no han sido colonizadas anteriormente. La sucesión secundaria se presenta en sitios previamente ocupados por algún tipo de cobertura vegetal y sujetos a algún tipo de disturbio de origen natural o antrópico (EIA, s.f.).

Lamprecht (1990), sostiene que el concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de la sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta o antropogénica, hasta su fin, excluyendo el estadio del bosque climácico, lo cual ya no es abarcado por el concepto.

La estructura y composición del bosque secundario cambia ampliamente respecto al bosque primario e igualmente cambia a lo largo de la sucesión. Algunos de estos cambios, como por ejemplo, el área basal o el volumen de madera son relativamente rápidos y, en general, se puede hablar de que la regeneración y crecimiento de los bosques secundarios es relativamente rápida (Finegan, 1992).

Generalmente, los bosques secundarios constituyen hábitat en islas, pueden estar rodeados de bosques primarios, aunque se presentan también rodeados por terrenos no forestales. Los cambios en el uso de la tierra afectan la disponibilidad de especies para la colonización (Finegan, 1992).

2.1.2 – Características de los bosques secundarios

Según Lamprecht (1990) y Brown & Lugo (1990), citados por Plana [s.f], las características del bosque secundario son:

- La combinación y estructura varía con la sucesión.
- En estado joven, son más pobres en especies, más homogéneos en edad y dimensiones, y están más simplemente estructurados que los primarios del mismo medio ambiente.
- Entre las especies secundarias típicas no se encuentran las productoras de maderas preciosas tropicales de alto valor.
- En los primeros estados, el crecimiento es considerable aunque luego decrece.
- La vegetación del bosque secundario es menos compleja que la del bosque primario.
- Área basal baja.
- Árboles con pequeños diámetros.

Además, se sabe que las plantas de las comunidades vegetales secundarias presentan las siguientes características: son heliófitas, tienen un rápido crecimiento, las semillas son viables durante mucho tiempo, sus mecanismos de dispersión son muy eficientes y presentan una mayor producción de semillas (Van Steenis, 1958; Smith, 1966; Daubenmire, 1968; Ashton, 1969; Gómez – Pompa *et al*, 1972. Citados por Rico & Gómez – Pompa, 1972).

2.1.3 – Factores que determinan el establecimiento de un bosque secundario

Poorter & Bongers (1993), citados por Plana [s.f], sugieren que la cantidad de especies que se establecen en un bosque secundario depende de los siguientes factores:

- Disponibilidad de semillas.
- Disponibilidad de vectores de semillas.
- Cantidad de rebrotes y retoños.

- Naturaleza y duración de la perturbación (intensidad).
- Microclima y condiciones del suelo.

2.1.4 – Dinámica de la sucesión secundaria (Fases en la sucesión secundaria)

Finegan (1992), describe de modo sencillo las primeras décadas de la sucesión secundaria después de una tala rasa del bosque o en tierras agrícolas abandonadas o degradadas con fuentes adecuadas de semillas.

Las primeras tres etapas de la sucesión están respectivamente dominadas por hierbas y arbustos, seguidos por árboles heliófitos efímeros (pioneros de ciclo corto) y estos por árboles heliófitos durables (especies secundarias tardías o pioneros de ciclo largo). Este último grupo ecológico consiste casi exclusivamente en especies utilizables. Los tres grupos mencionados se establecen en o cerca del principio de la sucesión; la sucesión ocurre porque cada grupo crece, madura y declina más rápidamente que el que le sigue. La tercera etapa de la sucesión protagonizada por árboles heliófitos, dura hasta que empiezan a ser reemplazados por especies más tolerantes a la sombra (esciófitas). Dado que estas especies secundarias tardías alcanzan típicamente la madurez a los cien años, esta tercera etapa puede durar más de un siglo. El bosque de esta tercera fase se diferencia del bosque maduro por la composición de especies dominantes.

2.2 – Banco de semillas del suelo

Se considera como un factor importante en la iniciación de la sucesión secundaria a las semillas acumuladas en el suelo (contenido de semillas o potencial florístico). Este constituye una posible fuente de la cual se puede establecer una nueva vegetación si la actual es destruida (Castro & Guevara, 1976).

En general, la vegetación de un lugar está formada por un componente real y un componente potencial, la primera representada por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por las semillas y propágulos presentes en el suelo (Guevara & Gómez - Pompa, 1972).

2.2.1 – Definición

El banco de semillas del suelo puede ser definido como aquellas semillas que permanecen dormidas por un período de tiempo en la superficie del suelo hasta que su germinación es estimulada por un cambio en su desarrollo (Ashton *et al* ,1998).

2.2.2 – Importancia del banco de semillas del suelo

El banco de semillas del suelo, un potencial de semillas (latentes) en un determinado momento, juega un rol clave en los procesos de regeneración y recuperación dentro de una comunidad vegetal. El conocer su composición y dinámica permite valorar su participación e influencia en la regeneración y reestablecimiento de la población que ha sido dañada (Castro & Guevara, 1976).

La disponibilidad de semillas en el suelo, es un factor importante en la regeneración del bosque o de especies específicas; autores como Guevara & Gómez – Pompa (1972), refieren que el potencial florístico, es un elemento clave en el proceso de sucesión, y ésta dependerá de la época del año en que se realice la perturbación, como del área perturbada, ya que distintas especies se encuentran disponibles en el suelo en las distintas estaciones del año, con una distribución heterogénea.

La presencia de semillas sea de vegetación primaria o secundaria, constituye un índice de repuesta mediata o inmediata de la comunidad vegetal a una perturbación (Castro & Guevara, 1976).

La vegetación que coloniza un área después de un disturbio se establece por lo menos en parte por las semillas enterradas en el suelo, así influencia la dirección que tomará la regeneración y la sucesión secundaria. La germinación a partir del banco de semillas del suelo es el proceso más importante que contribuye a la composición inicial de la comunidad de plantas después de un disturbio (Scholz *et al*, 1999).

2.2.3 – Fuentes del banco de semillas del suelo

El banco de semillas del suelo llega a constituirse o enriquecerse gracias a la lluvia de semillas (Besnier, 1989), las que junto con propágulos llevarán a cabo el proceso de regeneración. Según Guevara & Gómez-Pompa (1972) estas semillas o propágulos provienen de:

- A) Especies representativas de la vegetación actual.
- B) Especies de etapas sucesionales anteriores.
- C) Especies que aunque nunca han estado presentes en el área, se encuentra ahí gracias a la alta capacidad de dispersión de sus semillas.

2.2.4 – Tipos de bancos de semillas del suelo

Moreno (1996), refiere que los bancos de semillas del suelo de distintas especies varían según su persistencia en el suelo. Hay bancos transitorios que sólo permanecen en el suelo unos cuantos meses. En el caso de las especies con este tipo de bancos, las semillas se forman y dispersan quedando almacenadas durante unos meses en el suelo y germinando en forma masiva cuando existen las condiciones adecuadas. En cambio, hay otras especies que forman bancos persistentes a través de los años. En estos casos, para cada especie siempre hay semillas representantes de varias generaciones que se van sumando. En algunos casos, el número de semillas que queda latente es pequeño ya que muchas germinan cada año; en otros casos sucede lo contrario, ya que pocas semillas germinan y muchas quedan latentes en el suelo (Anexo 1).

La mayoría de especies pioneras al presentar latencia y una amplia diseminación, dominan el banco de semillas del suelo (persistentes). Después de una perturbación, la regeneración a partir del banco de semillas del suelo es mayor que la originada a partir de semillas transportadas de otros lugares. Para el resto de especies pioneras (pioneras restantes y primarias), en general las semillas son de vida corta y la diseminación ocurre durante un período corto, por lo que poseen bancos de semillas del suelo transitorios (Plana, s.f).

2.2.5 – Dinámica de la población del banco de semillas del suelo

Al igual que todo en la naturaleza, el banco de semillas del suelo no es estático y tiene una actividad y dinámica propia. Entran por la lluvia de semillas y salen cuando desaparecen las semillas; esta desaparición se debe en primer lugar a que germinen; segundo a que se mueran por envejecimiento o que sean atacadas por hongos, bacterias, etc., y tercero que sean depredadas por otros organismos. Las semillas tienen todavía un cuarto destino posible: permanecer latentes formando parte del banco de semillas del suelo (Moreno, 1996) (Anexo 2).

2.2.6 – Influencia de la dispersión en el banco de semillas del suelo

Un elemento importante de resaltar es la dispersión de las semillas, ya que un potencial florístico no se constituye si las semillas no llegan a una determinada localidad (Guevara & Gómez – Pompa, 1972). Los mismos autores señalan que la dispersión se realiza por distintos medios en un bosque secundario y en un bosque primario, en el primero por lo general, son más pequeñas y adaptadas para la dispersión por medios abióticos (Agua, viento, etc) en el segundo las semillas son más grandes y adaptadas para la dispersión biótica (animales).

Algunas especies tienen poca capacidad de dispersión y se mantienen latentes en el suelo, cerca de la planta progenitora. Son capaces de permanecer viables durante bastante tiempo y son sensibles a cambios en la intensidad de la luz que tal vez signifiquen una apertura del dosel de las hojas. Son especies que requieren luz para germinar. Otras especies en cambio han desarrollado la capacidad de dispersarse a mayores distancias, incrementando así la probabilidad de encontrar sitios favorables en un área grande. Estas especies tienen semillas pequeñas con alta capacidad de dispersión, que permanecen viables menos tiempo y cuya latencia innata no es tan profunda (Moreno, 1996). En ambos casos es la dispersión la causante de que en un área determinada se constituya un banco de semillas del suelo.

2.2.7 – Densidad de la población del banco de semillas del suelo

Besnier (1989), refiere que la densidad de población de banco de semillas del suelo es extremadamente variable. Las poblaciones mayores del orden de las 30 mil a 80 mil semillas por metro cuadrado se encuentran en los suelos cultivados; las densidades medias entre 5 mil a 30 mil semillas por metro cuadrado suelen encontrarse en prados artificiales, especialmente en los anuales y en los pastizales; las densidades inferiores a las 5 mil semillas por metro cuadrado son propia de praderas de gramíneas perennes y bosques.

2.2.8 – Distribución vertical de las semillas en el suelo

En cuanto a la distribución vertical del banco de semillas del suelo, Besnier (1989), señala que en terrenos no labrados la mayoría de las semillas están localizadas en la superficie, en los primeros cinco centímetros de profundidad, acumulándose en los dos primeros centímetros. A partir de ahí, la población de semillas disminuye fuertemente y la profundidad máxima que se alcanza es función de las características del suelo, de la vegetación de cobertura y de otras circunstancias.

Para indicar la distribución vertical de cada especie en el suelo y así obtener una idea general de su longevidad en el suelo, Teketay & Granström (1995) determinaron la profundidad promedio de almacenamiento de las semillas en el suelo para cada especie. Sus resultados mostraron que la distribución vertical de las semillas presentaba la más alta densidad en los primeros tres centímetros y gradualmente decrece a medida que aumenta la profundidad, así como que las semillas de especies de hierbas se almacenan a profundidades mayores que las semillas de especies de árboles, arbustos y bejucos.

El banco de semillas del suelo no alcanza grandes profundidades. La mayoría queda a dos o tres centímetros; más allá de diez centímetros se encuentra menos del uno por ciento (1%) de las semillas (Moreno, 1996).

2.2.9 – Relación entre vegetación establecida con el banco de semillas del suelo

Autores como Guevara & Gómez – Pompa (1972) y Castro & Guevara (1976), llegaron al resultado de que no existe una relación entre las especies del componente real con las especies del componente potencial.

En los lugares más perturbados la coincidencia es mayor; en los bosques y selvas es mucho menor. Se ha visto que la semillas de tamaño pequeño se produce en mayor cantidad, se dispersan más ampliamente y forman bancos de semillas del suelo; por lo tanto, es frecuente que estén presente no sólo en el sitio donde están creciendo físicamente las plantas progenitoras, sino también en los sitios donde se están dispersando. Por ello, el banco de semillas del suelo de bosques y selvas tiene un gran contenido de este tipo de semillas y no es una copia fiel de la vegetación que está creciendo a su alrededor (Moreno, 1996).

2.2.10 – Influencia de la latencia

Guevara & Gómez – Pompa (1972), sostienen que la latencia puede ser un factor importante en la sucesión, ya que muchas semillas almacenadas en el banco de semillas del suelo permanecen viables gracias al fenómeno de la latencia, éstas germinarán hasta que se den las condiciones ambientales favorables.

La latencia es una condición que evita que las semillas viables germinen aunque estén en condiciones apropiadas de humedad, temperatura, gases e iluminación (Jara, 1996).

Sólo aquellas semillas que permanecen latentes en el suelo forman parte del banco de semillas del suelo (Ashton *et al*, 1998).

En cualquier lugar hay semillas latentes en el suelo. Cuando por ejemplo se labra un campo, las semillas que se suben a la superficie, germinan, y aparecen de repente plantas que no se han visto durante años. Igualmente si se tala o quema un

bosque, hay un repentino crecimiento de plántulas procedentes de semillas que han permanecido latentes en el banco de semillas del suelo (Thomson, 1979).

En el caso de la sucesión secundaria la latencia de la semilla permite además a las especies sobrevivir a las fases sucesionales inadecuadas para su establecimiento y crecimiento y, por lo tanto, es de esperarse que las condiciones especiales de cada hábitat a través de la sucesión hayan conducido a una cierta selección de las plantas con el tipo de latencia más adecuado para una rápida repuesta a los cambios del medio ambiente (Vásquez – Yáñez, 1974).

2.2.11– Relación entre banco de semillas del suelo de bosque seco y banco de semillas del suelo de bosque húmedo

El tipo de especies arbóreas que se han encontrado almacenadas en el banco de semillas del suelo generalmente son especies heliófitas. Estas dependen de un banco de semillas del suelo que puede quedarse viable por mucho tiempo en el suelo hasta que se dan condiciones favorables para su germinación (Guevara & Gómez – Pompa, 1972). Estas especies tienen una alta capacidad de respuesta favorable para colonizar y ocupar un sitio que ha sufrido una perturbación (Castro & Guevara, 1976). Al contrario de las especies heliófitas, en el banco de semillas del suelo del bosque tropical húmedo no se ha encontrado gran cantidad de especies esciófitas (Guevara & Gómez – Pompa, 1972); lo que viene a afirmar el concepto de que estas especies no tienen semillas, en general, que puedan permanecer viables en el suelo por períodos largos (Moreno, 1973. Citado por Guevara & Gómez – Pompa, 1976). Esto es debido a que cuando estas especies fructifican y depositan sus semillas en el suelo, presentan gran contenido de tejido nutritivo que les permite establecerse y germinar apenas caen al suelo (Moreno, 1996), por lo que no necesitan formar grandes bancos de semillas en el suelo para mantenerse viables por mucho tiempo.

Los resultados del estudio de Teketay & Granström (1995), sostienen que muchas plantas del bosque seco guardan grandes cantidades de semillas en el suelo, en contraste de la situación en la mayoría de los bosques húmedos donde el

número de semillas como el número de especies son relativamente pocas. Otro contraste es que las especies del banco de semillas del suelo de los bosques húmedos son dominados por especies pioneras dominantes, particularmente árboles, mientras la mayoría de las especies del banco de semillas del suelo del bosque seco son hierbas, que son representativos de los estratos vegetales, lo que implica que la regeneración de árboles del bosque seco sería difícil y lenta después de un disturbio, al haber poca reserva de semillas de especies arbóreas en el suelo.

2.2.12 – Comportamiento de las semillas pequeñas en el banco de semillas del suelo

En general, las semillas de tamaño pequeño son las que forman banco de semillas del suelo de tipo persistentes. Probablemente el tamaño pequeño les ayuda a que se entierren, ya que puede caber y deslizarse fácilmente en los diminutos resquebrajamientos del suelo. Entre las especies que característicamente forman parte del banco de semillas del suelo están las hierbas que acompañan a los cultivos. En cambio las especies de árboles de bosque y sobre todo de las selvas, rara vez forman banco de semillas del suelo (Moreno, 1996).

2.2.13 – Influencia de la edad de la sucesión

Scholz *et al* (1999), en su estudio en un bosque seco en Costa Rica, llegó al resultado que existe una relación directa entre la riqueza de especies y densidad del banco de semillas de suelo con la edad de la sucesión, siendo la tendencia general que aumentan conforme avanza la sucesión del bosque seco.

2.2.14 – Efecto del fuego sobre el banco de semillas de suelo

Moreno (1996), señala que los fuegos que no son muy intensos alcanzan temperaturas que no llegan a calentar más abajo de la superficie. Todo aquello que se encuentra en la superficie y uno o dos centímetros por debajo muere, pero lo que está más abajo no se ve afectado. De esta manera, muchas semillas que forman parte del banco de semillas del suelo no son dañadas y siguen siendo capaces de germinar.

III – MATERIALES Y METODOS

3.1- Área de estudio

El trabajo se realizó en un bosque seco secundario en la comunidad de Nandarola, a casi 12 kilómetros al suroeste de la ciudad de Nandaime, departamento de Granada, al oeste del gran lago de Nicaragua (Figura 1).

Este bosque seco secundario se ha desarrollado de suelos de uso forestal pasando por suebs agrícolas hasta hacer abandonadas por sus antiguos dueños con el objetivo de expandir la regeneración natural con el soporte técnico y financiero del Proyecto Suroeste de Nicaragua.

Geográficamente el área del bosque se encuentra localizada entre los 11° 38' 50" - 11° 41' 12" de latitud Norte y 86° 03' 55" - 86° 05' 10" de longitud Oeste. Este bosque pertenece a dos cooperativas: Bernardino Díaz Ochoa y Pedro Joaquín Chamorro.

3.1.1 – Sitios de estudio

Como base para el estudio se utilizaron tres sitios, los cuales representan tres diferentes estados sucesionales del bosque seco, de los que a continuación se realiza una pequeña descripción:

- **Sitio La Chipopa:** Presenta un estado sucesional en edad de 14 años, con una vegetación ya establecida en la que es común las especies como: *Acacia collinsii* (cornizuelo), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Erythrina fusca* (helequeme), entre otras; aunque también el sotobosque es dominado por especies herbáceas y lianas. Cuenta con un área de 3.83 hectáreas, localizada en las coordenadas 11° 42' 31" Norte y 86° 05' 08" Oeste, siendo su altitud promedio de 151 msnm (Figura 2).

- **Sitio La Zorra:** Presenta un estado sucesional en edad de 9 años, con una vegetación en la que destacan muchos “charrales” y especies arbóreas y arbustivas como: *Genipa americana* (jagua), *Acacia collinsii* (cornizuelo), *Casearia corymbosa* (cerillo), entre otras. El área del bosque tiene una extensión de 4.21 hectáreas, y se encuentra localizada entre los 11° 41' 42" Norte y 86° 04' 25" Oeste, a una altitud de 131 msnm (Figura 3).
- **Sitio Finca Nandarola:** En el pasado, el uso del suelo de este sitio fue para pastoreo bovino, actualmente presenta un estado sucesional de 4 años de edad. *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro) es la especie arbórea más abundante, presentando gran cantidad de individuos dispersos por toda el área. Presenta un área de 1.21 hectárea, situada entre los 11° 41' 19" Norte y 86° 02' 04" Oeste, siendo el sitio de estudio a menor altitud con 110 msnm (Figura 4).

3.2 – Aspectos biofísicos del área de estudio

De acuerdo a Guido (2004), el área de estudio presenta los siguientes aspectos biofísicos:

3.2.1 – Clima

Es predominante el clima subtropical típico de la zona del pacífico, cálida y muy seca, la temperatura oscila entre los 23 y 29 °C, con una precipitación media anual entre 900 y 1300 mm. La época lluviosa es de Mayo a Octubre, caracterizándose por una buena distribución en todo el año.

3.2.2 – Topografía e hidrología

Las condiciones topográficas que presenta el bosque son: áreas planas, áreas onduladas, áreas quebradas y poco escarpadas.

Las elevaciones dentro del área están entre 103 msnm (en la parte más baja), hasta los 261 msnm (en las áreas quebradas), predominando el relieve ondulado con

pendientes menores del 30%, aunque también existen pendientes entre 45 y 80%, pero en trechos cortos.

En cuanto a la hidrología el área es atravesada por las quebradas Nandarola, San Rafael, Cebadilla y algunos ramales que solamente en el invierno presentan su caudal, siendo estos una subcuenca del río Ochomogo.

3.2.3 – Suelos

Son suelos de textura arcillosa, presentando diferentes coloraciones que van de rojizo claro a un tono más oscuro, pasando a negro en los lugares más cercanos a los ríos, hasta un tono gris claro, en las lomas y partes altas toman la coloración blanquecina con presencia de gravas; con un pH variable, predominando el ligeramente ácido.

En las áreas de bosque, los suelos son pocos profundos (de 2 a 4 centímetros), presentándose a continuación la roca madre.

3.2.4 – Infraestructura

Cuenta con un camino principal que comunica hasta el municipio de Nandaime, el cual actualmente se encuentra en buenas condiciones en las estaciones del año, contando además con una amplia red de caminos secundarios, que comunica a otras comunidades, tales como: Camaroncito, Camarona, Jabalina y Cooperativas aledañas.

No se cuenta con servicios básicos de luz eléctrica y agua potable, el 60 % de las viviendas cuentan con letrinas, un puesto de salud el cual brinda atención esporádicamente, una escuela primaria, una casa comunal en mal estado.

3.2.5 – Vida Silvestre

No se tiene estudios específicos sobre la fauna que habita en el bosque seco en Nandarola; sin embargo se han podido observar un buen número de monos, conejos, ardillas, ofidios y algunos venados que bajan a las quebradas a brebar.

3.2.6 – Descripción de la vegetación

El bosque se clasifica según SFN – MARENA (1992), citado por Galo & Ayerdis (2000), dentro de las formaciones forestales zonales de la región ecológica I, correspondiente al bosque bajo o mediano caducifolio de zona cálida y seca. Cabe mencionar, sin embargo que en esta zona se encuentra una formación vegetal azonal como es el bosque de galería, el cual se desarrolla en las quebradas que cruzan el área.

3.2.7- Uso anterior del suelo del bosque

Lam (1999), en su estudio da un antecedente del uso anterior del suelo del bosque:

En los años 1975-1979 el área del bosque pertenecía al Sr. Adolfo Benard Lacayo, quien fue el mayor accionista de la Compañía Azucarera Amalia, principal causante de la destrucción del bosque primario de la zona con su exhaustiva extracción de madera utilizada como leña para hacer funcionar las calderas del ingenio. Durante la época revolucionaria, la compañía se constituyó en el Ingenio Javier Guerra, quien se adjudicó las tierras del bosque.

A partir de la reforma agraria del Gobierno Sandinista, las tierras fueron entregadas a parceleros de la zona, asignándose una determinada área para realizar actividades agrícolas y la extracción de madera (para construcción de casas) y leña (para autoconsumo y venta en Nandaime y sus alrededores).

En los años 1983-1984, se dan los primeros pasos para la creación de las cooperativas Bernardino Díaz Ochoa y Pedro Joaquín Chamorro, a quienes se les asignó un área de 805 y 365 hectáreas, respectivamente.

En los años 1991-1992, se inician los primeros pasos para la organización y elaboración de la propuesta de un proyecto de manejo forestal de IRENA (hoy INAFOR) en colaboración con pobladores de la zona. En 1992-1993 dicha propuesta fue llevada a nivel internacional, consiguiéndose el apoyo del Servicio Alemán de Cooperación Social y Técnica (DED).

En 1994 inicia actividad el Proyecto Manejo de Bosque Latifoliado Nandarola quien apoyó la elaboración y ejecución del plan de manejo de ambas cooperativas.

En el año 2000 inicia actividades el Proyecto Suroeste, en la actualidad es el que está apoyando la actividad en la zona (Guido, 2004).

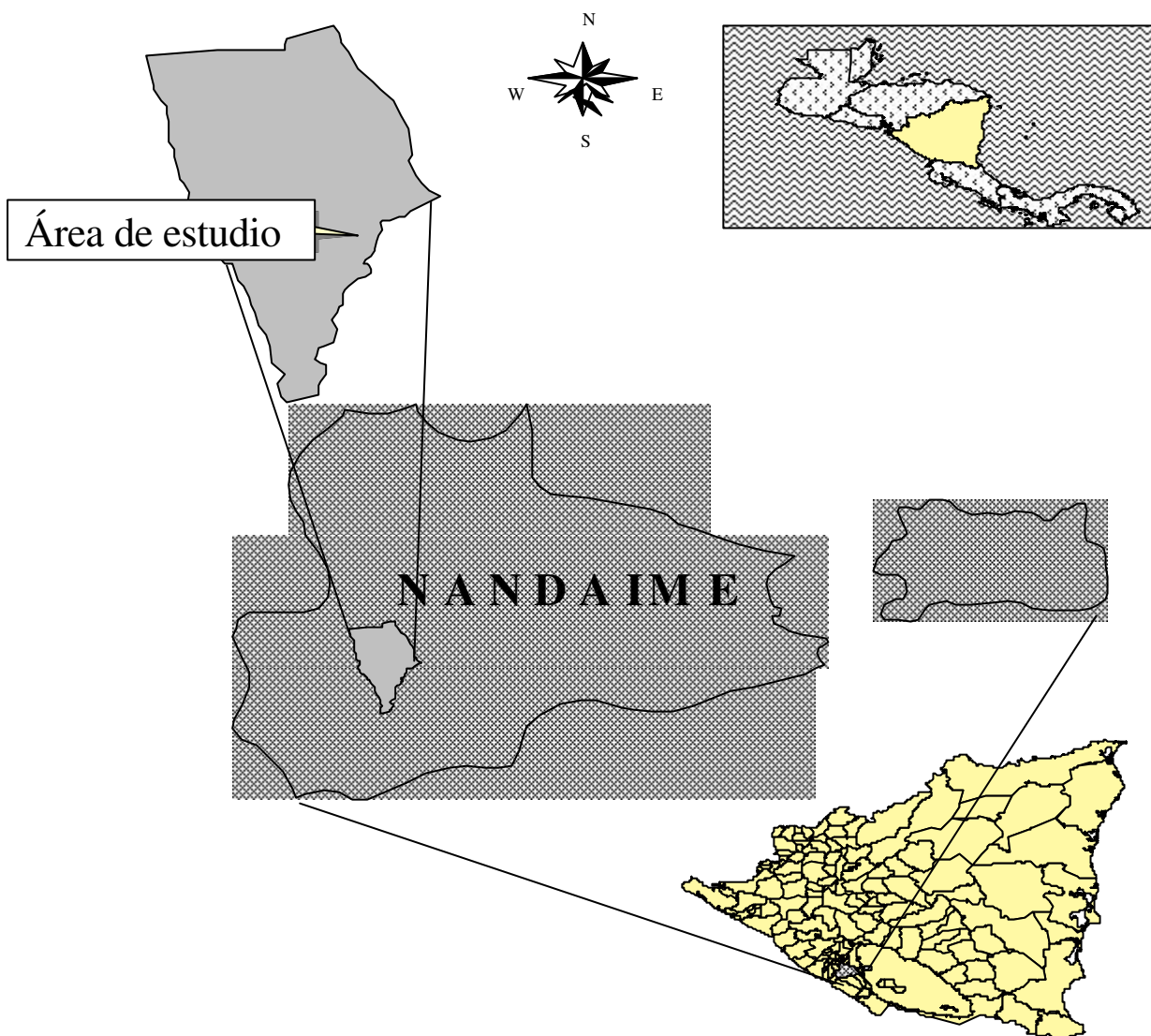


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

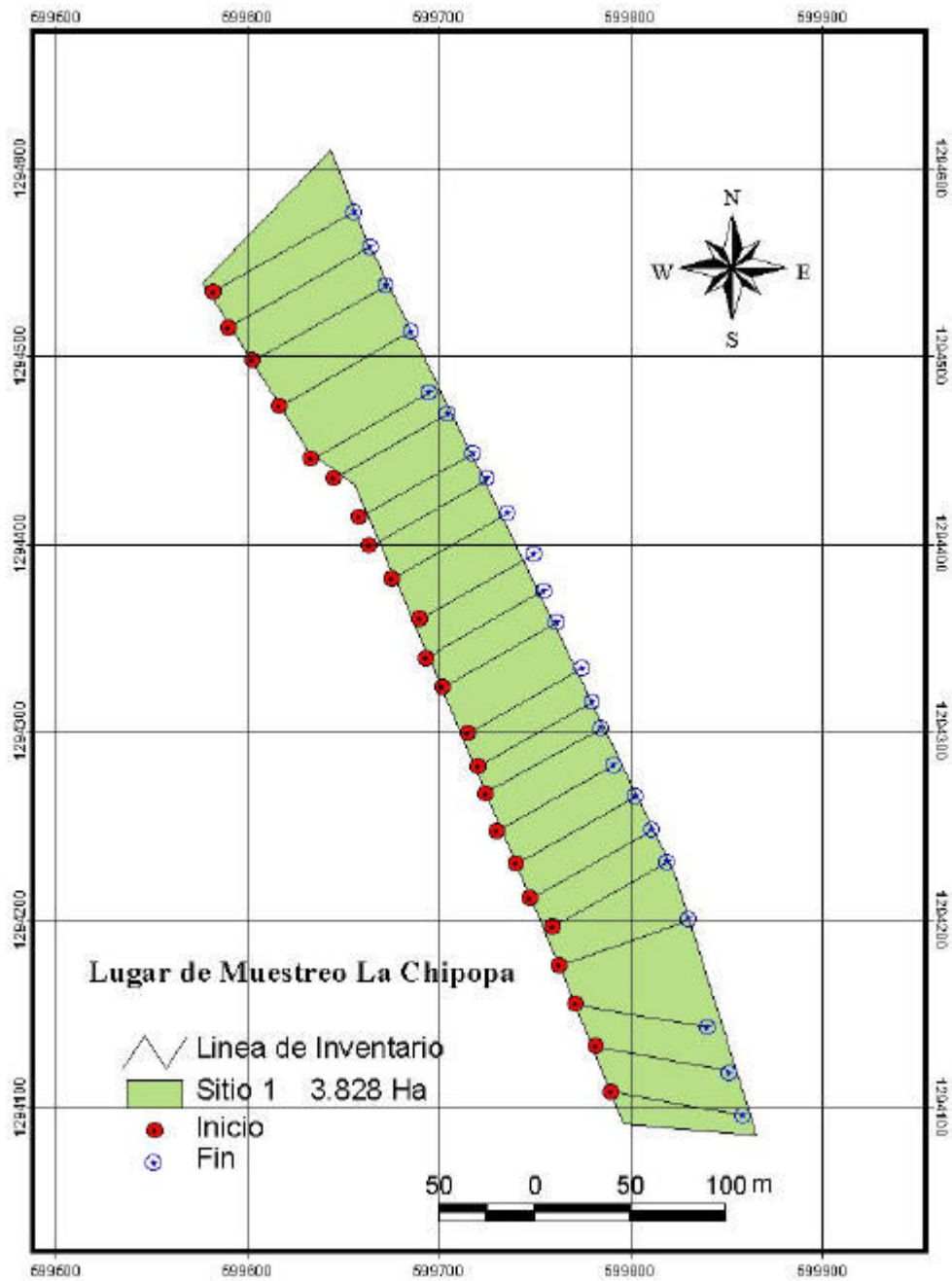


Figura 2. Forma del área de muestreo del sitio 1 (14 años). Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

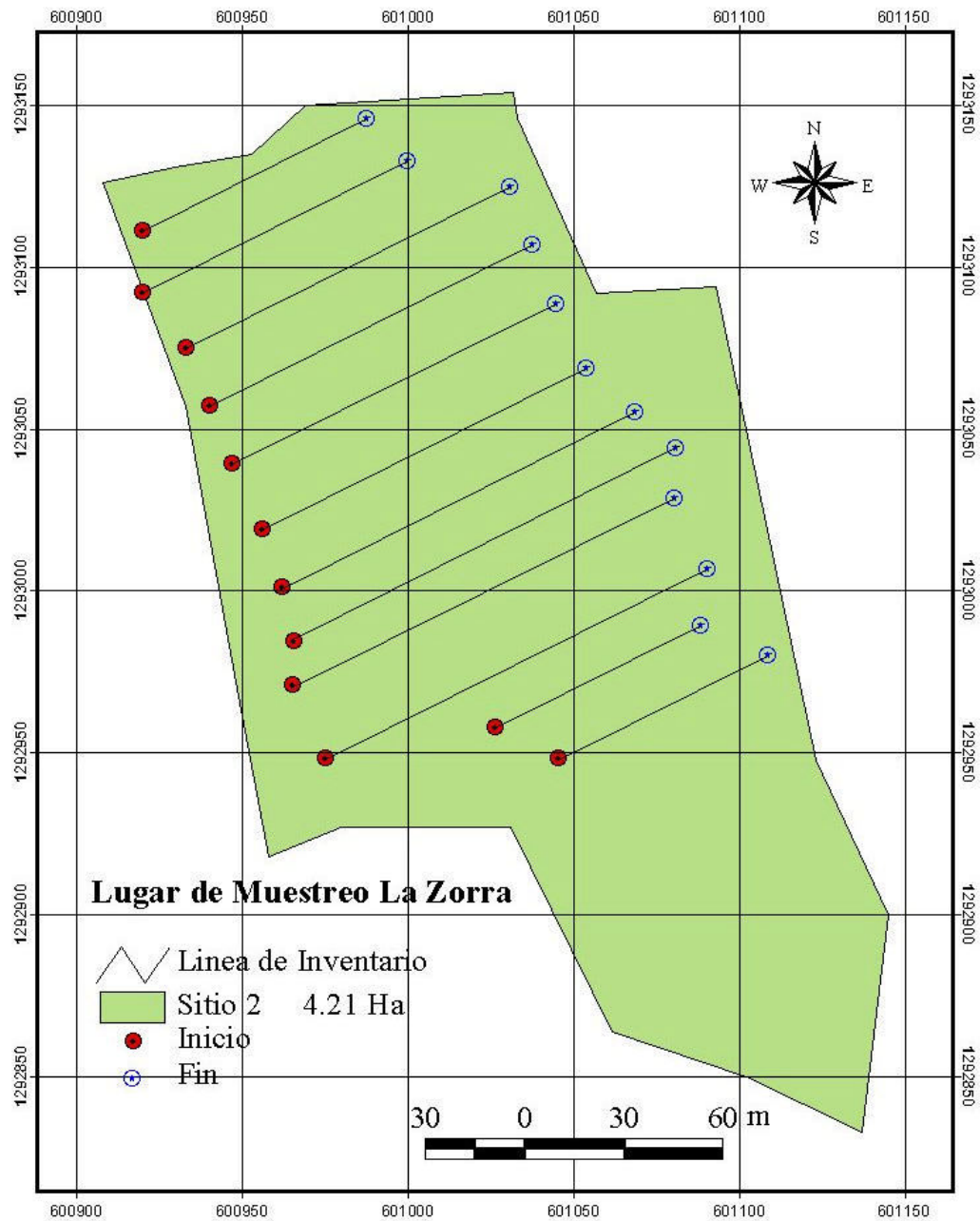


Figura 3. Forma del área de muestreo del sitio 2 (9 años). Nanda - rola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

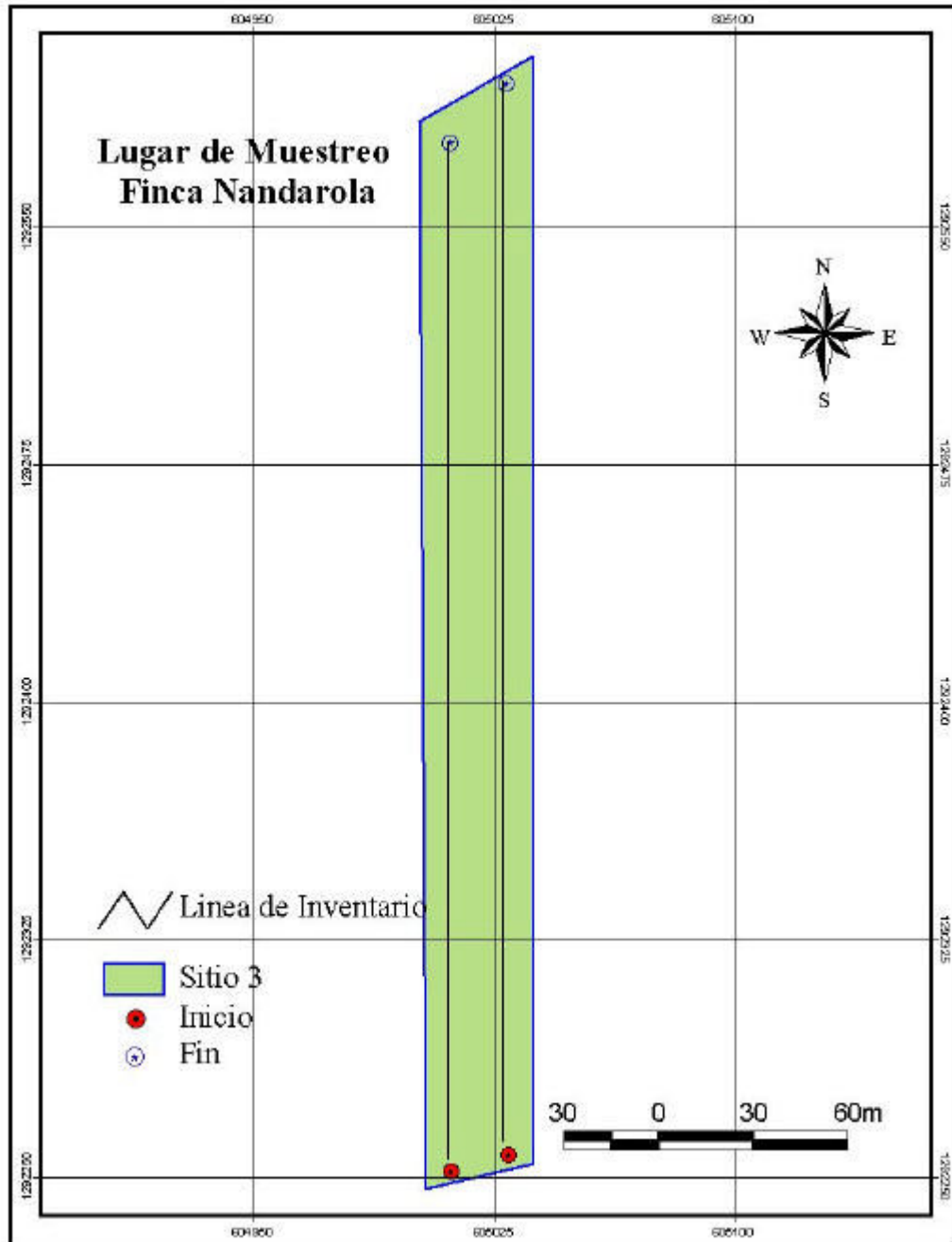


Figura 4. Forma del área de muestreo del sitio 3 (4 años). Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

3.3– Proceso metodológico

3.3.1 – Etapa de bosque

3.3.1.1– Diseño del área de muestreo

Al mismo tiempo que se llevaba a cabo la etapa de bosque, ocurrió simultáneamente un muestreo sistemático sobre la composición florística y estructural de la vegetación establecida, el cual fue independiente al estudio sobre banco de semillas del suelo, las líneas diseñadas para este inventario se utilizaron como referencia para el levantamiento de las muestras de suelo. Parcelas de 10 x 10 metros fueron establecidas para contabilizar los individuos dentro de la categoría fustal (= 10 cms diámetro normal). Dentro de éstas, cuatro subparcelas de 5 x 5 metros fueron establecidas donde una fue seleccionada para inventariar los individuos de la categoría latizal (=1.50 mts altura y < 10 cms diámetro normal). Una sub parcela de 2 x 2 metros, opuesta a la subparcela de 5 x 5 metros, fue usada para medir los individuos dentro de la categoría brinzal (< 1.50 mts altura = 0.30 mts).

Para levantar las muestras de suelo se seleccionaba al azar una subparcela de 5 x 5 metros. Las subparcelas muestreadas en cada sitio ocurrían a 40 metros una de la otra, las líneas muestreadas fueron las impares, todas y ambas para los estados sucesionales de 14, 9 y 4 años, respectivamente.

3.3.1.2 – Fase de muestreo de suelo

Dentro de cada subparcela de 5 x 5 metros seleccionada, un cuadro de madera de 15 x 15 centímetros se lanzó al azar, para marcar el área de donde se tomaría la muestra de suelo (Figura 5); ahí se tomaron cuatro capas sucesivas de suelo separadas, que fueron removidas con la ayuda de un cuchillo filoso y cuchara de jardín, luego la muestra de cada capa se colocó en bolsas plásticas, marcadas con el nombre del sitio, número de línea, número de parcela y capa. Las muestras incluían la capa de litter y tres capas de suelo mineral sucesivas de tres centímetros

de grosor (de 0-3 cms, de 3-6 cms y de 6-9 cms) (Teketay & Granström, 1995). El número de muestras de suelo por sitio fue de: 18 muestras en el sitio de 4 años, 37 muestras en el sitio de 9 años, y 48 muestras para el sitio de 14 años. La diferencia en el número de muestras entre sitio se debió a la frecuencia con que ocurrían las subparcelas seleccionadas para el levantamiento de las muestras, la edad de la sucesión no influyó en la cantidad de muestras de suelo recolectadas.

La recolección de las muestras de suelo fue realizada en el mes de junio y la primera quincena de julio del año 2004.

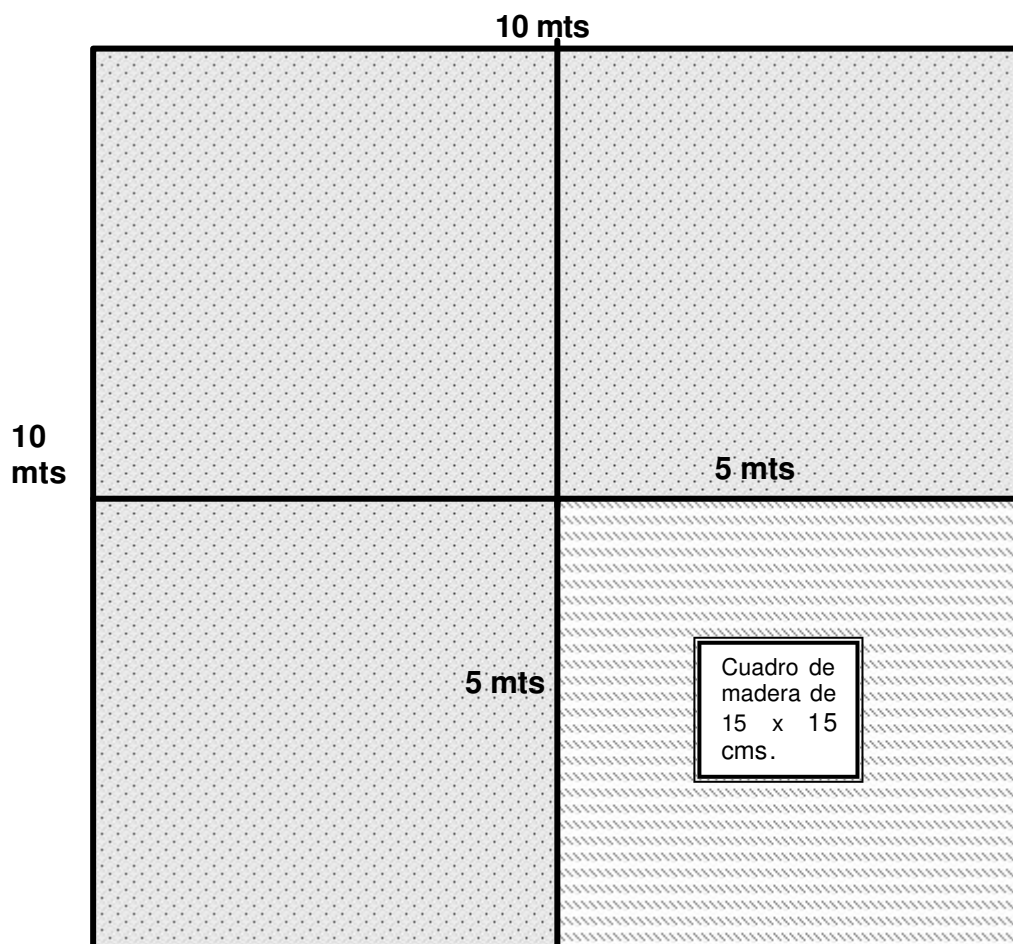


Figura 5. Diseño de la parcela utilizada para la toma de las muestras de suelo del banco de semillas de suelo de los sitios sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

3.3.2 – Etapa de laboratorio

3.3.2.1- Tamizado de las muestras de suelo e identificación de semillas

Para separar las semillas de la materia orgánica y de otros materiales del suelo, fue necesario proceder al tamizado de las muestras, esto mediante tamices especiales de luz de 4.0 mm, 1.25 mm y 0.5 mm; sin embargo, debido a que existen semillas diminutas que se mezclan con la tierra muy fina fue casi imposible la extracción de la mayoría de las semillas por no apreciarse muy bien, estas semillas pequeñas son generalmente las más abundantes en el banco de semillas de suelo (Gordón, 1999).

Las semillas extraídas fueron colocadas en bolsas plásticas, que se agruparon por sitio y capa.

Esta etapa se llevó a cabo en el laboratorio de física de suelo de la Universidad Nacional Agraria entre la segunda quincena de julio y la primera semana de agosto del año 2004.

La identificación de las semillas se hizo posible en un pequeño taller con los productores de la zona de estudio, quienes identificaron el nombre común de las semillas; posteriormente se consultó a un experto de la Universidad Agraria que identificó el nombre común de aquellas semillas aún no identificadas. El 100 % de las semillas fueron identificadas a nivel de especie, familia y forma de vida.

3.3.2.2 – Prueba de viabilidad y germinación

La mejor manera de saber si una semilla está viable es colocándola a germinar (Moreno, 1996).

Para estimar la cantidad de semillas viables, almacenadas en las muestras de suelo, se realizaron ensayos de germinación, los que se llevaron a cabo en el laboratorio de la Universidad de Ciencias Agrícolas de Umeå, Suecia; las semillas fueron colocadas bajo iluminación en el laboratorio teniendo como sustrato papel

filtro por cada especie. La temperatura promedio dentro del laboratorio fue de 20 °C; para proveer condiciones ideales de germinación las semillas se mantenían constantemente húmedas.

El número de semillas viables se obtuvo contando el número de plántulas emergidas, esto se hizo cada dos días por seis semanas. Después de estas semanas de incubación, la prueba de germinación fue detenida, y la viabilidad de las semillas no germinadas fue averiguada por disección, las semillas fueron consideradas viables si su contenido era blanco y firme (Teketay & Granström, 1995).

3.4 – Análisis de datos

Las especies encontradas en las muestras de suelo fueron clasificadas de acuerdo a su forma de vida: árbol, arbusto, bejuco y hierba.

Las especies, también, fueron agrupadas por capa en cada estado sucesional del bosque para determinar la composición y el número de semillas de cada especie por capa, y finalmente para determinar la composición y densidad de semillas de cada sitio.

Para medir la riqueza y diversidad de especies en el banco de semillas del suelo se hizo uso de los índices de diversidad alfa de Shannon-Weaver (1949), así como del índice de Margalef (1958), Citados por Pérez (2004). Adaptados para medir riqueza de semillas:

Índice de Shannon:

$$H' = - \sum [(n_i / n) \log (n_i / n)]$$

Donde:

H' = Índice general de diversidad de Shannon.

n_i = N° de semillas de suelo de la especie i.

n = N° de semillas de suelo de la comunidad.

Índice de Margalef:

$$R_1 = S - 1 / \ln n$$

Donde:

R_1 = Índice de Margalef.

S = N° de especies en la comunidad.

n = N° total de individuos en la comunidad.

El índice de Shannon es una medida del grado promedio de “incertidumbre” al predecir a que especies pertenece un individuo escogido al azar de una colección de S especies y n individuos. Este índice varía entre 0 y 1 (Pérez, 2004).

El índice de Shannon aumenta a medida que: aumenta la riqueza (número de especies en la muestra) y los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies (Pérez, 2004). Así H' tiene dos propiedades:

- 1) $H' = 0$ si y sólo si hay una especie en la muestra.
- 2) H' es máxima, sólo cuando las S especies están representadas por el mismo número de individuos.

El índice de Margalef es mayor a medida que aumenta la riqueza de especies (Pérez, 2004).

Se determinó la densidad de semillas haciendo uso de la fórmula establecida para calcular el número de árboles por hectárea, aquí adaptada para determinar el número de semillas por metro cuadrado. A continuación se detalla el procedimiento:

$$N^{\circ} \text{ sem/m}^2 = \frac{1}{(Nm \times Ac)} \times S_{\text{sem.}}$$

Donde:

Nm = Número de muestras.

Ac = Área del cuadrado (0.0225 m²).

SSem = Sumatoria de las semillas.

➤ Sitio de 4 años:

$$\text{N}^\circ \text{ Sem/m}^2 = \frac{1}{(18 \times 0.0225 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem} = \frac{1}{(0.405 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem}$$

➤ Sitio de 9 años:

$$\text{N}^\circ \text{ sem/m}^2 = \frac{1}{(37 \times 0.0225 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem} = \frac{1}{(0.833 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem}.$$

➤ Sitio de 14 años:

$$\text{N}^\circ \text{ sem/m}^2 = \frac{1}{(48 \times 0.0225 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem} = \frac{1}{(1.080 \text{ m}^2)} \times ?\text{Sem}.$$

Para indicar la profundidad promedio e indicar la distribución vertical de cada especie en el suelo, se empleó la fórmula propuesta por Teketay & Granström (1995):

$$\text{Profundidad promedio} = \frac{(\text{SL} \times 0.5) + (\text{ST} \times 2.5) + (\text{SM} \times 5.5) + (\text{SB} \times 8.5)}{\text{Número total de semillas}}$$

Donde:

SL= N° de semillas en la capa litter.

ST= N° de semillas de la primera capa de suelo (0 – 3 cms).

SM= N° de semillas de la segunda capa de suelo (3 – 6 cms).

SB= N° de semillas de la tercera capa de suelo (6 – 9 cms).

Los multiplicadores 0.5, 2.5, 5.5, y 8.5 son la profundidad en centímetro de la superficie de la capa litter hasta la mitad de ella, de la primera, segunda y tercera

capa de suelo, respectivamente. La capa litter varía en profundidad, pero en este caso una profundidad media de 0.5 le fue asignada (Anexo 3).

Se determinó, el coeficiente de similaridad entre las especies del banco de semillas del suelo con las especies de la vegetación establecida, así como la similaridad entre banco de semillas del suelo de los tres estados sucesionales, esto mediante el índice de Jaccard o índice de similaridad florística:

$$I J = \frac{a}{a + b + c}$$

Donde:

I J = Índice de Jaccard

a = Especies presentes en A y B

b = Especies presentes en B y ausentes en A.

c = Especies presentes en A y ausentes en B.

Este índice esta diseñado para ser igual a uno (1) en caso de similaridad completa e igual a cero (0) en comunidades sin especies en común.

IV – RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 – Composición y riqueza de especies del banco de semillas del suelo

El número total de especies presente en el banco de semillas del suelo de cada estado sucesional estudiado fue de 4 en el sitio de 4 años, 29 en el sitio de 9 años y 33 en el sitio de 14 años (Cuadro 1). Con un total de 44 especies, incluido los tres sitios, distribuidas en 26 familias. Las familias más representativas fueron: Poaceae con 6 especies, Fabaceae con 5 especies y Rubiaceae con 3 especies; además 7 familias con dos especies y otras 16 con una sola especie.

Cuadro 1. Número de familias, géneros y especies por forma de vida encontradas en el banco de semillas del suelo en los tres sitios en estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Edad del sitio (años)	Forma de vida	Nº de Familias	Nº de Géneros	Nº de Especies
4	Hierba	2	3	3
	Bejuco	1	1	1
	Arbusto	0	0	0
	Arbol	0	0	0
Total		3	4	4
9	Hierba	6	9	10
	Bejuco	4	5	5
	Arbusto	4	4	4
	Árbol	7	10	10
Total		17	28	29
14	Hierba	9	11	13
	Bejuco	6	7	7
	Arbusto	4	4	4
	Árbol	8	9	9
Total		23	31	33

Es notable que la riqueza de especies y el número de familias aumenta a medida que la edad de la sucesión es mayor, resultados similares a los encontrados por Scholz *et al* (1999); según Lamprecht (1990), al aumentar la edad de la

sucesión, el bosque presenta una mayor cantidad de especies, es más diverso, por lo que también se podría asumir que las probabilidades de que existan más especies, representadas por varias familias, almacenadas en el suelo sea mayor. El sitio con la menor riqueza es el de 4 años, como se trata del estado sucesional más temprano todavía la diversidad de especies en el sitio es mínima, y aún no se han podido almacenar muchas semillas diferentes en el suelo.

En conjunto, el componente arbóreo y arbustivo sumó el 45.45% (14 y 6 especies, respectivamente), y la fracción de hierbas y bejucos el 54.55% (15 y 9 especies, respectivamente). Contrario con otros estudios que han reportado valores muy bajos de especies arbóreas almacenadas en el suelo (Gordón, 1999; Scholz *et al*, 1999; Teketay & Granström, 1995), la proporción relativamente alta encontrada en este estudio de la fracción leñosa, puede relacionarse con la disponibilidad, dispersión y cercanía de la fuente de semillas (Gordón,1999), en especial árboles remanentes. Es posible que muchas semillas de comunidades adyacentes sean dispersadas por aire (anemócora) hacia los sitios estudiados. La ausencia de semillas arbóreas en el banco de semillas de suelo del sitio de 4 años, aunque sí presentaba especies de árboles en la vegetación establecida, puede ser debido a: 1.– La probabilidad de que el muestreo se hiciese en un área con semillas arbóreas haya sido nula, 2. – las semillas desaparecieron del banco por germinación, descomposición o depredación, y 3. – el muestreo no coincidió con la época de fructificación y/o dispersión de la mayoría de árboles presentes.

En el cuadro 2, se muestra la comparación de los valores de riqueza por forma de vida y sitio entre los bancos de semillas del suelo de los tres estados sucesionales. Se nota que los índices de diversidad de hierbas, bejucos y arbustos, demuestran mayor riqueza a mayor edad de sucesión, ya que en el sitio de 14 años se distribuyen más homogéneamente el número de semillas entre las especies.

Al no presentar semillas de árboles el sitio de 4 años no cuenta con medida de riqueza, es el sitio de 9 años que contabiliza el mayor número de especies y semillas arbóreas, alcanzando los mayores índices de riqueza sobre el sitio de 14 años.

La riqueza del banco de semillas del suelo decrece conforme la edad de la sucesión disminuye, obteniendo el mayor valor de riqueza el sitio de 14 años, y con la menor riqueza el sitio de 4 años. Aunque el sitio de 14 años muestra el menor número de semillas, éstas se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies del sitio, y es también el estado sucesional con el mayor número de especies, tomando en cuenta que ambos índices aumentan a medida que es mayor el número de especies; por lo tanto, a pesar que el sitio de 4 años tiene la mayor cantidad de semillas, no se distribuyen homogéneamente entre las 4 especies que ahí se contabilizaron.

Cuadro 2. Diversidad florística por forma de vida y sitio, en los diferentes estadios de desarrollo en el bosque secundario en Nandarola, Nandaimé, Nicaragua, 2004.

	Edad del Sitio		
	14 años	9 años	4 años
Hierbas ⁽¹³⁾			
<i>Nº de especies (S)</i>	13	10	3
<i>Nº de semillas (n)</i>	112	175	327
<i>Shannon-weaver (H')</i>	0.9213	0.6530	0.4248
<i>Margalef (R₁)</i>	2.5432	1.7426	0.3454
Bejucos ⁽⁹⁾			
<i>Nº de especies (S)</i>	7	5	1
<i>Nº de semillas (n)</i>	29	23	2
<i>Shannon-weaver (H')</i>	0.6849	0.6179	0.0000
<i>Margalef (R₁)</i>	1.7818	1.2757	0.0000
Arbustos ⁽⁶⁾			
<i>Nº de especies (S)</i>	4	4	0
<i>Nº de semillas (n)</i>	15	24	0
<i>Shannon-weaver (H')</i>	0.5688	0.4506	0.0000
<i>Margalef (R₁)</i>	1.1078	0.9440	0.0000
Arboles ⁽¹⁴⁾			
<i>Nº de especies (S)</i>	9	10	0
<i>Nº de semillas (n)</i>	84	104	0
<i>Shannon-weaver (H')</i>	0.6288	0.7358	0.0000
<i>Margalef (R₁)</i>	1.8055	1.9378	0.0000
Todas las especies ⁽⁴⁴⁾			
<i>Nº de especies (S)</i>	33	29	4
<i>Nº de semillas (n)</i>	240	326	329
<i>Shannon-weaver (H')</i>	1.2713	1.0823	0.4383
<i>Margalef (R₁)</i>	5.8387	4.8385	0.5176

El superíndice indica el número de especies totales por forma de vida encontradas en los tres bancos de semillas del suelo de los estados sucesionales del bosque seco secundario.

4.2 – Densidad del banco de semillas del suelo

El número total de semillas presente en cada sitio disminuye a medida que la edad de la sucesión avanza (Figura 6); habiendo un total de 329 semillas para el sitio de 4 años, 326 semillas en el sitio de 9 años, y con la menor cantidad el sitio de 14 años con 240 semillas. La misma relación se encontró en cuanto a la densidad de semillas siendo mayor en el sitio de 4 años con 812 sem/m², el sitio de 9 años presentó una densidad de 391 sem/m², y con la densidad más baja el estado sucesional de 14 años con 223 sem/m² (Figura 7). Estos resultados no concuerdan con los hallados por Scholz *et al* (1999), en un bosque seco secundario en Costa Rica, que concluyó que la tendencia de la densidad de semillas muestra un aumento conforme avanza la edad de sucesión. Los bancos de semillas del suelo contienen un alto número de semillas durante los primeros estadios de desarrollo o justo después del abandono del sitio por la actividad agrícola (Ashton *et al*, 1998), además las especies herbáceas producen una gran cantidad de semillas que se dispersan fácilmente y son las más abundantes en los bancos de semillas del suelo (Gordón, 1999). Un claro ejemplo son las especies *Hybanthus attenuates* (garbaceo) y *Cynodon dactylon* (zacate gallina) ambas herbáceas, que presentan la mayor densidad en el banco de semillas del suelo del sitio de 4 años, con 432 y 259 sem/m², respectivamente. Así mismo, en el sitio de 9 años la mayor densidad la mostró *Hybanthus attenuates*, con 130 sem/m².

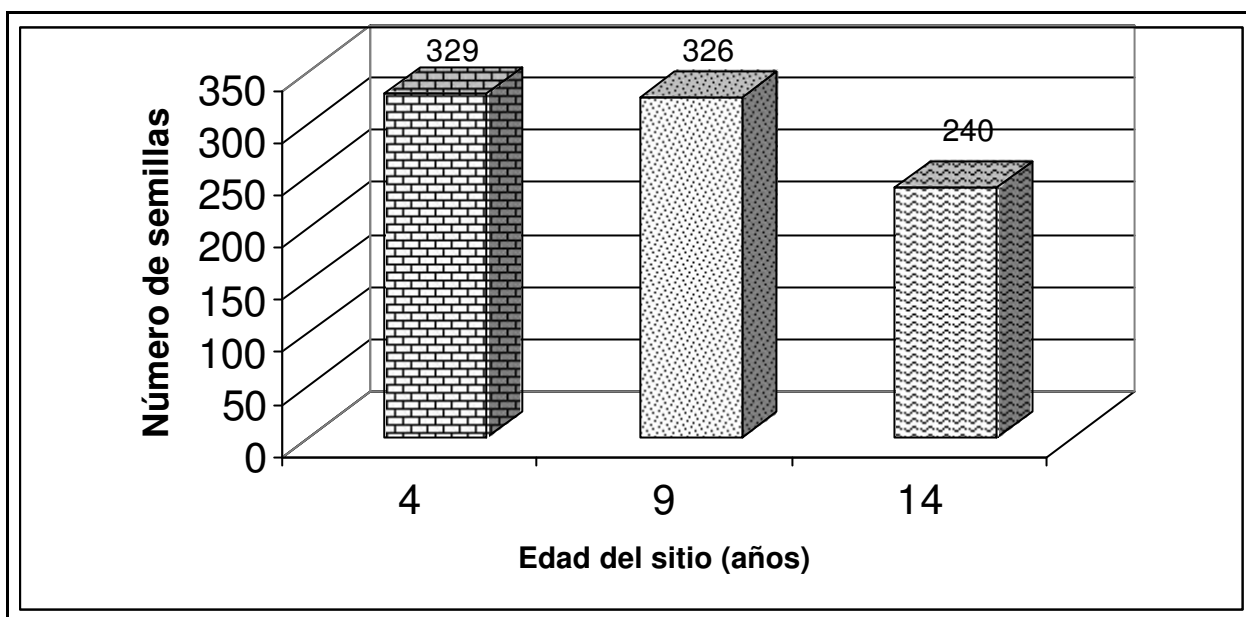


Figura 6. Número total de semillas presentes en el banco de semillas del suelo de los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

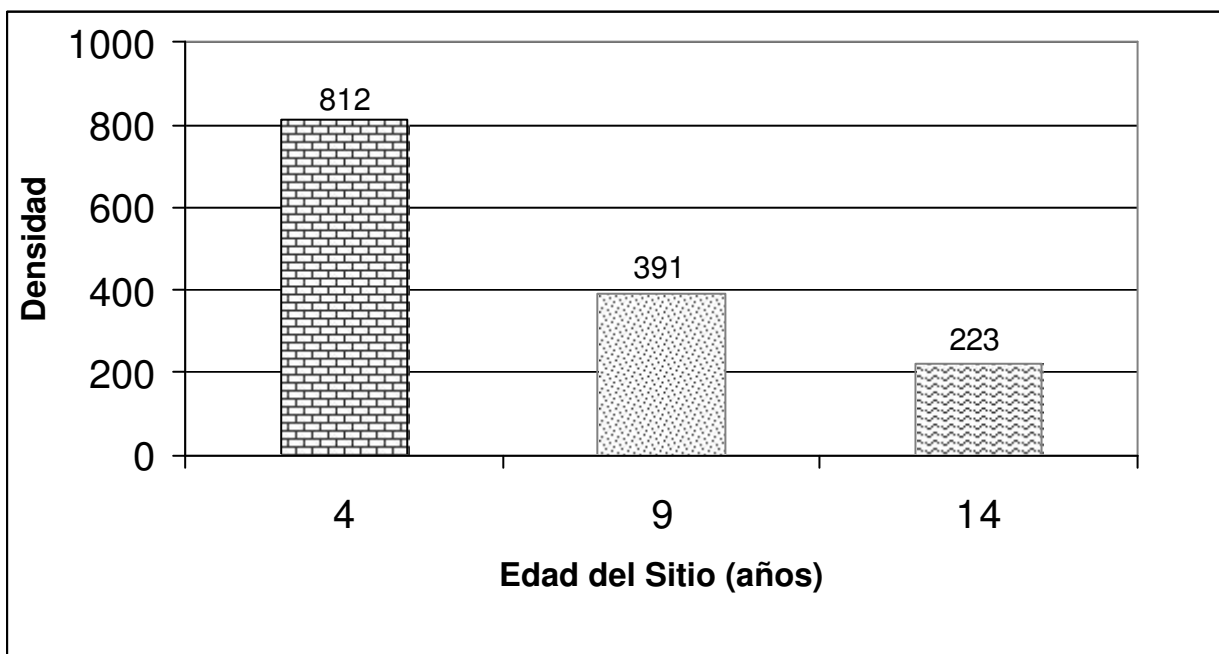


Figura 7. Densidad de semillas (N°/ m^2) de los diferentes bancos de semillas del suelo en los tres estados sucesionales del bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Las especies que presentaron una densidad superior a 10 semillas por metro cuadrado, se describen en el cuadro 3; como se muestra en este cuadro, *Hybanthus attenuates* (garbaceo), ocurre en los tres sitios y presenta la más alta densidad de los tres estados sucesionales con 432 sem/m². En general, las especies de hierbas y bejucos fueron las que mostraron la cantidad más alta de semillas, con el 74.64% (668 semillas) del tamaño total del banco de semillas de suelo. Las plantas herbáceas frecuentemente acumulan un banco de semillas del suelo persistente debido a que su supervivencia depende del éxito de la regeneración a partir de las semillas acumuladas en el suelo (Harper, 1977. Citado por Gordón, 1999). Teketay & Granström (1995), concluyeron en su estudio, en un bosque seco afro montano de Etiopía, resultados muy similares de que hierbas y bejucos presentaban un número superior de semillas en el banco de semillas del suelo con respecto a las especies arbóreas y arbustivas, señalando que la restauración del bosque sería lenta y difícil si su vegetación arbórea era destruida. Considerando que en el presente estudio, en los tres sitios se encontró un alto número de especies (66%) que tienen entre 1 a 10 semillas en el banco de semillas del suelo y que las especies arbóreas almacenaron sólo el 21.01% (188 semillas) del total de semillas en el suelo de los tres estados sucesionales, se sugiere que su restauración a partir de semillas sería insegura o difícil si los individuos arbóreos desaparecieran.

Cuadro 3. Especies con densidad = 10 sem/m² en el banco de semillas del suelo de los tres sitios en estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Especie	Forma de vida	Edad del sitio (años)		
		4	9	14
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Hierba	259		
<i>Hybanthus attenuates</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze - Menz	Hierba	432	130	11
<i>Boutelowa alamosana</i> Vasey	Hierba	116	22	
<i>Cenchrus undatus</i>	Hierba		30	
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC	Bejuco		12	
<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Arbusto		15	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Árbol		42	
<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	Árbol		26	
<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Árbol		32	40

Continuación del cuadro 3.

<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Hierba		14
<i>Sorghun halapensis</i> (L.) UNK.	Hierba		25
<i>Sida</i> sp.	Hierba		16
<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Hierba		14
<i>Desmodium tuortosum</i> (Sw) DC.	Bejuco		11
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Árbol		16

En el cuadro 4, se muestran las familias con densidad mayor o igual a 20 semillas por metro cuadrado. La alta densidad de semillas de la familia Violaceae y Poaceae, se debió a que estuvieron representadas por especies que en total reportaron la mayor cantidad de semillas (562 semillas), como: *Hybanthus attenuates* (garbaceo), *Cenchrus echinatus* (mozote de caballo), *Sorghun halapensis* (zacate invasor), *Cynodon dactylon* (zacate gallina), *Paspalum* sp. (zacate peludo), *Cenchrus undatus* (mozote de perro) y *Boutelowa alamosana* (guineíta) pertenecientes a la forma de vida herbácea; estas especies producen semillas pequeñas en gran cantidad que se dispersan fácilmente por aire, son especies agresivas que colonizan fácilmente áreas nuevas y una vez establecidas almacenan grandes cantidades de semillas en el suelo (Scholz *et al*, 1999). En cambio las familias Rubiaceae y Sterculiaceae, están representadas por especies arbóreas, como: *Chomelia speciosa* (malacagüiste), *Calycophyllum candidissimum* (madroño) y *Genipa americana* (jagua), para la primera familia, y *Guazuma ulmifolia* (guácimo de ternero), para la segunda familia, ambas suman un total de 101 semillas, con la mayor aportación por parte de la familia Rubiaceae con 82 semillas. Es notable que hay una relación proporcional del número de semillas con la densidad; siendo esta última, mayor al aumentar el número de semillas, y que familias de especies de hierbas, acumulan en el banco de semillas del suelo la más alta densidad comparada con la de especies arbóreas y arbustivas. Las semillas de hierbas tienen alta longevidad, permanecen viables por mucho más tiempo en el suelo con respecto a otros grupos, aún en suelos que se mantienen secos por mucho tiempo y son las que típicamente forman bancos de semillas de suelo (Fuentes, 1983).

Cuadro 4. Familias con densidad = 20 sem/ m² en el banco de semillas del suelo en los tres diferentes sitios en el bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Edad del Sitio (años)	Familia	Nº de semillas	Densidad (sem/m ²)
4	Violaceae	175	432
4	Poaceae	152	375
9	Poaceae	59	70
9	Fabaceae	21	25
9	Sterculiaceae	37	44
9	Rhamnaceae	22	26
9	Rubiaceae	38	45
9	Violaceae	109	130
14	Poaceae	55	51
14	Fabaceae	23	21
14	Rubiaceae	44	40

A pesar que la densidad varía entre las tres sucesiones del bosque seco, siendo mayor a medida que disminuye la edad del estado sucesional, hay que tomar en cuenta que el muestreo se hizo durante el período lluvioso, y se considera posible que la composición y densidad de semillas del banco de semillas de suelo, varía si se hubiese muestreado durante la estación seca, especialmente si se considera que los máximos de fructificación y dispersión de semillas ocurre en los períodos de sequía e inicios del lluvioso (Gordón, 1999).

4.3 – Profundidad media de almacenamiento de las semillas en el suelo

La tendencia general que se puede observar es que hay una disminución en el número de semillas y en la densidad de éstas a medida que aumenta la profundidad del suelo, lo mismo ocurre con el número de especies que se encontró en cada capa de suelo, pero con menor tendencia, presentándose la mayor cantidad a profundidades menores (Cuadro 5, figura 8).

Cuadro 5. Densidad de semillas (N°/m^2) del banco de semillas del suelo de acuerdo al estado sucesional y a la profundidad en los tres sitios del bosque secundario en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Sitio	Edad (años)	Profundidad (cms)	Nº semillas	Densidad (N°/m^2)	Nº especies
La Chipopa	14	Litter	114	106	19
		0 – 3	98	91	13
		3 – 6	24	22	13
		6 – 9	4	3	2
La Zorra	9	Litter	150	180	17
		0 – 3	123	147	15
		3 – 6	30	36	8
		6 – 9	23	27	8
Finca Nandarola	4	Litter	175	432	4
		0 – 3	136	335	3
		3 – 6	9	22	3
		6 – 9	9	22	3

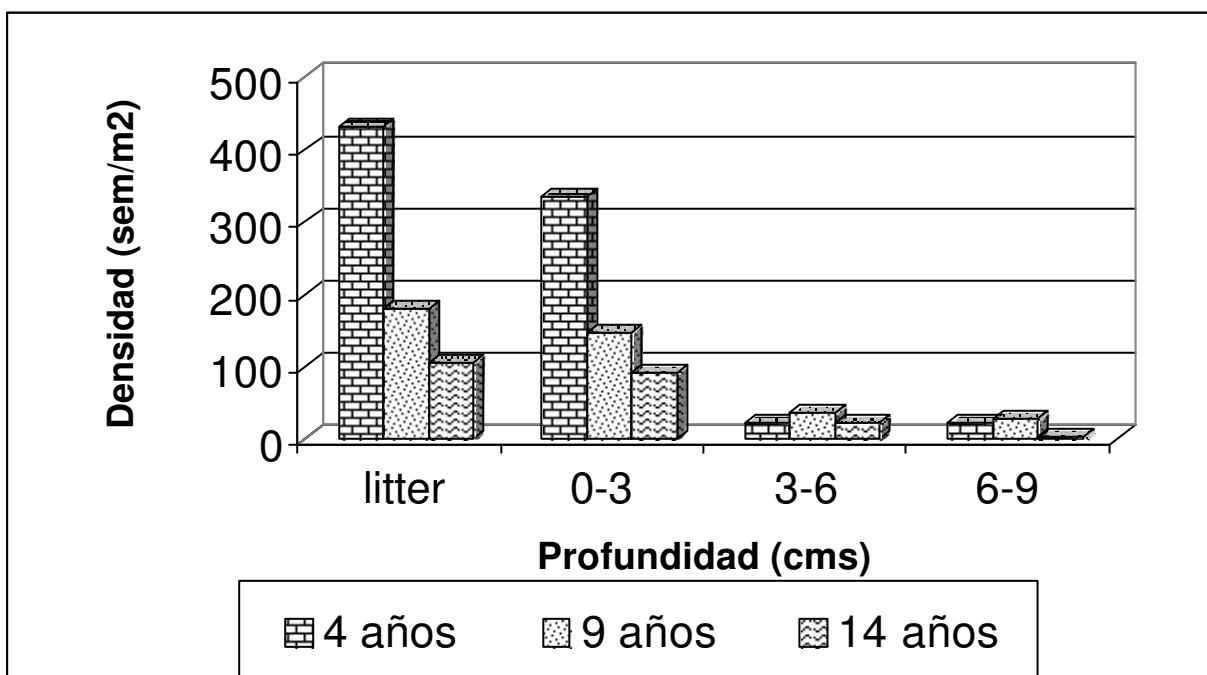


Figura 8. Distribución vertical de las semillas dentro de las cuatro capas del banco de semillas del suelo en los tres estados sucesionales del bosque seco en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Teketay & Granström (1995), concluyeron que en los bosques secos de Etiopía, las semillas de hierbas se encuentran almacenadas a profundidades mayores que las semillas de árboles, arbustos y bejucos, por lo que se podría asumir que sean más longevas. Sin embargo, como se muestra en el cuadro 6, las especies de hierbas almacenan la mayor parte de sus semillas (572) dentro de las dos primeras capas de suelo, en tanto las dos últimas capas sólo contienen 47 semillas de hierbas. La misma tendencia sucede con las semillas de bejucos, arbustos y árboles, presentándose el mayor número de semillas dentro de las dos primeras capas con 233 semillas, en cambio las dos capas más profundas almacenan sólo 43 semillas de bejucos, arbustos y árboles.

Se puede observar en el cuadro 6, un bajo número de semillas en la capa litter, después de ésta, el número de semillas dentro de cada capa mineral disminuye conforme aumenta la profundidad. Guariguata (1999), refiere que aquellas semillas que se encuentran en la hojarasca o capa litter, presentan una mayor probabilidad a desaparecer del banco de semillas del suelo por acción de la descomposición por sustancias bioquímicas que la propia hojarasca produce.

Cuadro 6. Profundidad media de suelo a la cual se encuentran almacenadas las semillas de las especies del banco de semillas del suelo de los tres sitios estudiados en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Especies con profundidad media dentro de la capa litter (= 0.5 cms)	Profundidad media (cms)	Nº semillas
Hierbas: <i>Rauwolfia heterophylla</i> , <i>Sida sp.</i> , <i>Commelina difusa</i> , <i>Cenchrus undatus</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> .	0.5	26
Bejucos: <i>Passiflora quadrangularis</i> , <i>Combretum farinosum</i> 2*, <i>Smilax sp.</i> , <i>Ipomoea purpurea</i> , <i>Luffa aegyptiaca</i> .	0.5	17
Arbustos: <i>Bixa orellana</i> , <i>Acacia collinsii</i>	0.5	4
Arboles: <i>Lonchocarpus minimiflorus</i> 2, <i>Karwinskia calderonii</i> , <i>Spondia purpurea</i> , <i>Luehea candida</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Machaerium biovulatum</i> .	0.5	43

Continuación del cuadro 6.

Especies con profundidad media dentro de la segunda capa de suelo (0 – 3 cms).		
Hierbas: <i>Cenchrus undatus</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> , <i>Acalipha virginica</i> , <i>Hybanthus attenuates</i> 3, <i>Cynodon dactylon</i> 2, <i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Boutelowa alamosana</i> 3, <i>Melochia villosa</i> 2.	2.01	546
Bejucos: <i>Ipomea purpurea</i> , <i>Mucuna pruriens</i> 2, <i>Desmodium tuortosam</i> .	2.31	30
Arbustos: <i>Jatropha gossypifolia</i> .	2.50	8
Arboles: <i>Chomelia speciosa</i> 2, <i>Genipa americana</i> , <i>Pissonia macranthocarpa</i> , <i>Stemmadenia obovata</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> .	1.35	131
Especies con profundidad media dentro de la tercer capa de suelo (3 – 6 cms).		
Hierbas: <i>Sida sp.</i> , <i>Mimosa pudica</i> , <i>Cenchrus echinatus</i> , <i>Sorghun halapensis</i> , <i>Paspalum sp.</i> , <i>Sida spinosa</i> .	4.97	36
Bejucos: <i>Centrosema sp.</i> , <i>Metealea guiroi</i> , <i>Passiflora quadrangularis</i> .	5.50	7
Arbustos: <i>Lantana camara</i> , <i>Casearia corymbosa</i> 2, <i>Bauhinia unguolata</i> 2.	4.82	27
Arboles: <i>Calycophyllum candidissimum</i> , <i>Senna atomaria</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Sapranthus nicaraguensis</i> , <i>Chomelia speciosa</i> .	5.42	14
Especies con profundidad media dentro de la tercer capa de suelo (6 – 9 cms).		
Hierba: <i>Paspalum sp.</i>	8.5	6

* Indica el número de individuos por especie que pertenecen a la forma de vida respectiva encontradas en los bancos de semillas del suelo en los sitios sucesionales en el bosque seco.

4.4 – Comparación entre la vegetación establecida y la composición del banco de semillas del suelo

La composición del banco de semillas del suelo con la vegetación establecida puede generar conclusiones acerca de cómo se regenera y comporta el bosque durante la sucesión secundaria (Scholz *et al*, 1999). Para lograr esto se comparó solamente el número de especies arbóreas presentes en el banco de semillas del suelo con las especies obtenidos por Castro (2004), en un estudio paralelo sobre la cronosecuencia de la vegetación arbórea en los mismos sitios donde se realizó el ensayo del banco de semillas del suelo.

La similitud que se muestra entre la vegetación potencial y la vegetación establecida es relativamente baja en el caso de los sitios de 9 y 14 años, y nula en el caso del sitio de 4 años donde no se encontró ninguna especie en común (cuadro 7). Las especies que estuvieron presentes, tanto en el banco de semillas del suelo y en la vegetación establecida del sitio de 14 años, son: *Stemmadenia obovata* (huevo de chanco), *Casearia corymbosa* (cerillo), *Acacia collinsii* (cornizuelo), *Machaerium biovulatum* (uña de gato), *Lonchocarpus minimiflorus* (chaperno negro), *Karwinskia calderonii* (güiligüiste), *Chomelia speciosa* (malacagüiste), *Guazuma ulmifolia* (guácimo de ternero), *Bauhinia unguolata* (casco de venado) y *Cordia alliodora* (laurel); éstas representan el 30.30 y 22.73% del total de especies encontradas para el banco de semillas del suelo y vegetación establecida, respectivamente; dando como resultado un coeficiente de similitud de 21.28%. En cuanto al sitio de 9 años, con un 16.98% de similitud florística, nueve especies comunes estuvieron presentes en la vegetación y banco de semillas del suelo, estas son: *Casearia corymbosa* (cerillo), *Pissonia macranthocarpa* (espino negro), *Guazuma ulmifolia* (guácimo de ternero), *Bixa orellana* (achiote de monte), *Senna atomaria* (vainillo), *Lonchocarpus minimiflorus* (chaperno negro), *Karwinskia calderonii* (güiligüiste), *Chomelia speciosa* (malacagüiste) y *Genipa americana* (jagua). Para el banco de semillas del suelo y vegetación establecida esto significa el 31 y 18.75%, respectivamente, del total de especies que presentaron.

Cuadro 7. Coeficiente de similaridad (%) entre la composición florística de la vegetación establecida y del banco de semillas del suelo de los tres sitios en estados sucesionales en el bosque secundario en Nandarola, Nandaimé, Nicaragua, 2004.

Banco de semillas	Vegetación			Banco de semillas		
	4	9	14	4	9	14
4	0			1	10	8.82
9		16.98			1	40.90
14			21.28			1

El bajo porcentaje de semillas arbóreas almacenada en el suelo, con respecto a las especies arbóreas establecidas, sugiere: 1.– Que el aporte de semillas de éstas al banco es bajo (Gordón, 1999), 2.– que las especies arbóreas tienen pocas semillas en el suelo debido a pérdidas de viabilidad o consumo (Moreno, 1996), 3.– una vez que algunas especies se han establecido al principio por germinación, luego se expanden en la comunidad a través de la reproducción vegetativa (Ewel, 1980. Citado por Scholz *et al*, 1999), y, 4. – aquellas semillas de especies arbóreas no reportadas en el banco de semillas de suelo encontraron condiciones óptimas y lograron germinar rápidamente (Scholz *et al*, 1999).

La similaridad florística entre bancos de semillas del suelo de los tres estados sucesionales del bosque seco es presentada en el cuadro 7, con la más alta similaridad encontrada entre el banco de semillas del suelo del sitio de 14 años y 9 años, con un coeficiente de similaridad del 40.90%, ambos bancos tienen 18 especies en común: *Cenchrus echinatus* (mozote de caballo), *Paspalum sp.* (zacate peludo), *Sida sp.* (escobilla de monte), *Melampodium divaricatum* (flor amarilla), *Hybanthus attenuates* (garbaceo), *Cenchrus undatus* (mozote de perro), *Machaerium biovulatum* (uña de gato), *Ipomea purpurea* (batatilla), *Mucuna pruriens* (pica pica), *Combretum farinosum* (papa miel), *Melochia villosa* (escoba alaste), *Bouteloua alamosana* (guineíta), *Bauhinia unguolata* (casco de venado), *Casearia corymbosa* (cerillo), *Lonchocarpus minimiflorus* (chaperno negro), *Guazuma ulmifolia* (guácimo de ternero), *Karwinskia calderonii* (gülligüiste) y *Chomelia speciosa*

(malacagüiste). Tres especies en común se presentaron al comparar los bancos de semillas del suelo del sitio de 9 años versus el sitio de 4 años, éstas son: *Cynodon dactylon* (zacate gallina), *Hybanthus attenuates* (garbaceo) y *Boutelowa alamosana* (guineíta), dando como resultado un coeficiente de similaridad de 10%. La misma cantidad de especies comunes presentaron los bancos de semillas del suelo de los sitios de 14 y 4 años, las cuales son: *Hybanthus attenuates* (garbaceo), *Passiflora quadrangularis* (granadilla silvestre) y *Boutelowa alamosana* (guineíta), obteniendo el menor coeficiente de similaridad con 8.82%. La baja cantidad de especies presentes en el banco de semillas del suelo del sitio de 4 años, con 4 especies, contrario al mayor número de especies presentes en los bancos de semillas del suelo de los sitios de 14 y 9 años con 33 y 29 especies, respectivamente, sugiere el haber obtenido los valores de coeficiente más bajos al ser comparado con los bancos de semillas del suelo de los sitios de 14 y 9 años.

4.5 – Ensayo de germinación y viabilidad

Un total de 895 semillas fueron recolectadas de los bancos de semillas del suelo en los tres estados sucesionales del bosque seco; de éstas, 240 semillas corresponden al sitio de 14 años, 326 semillas al sitio de 9 años, y, 329 semillas al sitio de 4 años; todas fueron colocadas bajo condiciones controladas de germinación.

Del tamaño total del banco de semillas del suelo (895 semillas), sólo el 2.46% (22 semillas) logró germinar. En el sitio de 4 años, con un 5% de germinación (9 semillas), únicamente germinó una especie: *Hybanthus attenuates* (garbaceo); para el sitio de 9 años, dos especies presentaron germinación: *Hybanthus attenuates* (garbaceo) y *Karwinskia calderonii* (güiligüiste), con 2 (2%) y 1 (5%) semillas germinadas, respectivamente; en el sitio de 14 años, de 33 especies, germinaron: *Sorghun halapensis* (zacate invasor), *Cenchrus echinatus* (mozote de caballo) y *Sida* sp. (escobilla de monte), con 4 (15%), 4 (25%) y 2 (11%) semillas germinadas, respectivamente (Cuadro 8). El proceso de germinación es el mejor método para conocer la viabilidad de las semillas (Moreno,1996); la etapa de germinación de las semillas, demostró que después de seis semanas, solamente el 2.46% del total de

semillas de los tres estados sucesionales eran viables, este bajo porcentaje de germinación se debe a uno o varios de los siguientes factores: 1- que las condiciones del laboratorio no fueron las más adecuadas (Gordón, 1999), 2 – que hubo gran mortalidad o pérdida de la viabilidad de las semillas en el sustrato, 3 – semillas que estuvieron fuertemente aletargadas (Besnier,1989), 4 – fluctuación brusca de temperatura (Scholz *et al*, 1999), y, 5 – semillas con testa dura que impidió la imbibición del embrión.

Aquellas semillas que no lograron germinar fueron expuestas a otro procedimiento para conocer su viabilidad; este fue el método de disección del embrión, aquellas semillas con embrión blanco y firme fueron consideradas viables (Teketay & Granström,1995); en esta etapa se lograron identificar un total de 123 semillas viables, para un 13.74% de viabilidad, que sumado al porcentaje de viabilidad del ensayo de germinación da como resultado un 16.20% (145 semillas) de viabilidad de la población de semillas de los bancos de semillas del suelo de los tres estados sucesionales del bosque seco.

Del total de 44 especies presentes en el banco de semillas del suelo de los tres sitios, 14 especies (31.82%) mostraron viabilidad en sus semillas; de estas, 6 especies fueron hierbas, una especie de bejuco, dos especies arbustivas y cinco especies fueron árboles. Sólo las especies *Mucuna pruriens* (pica pica) y *Karwinskia calderonii* (güiligüiste) obtuvieron el 100 % de viabilidad de sus semillas.

Cuadro 8. Especies que presentaron viabilidad en sus semillas, recolectadas del banco de semillas de suelo en tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Espece	Edad sitio (años)	Total semillas	Germinación Semillas germinadas	Disección Semillas viables	viabilidad (%)
<i>Cynodon dactylon</i> ^(h)	4	105	0	2	2
<i>Hybanthus attenuates</i> ^(h)	4	175	9	3	7
<i>Boutelowa alamosana</i> ^(h)	4	47	0	43	91
<i>Hybanthus attenuates</i> ^(h)	9	109	2	0	2
<i>Mucuna pruriens</i> ^(b)	9	10	0	10	100
<i>Karwinskia calderonii</i> ^(A)	9	22	1	21	100
<i>Guazuma ulmifolia</i> ^(A)	9	35	0	29	83
<i>Genipa americana</i> ^(A)	9	6	0	1	17
<i>Sorghun halapensis</i> ^(h)	14	27	4	2	22
<i>Cenchrus echinatus</i> ^(h)	14	16	4	0	25
<i>Sida sp.</i> ^(h)	14	18	2	0	11
<i>Mucuna pruriens</i> ^(b)	14	6	0	4	67
<i>Lantana camara</i> ^(a)	14	6	0	1	17
<i>Boutelowa alamosana</i> ^(h)	14	7	0	2	29
<i>Stemmadenia obovata</i> ^(A)	14	18	0	1	6
<i>Casearia corymbosa</i> ^(a)	14	4	0	1	25
<i>Chomelia speciosa</i> ^(A)	14	44	0	3	7

(h):hierba; (b):bejuco; (a):arbusto; (A):árbol.

V – CONCLUSIONES

- La riqueza de especies fue menor para el banco de semillas del suelo del sitio de 4 años con 4 especies, intermedia para el sitio de 9 años con 29 especies y mayor en el sitio de 14 años con 33 especies; así lo demostraron los índices de diversidad de Shannon (H') y Margalef (R_1); dando como resultado que la riqueza de especies del banco de semillas del suelo aumenta conforme la edad de sucesión de los sitios avanza.
- La forma de vida con la mayor cantidad de especies de los tres estados sucesionales del bosque seco fue la herbácea con 15 especies; árboles, bejucos y arbustos estuvieron representadas con 14, 9 y 6 especies, respectivamente.
- Se encontró un total de 895 semillas, con la mayor cantidad para el sitio de 4 años con 329 semillas, 326 semillas en el sitio de 9 años, y 240 semillas para el sitio de 14 años.
- La especie *Hybanthus attenuates* (garbaceo), la familia Violaceae y la forma de vida herbácea mostraron la máxima cantidad de semillas, incluyendo los tres sitios, con 296, 296 y 614 semillas, respectivamente.
- La densidad de semillas mostró el más alto valor en el sitio de 4 años con 812 sem/m², en el sitio de 9 años con 391 sem/m², y con la más baja densidad en el sitio de 14 años que presentó 223 sem/m². Notándose una tendencia de disminución a medida que la edad de la sucesión es mayor.
- El número y densidad de semillas mostró una tendencia de disminución al ir aumentando la profundidad de las cuatro capas de suelo en los diferentes estados sucesionales evaluados.

- En cuanto a la profundidad media de almacenamiento de las semillas en el suelo, resultó que en los dos primeros estratos todas las formas de vida almacenan la mayor cantidad de sus semillas (805) y la riqueza de especies (29), también, es mayor; en cambio las dos capas más profundas sólo almacenan 90 semillas, representadas por 19 especies.
- El coeficiente de similaridad entre banco de semillas del suelo versus vegetación establecida, es relativamente bajo en los sitios de 14 y 9 años de edad; mientras que en el sitio de menor edad es nulo, no hubo especies en común.
- La similaridad florística entre banco de semillas del suelo fue mayor al comparar los sitios de 14 y 9 años, con un 40.90% de similitud y 18 especies en común; un coeficiente de similaridad de 10% se determinó al comparar los bancos de semillas del suelo de los sitios de 9 y 4 años, con 3 especies comunes, y el valor más bajo (8.82%) ocurrió entre el sitio de 14 años versus el sitio de 4 años, mostrando 3 especies en común.
- El porcentaje de germinación de las semillas, bajo condiciones de laboratorio, fue de sólo 2.46% (22 semillas), logrando germinar 5 especies. La viabilidad total fue de 145 semillas (16.20%), distribuidas en 14 especies.

VI – RECOMENDACIONES

- Evaluar los bancos de semillas del suelo de los sitios sucesionales en estudio en las diferentes épocas del año (seca y lluviosa) con el fin de comparar las variaciones espaciales y temporales en la composición y densidad del banco de semillas del suelo.
- Extender y dar continuidad a estudios sobre banco de semillas del suelo en bosques secos y húmedos, en vista que actualmente están siendo sometidos a una alta deforestación, y la regeneración natural a partir de las semillas acumuladas en el suelo juega un rol clave en el proceso de restauración vegetal del área afectada.
- Aplicar en los sitios de 14 y 9 años el tratamiento silvicultural de limpieza bajo dosel, esto con el motivo de inducir la germinación y desarrollo de especies arbóreas.

VII – LITERATURA CONSULTADA

- Ashton, PMS; Harris, PG & Thadani, R.** 1998. Soil seed bank dynamics in relation to topographic position of a mixed – deciduos forest southern New England, USA. *Forest Ecology and Management* 111: 15 – 22.
- Besnier, F.**1989. *Semillas: Biología y Tecnología*. Madrid, España. Mundi – Prensa. 637p.
- Bojorquez, P.** 1993. Evaluación preliminar de germinación de semillas del suelo en el Refugio de Vida Silvestre Chacocente, Carazo, Nicaragua. Trabajo de Tesis. Managua, Nicaragua. UNA/ FARENA/ ECFOR.64p.
- Castro, G.** 2004. A chronosequence analysis of forest recovery on abandoned agricultural fields in Nicaragua. Doctoral Thesis. Umeå, Swedish. Swedish University of Agricultural Sciences. p. 1 – 26.
- Castro, R. & Guevara, S.** 1976. Viabilidad de semillas en muestras de suelo almacenado de “Los Tuxtles”, Veracruz. *In* Regeneración de Selvas, A. Gómez – Pompa; C. Vásquez – Yáñez; S. Del Amo & A. Butanda (eds). México. Compañía Editorial Continental. p. 233 - 234.
- EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia, Co).** s.f. La Sucesión Ecológica (en línea). Antioquia, Colombia. Consultado 07 Oct. 2005. Disponible en: <http://biologia.eia.edu.co/ecologia/documentos/sucesionecologica.htm>
- Finegan, B.**1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Costa Rica. CATIE. 28p (Serie técnica. Informe técnico N° 188. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales).
- Galo, M. & Ayerdis, R.** 2000. Estudio descriptivo de la estructura y composición de las especies con potencial de generar productos forestales no maderables en el bosque tropical seco de Nandarola, Granada. Trabajo de Tesis. Managua, Nicaragua. UNA / FARENA / ECFOR.70p.
- Gordón, E** 1999. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (en línea). Caracas, Venezuela. Consultado 10 Feb. 2005. Disponible en: <http://rbt.ots.ac.cr/revistas/butgordon.htm>.
- Guariguata, M** 1999. Biología de semillas y plántulas de nueve especies arbóreas comunes en bosque secundario de bajura en Costa Rica. Turrialba,

Costa Rica. CATIE. 17p. (Serie técnica. Informe técnico N° 309. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales. Publicación N° 16).

Guevara, S. & Gómez – Pompa, A 1972. Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial de una Selva Tropical de Veracruz, México. *In* Regeneración de Selvas, A. Gómez – Pompa; C. Vásquez – Yáñez; S. Del Amo & A. Butanda (eds). México. Compañía Editorial Continental. p.203 - 216.

Guido, F. 2004. Plan General de Manejo Cooperativa Bernardino Díaz Ochoa. Nandaime, Granada. 27p.

Jara, L 1996. Biología de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 31p (Serie Materiales de Enseñanza N° 36).

Lam Bent, HS. 1999. Estudio del uso de productos forestales no maderables en las Cooperativas Bernardino Díaz Ochoa y Pedro Joaquín Chamorro. Municipio de Nandaime, Granada, Nicaragua. Trabajo de Tesis. Managua, Nicaragua. UNA/ECFOR/FARENA. 81p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. A. Carrillo. Republica Federal de Alemania. 335p.

MARENA (Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente, Nic). 2001. Informe del estado ambiental en Nicaragua, 2001. Managua, Nicaragua. Gráfica editores. 118p.

Moreno, P. 1996. Vida y Obra de Granos y Semillas (en línea). México, D.F. Consultado 01 jul. 2004. Disponible en http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_2.htm.

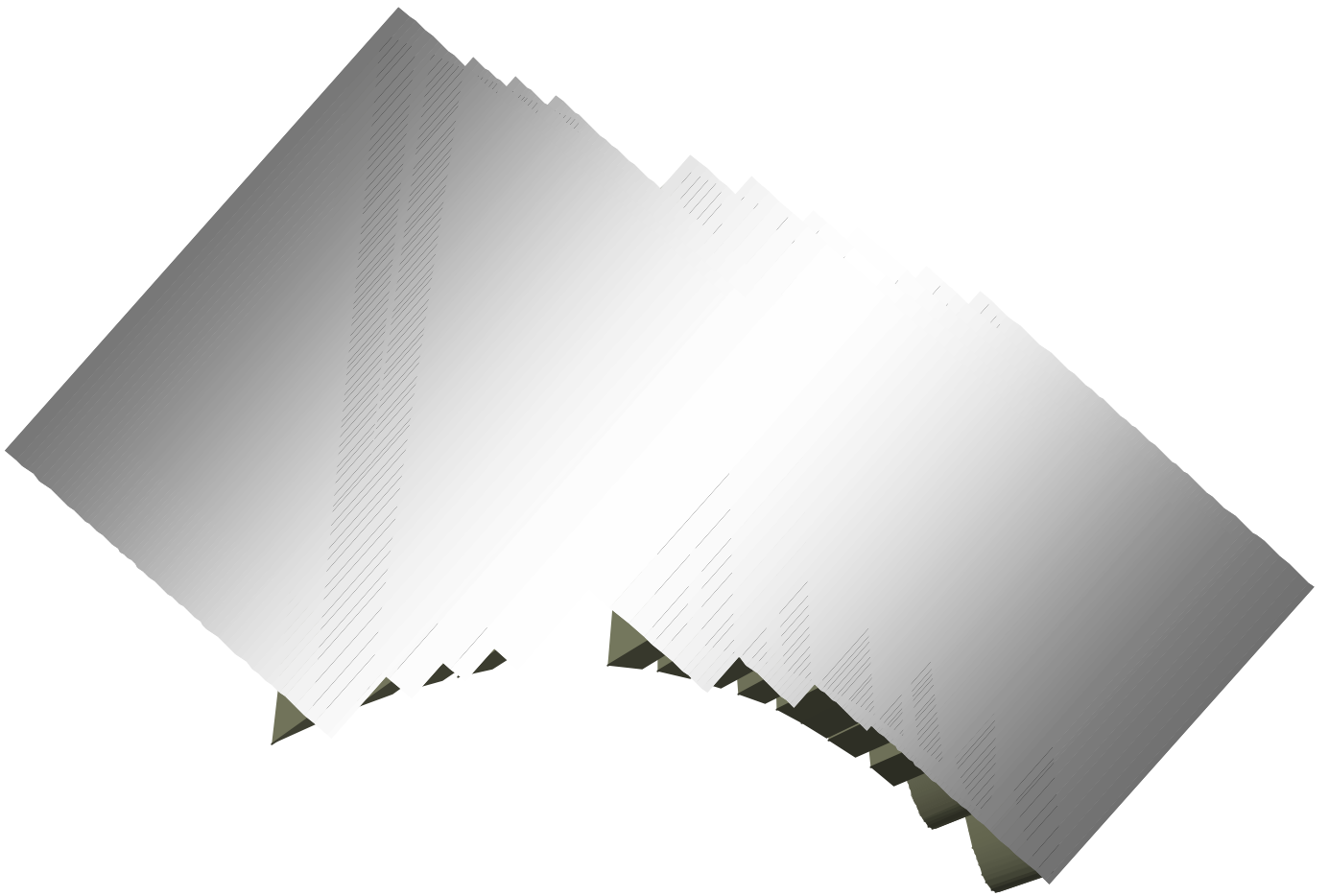
Pérez, A. 2004. Aspectos conceptuales, análisis numérico, monitoreo y publicación de datos sobre biodiversidad. Managua, Nicaragua. p. 176, 177, 180– 185.

Plana, E. s.f. Introducción a la Ecología y Dinámica del Bosque Tropical (en línea). Barcelona, España. Consultado 21 ene. 2005. Disponible en <http://www.politicaforestal.ctfc.es/es/documents/ponb.pdf>.

Rico, B. & Gómez – Pompa, A. 1972. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. *In* Regeneración de Selvas, A. Gómez – Pompa; C. Vásquez – Yáñez; S. Del Amo & A. Butanda (eds). México. Compañía Editorial Continental. p.112 - 114.

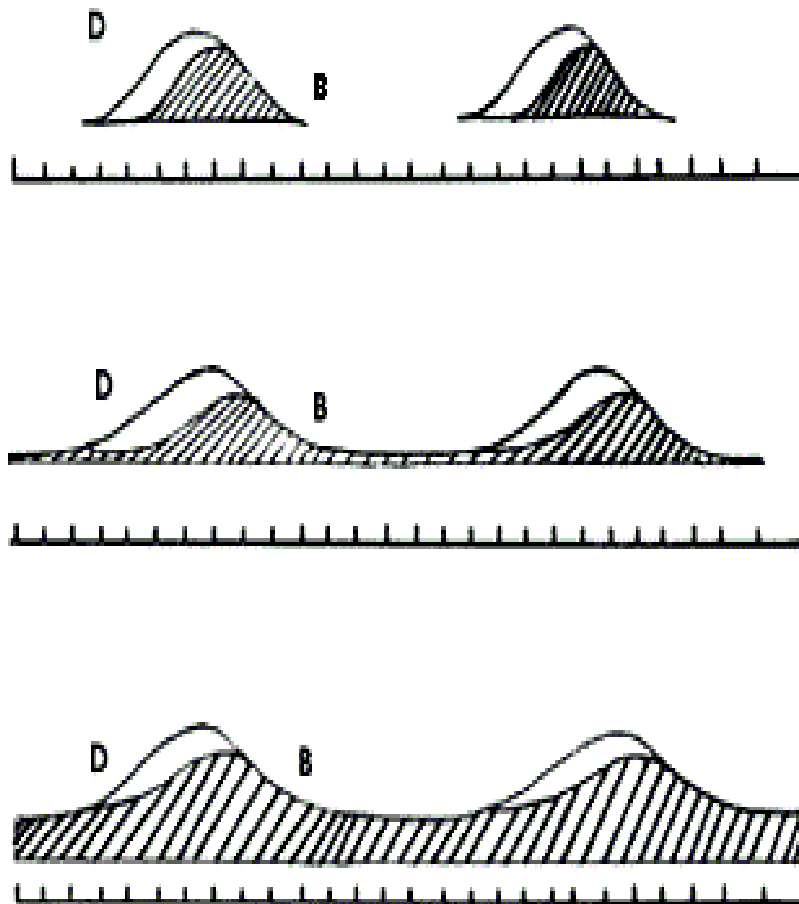
Seoáñez, M. 1999. El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación. 2ª ed. Madrid, España. Mundi – Prensa. 807p.

- Scholz, C; Gonzáles, E. & Vilchez, B.** 1999. El Banco de Semillas en Diferentes Estados Sucesionales en un Bosque Seco Tropical de Costa Rica. Tesis Ing. Forestal. San Pedro, Costa Rica. OTS (Organization for tropical studies).78p.
- Teketay, D. & Granström, A** 1995. Soil seed banks in dry afro-montane forest of Etiopía. *Journal of Vegetation Science* 6: 777 – 786.
- Thomson, JR.** 1979. Introducción a la tecnología de las Semillas. Trad. P. Melgarejo. Zaragoza, España. Acribia.301p.
- Vásquez – Yáñez, C.** 1974. Estudios sobre Ecolofisiología de la germinación en una zona calido – húmeda de México. *In* Regeneración de Selvas, A. Gómez – Pompa; C. Vásquez – Yáñez; S. Del Amo & A. Butanda (eds). México. Compañía Editorial Continental. p.280 - 281.
-
- _____; **Orozco, A; Rojas, M; Sánchez, ME & Cervantes, V.** 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos (en línea). México. Consultado 18 may. 2005. Disponible en: <http://omega.ilce.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/sec5.htm>

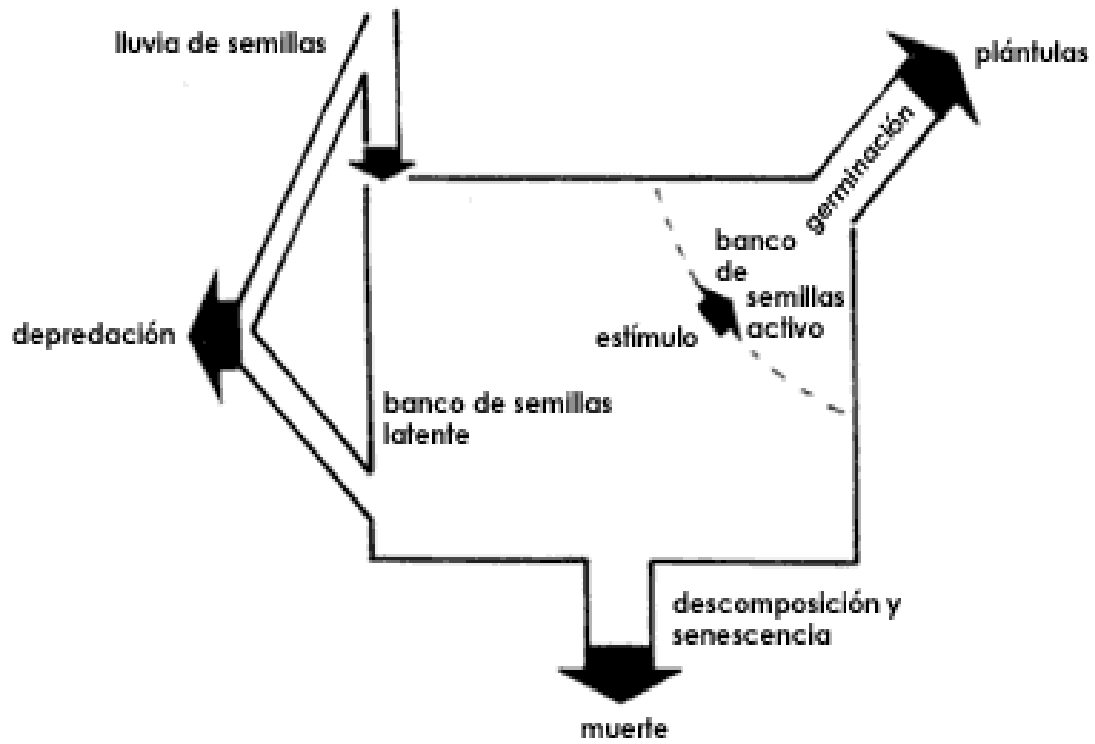


Anexo 1. Persistencia de las semillas en el suelo.

La parte blanca de la curva corresponde a la diseminación de las semillas (D); la parte achurada corresponde a la persistencia de semillas en el suelo (B): banco efímero (arriba), banco de persistencia intermedia (en medio), banco persistente (abajo). (Tomado de Vásquez-Yáñez *et al*, 1997).

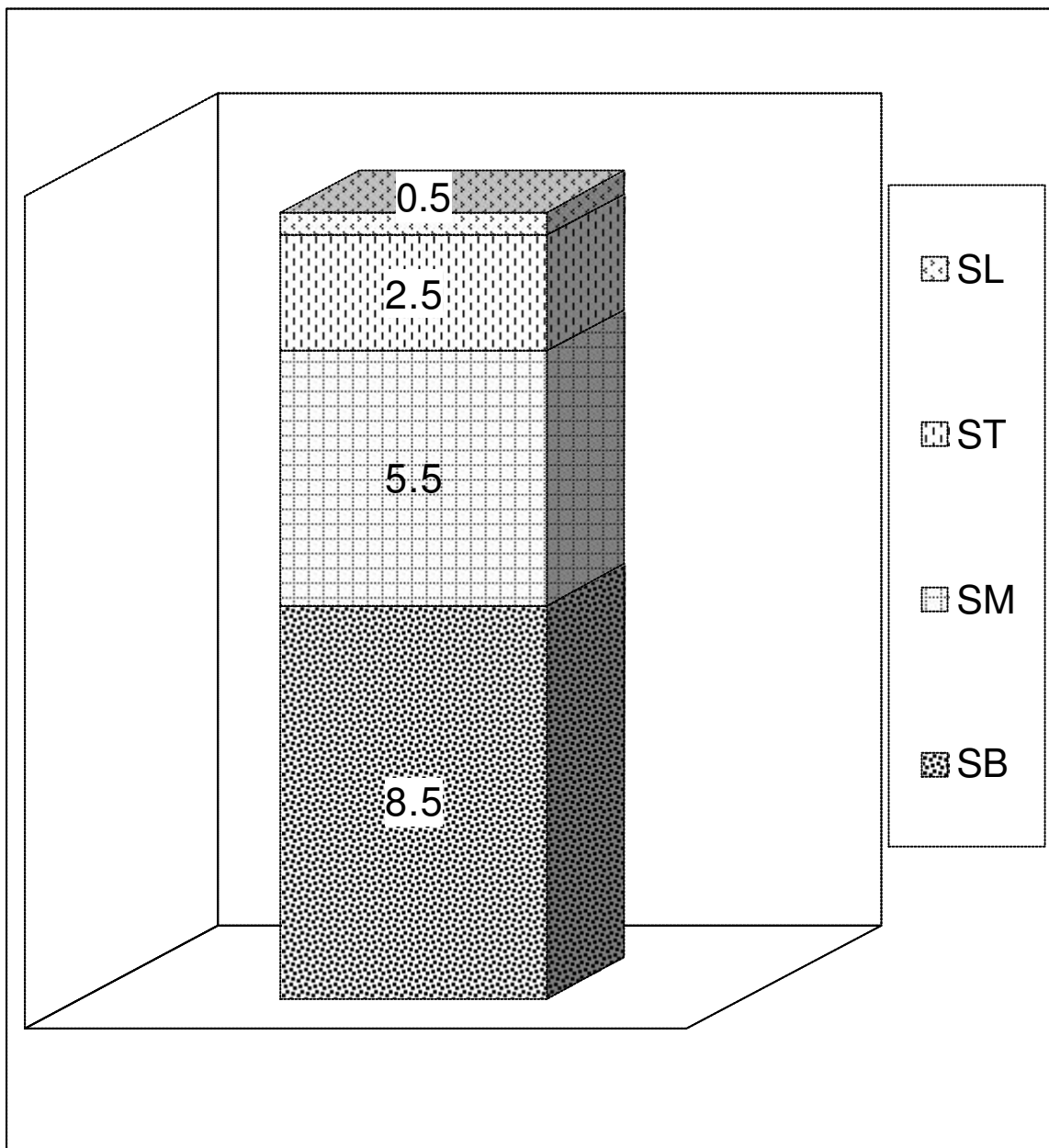


Anexo 2. Esquema de la dinámica de las semillas presentes en el banco de semillas del suelo (Moreno, 1996).



Anexo 3. Esquema de la fórmula propuesta por Teketay & Granström (1995) para determinar la profundidad media de almacenamiento de las semillas en el suelo.

Los valores 0.5, 2.5, 5.5 y 8.5 son la profundidad media en centímetros a la cual se encuentran dispuestas la capa litter (SL), primera (ST), segunda (SM) y tercera (SB) capa, respectivamente.



Anexo 4. Riqueza de especies por forma de vida encontradas en el banco de semillas del suelo en los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma de vida
Zacate gallina	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Poaceae	Hierba
Zacate invasor	<i>Sorghun halapensis</i> (L.) UNK	Poaceae	Hierba
Mozote de caballo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	Hierba
Zacate peludo	<i>Paspalum sp.</i>	Poaceae	Hierba
Mozote de perro	<i>Cenchrus undatus</i>	Poaceae	Hierba
Guineíta	<i>Boutelowa alamosana</i> Vasey	Poaceae	Hierba
Escoba alaste	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Sterculiaceae	Hierba
Escoba negra	<i>Sida spinosa</i> L.	Malvaceae	Hierba
Comida de culebra	<i>Rauwolfia heterophylla</i> L.	Apocynaceae	Hierba
Flor amarilla	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	Asteraceae	Hierba
Garbaceo	<i>Hybanthus attenuates</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze - Menz	Violaceae	Hierba
Chilmecate	<i>Commelina difusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	Hierba
Naña de gato	<i>Acalipha virginica</i>	Euphorbiaceae	Hierba
Escobilla de monte	<i>Sida sp.</i>	Malvaceae	Hierba
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i> L.	Mimosaceae	Hierba
Frijol silvestre	<i>Centrosema sp.</i>	Fabaceae	Bejuco
Papamiel	<i>Combretum farinosum</i> Kunth	Combretaceae	Bejuco
Batatilla	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	Bejuco
Bejuco de pastecito	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	Cucurbitaceae	Bejuco
Bejuco de leche	<i>Metealea guirosi</i>	Nyctaginaceae	Bejuco
Pega pega	<i>Desmodium tuortusum</i> (Sw) DC.	Fabaceae	Bejuco
Granadilla silvestre	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Passifloraceae	Bejuco
Zarza parrilla	<i>Smilax sp.</i>	Smilacaceae	Bejuco
Pica pica	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	Bejuco

Cuasquito	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Arbusto
-----------	--------------------------	-------------	---------

Continuación del anexo 4.

Purga de fraile	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Euphorbiaceae	Arbusto
Achiote de monte	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Arbusto
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae	Arbusto
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Safford	Mimosaceae	Arbusto
Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpiniaceae	Arbusto
Jocote	<i>Spondia purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Árbol
Palanco	<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem.	Annonaceae	Árbol
Huevo de chancho	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae	Árbol
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Boraginaceae	Árbol
Vainillo	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	Árbol
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae	Árbol
Espino negro	<i>Pissonia macranthocarpa</i> Donn. Sm.	Nyctaginaceae	Árbol
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae	Árbol
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Rubiaceae	Árbol
Malacagüiste	<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Rubiaceae	Árbol
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Árbol
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Árbol
Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sesee ex DC) Mart. & Zucc.	Tiliaceae	Árbol
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fabaceae	Árbol

Anexo 5. Listado de especies con su número de semillas por sitio, e ncontradas en el banco de semillas del suelo en los tres estados sucesionales estudiados en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Sitio de 14 años			
Nombre común	Nombre científico	Familia	Semillas
Mozote de caballo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	16
Zacate invasor	<i>Sorghun halapensis</i> (L.) UNK	Poaceae	27
Zacate peludo	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	1
Escoba alaste	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Sterculiaceae	16
Guineña	<i>Boutelowa alamosana</i> Vasey	Poaceae	7
Chilmecate	<i>Commelina difusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	1
Comida de culebra	<i>Rauwolfia heterophylla</i> L.	Apocynaceae	1
Escobilla de monte	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	18
Garbaceo	<i>Hybanthus attenuates</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze - Menz	Violaceae	12
Flor amarilla	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	Asteraceae	2
Mozote de perro	<i>Cenchrus undatus</i>	Poaceae	4
Ñaña de gato	<i>Acalipha virginica</i>	Euphorbiaceae	6
Escoba negra	<i>Sida spinosa</i> L.	Malvaceae	1
Batatilla	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	1
Pica pica	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	6
Bejuco de leche	<i>Metealea guirosi</i>	Nyctaginaceae	1
Bejuco de pastecito	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	Cucurbitaceae	3
Granadilla silvestre	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Passifloraceae	1
Papa miel	<i>Combretum farinosum</i> Kunth	Combretaceae	5
Pega pega	<i>Desmodium tuortusum</i> (Sw) DC.	Fabaceae	12
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Safford	Mimosaceae	3
Cuasquito	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	6
Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpiniaceae	2
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae	4
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae	4
Guácimo de molenillo	<i>Luehea candida</i> (Moc. &	Tiliaceae	3

	Sesee ex DC) Mart. & Zucc.		
--	-----------------------------	--	--

Continuación del Anexo 5.

Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	5
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae	1
Huevo de chancho	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae	18
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Boraginaceae	7
Malacagüiste	<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Rubiaceae	44
Palanco	<i>Sapranthus nicaraguensis</i> Seem.	Annonaceae	1
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fabaceae	1
Total			240
Sitio de 9 años			
Mozote de caballo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	4
Zacate gallina	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Poaceae	5
Zacate peludo	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	6
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	1
Garbaceo	<i>Hybanthus attenuates</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze - Menz	Violaceae	109
Escobilla de monte	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	2
Flor amarilla	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	Asteraceae	2
Escoba alaste	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Sterculiaceae	2
Guineita	<i>Bouteloua alamosana</i> Vasey	Poaceae	19
Mozote de perro	<i>Cenchrus undatus</i>	Poaceae	25
Frijol silvestre	<i>Centrosema</i> sp.	Fabaceae	5
Batatilla	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	2
Papamiel	<i>Combretum farinosum</i> Kunth	Combretaceae	4
Zarza parrilla	<i>Smilax</i> sp.	Smilacaceae	2
Pica pica	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	10
Purga de fraile	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Euphorbiaceae	8
Achiote de monte	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	1
Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpiniaceae	2
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae	13
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae	3

Espino negro	<i>Pissonia macranthocarpa</i>	Nyctaginaceae	1
--------------	--------------------------------	---------------	---

Continuación del Anexo 5.

Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	35
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae	22
Jocote	<i>Spondia purpurea</i> L.	Anacardiaceae	1
Madroño	<i>Calycophyllum</i> <i>candidissimum</i> (Vahl) DC.	Rubiaceae	5
Malacagüiste	<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Rubiaceae	27
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	6
Vainillo	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	1
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fabaceae	3
Total			326
Sitio de 4 años			
Zacate gallina	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Poaceae	105
Guineita	<i>Bouteloua alamosana</i> Vasey	Poaceae	47
Garbaceo	<i>Hybanthus attenuates</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze - Menz	Violaceae	175
Granadilla silvestre	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	Passifloraceae	2
Total			329

Anexo 6. Número total de semillas por familia y sitio, en los bancos de semillas del suelo muestreados en los tres estados sucesionales en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Edad del sitio (años)	Familia	Nº semillas
4	Passifloraceae	2
4	Violaceae	175
4	Poaceae	152
9	Poaceae	59
9	Fabaceae	21
9	Caesalpiniaceae	3
9	Sterculiaceae	37
9	Nyctaginaceae	1
9	Anacardiaceae	1
9	Rhamnaceae	22
9	Bixaceae	1
9	Rubiaceae	38

9	Flacourtiaceae	13
---	----------------	----

Continuación del Anexo 6.

9	Malvaceae	2
9	Mimosaceae	1
9	Combretaceae	4
9	Convolvulaceae	2
9	Euphorbiaceae	8
9	Violaceae	109
9	Asteraceae	2
9	Smilacaceae	2
14	Poaceae	55
14	Sterculiaceae	21
14	Violaceae	12
14	Fabaceae	23
14	Rubiaceae	44
14	Apocynaceae	19
14	Verbenaceae	6
14	Annonaceae	1
14	Nyctaginaceae	1
14	Euphorbiaceae	6
14	Passifloraceae	1
14	Malvaceae	19
14	Convolvulaceae	1
14	Cucurbitaceae	3
14	Commelinaceae	1
14	Caesalpiniaceae	2
14	Asteraceae	2
14	Combretaceae	5
14	Tiliaceae	3
14	Rhamnaceae	1
14	Boraginaceae	7
14	Flacourtiaceae	4
14	Mimosaceae	3
Total		895

Anexo 7. Lista general de especies arbóreas y arbustivas presentes en la vegetación establecida, identificada en los tres sitios en sucesión en Nandarola, Nandaime, Nicaragua, 2004.

Sitio de 4 años		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Barbasco	<i>Jacquinia aurantica</i> Ait.	Theophrastaceae
Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpiniaceae
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae
Chaperno blanco	<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.) DC.	Fabaceae
Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	Fabaceae
Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> Standl.	Ebenaceae
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Safford	Mimosaceae
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae
Guacuco	<i>Eugenia salamensis</i> J. D. Smith	Myrtaceae
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae
Huevo de chancho	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae
Jicaro	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Bignoniaceae
Llama del bosque	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae
Melón	<i>Schoepfia schreberi</i> Gmelin.	Olacaceae
Melero	<i>Thounidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	Sapindaceae
Ñambar	<i>Dalbergia retusa</i> Hems.	Fabaceae
Palo de rosa	<i>Hemiangium excelsum</i> (H.B.K.) A.C.Smith	Hippocrateaceae
Sitio de 9 años		
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae
Anona	<i>Annona purpurea</i> Mocino & Seese.	Annonaceae
Barbasco	<i>Jacquinia aurantica</i> Ait.	Theophrastaceae
Caoba	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Meliaceae
Capulín	<i>Muntingia calabura</i> L.	Elaeocarpaceae
Carao	<i>Cassia grandis</i> L.	Caesalpiniaceae
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae
Chaperno blanco	<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.) DC.	Fabaceae
Chaperno Negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae
Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	Fabaceae
Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> Standl.	Ebenaceae
Copalchi	<i>Croton reflexifolius</i> H.B.K.	Euphorbiaceae
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Safford	Mimosaceae
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i> ssp. <i>Neochrysantha</i> (Jacq.) Nicholson.	Bignoniaceae
Crucita	<i>Randia neochrysantha</i> Standl	Rubiaceae

Continuación del anexo 7.

Espino blanco	<i>Adelia barbinervis</i> Schlecht & Cham.	Euphorbiaceae
Espino negro	<i>Pissonia macranthocarpa</i> Donn. Sm.	Nyctaginaceae
Genizaro	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Mimosaceae
Guabillo	<i>Inga vera</i> Hill.	Mimosaceae
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
Guacuco	<i>Eugenia salamensis</i>	Myrtaceae
Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Brito & Rose	Mimosaceae
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grises.	Mimosaceae
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae
Hoja tostada	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Chrysobalanaceae
Huevo de chancho	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae
Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Jobo	<i>Spondias bombin</i> L.	Anacardiaceae
Lagarto	<i>Zanthoxylum belizence</i> Lundell.	Rhutaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Boraginaceae
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae
Malacagüiste	<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Rubiaceae
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae
Manteco	<i>Caesalpinia exostemma</i> DC.	Caesalpinaceae
Melero	<i>Thounidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	Sapindaceae
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Benth	Moraceae
Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> L.	Boraginaceae
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Caesalpinaceae
Naranjillo	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.	Capparaceae
Nambar	<i>Dalbergia retusa</i>	Fabaceae
Palo de rosa	<i>Hemiangium excelsum</i> (H.B.K.) A.C.Smith	Hippocrateaceae
Palo de sapo	<i>Piscidia grandifolia</i> (J.D.Smith) I.M.Jonhston.	Fabaceae
Palo negro	<i>Ateleia herbert-smithii</i> Pittier.	Fabaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugan.	Bombacaceae
Poroporo	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd. ex Spreng.	Bixaceae
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae
Vainillo	<i>Senna atomaria</i>	Caesalpinaceae
Sitio de 14 años		
Barbasco	<i>Jacquinia aurantica</i> Ait.	Theophrastaceae
Caoba	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Meliaceae

Continuación del anexo 7.

Capulín	<i>Muntingia calabura</i> L.	Elaeocarpaceae
Carao	<i>Cassia grandis</i> L.	Caesalpiniaceae
Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpiniaceae
Cerillo	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.	Flacourtiaceae
Chaperno blanco	<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.) DC.	Fabaceae
Chaperno Negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae
Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	Fabaceae
Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> Standl.	Ebenaceae
Copalchi	<i>Croton reflexifolius</i> H.B.K.	Euphorbiaceae
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Safford	Mimosaceae
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i> ssp. <i>neochrysantha</i> (Jacq.) Nicholson.	Bignoniaceae
Crucita	<i>Randia neochrysantha</i> Standl	Rubiaceae
Espino blanco	<i>Adelia barbinervis</i> Schlecht & Cham.	Euphorbiaceae
Espino de playa	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mimosaceae
Espino negro	<i>Pissonia macranthocarpa</i> Donn. Sm.	Nyctaginaceae
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae
Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) <i>Dugand.</i>	Fabaceae
Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i> Benth.	Fabaceae
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Brito & Rose	Mimosaceae
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grises.	Mimosaceae
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae
Huevo de chancho	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Apocynaceae
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae
Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Jobo	<i>Spondias bombin</i> L.	Anacardiaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Boraginaceae
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Fabaceae
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Rubiaceae
Malacagüiste	<i>Chomelia speciosa</i> Jacq.	Rubiaceae
Manteco	<i>Caesalpinia exostemma</i> DC.	Caesalpiniaceae
Melero	<i>Thounidium decandrum</i> (Bonpl.) Randlk.	Sapindaceae
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Benth	Moraceae

Continuación del anexo 7.

Muñeco	<i>Cordia bicolor</i> L.	Boraginaceae
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Caesalpinaceae
Palo de rosa	<i>Hemiangium excelsum</i> (H.B.K.) A.C. Smith	Hippocrateaceae
Palo de sapo	<i>Piscidia grandifolia</i> (J.D. Smith) I.M. Johnston.	Fabaceae
Palo negro	<i>Ateleia herbert smithii</i> Pittier.	Fabaceae
Poroporo	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd. ex Spreng.	Bixaceae
Sardinillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss ex H.B.K.	Bignoniaceae
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fabaceae