

00377



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

**Efecto de la Introducción de Especies  
en la Recuperación de la Dinámica de CYN  
de un Sitio Perturbado de SBC en Chamela, Jal.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(RESTAURACIÓN ECOLÓGICA)

P R E S E N T A :

**BERNARDO SACHMAN RUIZ**

Directora de Tesis:  
Dra. Ma. del Pilar Huante Perez



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MEXICO

## POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de la Administración Escolar, UNAM  
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 9 de marzo del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno(a) **Sachman Ruiz Bernardo**, con número de cuenta 95504025, con la tesis titulada: "**Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N de un sitio perturbado de Selva Baja Caducifolia en Chamela, Jalisco**", bajo la dirección del(a) **Dra. María del Pilar Huante Pérez**.

Presidente:	Dra. Christine Desiree Siebe Grabach
Vocal:	Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento
Secretario:	Dra. María del Pilar Huante Pérez
Suplente:	Dr. Juan Emmanuel Rincón Saucedo
Suplente:	Dra. Eliane Ceccon

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 25 de mayo de 2004.

Dr. Juan José Morrone Lupi  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a mi asesora la Dra. Pilar Huante por la confianza y el gran apoyo que ha ofrecido durante tanto tiempo, tanto a nivel académico como personal. De esta misma manera agradezco a los miembros del Jurado Evaluador, por sus oportunas e importantes aportaciones al presente documento: al Dr. Emmanuel Rincón, por todas las oportunidades de desarrollo que me ha brindado y por la confianza que me ha dado desde un principio; a la Dra. Christina Siebe, por ser mi Profesora, y por haberme ayudado tanto en la realización de este proyecto; a la Dra. Elianne Ceccon por brindarme su amistad y cariño durante estos años; al Dr. Leopoldo Galicia por compartir su conocimiento. A los Técnico Académico: a la Biol. Irma Acosta le agradezco, la metodología e información personal proporcionada, y por todas las cosas que me has ayudado a conseguir y tu noble amistad; al M. en C. Enrique Solis, por toda la información que me ha compartido, no más por ser amigos; a la Biol. Georgina por su gran ayuda como amiga y Coordinadora de la Maestría.

De manera muy especial agradezco a mis papás (Guadalupe e Ignacio), porque gracias a todo su apoyo y cariño a lo largo del tiempo, he logrado terminar este proyecto y otros muchos más.

A Ale por todo lo que hemos compartido y sobretodo por lo que nos falta.

A mi hermano (Teddy) por seguir siendo mi amigo y ejemplo de la vida.

Y en general a todos mis grandes amigos, con los cuales creo que he compartido momentos por demás intensos, mágico-divertidos y demás, los cuales disculpen que no los nombre, pero que saben que los estimó en sobremanera.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco por el apoyo obtenido a:

- Al proyecto NSF No. 9981607
- Al proyecto DGAPA No. IN-232802-3
- Beca CONACYT de Maestría
- Beca extensión de Fundación Packard
- La Estación de Biología Cuizmala
- La Estación de Biología Chamela
- Al Instituto de Ecología de la UNAM

Autentico a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

Nombre: Bernardo Sacherer Ruiz

Fecha: 10 de Junio 2004  
BRS

**“La grandeza de un oficio es, quizá, ante todo, unir a los humanos; en la vida no hay más que un lujo verdadero: el de las relaciones humanas”.**

**Saint-Exupéry**

**“La humanidad, como los ejércitos en campaña, avanza a la velocidad del más lento”.**

**Gabriel García Márquez**

**“Destruction of the forest is vanity...”**

**Bob Marley**

### Resumen

La selva baja caducifolia (SBC) en México ha perdido más del 58% de cobertura entre 1981 y 1992. Esto ha provocado una reducción en la diversidad, afectando procesos que han tardado miles de años en realizarse, como el de la formación del suelo. La destrucción de este ecosistema afecta los ciclos del suelo, incluyendo a los elementos y sus formas disponibles, al crecimiento de las poblaciones microbianas, y en casos extremos la erosión. La restauración ecológica vegetal arbórea tomando en cuenta la composición de especies y su tasa de crecimiento (Lento, LEN; Rápido, RAP; y mixto MIX), es una herramienta para la recuperación de la SBC y el suelo que la sustenta. La introducción de distintas composiciones vegetales (especies de lento crecimiento, LEN; especies de rápido crecimiento, RAP; y especies de lento y rápido crecimiento, MIX), presenta efectos distintos en la recuperación de la dinámica del N ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , N total, mineralización y nitrificación) y C (C total y C:N) en el suelo, cuando se introducen a un sitio perturbado dominado por pasto (PAS; *Panicum maximum*). Además cada especie introducida (16 estudiadas en total), presentará una retranslocación del N en las hojas y una descomposición de estas en el suelo particular. En los promedios anuales de las formas disponibles del nitrógeno, las especies arbóreas siempre tienen valores superiores al pasto (p. e.  $\text{NH}_4^+$  0.411  $\mu\text{g g}^{-1}$  vs. 0.212  $\mu\text{g g}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  0.766  $\mu\text{g g}^{-1}$  vs. 0.475  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) presentando diferencias significativas ( $p < 0.001$   $\text{NH}_4^+$ ;  $p < 0.001$   $\text{NO}_3^-$ ). Al hacer un promedio anual, el nivel más alto de tasa de mineralización lo presenta el tratamiento Lento con 0.079  $\text{mg g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ , y el más bajo el tratamiento Pasto con 0.035  $\text{mg g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ ; todas las especies estudiadas presentan diferencias significativas con el pasto, salvo *Guazuma ulmifolia* ( $p = 0.21324176$ ), cuando esta combinada con especies de rápido crecimiento. En el caso de la nitrificación las diferencias no son tan obvias, sólo *Swietenia humilis*, *Hintonia ulmifolia*, *Crescentia alata*, *Tabebuia rosae*, *Acacia farnesiana* y *Coclospermum vitifolium* cuando están combinadas son diferentes significativamente con el pasto. Al promediar los valores anuales de la relación C:N los valores más bajos los presentan las especies de lento crecimiento (Lento 17.9; Mixto-Lento 19.3), seguidas de las de rápido crecimiento (Rápido 23.2; Mixto-Rápido 22.53) y los más altos el pasto (33). Las especies con más retranslocación de N son las de lento crecimiento con valores de hasta del 42%. En la descomposición de hojarasca los valores más altos (en promedio) los tienen las especies de lento crecimiento (con el 43% anual), al igual que los valores más bajos de la relación C:N de la hojarasca (Lento 15.04 y Mixto-Lento 16.33). En conclusión podemos decir que cada especie está teniendo un efecto en la dinámica de los parámetros medidos, en algunos casos las especies arbóreas ya presentan diferencias significativas con el pasto. Los valores obtenidos se correlacionan a las condiciones ambientales y a la composición vegetal, siendo las especies arbóreas las que presentan un mejor panorama para que otras especies y/o nuevas generaciones arriben al lugar.

**Palabras clave:** restauración, ( $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ ), nitrificación, mineralización, relación C:N, retranslocación y descomposición.

## CONTENIDO

	Página
Resumen	2
Contenido	3
I. Introducción	5
I.1.1 La SBC como ecosistema	5
1.1 Ecosistemas terrestres	5
1.2 La SBC como ecosistema y su perturbación	6
1.3 La Restauración Ecológica Vegetal	8
1.4 Efecto de las especies en el ciclaje de nutrientes	9
II. Antecedentes y Objetivos	12
II.1.1 El suelo	12
1.2 Calidad del suelo	12
1.3 Nutrientes minerales del suelo	12
II.2 Nutrición de las plantas	13
2.1 Conocimiento de la nutrición en las plantas	13
2.2 La diversidad funcional	14
2.3 Plasticidad vegetal	15
2.4 Nitrógeno, Carbono y la relación C:N	16
2.5 La Ecofisiología de las plantas	17
III. Hipótesis	20
IV. Metodología	21
IV.1 Área de estudio	21
IV.2 Área de trabajo	24
IV.3 Especies estudiadas	25
IV.4.1 Diseño experimental	26
IV.4.2 Preparación del área experimental	27
IV.4.3 Germinación y crecimiento de plántulas	29
IV.5.1 Muestreo de suelo	30
IV.5.2 Filtración	32
IV.5.3 Cuantificación de amonio	32
IV.5.4 Cuantificación de nitratos	33
IV.5.5 Cuantificación de N total, C total, Proporción C:N y porcentaje de humedad	34
IV.5.6 Mineralización y nitrificación	35
IV.6.1 Retraslocación de nutrientes	36
IV.7.1 Descomposición de hojarasca	38
IV.8.1 Procesamiento de datos	39

V.	Resultados	40
V.1	Análisis de resultados	40
V.1.1	Amonio	40
V.1.2	Nitratos	42
V.1.3	Mineralización	44
V.1.4	Nitrificación	45
V.1.5	Nitrógeno total	48
V.1.6	Carbono total	50
V.1.7	C:N	52
V.1.8	Retraslocación del N	54
V.1.9	Descomposición de hojarasca	56
VI	Discusión	59
VI.1	Efecto de las especies en las concentraciones y dinámica de Carbono y Nitrógeno	59
VI.1.1	Formas disponibles del nitrógeno: $\text{NH}_4^+$ y $\text{NO}_3^-$	59
VI.1.2	Consecuencias de las tasas de Mineralización del Nitrógeno y la Nitrificación	63
VI.1.3	Nitrógeno total, Carbono total y la relación C:N	65
VI.1.4	Importancia de la restraslocación de nutrientes y las posibles implicaciones en la descomposición de la hojarasca	70
VII.	Conclusiones	74
	Literatura Citada	76
	Lista de Figuras	90
	Tablas	91
	Anexos	92

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **I.1.1 Ecosistemas terrestres**

El término "ecosistema" describe el nivel de organización integrando los componentes bióticos y abióticos de las comunidades biológicas y el ambiente que las rige desde el punto de vista funcional. Ésta ha sido una de las definiciones más aceptadas por los ecólogos (Cherrett, 1989). En un ecosistema interactúan todos los organismos y recursos mediante procesos, transfiriendo energía y materia. Estos flujos involucran a los componentes biológicos, desde la captura de nutrientes, pasando por la fotosíntesis, hasta el consumo de herbívoros por depredadores. Cada eslabón de la cadena trófica es influenciado sensiblemente por los factores ambientales (Chapin et al. 2002).

Los ecosistemas se pueden estudiar desde una escala global (5, 000 km) a una endolítica (1mm). Son el resultado de muchas escalas temporales que van de microsegundos a millones de años. p. e. la fotosíntesis en una hoja se realiza en microsegundos, ésto acumulado en 2 billones de años generó una atmósfera rica en oxígeno (Schlesinger 1989). Algunos parámetros utilizados en muchos estudios para caracterizar el funcionamiento de los ecosistemas son las relaciones entre los elementos (C:N, C:N:P, etc), ya que logran dilucidar la fertilidad de la zona (en el suelo), la calidad del material orgánico de las especies (hojas, raíz, sangre), entre otros muchos.

## **1.2 La SBC como ecosistema y su perturbación**

La SBC es uno de los ecosistemas que presenta una amplia interacción con otros, como los bosques, matorrales, pastizales, manglares y selvas altas y medianas. La SBC ocupa el 42% de la superficie tropical de nuestro planeta (Murphy y Lugo 1986), en nuestro país esta bien representada ya que cubre el 31% de la zona boscosa (Maser *et al.* 1997). El clima es caracterizado principalmente por tener un marcado periodo de lluvias y secas. La SBC presenta una considerable variación espacial en estructura (Trejo & Dirzo 2000), una flora diversa y distintiva (Hemsley 1879); presenta una gran riqueza (Gentry 1995), lo cual genera condiciones especiales en su funcionamiento, aunque este último no está completamente estudiado (Castellanos 1991).

La SBC es catalogada como amenazada (Janzen 1996), debido a que sólo queda el 0.1% del total original en la zona del Pacífico Mesoamericano. Se estima que con el desarrollo de la agricultura y el pastoreo se pierden del 90-95% de las especies en los trópicos (Janzen 1996). En México, la SBC representaba en 1981 el 13% de cubierta vegetal; para 1992 se redujo al 7% (Flores y Gerez 1994). La conversión a pastizal (58%), la extracción de la madera (21%), la agricultura (14%) y los incendios forestales (7%) (INE-SEDESOL 1993), son los principales factores de destrucción.

Los efectos de la pérdida de cubierta vegetal son severos, causando daños graves en el medio ambiente natural, ya que se reduce la diversidad (Cervantes 1996), se pierden recursos económicos potenciales (Rincón *et al.* 1999) y se modifican los procesos de miles años en el ecosistema. Al destruir la cobertura

vegetal aumenta la evapotranspiración con el aumento de la temperatura del suelo, también la protección de éste contra la lluvia disminuye (Greenland *et al.* 1979), afectando la capacidad de captura de agua de las plantas (Cervantes, Maass y Domínguez 1988). A largo plazo, la erosión es uno de los procesos más drásticos en esta transformación; su intensidad depende de varios factores, como la erosionalidad del suelo, la intensidad de la lluvia, la topografía y las prácticas de manejo (Morgan 1979; y Hudson 1981). También la materia orgánica del suelo disminuye considerablemente ocasionando una reducción en los nutrimentos como nitrógeno y fósforo, lo cual limita el crecimiento de las plantas (Maass 1995). Por otra parte los contaminantes provocados por el hombre son difícilmente evaluados en las comunidades naturales (Vázquez-Yañez y Orozco 1984).

En la SBC, y en general en las áreas naturales de México, se considera la reestructuración de los programas de conservación y restauración para evitar el deterioro progresivo de estos recursos naturales (Rincón *et al.* 1999). El desarrollo sustentable se antoja como una solución para la problemática actual de nuestros recursos naturales. Es por ésto que la SBC, al ser la mejor representada en el país, la que ofrece un gran número de interacciones con otros ecosistemas, sea una de las opciones más importantes para el desarrollo social y la conservación de la biodiversidad. El estudio de su funcionamiento enfocado en su explotación racional, con programas de manejo global e integral, será el paso a la autosustentabilidad y al aseguramiento como recurso para las siguientes generaciones.

### 1.3 La Restauración Ecológica Vegetal

La definición más simple de restauración es: la regeneración o aproximación de un ecosistema a sus condiciones previas a la perturbación (National Research Council 1991). Es una práctica antropocéntrica dedicada a incorporar diversas estrategias como: mejoramiento de la estructura del suelo, comunidades de microorganismos, vegetación y fauna, enfocadas a mejorar los sitios perturbados por el hombre o desastres naturales. Ésto es, la regeneración natural de un ecosistema autosustentable con la finalidad de que los procesos naturales puedan operar sin una continúa intervención (Berger 1993) y tiene la finalidad de revertir el deterioro ambiental y mejorar las condiciones de vida de las especies (Vázquez-Yanez y Batis 1996).

En los últimos años se han generado diversos métodos para restaurar las zonas tropicales perturbadas, como: la utilización y enriquecimiento de los bancos de semillas (Vázquez-Yanez y Orozco 1984; Vázquez-Yanez et al. 1997); la regeneración con base en las estructuras de reproducción vegetativa, como la micropropagación (*in vitro*), los bulbos, estacas e injertos (Vázquez-Yanez et al. 1997); y una de las más exitosas y económicas es la introducción directa de plántulas de especies nativas (Sachman 2001; Gonzáles 2002). Según Vázquez-Yanez et al. (1997) este método incluye tres etapas fundamentales: i) la colecta y siembra de semillas; ii) el transplante y crecimiento de plántulas en invernadero; y iii) la introducción de las plántulas al sitio de restauración.

Se ha convertido en una necesidad urgente el restaurar la cubierta vegetal lo cual debe estar sustentado en un conocimiento adecuado de la flora nativa de

cada región y de la biología reproductiva de las plantas (Vázquez-Yanez et al. 1997), además de la recopilación de información acerca de cada especie, hasta el punto de hacer predecible su papel en el sistema. La protección y recuperación del suelo asegura el mejoramiento del ambiente productivo y natural, para lo cual es necesario realizar estudios ecofisiológicos de especies útiles en los mecanismos de colonización (Rincón et al. 1999), que permitan generar las técnicas para su propagación y manejo, con las cuales se llegue a regenerar las comunidades vegetales (Huante et al. 1992).

## **1.4 Efecto de las especies en el ciclaje de nutrientes**

En estudios recientes se ha estudiado cómo las especies pueden modificar el ambiente a nivel ecosistema, incluyendo los ciclos biogeoquímicos (Vitousek y Hooper 1998). Una sola especie de planta tiene un papel importante para determinar la fertilidad del suelo en un sitio natural (Zinke 1962), favoreciendo un tipo de dinámica de nutrientes, ya que indirectamente influye en la actividad microbiana (Hobbie 1992). En el caso de lugares con una fertilidad baja, las plantas crecen lento y presentan una alta asignación de recursos a las raíces, por lo que presentan una alta eficiencia en el uso de nutrientes, ya que se han adaptado a condiciones infértiles. Estas plantas producen pocas hojas que al caer al suelo se descomponen lentamente, (ya que la proporción C:N es alta) y por lo tanto, la liberación de nutrientes al suelo también es lenta (Chapin 1991).

Por otro lado, en los lugares ricos en nutrientes, las especies vegetales de rápido crecimiento pueden desarrollarse, ya que existen los recursos necesarios para mantener una tasa de crecimiento más alta. Estas especies presentan altas tasas de captura de nutrimentos por gramo de raíz, asignando más recursos a las partes aéreas, por lo que sus hojas presentan una proporción C:N baja y al caer al suelo se descomponen rápidamente. Esto favorece la liberación de nutrimentos al suelo, mismos que son capturados por la gran actividad de la biota del lugar (Hobbie 1992).

Hooper y Vitousek (1998) han evaluado los efectos de los diferentes grupos funcionales de plantas (clasificados por las diferentes estrategias de crecimiento) en los ciclos de nitrógeno y fósforo. Estos autores concluyeron que el uso total de los recursos, incluyendo la relación entre las plantas y los microorganismos y sus efectos, incrementan en el tiempo la diversidad de plantas; también que la presencia de la vegetación tiene efecto en la retención de nitrógeno en el ecosistema; y que la composición de especies en general modifica los ciclos de nutrimentos en el suelo.

En los primeros estudios del efecto de las plantas en el suelo (realizados en zonas semiáridas), se compararon los efectos de la calidad de lignina en una matriz de árboles, una de arbustos y otra de pasto (Belsky et al. 1989 y 1994; Tiedeman y Klemenson 1973 y 1976). Se encontró que en el pasto hay altos cocientes de C:N y lignina:N; reduciendo su descomposición y por lo tanto una baja disponibilidad de N en el suelo (Medina 1994; Baruch et al. 1996). En cambio, las especies arbóreas o arbustivas proveen nutrientes por la lixiviación del dosel,

además este último reduce la tasa de evapotranspiración del suelo (al reducir la radiación directa), lo cual beneficia la actividad microbiana habiendo una mayor mineralización (Galicia 2001). Al existir diferentes especies arbóreas, se modifica tanto la cantidad como la calidad de la hojarasca, creando gradientes que incrementan la fertilidad del sitio (Galicia 2001) y modifican la comunidad de descomponedores. Al comparar la biomasa microbiana, las comunidades de nemátodos, macroartrópodos y la tasa de mineralización, entre el pasto y las formas arbóreas, se encontró que es mayor en estas últimas (Belsky et al. 1998; Young 1988). Dentro de las especies arbóreas existe un gradiente en la explotación de los nutrientes, relacionado con su historia de vida, el tipo de metabolismo y su respuesta al medio que han enfrentado. Aún con ello, árboles de la misma especie en el mismo lugar pueden diferir en los patrones antes mencionados (Binkley 1997). Es por esto que es necesario conocer los efectos que tienen las especies arbóreas de SBC en la dinámica de los nutrientes del suelo.

## **II. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

### **II.1.1 El suelo**

El suelo es una estructura estratificada y porosa, que proviene de la superficie de la roca madre, generado por procesos ambientales geológicos, hidrológicos y biológicos (Sposito 1989). Esto le confiere propiedades físicas y químicas propias por lo que se han desarrollado varias clasificaciones, una de las más reconocidas es la de la FAO (por sus siglas en inglés) de 1988, la cual es utilizada en el presente estudio.

### **1.2 Calidad del suelo**

La calidad del suelo es el estado en el que se encuentra respecto a su capacidad de abastecer elementos esenciales (Foth 1988) sin llegar a ser tóxica en algún momento, por lo que debe de existir una adecuada y balanceada disposición de los elementos nutricionales. Los cuales satisfacen las necesidades de los seres vivos que lleguen a habitarlo, y proveen la capacidad amortiguadora ante cambios ambientales. Debido a los diferentes tipos y características de las plantas por ejemplo, lo que para una especie ciertas condiciones del suelo le son favorables, para otra especie no lo son y así sucesivamente (Foth 1988).

## **1.3 Nutrientes minerales del suelo**

Un nutriente mineral tiene una función específica y esencial en el metabolismo de la planta que ningún otro mineral puede sustituir (Marschner 1986). A los nutrientes se les clasifica como macronutriente o micronutriente, dependiendo de qué tan grande sea la demanda de la planta por el mineral para su crecimiento (Marschner 1986). Otra clasificación se basa en las propiedades fisicoquímicas, dividiendo a los nutrientes en no-metales (nitrógeno, azufre, fósforo, boro) y metales (potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre; Marschner 1986). Las clasificaciones en general son poco exactas, debido a que un nutriente puede tener varias funciones; algunas de ellas pueden estar relacionadas con las características fisicoquímicas y otras a la concentración del nutriente. Un nutriente mineral puede funcionar como constituyente orgánico de estructuras, como activador de enzimas, como acarreador de cargas o como osmorregulador (Marschner 1986). Los micro y macronutrientes tienen a diferentes niveles una gran importancia en el desarrollo y funcionamiento de las plantas, por lo que su estudio ha sido fundamental en el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

## **II.2 Nutrición de las plantas**

### **2.1 Conocimiento de la nutrición en las plantas**

Es en el siglo pasado cuando se establece que el movimiento de nutrientes en el suelo y su reciclaje por medio de las plantas, se regula por tres

procesos: 1) La redistribución de los minerales en el suelo, que es realizado por los organismos que lo habitan (bacterias, hongos, lombrices, termitas, etc). 2) La asimilación de nutrimentos por parte de la vegetación, que está mediada por mecanismos de intercambio iónico entre las raíces y los coloides del suelo, en la rizósfera, en la que existen microorganismos y asociaciones simbióticas que favorecen una mejor asimilación (p.e. micorrizas, bacterias fijadoras de N<sub>2</sub>). 3) La incorporación de nutrimentos al suelo por parte de la vegetación por medio de la descomposición de la materia orgánica en el suelo (MOS) hojas, tallos, raíces, etc. (Russell 1968). Este conocimiento ha generado controversias acerca del efecto que puede llegar a generar la zona de influencia de la especie arbórea, tanto en la biodiversidad del suelo, como el patron de fertilidad de éste último. Es decir, la especie es regulada por las condiciones del sitio, pero la especie en algún momento puede llegar a modificar algunos parámetros del suelo, la pregunta que surge, ¿Es característica propia de la especie, el efecto que puede llegar a generar?

## **2.2 La diversidad funcional**

Se sabe que la disponibilidad de recursos como el agua y los nutrientes son factores que controlan la estructura y dinámica del ecosistema, y que a su vez la introducción o pérdida de especies alteran la disponibilidad de estos recursos, como la calidad de la hojarasca, su descomposición, la temperatura del suelo, su humedad y los procesos que controlan la mineralización de los nutrientes (Chapin et al. 2002). Por ello la biodiversidad (tanto riqueza de especies como diversidad

funcional) es un mediador de los procesos ecosistémicos (Silver et al. 1996). El efecto de grupos funcionales de plantas sobre procesos biogeoquímicos ha sido documentado en varios trabajos (Walter 1992; Chapin et al. 2002), debido a que cada especie difiere de las demás en la obtención, asignación y forma de procesar los recursos disponibles en el medio, en el efecto sobre el ambiente físico y en la interacción con las demás especies. Las especies pueden llegar a controlar o influir significativamente la disponibilidad, la captura, el flujo y retención de los nutrientes en los bosques tropicales (Silver et al. 1996).

## **2.3 Plasticidad vegetal**

La respuesta a las variaciones ambientales de los seres vivos favorece la sobrevivencia y establecimiento de éstos, gracias al rango de características morfofisiológicas que un genotipo puede llegar a expresar como respuesta a cambios en su ambiente, conocido como plasticidad (Bradshaw 1965, 1973; McNaughton et al. 1974). Uno de los casos de la plasticidad, se enfoca en los patrones de asignación de recursos a la parte subterránea de la planta respecto al área (relación raíz:vástago), los cuales provocan cambios a nivel de órgano hasta a nivel estructural (Bloom et al. 1985; Grime et al. 1986; Crick y Grime 1987; Campbell y Grime 1989).

Las modificaciones que va presentado cada especie de planta, representan un costo y un compromiso evolutivo, por lo que si una planta se enfrenta a la deficiencia de algún recurso, su respuesta plástica dependerá del compromiso entre el beneficio de la captura del recurso limitante y el costo de presentar

modificaciones. Estas respuestas en las plantas pueden considerarse como una parte integral de los mecanismos que favorecen la captura de nutrientes (Grime, et al. 1986; Grime 1987). Por ejemplo, las plantas con una tasa de crecimiento rápida no habitan en ambientes infértiles, ya que agotan rápidamente los recursos disponibles y mueren (Grime y Hunt 1975; Grime 1977, 1979; Chapin 1980, 1988). En cambio, las plantas de lento crecimiento habitan en suelos infértiles, ya que su crecimiento es mantenido gracias a su baja demanda de nutrientes (Chapin 1980, 1988) y si se les coloca en un lugar fértil no aumenta su tasa de crecimiento.

## **2.4 Nitrógeno, Carbono y la relación C:N**

Se han identificado en los ecosistemas terrestres cuatro zonas de interfase donde el flujo de energía y materia (nutrientes) se concentra, éstas son: la atmosférica-terrestre; la biótica, la planta-suelo y la terrestre hidrológica (Silver et al. 1996). En cada interfase existen parámetros que arrojan información acerca del funcionamiento del ecosistema. En la atmosférica-terrestre se fijan 2 de los elementos más importantes en la vida, el C (en forma de CO<sub>2</sub>) y el nitrógeno (en forma de N<sub>2</sub>) y también se liberan (por respiración y por desnitrificación, respectivamente). En la biótica se inmovilizan los elementos en el tiempo p. e. en el suelo sólo se encuentra el 0.02% del nitrógeno que se puede hallar en la atmósfera y de ese 0.02%, sólo el 1% está disponible para microorganismos y plantas, por lo que la vida depende de su movilidad (Foth 1989). De la interfase planta-suelo depende la movilidad del N, específicamente de la mineralización y nitrificación de este elemento. La mineralización la llevan a cabo muchos

organismos heterótrofos que tienen una dieta de carbono y nitrógeno. Al originarse un exceso en la mineralización, se produce un aporte mayor de  $\text{NH}_4^+$  en el sustrato. Esto repercute en la proporción de C:N en el suelo, la cual disminuye. El aumento del nitrógeno disponible puede ser utilizado por las raíces, y favorecer así al crecimiento. Cuando sucede lo contrario y aumenta la proporción C:N, a niveles de 30:1 debajo de los requerimientos de la biomasa, las raíces mueren por falta de nitrógeno (Foth 1989). Durante la descomposición de la MOS, hay una continua pérdida de  $\text{CO}_2$ , acompañado por el aumento del porcentaje del nitrógeno y el decremento de la proporción C:N.

## **2.5 La Ecofisiología de las plantas**

Este proyecto de tesis forma parte de un estudio integral sobre la Restauración de la Selva Baja Caducifolia (SBC). La evaluación y selección de las especies que se utilizaron en el trabajo, ha sido por acumulación de información sobre las características de formas arbóreas de la SBC en muchos años, tarea que se ha realizado en su mayoría en el Laboratorio de Ecofisiología del Crecimiento en el Instituto de Ecología de la UNAM. A partir de los siguientes estudios: i) la eficiencia de las plantas para capturar la luz y los nutrimentos (Huante, Rincón y Chapin 1998); ii) la influencia de las micorrizas en el crecimiento de las plantas (Huante, Rincón y Allen 1993); iii) la respuesta en las tasas de crecimiento de diferentes especies, en diferentes condiciones de luz (Huante y Rincón 1998; Rincón y Huante 1993); iv) los atributos del sistema radical de las distintas especies (Huante, Rincón y Gavito 1992; Flores 2000); v) la captura del

fósforo por las plantas (Huante, Rincón y Chapin 1998); y vi) la respuesta en el crecimiento temprano a diferentes concentraciones de nutrientes (Huante, Rincón y Acosta 1998).

Tomando en cuenta los atributos conocidos se pueden generar grupos con distintas composiciones florísticas, dependientes de su estrategia evolutiva de crecimiento (crecimiento rápido RAP, lento LEN, una combinación de ambos MIX, comparándolos con el pastizal original; Tabla 1), lo cual ayudará distintamente en la recuperación de la dinámica de nutrientes en el suelo de la zona perturbada en restauración.

Característica	Crecimiento Rápido	Crecimiento Lento
• Hábitat:		
Suministro de nutrientes	Rápido	Lento
Productividad potencial	Grande	Poca
• Morfológicas y Asignación:		
LAR	Grande	Pequeña
SLA	Grande	Pequeña
RWR	Menor	Mayor
• Otros aspectos:		
Densidad de raíces	Menor	Mayor

Tabla 1. Características de especies de rápido y lento crecimiento. Por sus siglas en inglés LAR= índice de área foliar, SLA= área foliar específica y RWR= índice de peso de la raíz.

Es importante en la realización de este tipo de estudios, incorporar la información que los perfiles de suelo ofrecen, con la finalidad de hacer una caracterización y clasificación.

**Objetivo general:**

Evaluar el efecto de la introducción de 3 diferentes composiciones de especies de SBC: Lento, especies de lento crecimiento; Rápido, especies de rápido crecimiento; y Mixto, especies de lento y rápido crecimiento) en la dinámica de C y N en un sitio perturbado con 3 años de recuperación de cubierta vegetal.

**Objetivos particulares:**

- Evaluar la influencia de diferentes composiciones de especies (Lento, Rápido y Mixto), evaluar su influencia sobre: la concentración de las formas disponibles de nitrógeno ( $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ ), las tasas de mineralización y nitrificación, el nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{total}}$ ), el carbono total ( $\text{C}_{\text{total}}$ ), la relación carbono/nitrógeno (C:N) en el suelo, tomando en cuenta la estacionalidad característica de la zona.
- Evaluar el porcentaje de restraslocación del N de las hojas; y la tasa de descomposición de la hojarasca, en cada especie (16 en total, en 3 distintas composiciones de especies; Lento; Rápido; y Mixto)

### **III. HIPÓTESIS**

- 1) Cada especie tendrá un efecto en la dinámica de N del suelo, relacionada con su tasa de crecimiento. Especies de crecimiento lento favorecerán una mayor concentración de formas disponibles de N, menor retraslocación de nutrientes y menor descomposición de hojarasca que especies de crecimiento rápido.
- 2) Habrá una variación en las formas disponibles del N dependiente de la estacionalidad entre lluvias y secas específicamente, presentando los valores más altos en secas [en formas disponibles de nitrógeno ( $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ ), las tasas de mineralización y nitrificación, el  $N_{\text{total}}$ , el  $C_{\text{total}}$ , la relación C:N].
- 3) La composición de especies influirá en el efecto que muestren las especies introducidas, sobre: el suelo (dinámica del N y C), la restraslocación del N y la descomposición de la hojarasca.

## IV. METODOLOGÍA

### 1 Área de estudio.

El presente trabajo se realizó en los años de 2001 y 2002, en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala. Esta reserva cuenta con un área protegida de 13,142 hectáreas (Gómez-Pompa y Dirzo 1995; Fig. 1). La reserva forma parte del municipio de La Huerta, en el Estado de Jalisco, con las siguientes coordenadas extremas:  $19^{\circ} 22'$  –  $19^{\circ} 39'$  latitud norte,  $104^{\circ} 56'$  –  $105^{\circ} 10'$  longitud oeste; y se ubica en la región neotropical al noroeste de la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera Suroccidental, en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima.

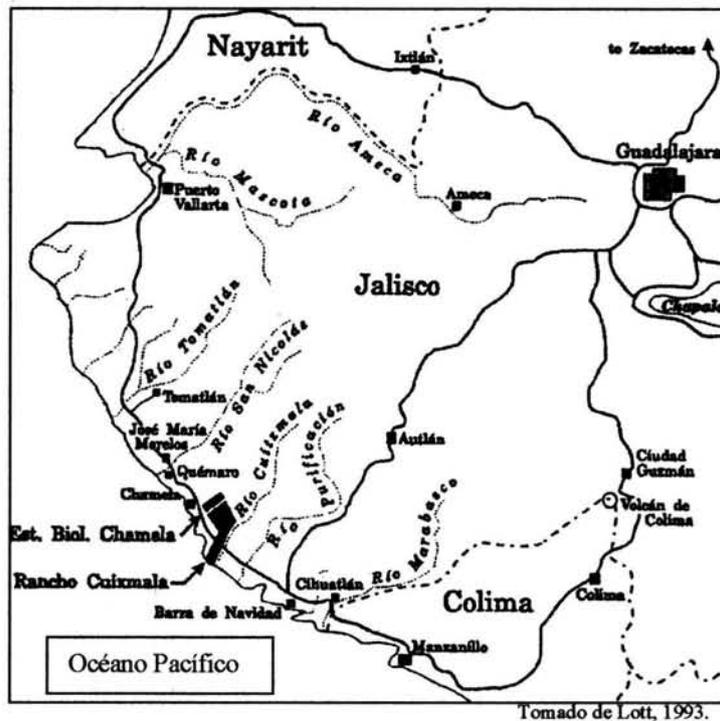


Figura 1. Mapa de ubicación de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala.

La zona presenta una topografía irregular, gran parte se clasifica como lomeríos bajos, que varían entre los 20 a 250 msnm, con pocas excepciones de cerros altos (mayores a los 500 m; Solís, 1993). Este conjunto de elevaciones (normalmente con laderas convexas) presentan un alto grado de disección que dan lugar a valles intermontanos (Ortiz 2001), que en algunos casos favorecen la formación de terrazas aluviales. La temperatura media anual es de 24.9 °C, con valores mínimos mensuales que oscilan entre los 14.8 y 22.9 °C y máximos entre 29.1 y 32°C (un rango estrecho a lo largo del año). La precipitación media anual es de 748.8 mm (1977-2000), con gran variación en el tiempo, p. e. el registro de 1977 a 1986 es de 585-961 mm. (Bullock 1986). El P/T (coeficiente precipitación-temperatura) de la zona es de 30 (Murphy y Lugo 1986; García-Oliva 1992). El clima se clasifica como Tropical Subhúmedo, en el extremo seco del cálido-húmedo y con un régimen de lluvias en verano. El 80% de la precipitación anual se distribuye de julio a noviembre. La dinámica de la precipitación delimita dos estaciones climáticas, la seca que transcurre de noviembre a junio y la húmeda de julio a octubre (Bullock 1986).

En la reserva se han identificado varias unidades de suelo entre los que destacan: el regosol eútrico y el luvisol crómico, que ocasionalmente se encuentran en pendientes que van de moderadas a fuertes, con mayor frecuencia en sitios planos o de pendiente suave (Solís 1993). El relieve del área es determinado por procesos endógenos y exógenos. Las unidades estratigráficas que afloran están compuestas por rocas sedimentarias, volcánicas, plutónicas y

volcano-sedimentarias (Gómez-Pompa y Dirzo 1995).

Existen 1,120 especies (Lott 1985) en la zona, siendo la SBC el tipo de vegetación más abundante. El promedio de altura de los árboles va entre los 10 a 12 metros (Rzedowski 1978), la producción de sus hojas está determinada por la disponibilidad del agua. En las cañadas, barrancas, cuerpos de agua permanentes, crece un tipo de vegetación con fisonomía heterogénea (la altura puede variar desde los 5 a los 40 m), denominada selva mediana (SM). Se distribuye desde los 400 hasta los 2,000 m.s.n.m., en zonas con mayor disponibilidad de agua (Gómez-Pompa y Dirzo 1995).

La presencia del ser humano en la región es relativamente reciente, inicialmente el uso del suelo fue agrícola, desplazándolo gradualmente la introducción del ganado. La producción es dependiente de la humedad y de la topografía que presentan las áreas perturbadas. En los lugares escarpados domina la agricultura de temporal y pastizales. La agricultura de riego se restringe a las pocas planicies (De Ita 1983). La transformación de la selva a pastizales es por medio de la roza-tumba y quema (González 1992). En general los cultivos de maíz y pasto guinea (*Panicum maximum*) son los más comunes. Este tipo de cultivos a largo plazo provoca pérdidas de suelo por erosión (Solís 1993).



### 3 Especies estudiadas.

ESPECIE	FAMILIA	FORMA DE CRECIMIENTO	TASA DE CRECIMIENTO
<i>Acacia angustissima</i>	Leguminosae	Arbusto	Rápido
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae	Arbusto o árbol pequeño	Rápido*
<i>Acacia sp</i>	Leguminosae	Árbol	Rápido*
<i>Albizia occidentalis</i>	Leguminosae	Arbusto o árbol pequeño	Rápido*
<i>Amphipterygium adstringens</i>	Julianaceae	Árbol	Rápido
<i>Apoplanesia paniculata</i>	Leguminosae	Árbol	Rápido
<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	Árbol	Lento*
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Leguminosae	Árbol	Lento
<i>Caesalpinia platyloba</i>	Leguminosae	Arbusto o árbol pequeño	Lento
<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	Leguminosae	Árbol	Lento*
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Leguminosae	Árbol	Lento
<i>Cedrela odorata</i>	Melianaceae	Árbol	Lento*
<i>Celiba pentandra</i>	Bombacaceae	Árbol	Rápido*
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Polygonaceae	Árbol	Lento *
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	Árbol	Rápido*
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Árbol	Lento
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Boraginaceae	Árbol	Rápido*
<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	Árbol	Lento
<i>Chloroleucon mangense</i>	Leguminosae	Árbol	Lento
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Arbusto o árbol pequeño	Rápido*
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	Hernandiaceae	Arbusto o árbol pequeño	Lento*
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Leguminosae	Árbol	Lento*
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Tiliaceae	Árbol	Rápido
<i>Hintonia latiflora</i>	Rubiaceae	Arbusto o árbol pequeño	Lento*
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Convolvulaceae	Árbol	Rápido*
<i>Lagrezia monosperma</i>	Amaranthaceae	Arbusto	Rápido*
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	Leguminosae	Árbol	Lento
<i>Luehea candida</i>	Tiliaceae	Árbol	Lento
<i>Lysiloma microphyllum</i>	Leguminosae	Arbusto o árbol pequeño	Rápido
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Leguminosae	Arbusto	Rápido
<i>Pithecellobium dulce</i>	Leguminosae	Árbol	Rápido
<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	Árbol	Lento
<i>Recchia mexicana</i>	Simaroubaceae	Árbol	Lento
<i>Ruprechtia fusca</i>	Polygonaceae	Árbol	Lento*
<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	Árbol	Rápido*
<i>Swietenia humilis</i>	Melianaceae	Árbol	Lento*
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Bignoniaceae	Árbol	Rápido
<i>Tabebuia rosae</i>	Bignoniaceae	Árbol	Rápido*

Tabla 2. Lista de especies que se introdujeron en el pastizal, la nomenclatura de acuerdo con Lott (1985, 1993). Además se incluye su tasa de crecimiento (Huante, Rincón y Acosta 1995). \* Indica a las especies utilizadas para el tratamiento Mixto y las subrayadas son las especies utilizadas en el presente trabajo.

Las especies fueron seleccionadas de acuerdo con su tasa relativa de crecimiento utilizando un total de 39 especies, de las cuales 19 se consideraron como especies de lento crecimiento y 20 como especies de rápido crecimiento. De este grupo de plantas, se tomaron las más representativas de cada tipo de tasa de crecimiento, para conformar el tratamiento mixto. Las especies sombreadas (Tabla 2) son las que se evaluaron en el presente estudio y son especies que se comparten con el tratamiento mixto. Sólo se utilizaron 6 especies de lento crecimiento debido al número de réplicas disponibles.

A las especies se les asignó un número (1 al 19 para el caso del tratamiento Lento y de 1 al 20 para los tratamientos Rápido y Mixto) para mantener un orden al momento de ser transplantadas (ver Tabla 2).

Las plantas que se encontraron en el pastizal, fueron en su mayoría pasto (*Panicum maximun*), algunas Cucurbitaceas (como calabaza y pepino) y algunos individuos juveniles de *Acacia sp.* Además de individuos adultos (*Acacia sp* y *Tabebuia donnell-smithii*) de vegetación remanente que se mantienen como sombra para el ganado.

#### **4.1 Diseño experimental.**

El sitio fue diseñado en una hectárea de restauración (Sachman 2001; González 2002), se marcaron 28 cuadros de 10 x 10 m separados por pasillos de 2 m, evitando marcar cuadros en lugares sombreados o con influencias de algún árbol remanente, por lo que se seleccionaron 20 cuadros en total (ver Fig. 3). A cada uno de estos 20 cuadros, se le asigno un tratamiento: 1) el Lento con 19 spp

de árboles de lento crecimiento (C1, C6, C11 y C16); 2) el Rápido con 20 sp de árboles de rápido crecimiento (C2, C7, C12 y C17); 3) el Mixto con 10 spp de árboles de rápido y 10 spp de lento crecimiento (C3, C8, C13 y C18); 4) el SPAS en el que se podó totalmente el pasto y se roció herbicida (roundup) sin la introducción de árboles (C4, C9, C14 y C19); 5) el cuadro PAS dejando el pasto original sin la introducción de árboles (C5, C10, C15 y C20). Por lo que cada tratamiento tuvo 4 réplicas (Fig. 3; Sachman 2001; González 2002).

## **4.2 Preparación del área experimental.**

A los tratamientos Lento, Rápido, Mixto y SPAS (y sus respectivas 4 replicas; Fig. 3), fue necesario asperjar herbicida (roundup) que además de ser biodegradable tiene una vida media de 20 días, lo cual aseguró que no rebrotaran los pastos en la fase inicial. El herbicida se aplicó mes y medio antes del inicio de las lluvias y del experimento. Los tratamientos con árboles (Lento, Rápido y Mixto), fueron cuadrículados quedando cuadros de 1X1 metros, cada punto se marcó y se le retiró el pasto seco. En cada marca se hicieron perforaciones de 30 cm de diámetro con un mototaladro, quedando 100 hoyos por cuadro. Posteriormente se transplantó una plántula en cada hoyo, las cuales corresponden a las 20 especies diferentes dependiendo del tratamiento, por lo que en cada cuadro hubo 100 individuos, 5 por especie (Sachman 2001; González 2002).

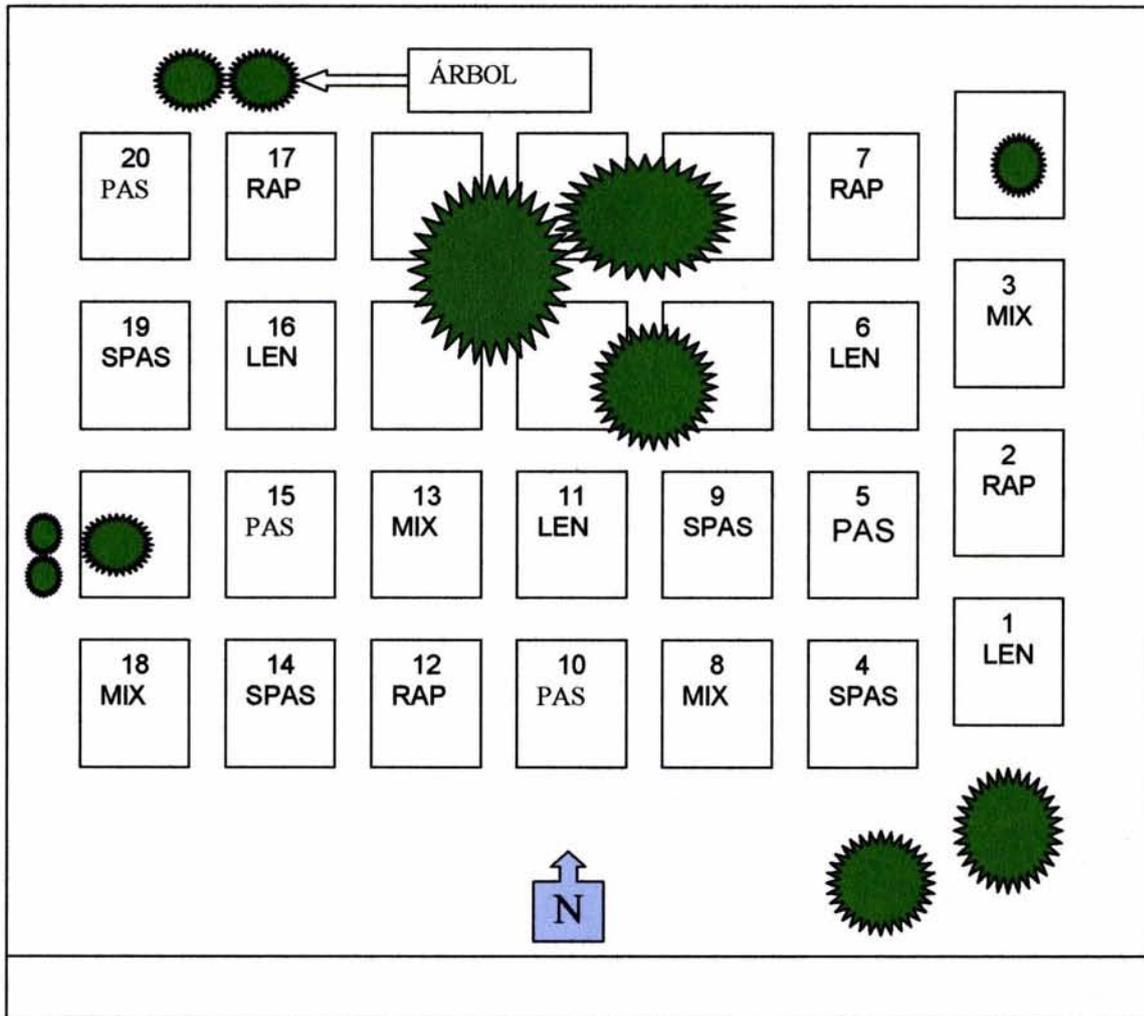


Figura 3. Distribución de los tratamientos en el área de trabajo, se fraccionó la hectárea en 27 cuadrantes de 10X10 m, donde se señala la distribución de los tratamientos donde : LEN tiene plantas de lento crecimiento, RAP plantas de rápido crecimiento, MIX plantas de lento y rápido (dividido en L-Mix y R-Mix), SPAS sin plantas y con herbicida y PAS con el pasto original. Se utilizaron los cuadros que no se encontraban influenciados por la sombra de los árboles. Además, el arreglo permite que no queden juntas las réplicas de los tratamientos, p. e. no queda pegado un MIX con otro MIX y así sucede con todos los tratamientos. Tomado de Sachman 2001.

### **4.3 Germinación y Crecimiento de plántulas.**

Para la obtención de las plántulas que fueron utilizadas en el experimento, se germinaron semillas de 39 especies. La escarificación con ácido sulfúrico se utilizó en algunos casos para favorecer la germinación. Las semillas se hidrataron aproximadamente durante 24hrs. Se colocaron en charolas de plástico con arena de sílice húmeda y se regaron diariamente. Las semillas se consideraron germinadas una vez que emergió la radícula y después de cinco días se transplantaron a macetas de plástico de 2 kg, las cuales fueron previamente preparadas con una mezcla de suelo colectado en el pastizal y arena de río (en una proporción 3:1 respectivamente; Sachman 2001; González 2002). Se transportaron a un invernadero el cual está ubicado en una zona despejada bordeado de selva, tiene 8m de largo por 4m de ancho y 4m de altura, está hecho de plástico transparente en el techo y plástico blanco en las paredes (Soriano 2003). Este proceso (germinación y de crecimiento inicial de las plántulas) se realizó en la Estación de Biología Chamela de la UNAM, en donde se ubica el invernadero.

Con un mes de crecimiento en condiciones de invernadero se transplantaron en la hectárea a restaurar. Cada planta se marcó con etiquetas de aluminio de 3 x 5 cm, con un rótulo que especificaba la especie, el tratamiento (Lento, Rápido, o Mixto), el número del cuadro (1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17 ó 18) y la réplica de la plántula (R1, R2, R3, R4 ó R5).

El organigrama de la distribución de los individuos en los diferentes cuadros se realizó de la siguiente manera: se plantaron en hileras de 10 de tal

forma que cada réplica ocupaba 2 hileras, con un acomodo distinto en cada réplica (Fig. 4), asegurando que los individuos de cada especie se encontraran dispersos y no agrupados (Sachman 2001; González 2002).

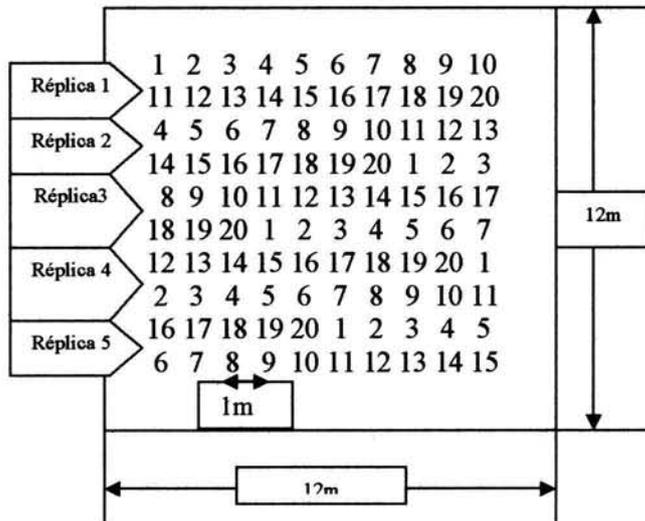


Figura 4. Distribución de las plántulas en el cuadro, por número de especie y réplica, las plántulas están separadas por un metro. Tomado de Sachman 2000.

## 5.1 Muestreo de suelo.

Debido a que existen diferencias significativas entre algunos cuadros del área de estudio en características del suelo, relacionadas a la inundabilidad en la parte Noreste de la hectárea (C20, C17, C19, C16, C15 y C13), se escogieron cuadros representativos para la etapa experimental y muestreo de suelo (C1, Lento; C2, Rápido; C8, Mixto; y C5, Pasto). El muestreo del suelo se basó en la Nom 123 (en proceso de probación por el H. Congreso de la Unión), la cual consiste en tomar un centro como referencia en el área que se quiere muestrear y a partir de éste trazar los 8 puntos de la Rosa de los Vientos. En este caso se tomó como centro el tallo del árbol, a los 50 cm del tallo se tabuló en centímetros cada dirección de la Rosa de los Vientos y al azar se escogieron los 8 puntos de donde se colectó cada muestra de suelo (Fig. 5); esas 8 muestras de suelo, se

trasladaron a la Estación de Chamela a una temperatura de 5 °C para ser mezcladas y tamizadas en una malla de 2 mm (obteniendo muestras compuestas), se guardaron en bolsas de plástico de polietileno, para ser analizadas en el Instituto de Ecología en C. U.

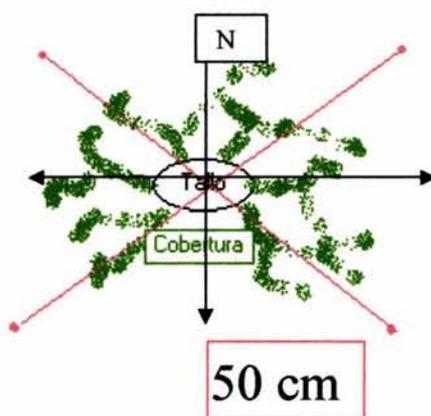


Figura 5. Muestreo de suelo según la Nom 123 aún no aprobada por el H. Congreso de la Unión.

Se realizaron 4 muestreos de suelo en períodos de 40 días, (iniciando en Junio del 2001, Agosto, Septiembre y terminando en Noviembre del 2001) incluyendo época de lluvias y secas. El suelo se muestreó en los primeros 5 cm de profundidad. Un día anterior del regreso al Instituto de Ecología de cada salida, se realizó la colecta de suelo por las mañanas y se elaboraban muestras compuestas. Estas consistían en revolver en charolas de plástico las 8 muestras colectadas por especie. Tomando una muestra representativa de cada una (700 g aproximadamente). Se transportaron en bolsas de plástico en hieleras a 8 °C.

Una vez en el Instituto de Ecología, se realizaron incubaciones a una temperatura de 25 °C, sin luz en cámaras de incubación Lab-Line, mientras sólo la muestra inicial o tiempo 0 (R0) se procesaba en el laboratorio inmediatamente.

## **5.2 Filtración.**

Para cada una de las muestras, se pesaron 20 g de suelo colectado, previamente tamizado a través de una malla de 1 mm. Se le agregaron 100 ml de KCl 2 M y se agitó durante 30 min a 250 rpm, inmediatamente se filtraron con papel Whatman del No. 1 y el sobrenadante se guardó en frascos de Nalgene (rotulados) de 200 ml a 4 °C. (Alef y Nannipieri 1995).

## **5.3 Cuantificación de amonio por colorimetría.**

El sobrenadante se dejó en reposo durante 24 hrs. El día en que se elaboraba la técnica, se preparaban los siguientes reactivos: se disolvieron 62.6 g de fenol en etanol, y se le agregaron 18.5 ml de acetona, aforándolo hasta 100 ml con etanol guardándolo a 4°C; se disolvieron 27 g, de hidróxido de sodio en agua desionizada y se aforó a 100 ml; se disolvieron 16.6 ml de clorálex en agua desionizada y se aforó a 100 ml. Poco antes de ser usados, se mezclaron 20 ml de las soluciones de fenol e hidróxido de sodio, aforándolos a 100 ml con agua desionizada. Del sobrenadante, se tomaron 50 ml, y se le agregaron 4 ml de NaOH/Fenol, más 3 ml del Hipoclorito (Clorálex), se dejó reposar durante 90 min y después se leyó en el espectrofotómetro (SPECTRONIC GENESYS 2 1999 E.U.) a 630 nm, en el modo de concentración. Simultáneamente a las muestras, se elaboró a partir de Sulfato de Amonio la curva patrón, con las soluciones de 0.5 µg g<sup>-1</sup>, 1 µg g<sup>-1</sup>, 1.5 µg g<sup>-1</sup> y 2 µg g<sup>-1</sup>; el blanco fue la solución de KCl 2 M y se les realizaron los mismos pasos de la técnica arriba descrita (Alef y Nannipieri 1995).

Se hizo una relación concentración-absorbancia, la cual dio como resultando una recta, lo que facilita que se tome la lectura de concentración en todas las mediciones. Debido al número tan grande de muestras, fue necesario corroborar si el resultado de la técnica cambiaba en el tiempo que transcurría para realizar la medición en el espectrofotómetro. Con la curva patrón y 10 muestras (escogidas al azar), se corrió la técnica y durante 4 horas (con intervalos de 30min por medición) se leyeron en el espectrofotómetro. No se presentó ningún cambio significativo en la concentración (datos no presentados; tomado de Sachman 2001).

#### **5.4 Cuantificación de nitratos por colorimetría.**

Para la cuantificación de nitratos, se tomaron 2.5 ml del sobrenadante recuperado en la filtración, se le añadieron 5 ml de ácido salicílico, se agitó levemente y dejó reposar durante 30 min. Después se le agregaron 50 ml de hidróxido de sodio (4M). Se dejó reposar una hora y se leyeron las muestras en el espectrofotómetro (SPECTRONIC GENESIS 2 1999 E. U.) a una longitud de onda de 410 nm, en el modo de concentración. Como curva de calibración se prepararon varias concentraciones de Nitrato de Potasio, 0.5  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 1  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 1.5  $\mu\text{g g}^{-1}$  y 2  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; el blanco consistió de KCl al 2M, y se siguió de la misma forma que en la determinación de amonio (Alef y Nannipieri 1995). Además se realizó una curva absorbancia-concentración, obteniendo como relación una recta, lo que facilita que se tome la lectura de concentración en todas las muestras. Debido al número tan grande de muestras, fue necesario corroborar si el resultado de la técnica cambiaba en el tiempo. Con la curva patrón y 10 muestras (escogidas al

azar), se corrió la técnica, y durante 4 horas (con mediones cada 30 min) se leyeron las muestras en el espectrofotómetro, sin presentar ningún cambio significativo en la concentración (datos no presentados). El tiempo de medición en el espectrofotómetro para la técnica de amonio y nitrato de todas las muestras era de 2 a 2 horas y media (tomado de Sachman 2001).

## **5.5 Cuantificación $N_{total}$ , $C_{total}$ , proporción C:N y porcentaje de humedad.**

Se pesaron 5 g por muestra de suelo colectado, se secaron en un horno (BOEKEL 107801) a 30°C durante 72 hrs. Las muestras se trasladaron a un desecador (Pyrex) con sílica gel (deshidratada) para evitar que se humedecieran, se realizó el pesado y con la diferencia de pesos (seco y húmedo) se calculó el porcentaje de humedad para cada muestra. En cada muestreo se cuantificó la humedad en la Estación de Biología y en el Instituto de Ecología de 20 muestras, para calcular las diferencias debidas al traslado, los resultados no registraron cambios significativos en la humedad (datos no presentados).

En los muestreos correspondientes a los meses de Junio, Septiembre y Noviembre, en la réplica R0, se cuantificó el  $N_{total}$  y  $C_{total}$ . Se homogeneizó el suelo previamente deshidratado a 30°C durante 72 hrs., en un molino de café (KRUPS 203). Se tamizó con una abertura de 355  $\mu$ m, guardándose en viales rotulados. En una balanza analítica (Sartorius) se pesaron las muestras en un rango de 11 a 12 miligramos, en cápsulas de estaño para muestras sólidas (CE instruments). Las

muestras ya pesadas, se analizaron en el autoanalizador elemental (NC2500 de Thermo Quest, CE instruments), para cuantificar  $N_{total}$  y  $C_{total}$ . Se usó como estándar Ciclohexanona-2,4-dinitrofenilidrazona el cual tiene 51.79% de carbono y 20.14% de nitrógeno (CEDFNI de CE instruments) y un estándar de suelo (CEDFNI de CE instruments con 3.5% de N y 9.11% de C).

Para calcular la proporción de C:N, se dividió el carbono total entre el nitrógeno total (Alef y Nannipieri 1995).

## **5.6 Mineralización y nitrificación.**

La mineralización, fue determinada por la fórmula:

Mineralización=  $[(NH_4^+ - Na \text{ y } NO_3^- - Na) - (NH_4^+ - Nb \text{ y } NO_3^- - Nb)] / t \times \text{peso seco de 1 g de suelo}$  (Alef y Nannipieri 1995).

La nitrificación fue determinada por la fórmula:

Nitrificación=  $[(NO_3^- - Na) - (NO_3^- - Nb)] / t \times \text{peso seco de 1 g de suelo}$  (Robertson y Vitousek 1981).

En donde:

$NH_4^+ - Na$  = es la concentración de amonio después de la incubación

$NO_3^- - Na$  = es la concentración de nitratos después de la incubación

$NH_4^+ - Nb$  = es la concentración inicial de amonio

$NO_3^- - Nb$  = es la concentración inicial de nitratos

t = tiempo de incubación

dwt = 1gr seco

## **6.1 Retraslocación de nutrientes**

En la realización de dicho experimento, se utilizaron los mismos cuadros que en el muestreo de suelo (C1, Lento; C2 Rápido; C8 Mixto; C5 Pasto). Para determinar la eficiencia de reabsorción de N, se colectaron 5 hojas en máxima expansión y 5 senescentes (sin que tuvieran rastros de herbivoría, ni enfermedades), de cada una de las especies seleccionadas. Entre los meses de mayor producción (Julio-Agosto) y cuando se está dando la senescencia (Octubre-Noviembre). Las hojas siempre se colectaron a la mitad de la copa de los árboles, siempre expuestas al sol y sin rasgos de daño, p. e. herbivoría o enfermedad. En caso de las hojas senescentes, éstas se colectaron sacudiendo suavemente el árbol y recogiendo las que caían al suelo, con color café-rojizo o amarillento. Además para las especies de algunas leguminosas, se colectaron hojas completas, no sólo los folíolos.

El material colectado se guardó en toallas humedecidas y bolsas de plástico a una temperatura de 5°C y se transportaron a la Estación de Biología en Chamela. Se cortaron áreas conocidas de cada hoja (Fig. 6) o se determinó su área foliar en un medidor de área, se deshidrataron a una temperatura de 70°C por 48 horas. Se tomó su peso foliar específico (peso foliar/área foliar específica) y se molieron en un mortero de ágata para hacer los análisis de N<sub>total</sub> (por el método ya descrito) en el Instituto de Ecología de la UNAM.

Para conocer la eficiencia en la reabsorción de N (porcentaje de cambio entre hojas de máxima expansión y las senescentes) la concentración del elemento fue convertida a contenido foliar, multiplicando la masa específica de la

hoja ( $\text{g cm}^{-2}$ ) por la concentración ( $\text{g g}^{-1}$ ), para así obtener el contenido por unidad de área ( $\text{g de N por cm}^{-2}$  de hoja) (Killingbeck & Costigan, 1988). Además se evaluó el error en la eficiencia de reabsorción, con base en las fórmulas desarrolladas por Heerwaarden et al (2003), para obtener datos fidedignos. Ésta consta en conocer como varía el área de las hojas al deshidratarse, y dar medidas en la eficiencia de reabsorción de nutrientes diferentes a la realidad, p. e. las hojas de plantas de rápido crecimiento al deshidratarse (naturalmente), por tener menor grosor y rigidez, concentran una cantidad de nutrientes mayor en menor área. Ésto crea al medir la diferencia entre una hoja de máxima expansión y una senescente, una mayor concentración por área en la senescente, la cual no corresponde al área original. Por otro lado, una especie de lento crecimiento al deshidratarse (naturalmente) no varía mucho el área ya que es más rígida y gruesa, dando como resultado una medición certera en el porcentaje de reabsorción de los nutrientes. Para calcular la retraslocación del N y del C se utilizaron las siguientes fórmulas:

$[N] = N/\text{área}$  Describe la concentración de N por unidad de área

$ERR = 100\% \times (1 - (N \text{ senescente} / N \text{ máxima expansión}))$

Describe la eficiencia de reabsorción real (ERR)

$CFMB = 1 - (\text{área senescente} / \text{área máxima expansión})$

Describe el cambio fraccional de la medida base (CFMB)

$$ERR^* = 100\% \times \left\{ 1 - \left[ 1 - \left( \frac{N \text{ senescente}}{N \text{ max expansión}} \right) \times (1 - \text{CFMB área}) \right] \right\}$$

Describe el efecto en el cambio fraccional de la medida base en la eficiencia de reabsorción real. Esta fórmula puede ser utilizada para cualquier elemento.

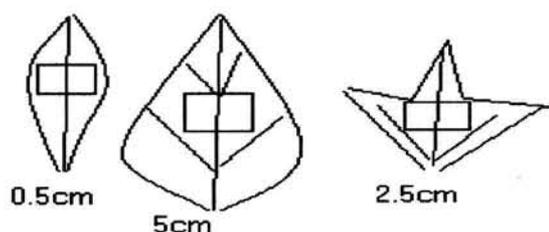


Figura 6. Método para cuantificar áreas conocidas de una hoja. Siempre se trató de coleccionar un área representativa de la hoja, en el centro, incluyendo sólo la nervadura central.

## 7.1 Descomposición de hojarasca

Al igual que en el muestreo de suelo y el experimento de traslocación, se utilizaron los cuadros: C1, Lento; C2 Rápido; C8 Mixto; C5 Pasto. Para conocer la tasa de descomposición de la hojarasca de cada especie, se coleccionaron hojas cuando se está dando la senescencia (Octubre-Noviembre). Las hojas siempre se coleccionaron a la mitad de la copa de los árboles, siempre expuestas al sol y sin rasgos de daño, p. e. herbivoría. Se sacudieron los árboles y recogieron las que caían al suelo, con color café-rojizo o amarillento. Además para las especies de algunas leguminosas, se coleccionaron hojas completas, no sólo los folíolos. Se deshidrataron a una temperatura de 70°C por 48 horas, se pesaron (peso inicial) y se guardaron en bolsas de 10x10cm, con una apertura de malla de 2mm. En el mes de junio se colocaron 5 bolsas con una orientación al N debajo de la copa de

cada especie de árbol, con 3 réplicas por especie. Se recolectaron mensualmente las bolsas y se calculó el porcentaje de descomposición con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desc} = [E(b_1 - b_2) + (b_1 - b_n)] / n$$

Donde E=sumatoria; b<sub>1</sub>= peso inicial; b<sub>2</sub>= peso en un mes; n= número de meses

## **8.1 Procesamiento de datos.**

Para evaluar estadísticamente los datos obtenidos en el tiempo y en los diferentes tratamientos, se realizó un MANOVA, para cada variable (amonio, nitratos, etc.), la cual incluyó todos los tiempos de muestreo, todos los tratamientos y todas las especies; también se realizó ANOVA por especie, en comparación con el Pasto; y para obtener las diferencias significativas entre los diversos tratamientos una prueba de Tukey. Estas pruebas se realizaron en el programa de STATISTICA de Stat Soft, Inc. 1984-1999 M. R.

## V. RESULTADOS

### V.1 Análisis de resultados

#### 1.1 Amonio

Los valores más altos de amonio se registraron en el mes de noviembre (Fig. 7 y Tabla 3), presentando diferencias significativas con algunas fechas de lluvias ( $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$ ; Anexo General de  $\text{NH}_4^+$ ). Es en la época de secas donde se presentan diferencias significativas entre el pasto y todas las especies de lento crecimiento de ambos tratamientos (Lento y L-Mixto;  $p < 0.001$ ,  $f = 26-9.9$ ; Anexos 1-6, Fig. 7). Sólo *S. humilis* y *C. alata* presentan diferencias significativas entre cuadro Mixto y Lento (Fig.7,  $p = 1.76\text{E-}07$ ,  $f = 31.8$  y  $p = 0.0004$ ,  $f = 10.7$ , respectivamente; Anexo 1 y 3). En el tratamiento Rápido, las especies que presentan diferencias en el mes de Noviembre con el de Pasto, son: *A. farnesiana*, *S. purpurea* e *I. wolcottiana* ( $p = 0.004$ ,  $f = 6.68$  Anexo 8;  $p = 0.005$ ,  $f = 6.42$  Anexo 14;  $p = 0.029$ ,  $f = 7.51$  Anexo 15; respectivamente) Todas las especies de rápido crecimiento en el tratamiento Mixto (R-Mixto) presentan diferencias significativas con respecto al pasto en el mes de Noviembre ( $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$ ; Anexo 7, 8, 11, 12, 14-16 y General de  $\text{NH}_4^+$ ), con excepción de *C. vitifolium*, *G. ulmifolia* y *A. occidentales* ( $p = 0.169$ ,  $f = 1.91$  Anexo 9;  $p = 0.32$ ,  $f = 1.17$  Anexo 10;  $p = 0.15$ ,  $f = 6.42$  Anexo 13; respectivamente).

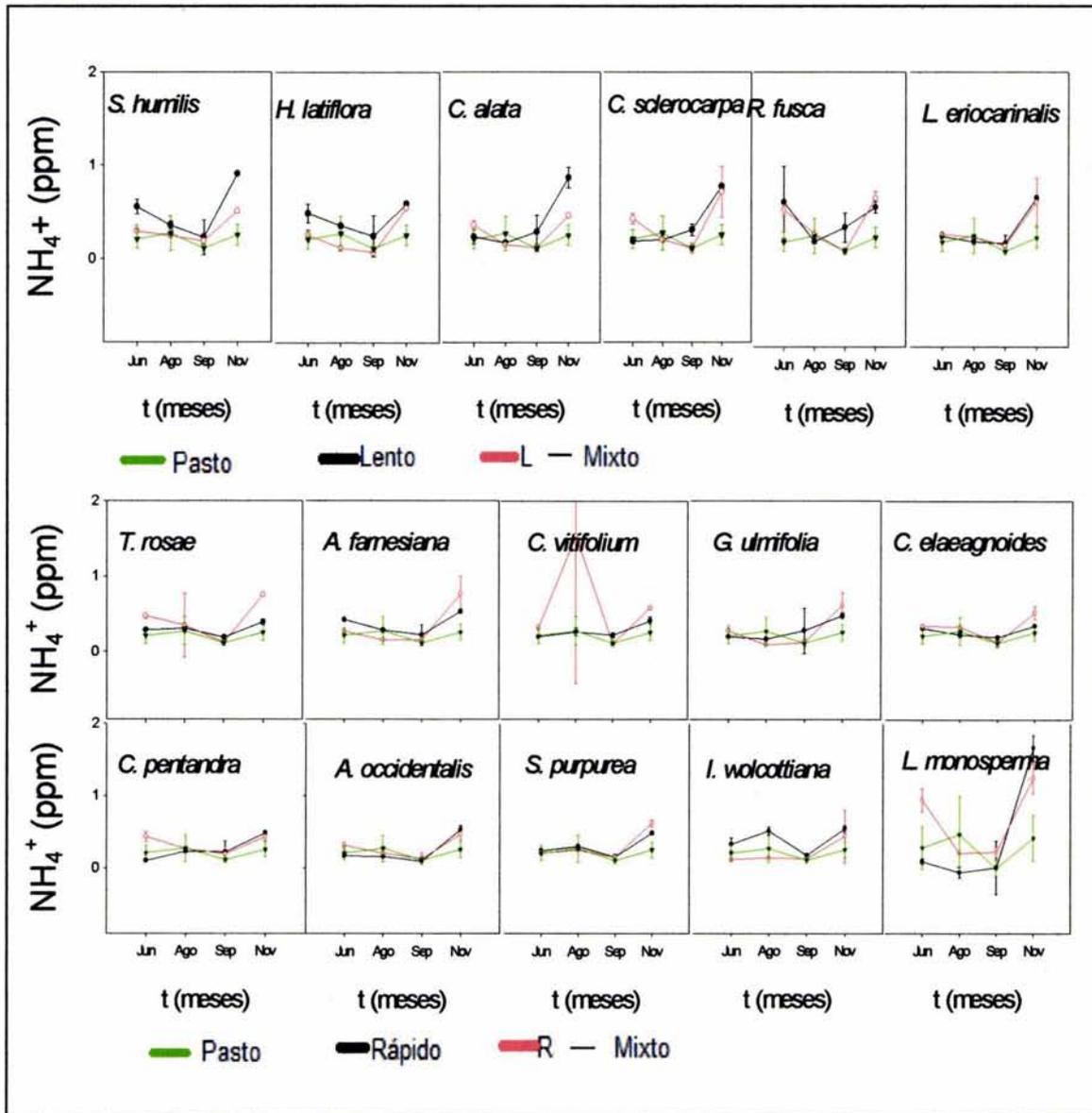


Figura 7. Promedios mensuales del contenido de amonio en el suelo ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), en los tratamientos Rápido, Pasto y Mixto (divido en L-Mixto y R-Mixto). En donde se observan las DE's, las diferencias en el tiempo y las diferencias por tratamiento. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	L-Mix	Rápido	R-Mix	Pasto
Junio	0.392±0.19	0.346±0.83	0.24±0.101	0.319±0.12	0.209±0.04
Agosto	0.251±0.03	0.188±0.05	0.253±0.17	0.3506±2	0.272±0.12
Septiembre	0.27±0.012	0.14±0.013	0.186±0.01	0.14±0.009	0.11±0.004
Noviembre	0.73±0.111	0.556±0.04	0.487±0.04	0.574±0.01	0.255±0.04
Anuales	0.411	0.308	0.291	0.346	0.212

Tabla 3. Promedios mensuales y anuales de  $\text{NH}_4^+$  ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ). En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una  $p > 0.001$ ).

## 1.2 Nitratos

Los valores más altos de nitratos se registraron en el mes de Septiembre presentando diferencias significativas con los más bajos en Agosto y Junio ( $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  ver Figura 8 y Tabla 4, Anexo General de Nitratos y Anexos 17 al 32). En los valores de nitratos encontramos diferencias significativas en los meses de Agosto y Septiembre, en todas las especies, con excepción de *C. sclerocarpa*, *C. elaeagnoides*, *S. purpurea* e *I. wolcottiana*, las cuales sólo presentan variaciones en Septiembre (ver Figura 8,  $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  Anexo 20;  $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  Anexo 27;  $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  Anexo 30; y  $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  Anexo 31; respectivamente). En las especies de lento crecimiento se registraron valores más altos y diferencias significativas con el Pasto y el L-Mixto ( $p = 1.77E-5$ ,  $f = 12.85$  Anexo 17;  $p = 1.25E-5$ ,  $f = 18.73$  Anexo 18;  $p = 0.018$ ,  $f = 4.74$  Anexo 19;  $p = 5.56E-7$ ,  $f = 27.84$  Anexo 20; respectivamente), con excepción de *R. fusca* y *L. eriocarinalis* ( $p = 0.13$ ,  $f = 2.2$  Anexo 21;  $p = 0.3$ ,  $f = 1.2$  Anexo 22; respectivamente) las cuales no presentan diferencias entre los distintos tratamientos. Las especies del tratamiento Rápido *A. occidentalis*, *S. purpurea*, *I. wolcottiana* y *L. monosperma* presentan diferencias significativas entre con el Pasto y el R-Mixto en el mes de Agosto ( $p < 0.001$ ,  $f = 56.38$  ver Figura 8 y Tabla 4, Anexo General de Nitratos y Anexos 29-32). Las especies del tratamiento R-Mixto *T. rosae*, *A. famesiana* y *C. vitifolium* presentan diferencias significativas en el mes de agosto con el Pasto y el Rápido ( $p = 1.05E-5$ ,  $f = 19.18$  Anexo 23;  $p = 1.19E-6$ ,  $f = 23.82$  Anexo 24;  $p = 1.47E-7$ ,  $f = 32.5$  Anexo 25).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

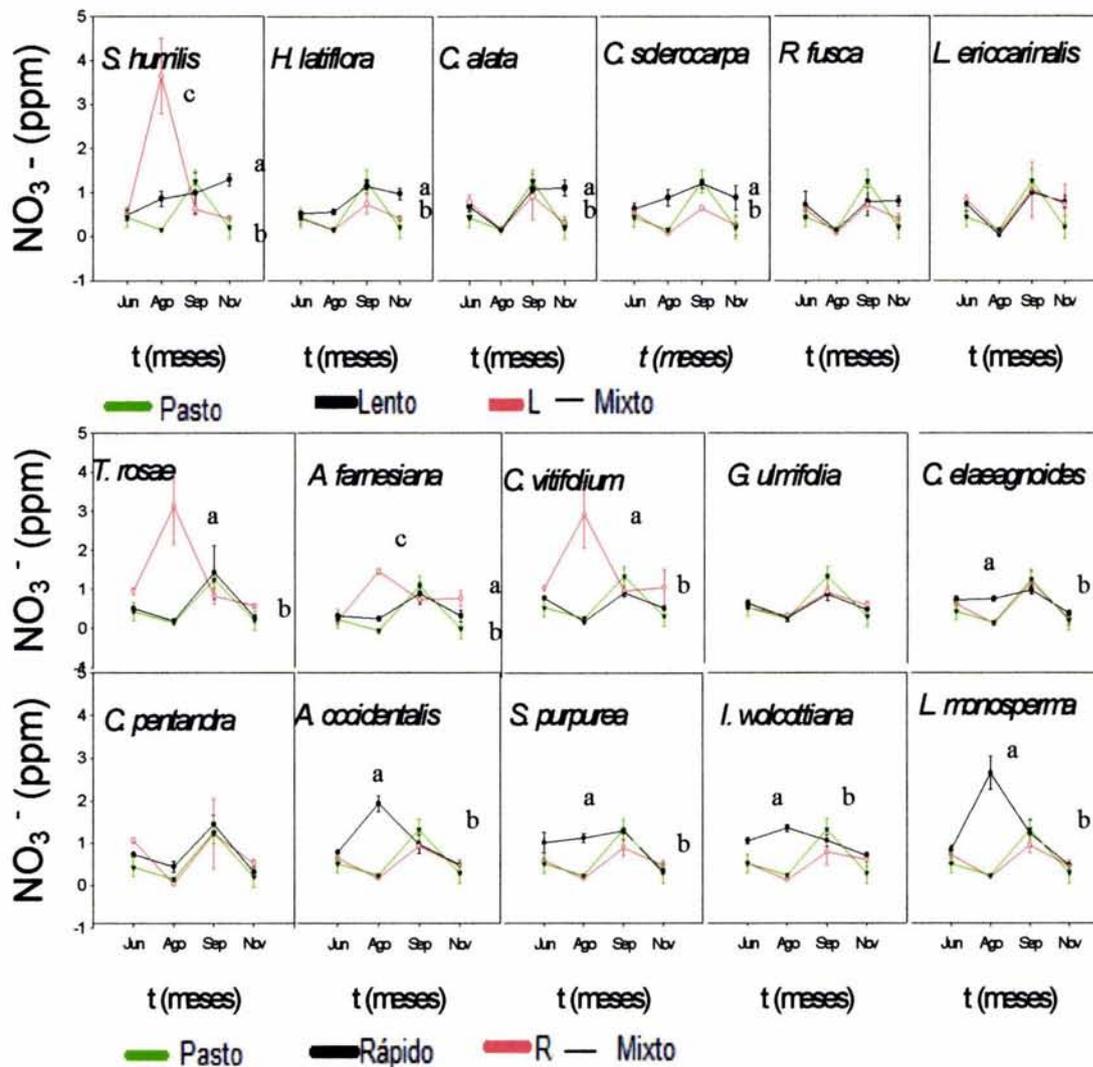


Figura 8. Promedio anual de concentraciones de nitratos en el suelo ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), para cada tratamiento. Se esquematiza la desviación estándar para cada tratamiento. El valor más alto lo presenta en tratamiento MIX y el más bajo el PAS. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	L-Mix	Rápido	R-Mix	Pasto
Junio	0.624±0.05	0.606±0.18	0.707±0.21	0.654±0.45	0.433±0.2
Agosto	0.431±0.55	0.698±3.57	0.88±2.54	0.827±3.1	0.15±0.06
Septiembre	1.026±0.17	0.772±0.19	1.076±0.44	0.909±0.26	1.25±0.24
Noviembre	0.966±0.27	0.488±0.17	0.394±0.13	0.541±0.5	0.203±0.22
Anuales	0.762	0.641	0.766	0.733	0.475

Tabla 4. Promedios mensuales y anuales de  $\text{NO}_3^-$  ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ). En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una  $p > 0.001$ ).

### **1.3 Mineralización del nitrógeno**

La tasa de mineralización del nitrógeno varía en el tiempo en todos los tratamientos, presentando los valores más altos al inicio y fin de lluvias ( $p=0.0001$ ,  $f=183$ , ver Tabla 5, Anexo General de Mineralización y Fig. 9).

Todas las especies arbóreas registran valores altos, tanto de rápido como de lento crecimiento y presentan diferencias significativas con el tratamiento de Pasto ( $p=0.0001$ ,  $f=183$ , Anexos 33 al 48, Fig. 9).

Al hacer un promedio anual, el nivel más alto de tasa de mineralización lo presenta el tratamiento Lento con  $0.0795 \text{ mg g}^{-1} \text{ peso seco día}^{-1}$ , y el más bajo el tratamiento Pasto con  $0.0357 \text{ mg g}^{-1} \text{ peso seco día}^{-1}$  (Tabla 5).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

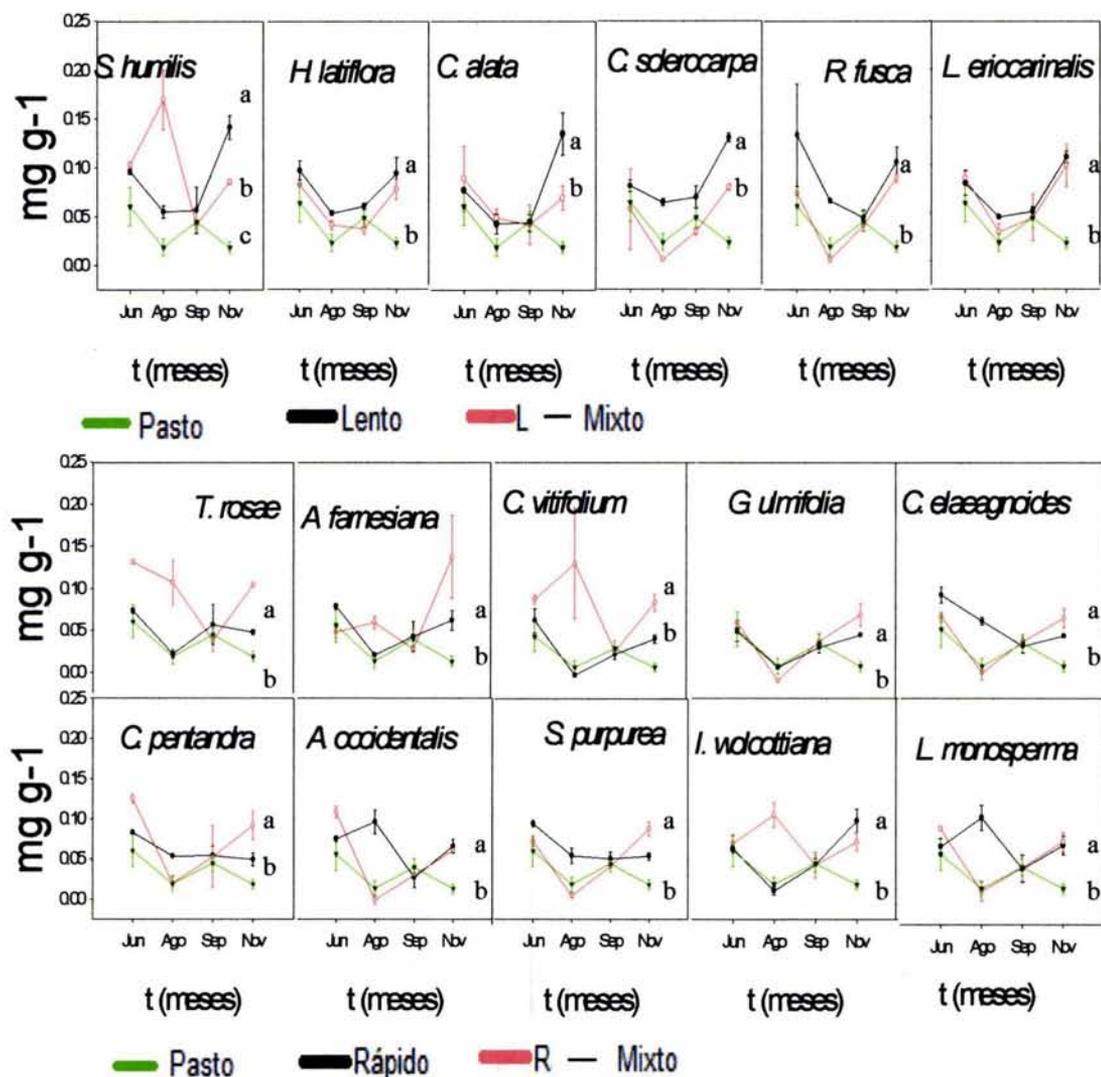


Figura 9. Tasa de mineralización ( $\text{mg g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ ) en el suelo de todos los tratamientos. Se esquematiza la desviación estándar. Los valores más altos se registraron al inicio y fin de lluvias. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	L-Mix	Rápido	R-Mix	Pasto
Junio	0.093±0.003	0.087±0.0008	0.082±0.001	0.09±0.006	0.06±0.001
Agosto	0.05±0.0005	0.05±0.02	0.052±0.01	0.04±0.02	0.018±0.0003
Septiembre	0.053±0.004	0.039±0.0001	0.044±0.0005	0.042±0.0003	0.044±0.0004
Noviembre	0.118±0.002	0.087±0.001	0.06±0.001	0.092±0.005	0.018±0.0001
Anuales	0.079	0.066	0.06	0.065	0.035

Tabla 5. Promedios generales de mineralización de N ( $\mu\text{g g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ ), por tratamiento mes y promedio anual. En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una  $p > 0.01$ ).

## 1.4 Nitrificación

La tasa de nitrificación varía poco en el tiempo dependiendo de la época del año, del tratamiento y más específicamente de la especie (Tabla 6 y Fig. 10). Al inicio de lluvias (Junio) presenta niveles bajos, presentando diferencias significativas con los demás meses ( $p=1.41E-8$ ,  $f=14.14$  Anexo General de Nitrificación). Los niveles en Agosto disminuyen en la mayoría de las especies y aumentan significativamente en el tratamiento Mixto, *S. humilis*, *H. latiflora*, *C. alata*, *T. rosae*, *A. farnesiana* y *C. vitifolium* ( $p=3.7E-5$ ,  $f=16$  Anexo 49;  $p=0.004$ ,  $f=6.6$  Anexo 50;  $p=0.001$ ,  $f=9.22$  Anexo 51;  $p=2.6E-5$ ,  $f=16.9$  Anexo 55;  $p=2.6E-5$ ,  $f=16.9$  Anexo 56;  $p=0.003$ ,  $f=7.36$  Anexo 57). Los niveles se incrementan un poco en Septiembre y en Noviembre decaen en la mayoría de las especies, pero de nuevo observamos en el tratamiento Mixto un incremento considerable en la nitrificación para todas las especies (ver Fig. 10). Aún con ello en el promedio anual, las diferencias no se hacen tan obvias entre los distintos tratamientos (ver tabla 6).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

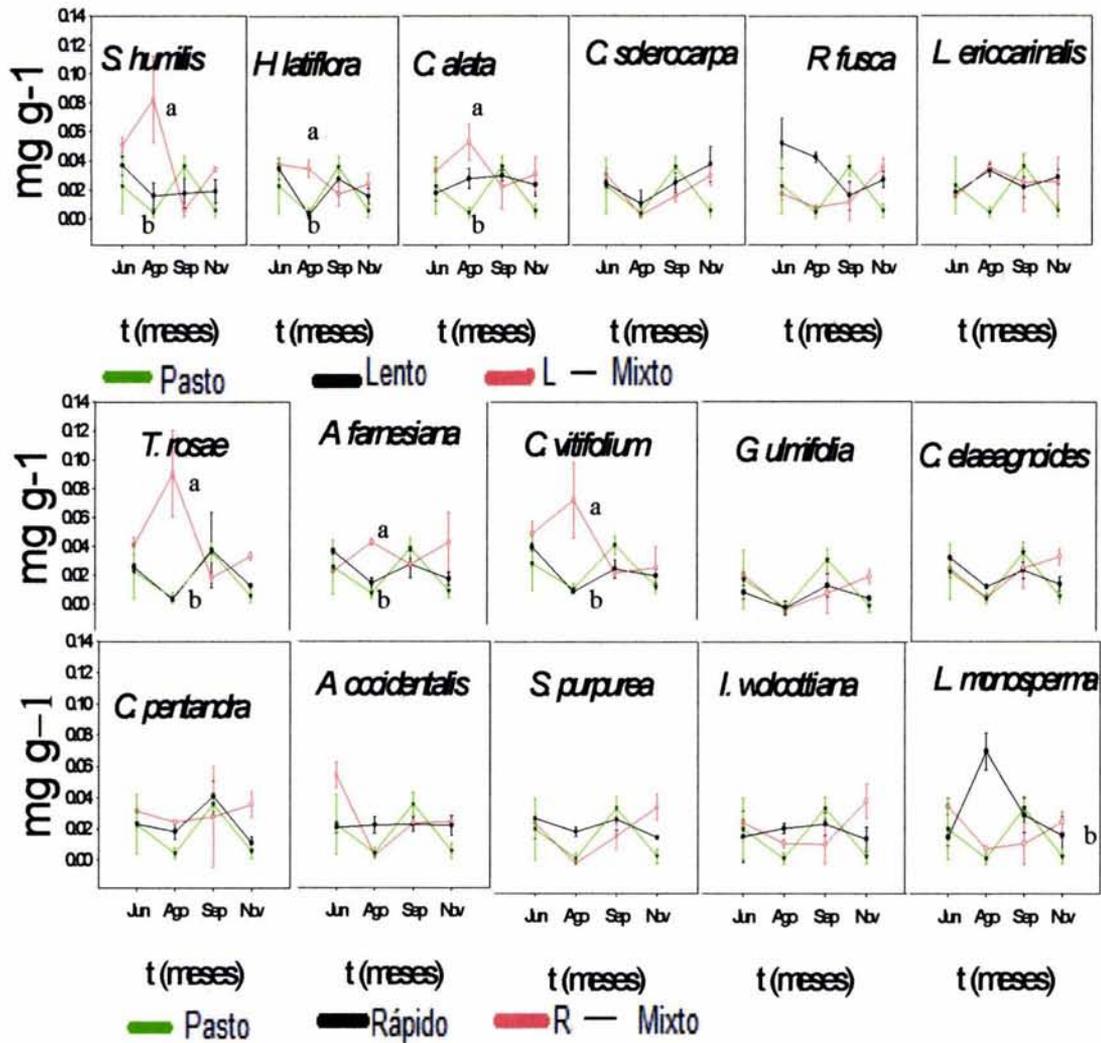


Figura 10. Tasa de nitrificación ( $\text{mg g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ ) en el suelo de todos los tratamientos. Se esquematiza la desviación estándar. Los valores dependiendo de la época del año, del tratamiento y más específicamente de la especie. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	Len en Mix	Rápido	Rap en Mix	Pasto
Junio	0.0305+0.03	0.032+0.001	0.025+0.0004	0.033+0.0008	0.022+0.001
Agosto	0.022+0.001	0.037+0.005	0.018+0.0004	0.025+0.007	0.004+4E-5
Septiembre	0.022+0.0001	0.014+0.0003	0.027+0.0005	0.019+0.0002	0.036+0.0001
Noviembre	0.025+0.0004	0.03+0.0001	0.015+0.0001	0.031+1E-8	0.005+0.0001
Anuales	0.025	0.029	0.021	0.027	0.017

Tabla 6. Promedios por tratamiento, mensuales y anuales de nitrificación ( $\text{mg g}^{-1}$  peso seco  $\text{día}^{-1}$ ). En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una  $p > 0.01$ ).

## 1.5 Nitrógeno total

Los valores de nitrógeno total tuvieron variaciones en el tiempo presentando diferencias significativas ( $p=0.0001$ ,  $f=182$  Anexo General de Ntotal). Los niveles más altos se registraron en el mes de Septiembre correspondiente a la época media de las lluvias y los más bajos en el mes de Noviembre (durante la sequía; Fig. 11, Tabla 7). El tratamiento Lento es el que presenta mayores diferencias con respecto al tratamiento Pasto ( $p=0.0002$ ,  $f=13.3$  Anexo 66;  $p=0.0006$ ,  $f=11.19$  Anexo 67;  $p=0.01$ ,  $f=5.8$  Anexo 69; y  $p=0.001$ ,  $f=9.22$  Anexo 70, Fig. 11) sólo *C. alata* no presenta diferencias significativas, debido a su alta desviación estándar ( $p=0.13$ ,  $f=2.22$  Anexo 68, Fig. 11). En el tratamiento Rápido, las especies con diferencias al tratamiento Pasto son: *G. ulmifolia*, *C. elaeagnoides* y *I. wolcottiana* ( $p=0.01$ ,  $f=5.9$  Anexo 75;  $p=0.006$ ,  $f=6.6$  Anexo 76; y  $p=0.01$ ,  $f=5.6$  Anexo 80). Es interesante observar ninguna especie en el tratamiento Mixto tiene diferencias significativas con el Pasto (Anexos 66-81, Fig. 11).

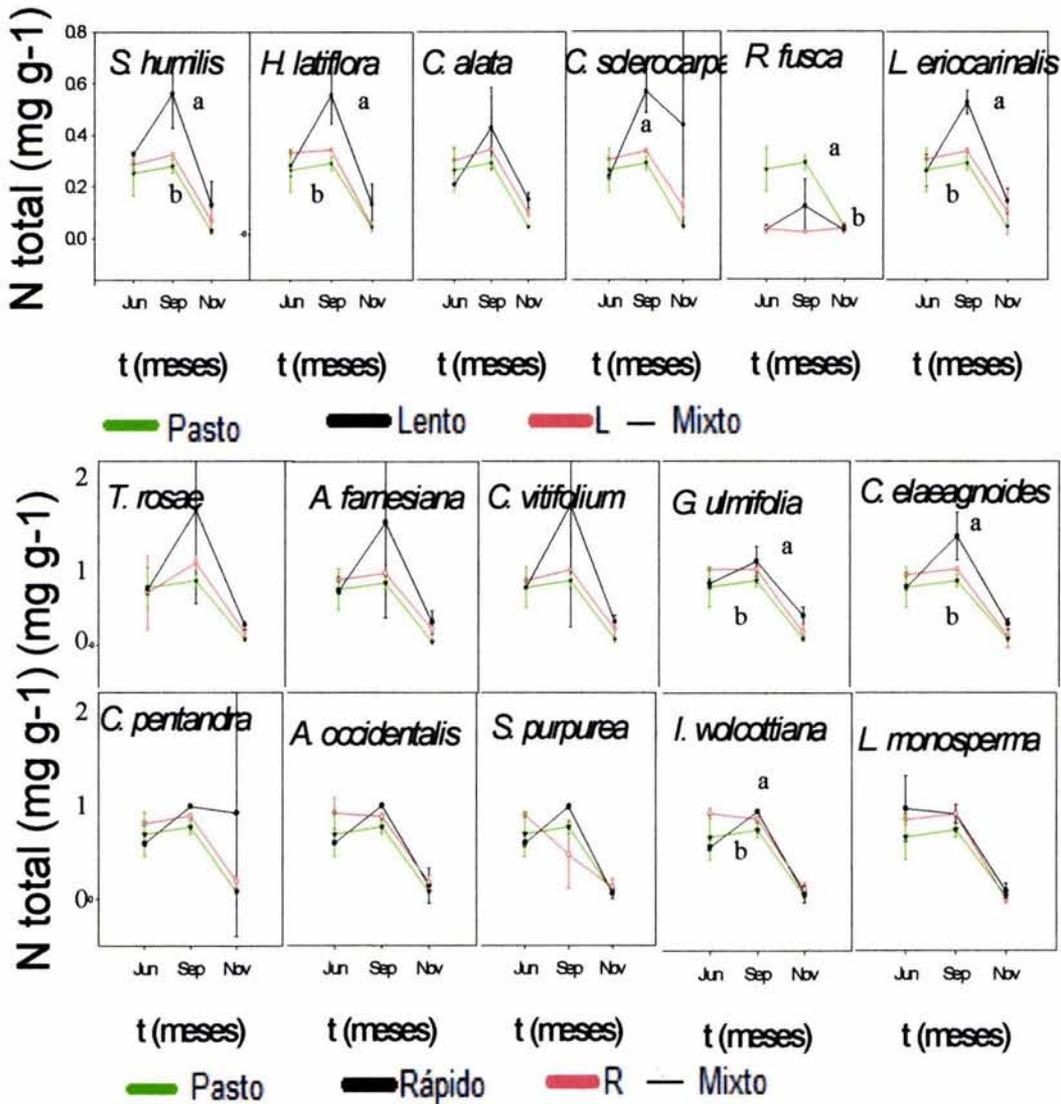


Figura 11. Valores del porcentaje Ntotal en el suelo de todos los tratamientos (mg g<sup>-1</sup>). Se esquematiza la desviación estándar. Los valores dependiendo de la época del año, del tratamiento y más específicamente de la especie. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	Len en Mix	Rápido	Rap en Mix	Pasto
Junio	0.248±0.018	0.306±0.001	0.247±0.02	0.304±0.01	0.252±0.02
Septiembre	0.52±0.02	0.329±0.0001	0.433±0.07	0.314±0.03	0.279±0.002
Noviembre	0.175±0.09	0.167±0.005	0.101±0.09	0.155±0.004	0.128±1E-5
Anuales	0.314	0.234	0.26	0.224	0.186

Tabla 7. Promedios mensuales y anuales de N total (mg g<sup>-1</sup>). En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una p > 0.01).

## 1.6 Carbono total

Los niveles de carbono total presentan variaciones con respecto a la época del año, siendo significativamente diferentes entre las fechas de muestreo ( $p=1.0422E-18$ ,  $f=51.4$  Anexo General de Ctotal, Fig. 12). Al realizar un promedio anual, los valores más altos los presenta el tratamiento Pasto y los más bajos el tratamiento de Mixto (tanto las especies de Lento como las de Rápido crecimiento; ver Tabla 8). Todas las especies presentan diferencias significativas con el Pasto en el mes de Noviembre ( $p=1.0422E-18$ ,  $f=51.4$ , Anexos 82-97), salvo *C. pentandra*, e *I. wolcottiana* (pertenecientes al tratamiento R-Mixto;  $p=0.09$ ,  $f=2.7$  Anexo 93; y  $p=0.13$ ,  $f=2.23$  Anexo 96) debido a su gran desviación estándar. Es interesante observar que muchas especies del tratamiento Mixto aumentan considerablemente su concentración de Ctotal en el mes de Noviembre, mientras que las especies de los tratamientos Lento y Rápido disminuyen en ese mes (ver Fig. 12).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

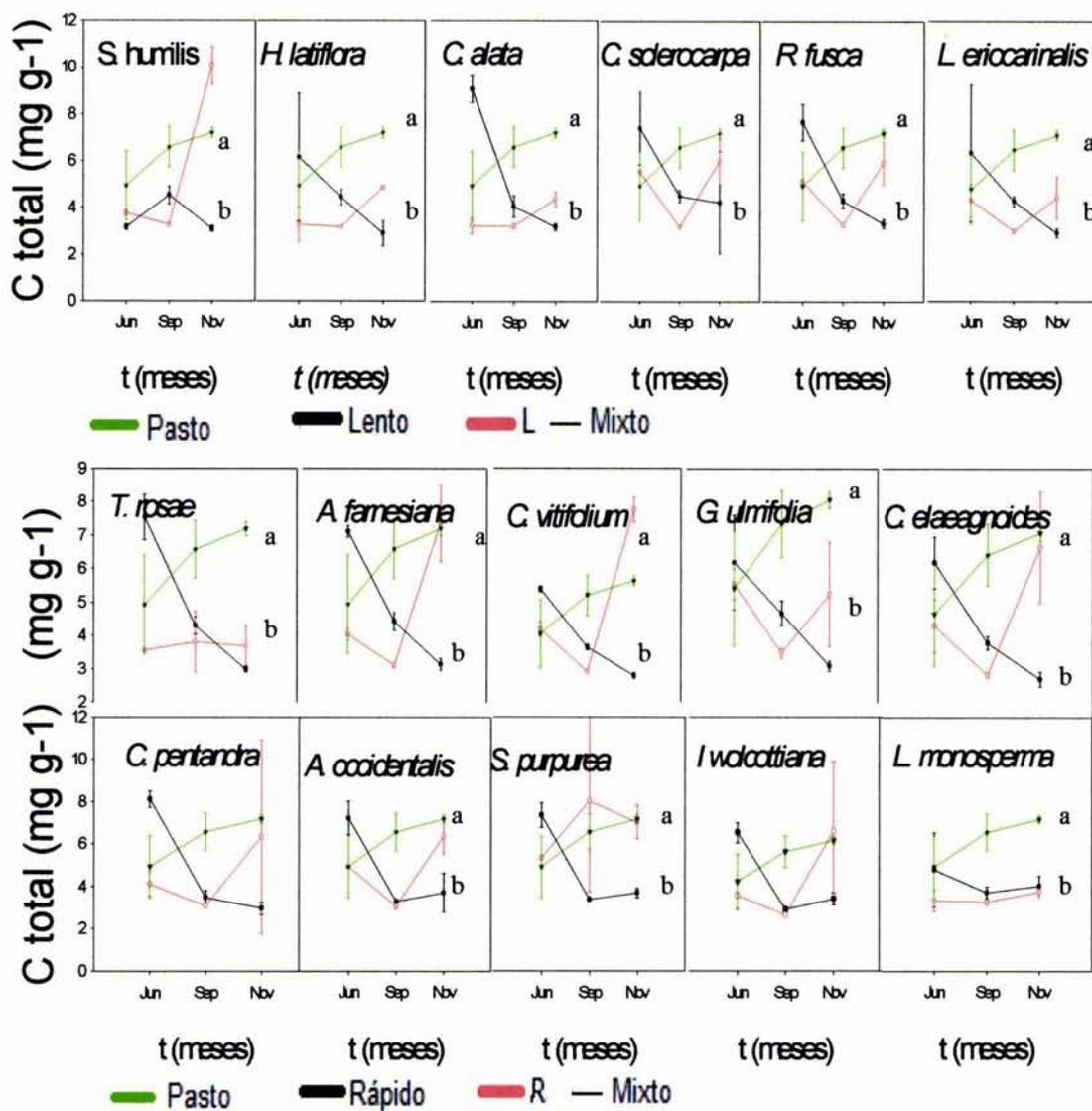


Figura 12. Valores del porcentaje Ctotal en el suelo de todos los tratamientos (mg g<sup>-1</sup>). Se esquematiza la desviación estándar. Los valores dependiendo de la época del año, del tratamiento y más específicamente de la especie. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	Len en Mix	Rápido	Rap en Mix	Pasto
Junio	6.64+-3.4	4.023	6.85+-1.1	4.418	4.92+-2.5
Septiembre	4.36+-0.22	3.203	3.86+-1.2	3.72	6.574+-1.5
Noviembre	3.29+-1.7	5.895	3.35+-1.06	6.402	7.19+-0.14
Anuales	4.79	4.37	4.69	4.84	6.231

Tabla 8. Promedios mensuales y anuales de C total (mg g<sup>-1</sup>). En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una p > 0.01).

## 1.7 C:N

La proporción C:N varía durante las fechas de muestreo, presentando diferencias significativas. Los valores más altos se registran a inicios de secas (Noviembre) y los más bajos a finales de la época de lluvias (Septiembre; Tabla 9, Fig. 13). Todas las especies del tratamiento de Lento crecimiento, presentan diferencias significativas con el de Pasto ( $p=0.0001$ ,  $f=21-37$ , Anexos 98-103, Fig. 13). Tanto *S. humilis* como *C. sclerocarpa* presentan diferencias en el tratamiento Lento con el Mixto ( $p=5E-7$ ,  $f=35.7$  Anexo 98; y  $p=4E-7$ ,  $f=36.4$  Anexo 101). En el tratamiento Rápido las especies con diferencias significativas vs. Pasto son: *G. ulmifolia*, *C. elaeagnoides*, *C. pentandra*, *A. occidentales*, *S. purpurea*, e *I. wolcottiana* ( $p=0.003$ ,  $f=7.8$  Anexo 107;  $p=0.07$ ,  $f=2.9$  Anexo 108;  $p=0.002$ ,  $f=8.3$  Anexo 109;  $p=0.0009$ ,  $f=10.4$  Anexo 110;  $p=0.007$ ,  $f=6.4$  Anexo 111; y  $p=0.0001$ ,  $f=14.3$  Anexo 112; Fig. 13). *A. occidentalis* e *I. wolcottiana*, ambas del tratamiento Mixto presentan diferencias con el de Pasto ( $p=0.0009$ ,  $f=10.4$  Anexos 110;  $p=0.0001$ ,  $f=14.3$  Anexo 112 Fig. 13). Al hacer un promedio anual los valores más altos para la relación C:N los presenta el tratamiento de Pasto (25.34) y los más bajos el de Lento (17.98; ver Tabla 9).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

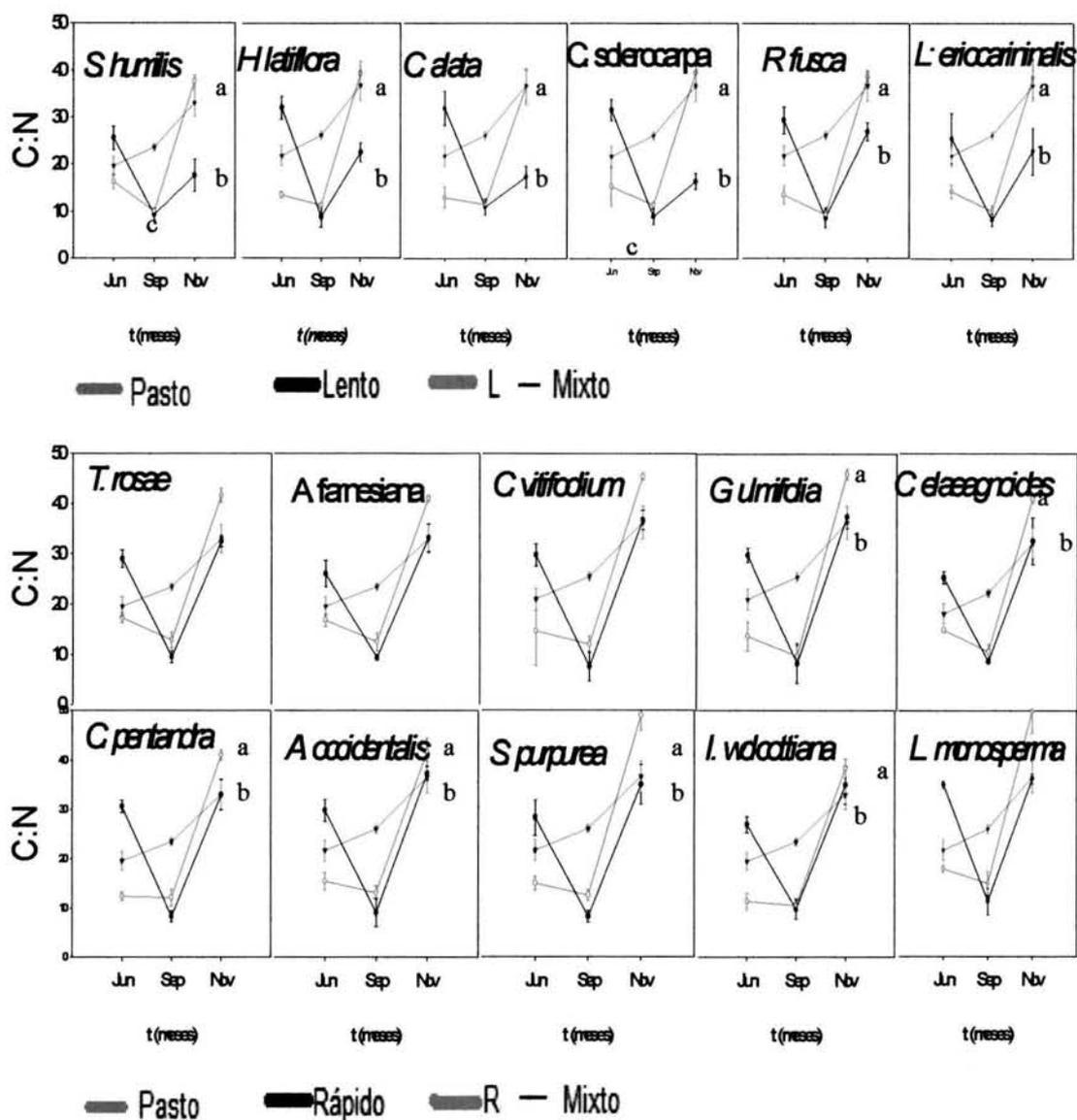


Figura 13. Valores de la relación C:N en todos los tratamientos. Se esquematiza la desviación estándar. Los valores dependiendo de la época del año, del tratamiento y más específicamente de la especie. De color verde se esquematiza el tratamiento Pasto, de color rojo el Mixto y de negro el Lento y Rápido.

Mes	Lento	Len en Mix	Rápido	Rap en Mix	Pasto
Junio	26.7	13.1	27.7	14.4	19.5
Septiembre	8.3	9.7	8.9	11.8	23.4
Noviembre	18.7	35.0	33.2	41.2	33.0
Anuales	17.9	19.3	23.2	22.5	25.3

Tabla 9. Promedios mensuales y anuales de la relación C:N. En donde se marca de color amarillo las fechas que resultan estadísticamente diferentes y de color rojo las diferencias en promedios anuales entre tratamientos (ambas con una  $p > 0.01$ ).

## 1.8 Restraslocación del N

Los valores más altos de restaslocación de nitrógeno los tienen las especies del tratamiento Lento con el 42% (ver Fig. 14), presentando algunas de ellas diferencias con las especies de lento crecimiento del tratamiento Mixto (*C. sclerocarpa*  $p=0.00293966$ , *C. alata*  $p=1.7808E-05$  y *L. eriocarinalis*  $p=0.00074312$ , Anexos 116, 117 y 119, respectivamente). Aunque en las especies de rápido crecimiento las tendencias no son tan marcadas, las especies del tratamiento Mixto presentan mayor restaslocación que las del tratamiento Rápido (ver Fig. 15), las especies con diferencias entre sí son: *C. vitifolium*  $p=0.02330752$ , *G. ulmifolia*  $p=0.00026872$ , *C. elaeagnoides*  $p=6.9931E-05$ , *A. occidentales*  $p=0.00033413$  y *L. monosperma*  $p=0.01289892$  (Anexos 122-124, 126 y 129).

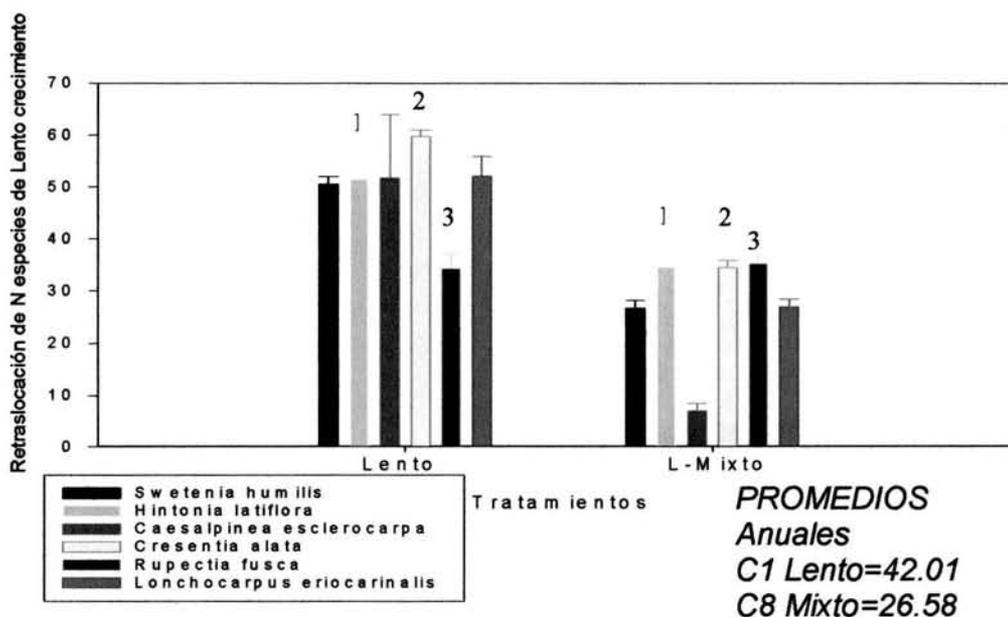


Figura 14. Valores del porcentaje de restaslocación de nitrógeno en especies de lento crecimiento, en los tratamientos Lento y Mixto. Se esquematiza la desviación estándar, los promedios generales y con número las diferencias intraespecíficas.

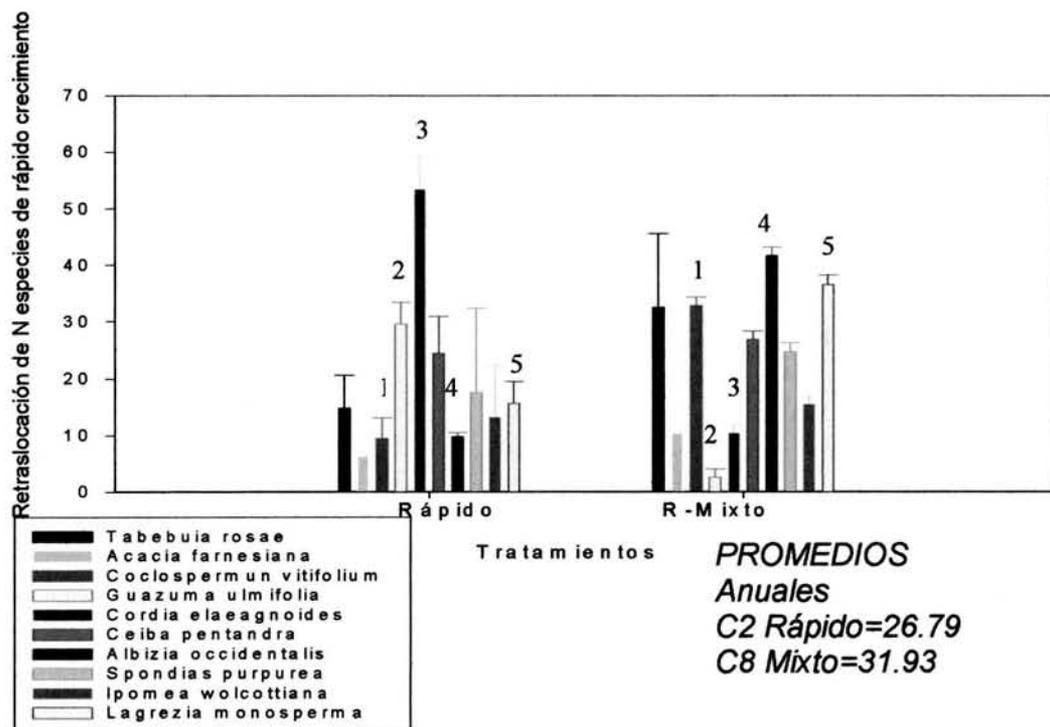


Figura 15. Valores del porcentaje de retraslocación de nitrógeno en las hojas de especies de rápido crecimiento, en los tratamientos Rápido y Mixto. Se esquematiza la desviación estándar, los promedios generales y con número las diferencias intraespecíficas.

## 1.9 Descomposición de hojarasca

Los valores más altos de descomposición de hojarasca los presenta el tratamiento Lento con el 43% (ver Fig. 18) presentando diferencias significativas con especies homónimas del tratamiento Mixto (*C. alata*  $p=1.3659E-14$  y *R. fusca*  $p=0.02939101$ , Anexos 133 y 135), mientras que los más bajos los presentan las especies de rápido crecimiento del tratamiento Mixto con 19 % (ver fig. 19). Las especies que presentan diferencias con el tratamiento Rápido son: *C. elaeagnoides*  $p=0.02559542$ , *C. pentandra*  $p=0.03529313$  y *A. occidentales*  $p=0.01295979$  (Anexos 141-143).

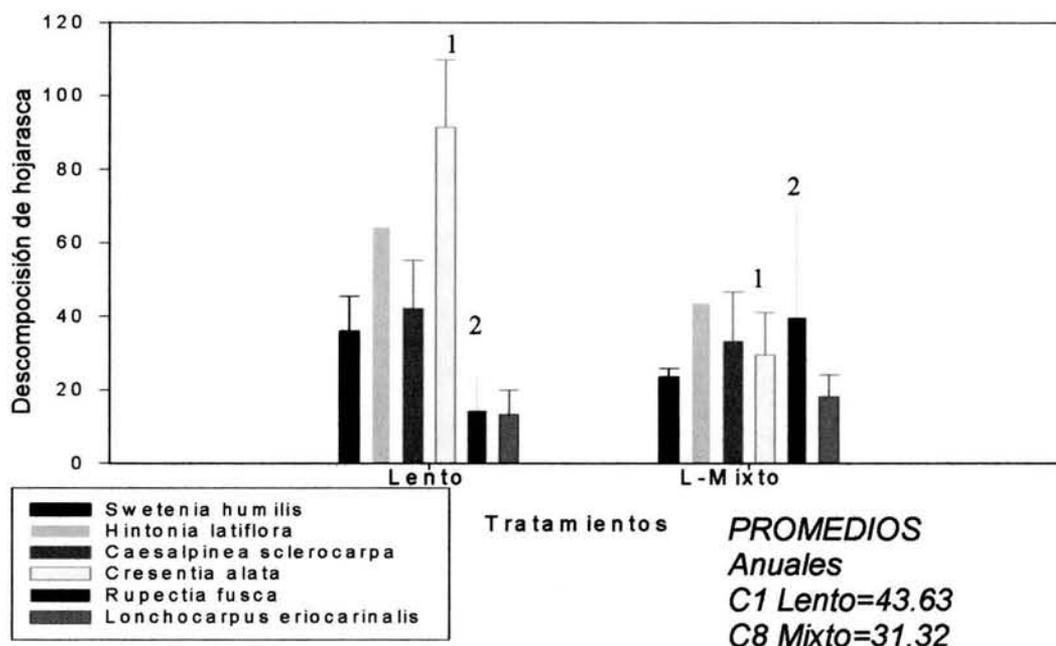


Figura 16. Descomposición de la hojarasca para las especies de Lento crecimiento, tratamientos Lento y Mixto. Se indica la desviación estándar, los promedios anuales y con número las diferencias intraespecíficas.

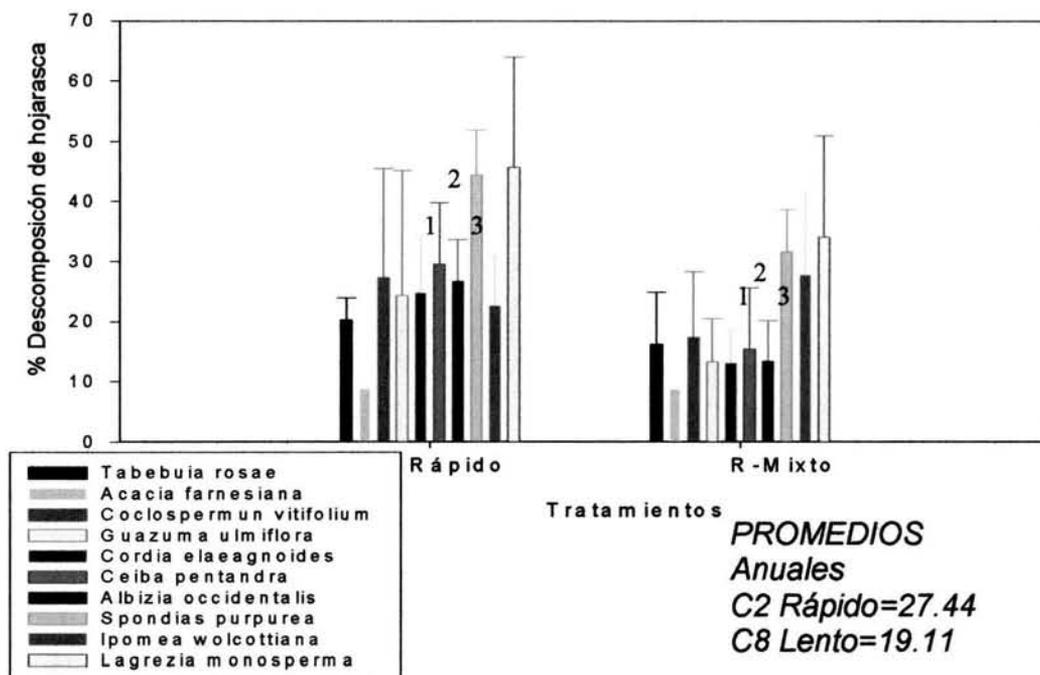


Figura 17. Descomposición de la hojarasca para las especies de rápido crecimiento, tratamientos Rápido y Mixto. Se indica la desviación estándar, los promedios anuales y con número las diferencias intraespecíficas.

Los valores más bajos de la relación C:N en la hojarasca descompuesta los presentan las especies de lento crecimiento del tratamiento Lento con 15 (ver Fig. 20), y los más altos las especies de rápido crecimiento del tratamiento Mixto (ver Fig. 21), en ambos casos no se presentan diferencias significativas en ninguna de las especies estudiadas (Anexo 148 y 149).

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

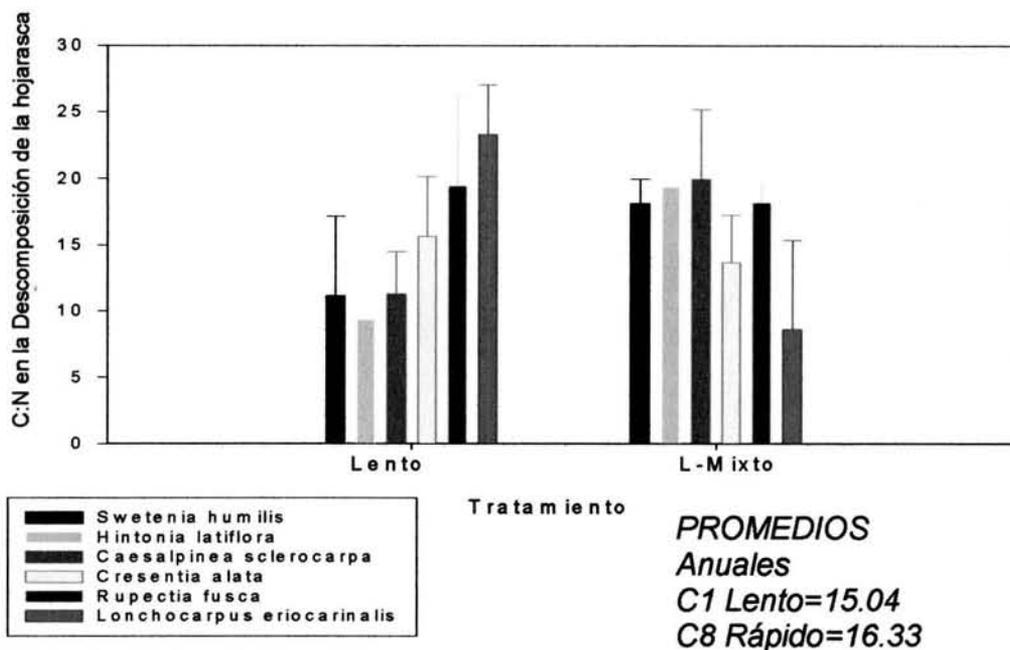


Figura 18. Relación C:N en la hojarasca descompuesta para las especies de lento crecimiento en los tratamientos Lento y Mixto. Se indica la DE y los promedios anuales.

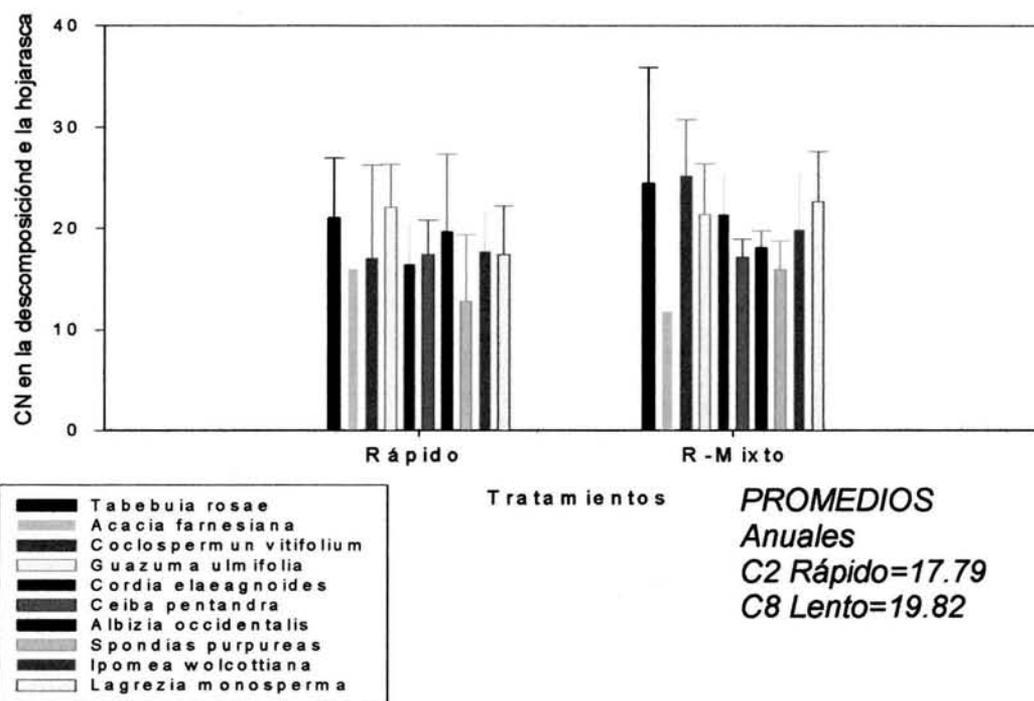


Figura 19. Relación C:N en la hojarasca descompuesta para las especies de rápido crecimiento en los tratamientos Rápido y Mixto. Se indica la DE y los promedios anuales.

## VI. DISCUSIÓN

### VI.1 Efecto de las Especies en las Concentraciones y Dinámica de Carbono y Nitrógeno en el tiempo.

#### 1.1 Formas disponibles del nitrógeno: $\text{NH}_4^+$ y $\text{NO}_3^-$

Los resultados de  $\text{NH}_4^+$  muestran que cada especie tiene una dinámica propia en el uso de los recursos, dependiente de su tipo de crecimiento. Son notorias las diferencias entre el *P. maximun* (pasto) y las demás especies arbóreas (16), estudiadas en este trabajo. Aunque el sistema estacional y las condiciones ambientales son similares, las concentraciones de  $\text{NH}_4^+$  varían entre las distintas especies, lo cual sugiere que cada especie genera un efecto diferencial en una de las formas disponibles del nitrógeno; ésto es también influenciado por las especies vecinas, haciéndose notorio en las especies del tratamiento Mixto ya que éstas presentan una gran desviación estándar. Lo que podemos concluir en este estudio es que la concentración de  $\text{NH}_4^+$  es mayor en una zona restaurada con especies arbóreas que con el Pasto. Ésto es probablemente debido: a) la cobertura que ofrecen los árboles evitando la fácil liberación por su volatilización al medio en forma de  $\text{NH}_3$  (Cuevas 1995); b) a la tasa de captura de las plantas (más baja en las especies de lento crecimiento; Huante et al. 1995; Flores 2000); y c) a la baja nitrificación (Vitousek 1984; Vitousek y Sanford 1986; y Fernández y Sanford 1995) como sucede en todos los tratamientos. Comparando los valores que presentan los distintos tratamientos con el estudio previo hecho por Sachman (2001), observamos que los valores de amonio del Pasto disminuyeron

considerablemente ( $1.6 \mu\text{g g}^{-1}$  en 1999 vs  $0.21 \mu\text{g g}^{-1}$  en el 2002), mientras que los valores del tratamiento Lento no tanto ( $1.2 \mu\text{g g}^{-1}$  en 1999 vs  $0.41 \mu\text{g g}^{-1}$  en el 2002), los del Rápido en menor proporción ( $1.3 \mu\text{g g}^{-1}$  en 1999 vs  $0.3 \mu\text{g g}^{-1}$  en el 2002) al igual que los del Mixto ( $1.25 \mu\text{g g}^{-1}$  en 1999 vs  $0.32 \mu\text{g g}^{-1}$  en el 2002; este último promediando especies de lento y rápido crecimiento). Esto sugiere que la presencia de las especies arbóreas ha propiciado una mayor concentración de amonio, mientras que con el pasto continuarían decreciendo estos valores con el tiempo. Los niveles actuales de amonio en el Pasto no son tan bajos (a 13 años de su introducción), esto podría deberse al buen uso del nitrógeno mineral por el pasto principalmente (Maly, Korthals y Van Dijk 2000), aunque hemos podido registrar un decaimiento en el tiempo.

En el caso del  $\text{NO}_3^-$  los resultados no son tan contundentes entre los tratamientos en comparación con el Pasto, sólo algunas especies son diferentes significativamente (ver Fig. 8). Aún con ello en los promedios anuales los valores son más altos en los 3 tratamientos que en el pasto. Comparando los valores obtenidos en 1999 del trabajo de Sachman (2001) los valores de los tratamientos con árboles (Lento y Mixto), se han mantenido más altos que los del Pasto (Ver Tabla10), mientras que en el Rápido, los valores se han incrementado, siendo iguales al Lento.

Tratamiento	1999	2002
Lento	0.86	0.76
Rápido	0.53	0.76
Mixto	1.06	0.7
Pasto	0.7	0.47

Tabla 10. Valores de nitratos ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), en donde se compara el trabajo Sachman 2001 y el actual.

Esto es un posible indicador de la recuperación de la dinámica del N, debido a que el  $\text{NO}_3^-$  es la forma dominante del nitrógeno mineral en el suelo (Hook y Burke 1995) y la presencia de las formas arbóreas mantiene una mayor concentración de las 2 formas disponibles del nitrógeno para las plantas, en comparación al pasto original. En las especies de árboles en donde encontramos este comportamiento (en el Lento *S. humilis*, *H. latiflora* y *C. sclerocarpa*; Rápido *T. rosae*, *A. farnesiana* y *C. vitifolium*; y en el Mixto *C. pentandra*, *A. occidentales*, *L. monosperma* e *I. wolcotiana*), se podría estar generando un ambiente más propicio para el arribo de otras especies y/o permitir el establecimiento de las nuevas generaciones que están germinando.

Por otro lado, el decremento de amonio y el incremento de nitratos registrados entre los datos de 1999 y los de 2002, se debe muy probablemente a la menor precipitación en este último año (1162 mm en 1999 vs. 681 mm en el 2002), ya que el sistema en general presenta en ambos parámetros medidos, una dinámica estacional. Esta a su vez modifica las propiedades de transporte del suelo (Reiners et al. 1994), el crecimiento de las poblaciones microbianas y su muerte (Lambert, Amason y Gale 1980), también influye en el decaimiento de la demanda en las plantas por la muerte radical estacional, el crecimiento vertical y la profundidad de las raíces (Castellanos, Maass y Kummerow 1991). Los resultados obtenidos corroboran lo que se ha encontrado en otros trabajos hechos en la zona de Chamela (García Méndez G. et al. 1991; Jaramillo y Sanford 1995; Sachman 2001), en lugares neotropicales (Fernández y Sanford 1995; Neill et al. 1999; y Reiners et al. 1994) y en ecosistemas tan distintos como el semiárido (Schimel y

Panton 1986). El incremento encontrado en los valores de nitratos respaldaría la teoría de Haynes (1986), la cual predice la pérdida de nitrógeno en forma de  $\text{NO}_3^-$  después de un disturbio y al introducir especies nativas se promueve la recuperación de estos niveles (Sachman 2001); o al menos según los resultados obtenidos a la mantención de los niveles de nitratos y al no decaimiento en el tiempo como en el caso del Pasto, independientemente de la cantidad de precipitación registrada en el año.

Aunque en el trabajo existen especies de rápido crecimiento, que tienen una alta demanda de nutrimentos (Chapin 1980; Huante *et al.* 1995) y una velocidad alta en la absorción de iones móviles (Veerkamp y Kuiper 1982) la pérdida de nitratos son mínimos, lo que provoca la acumulación de éstos en la biomasa. Estos resultados se corroboran con los del  $\text{N}_{\text{total}}$  que más adelante se discuten.

Adicionalmente, en plantas de rápido crecimiento se ha encontrado que los sistemas de raíces ocupan mayor volumen de suelo y si tienen buen abastecimiento de recursos se incrementa la producción de raíces laterales de 1er, 2do y 3er orden (Flores 2000), lo que les confiere una gran capacidad de absorción (Grime 1979). Al absorber más nutrientes, se tienen los recursos necesarios para invertir en producción de hojas, raíces, frutos, semillas y/o reservorio, lo cual puede cambiar durante el ciclo de vida mismo de la planta, siendo influenciado por otros factores como las micorrizas o la fijación de nutrimentos por los microorganismos. Por ejemplo, en el trabajo de Flores (2000) en el que se estudió la biomasa total producida por 39 especies (incluidas las 16

de este estudio), se encontró una tendencia muy clara: cuando hay más recursos, hay más biomasa y cuando hay menos nutrientes, ésta decae. Esto lo observó González (2002), al registrar una menor cobertura en el tratamiento Rápido que en el Mixto al inicio de la sequía (Fig. 22). Estos resultados, si continuaran en el tiempo, afectarían a la acumulación, la reserva y el reciclamiento, de los nutrientes, en este caso el nitrógeno (Chapin et al. 1991), procesos que contribuyen al reservorio de nutrientes, en donde los recursos que captura la planta pueden llegar a ser ocupados más adelante en el mantenimiento de la biosíntesis.

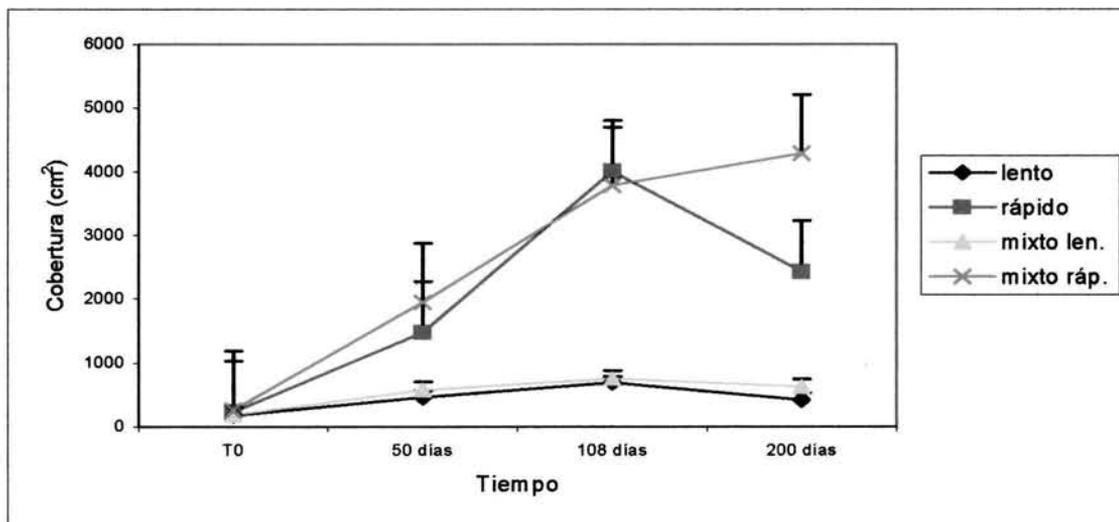


Figura 20. Coberturas de los tratamientos LEN, RAP y MIX (González 2001).

## **1.2 Consecuencias de las tasas de Mineralización del Nitrógeno y la Nitrificación.**

Al igual que en otros estudios hechos en la zona (Vitousek et al. 1989; García-Méndez et al. 1991; Sachman 2001) el pico de la mineralización se registra al inicio de lluvias, disminuyendo gradualmente en esta época, hasta lograr otro pico a inicio de secas. Esto último debido a la muerte del sistema radical, a la muerte masiva poblacional de microorganismos, lo cual representa mayor actividad para los organismos responsables de la mineralización (Vitousek 1984; Vitousek y Sanford 1986; Fernández y Sanford 1995) cuando se hacen las incubaciones. Es interesante que el pico de mineralización sólo lo presentan los tratamientos con especies arbóreas, ya que la descomposición de la materia orgánica del suelo (MOS) es afectada por la calidad de la misma y la relación de C:N (Enríquez et al. 1993), la cual baja considerablemente en los tratamientos (ver Tabla 10). Por ejemplo si hay poco N (en el inicio de lluvias ver Tabla 7), por el consumo y competencia, es de esperarse que se presente una baja actividad en la mineralización (Hirose y Tatenó 1984). Sucede lo contrario al inicio de secas, hay poco N total y mucha MOS, los microorganismos la descomponen, liberando el nutriente, por lo que se observa un pico en la tasa de mineralización.

Algo que es muy interesante analizar es que en el tratamiento del Pasto no hay un incremento de la tasa de mineralización al inicio de secas como en los otros tratamientos, además de presentar los valores más bajos de todo el estudio (ver Tabla 7). Esto se debe a que la poca materia orgánica que aporta al suelo no

es suficiente para incrementar la actividad de los organismos responsables que efectúan la mineralización. En el trabajo de Sachman (2001) en los tratamientos que estudio (Lento, Rápido, Mixto y Pasto) sucedió lo mismo, además no había ninguna diferencia significativa entre éstos, debido muy probablemente a que las plantas sólo tenían un año de ser introducidas. En cambio a los 3 años de introducción, todas las especies (salvo *G. ulmifolia* en el tratamiento Rápido) tienen diferencias significativas en el tiempo y en los promedios anuales con el pasto (ver Tabla 5 y Fig. 14). Esto nos puede estar hablando indirectamente de la mayor producción de MOS generada por las especies arbóreas y/o una población microbiana más diversa y grande. Por lo que la contribución de las especies arbóreas activa la dinámica del N en el suelo.

La tasa de nitrificación tiene su punto más alto al final de la época de lluvias, ésto se correlaciona con los valores *in situ* de nitratos, los cuales son los más altos en el año. Los valores de nitrificación son similares a los encontrados en otros estudios de la zona (García-Méndez 1991; y Sachman 2001) y otros estudios en este tipo de ecosistemas (Singh 1989). Aunque con valores hasta del 50% más bajos a los encontrados por Sachman (2001), debido probablemente a la precipitación, antes ya mencionado.

### **1.3 Nitrógeno total, Carbono total y la relación C:N**

La acumulación de nutrientes, en especial la del nitrógeno (el cual sólo se acumula fijándose en forma de materia orgánica; Dobson et al. 1997), es un factor que limita el desarrollo del ecosistema (Mars y Bradshaw 1988). En el caso de

este estudio tenemos evidencia de acumulación del nitrógeno en los tratamientos Rápido y Mixto, también dilucidamos pérdida de este nutriente en el Pasto. En el primer año de crecimiento las plantas del tratamiento de Rápido y las de rápido crecimiento en el tratamiento de Mixto, presentan alturas de 172 y 174 cm en promedio, respectivamente, y una cobertura media de 4010 y 3782 cm<sup>2</sup> (González 2002). Esto nos habla de una diferencia muy pequeña en el crecimiento y la incorporación aérea de biomasa e inmovilización de nitrógeno entre las plantas de rápido crecimiento en los tratamientos. En el suelo, los valores bajos de N total en las especies de Rápido crecimiento tanto en el estudio de Sachman (2001) como en este, no presentan diferencias con el Pasto. En ambos casos hay una gran competencia entre la biomasa microbiana y las raíces finas de la planta por los nutrimentos (Haynes 1986), lo cual da como resultado una alta inmovilización de nitrógeno en la biomasa de los árboles (por su gran eficiencia en la toma de nutrimentos; Tatenó y Chapin 1997), pero no en la del pasto. La importancia de la inmovilización se basa en la retención del nitrógeno en el ecosistema (Paul y Clark 1989). En el caso del Pasto el nitrógeno tiene un ciclo en la planta diferente, ya que no forma tanta celulosa, quedando arrestado en la estructura perenne y muerta de la planta. Esto provoca que se llegue a perder por otras vías como la lixiviación. Esto va de acuerdo con la teoría de la composición vegetal, en donde la inmovilización no varía, ni decrece al introducir grupos funcionales como plantas perennes, anuales y fijadoras de nitrógeno (Hooper y Vitousek, 1998). Estudios en otros sistemas, han documentado que los niveles de nitrógeno en un pastizal no varían significativamente en los primeros 10 años (Fernández y Sanford 1995;

Reiners et al 1994; Jaramillo y Sanford 1995; Neill, et al 1999). Aún con ello la incorporación de nitrógeno por parte de la hojarasca y raíces muertas (*litter*, Hooper y Vitousek 1998) es mayor evidentemente por las especies arbóreas. En el caso de las especies de lento crecimiento, Sachman (2001) no encontró diferencias significativas con respecto a Pasto; en el presente trabajo todas las especies muestreadas sí las tienen. Esto nos sugiere que la competencia entre las raíces finas (de las especies de lento crecimiento) y la biomasa microbiana no es tan grande, lo cual podría implicar que esta última tenga un mayor desarrollo y una mayor proporción del nitrógeno. Aunque no se realizaron mediciones de población microbiana, inferimos que es grande por la alta tasa de descomposición de hojarasca en los distintos tratamientos y por la baja relación C:N, ambos resultados obtenidos en el presente estudio.

Los valores encontrados de N total varían dependiendo de la época de muestreo. Sachman (2001) encontró en lluvias de 3158 a 6235  $\mu\text{g}^{-1} \text{ g}$  (2001) mientras que en este estudio los valores fueron menores 2471 a 3049  $\mu\text{g}^{-1} \text{ g}$ ; al igual que en secas de 2106 a 5500  $\mu\text{g}^{-1} \text{ g}$ . (Sachman 2001) vs. 284-1755  $\mu\text{g}^{-1} \text{ g}$  (2002). Los datos obtenidos en este trabajo son más cercanos a los encontrados en otros estudios en la zona, Maass (1995) reportó 1100 mg g<sup>-1</sup>, mientras que Solís (1993) reporta 1482 mg g<sup>-1</sup>. Lo cual sugiere que las concentraciones de N total difieren considerablemente en el tiempo y en la zona.

En los valores del C total encontramos una dinámica estacional interesante, las especies de los tratamientos no combinados (Rápido y Lento) presentan valores altos en el mes de junio y decaen casi linealmente a inicio de lluvias en

noviembre (ver Fig. 17). Mientras que los otros tratamientos (Mixto y Pasto) presentan valores medios bajos a inicio de lluvias, el tratamiento Mixto disminuye en todas las especies medidas en el mes de agosto, el de Pasto aumenta en el mes de noviembre. Presentan ambos tratamientos sus niveles más altos, siendo el del Pasto mayor, salvo en las especies: *S. humilis* y *C. vitifolium* (ver Fig. 17). Esto nos habla de que las especies en cada tratamiento tienen un efecto diferencial en el ciclo del carbono total del suelo, influyendo en la relación C:N.

Los niveles de carbono total anuales se mantienen constantes en todos los tratamientos (4.37-4.84%), aumentando un poco en el tratamiento Pasto (6.23%), ésto puede deberse a que sólo una pequeña fracción de este elemento es activa en el suelo y que fácilmente se inmoviliza. Por otro lado, el ciclo del carbono total del suelo no tiene la sincronía con los otros ciclos como los del nitrógeno, fósforo y azufre (Stewart, 1989). Estos datos coinciden con lo encontrado en otros estudios (Sachman 2001), al igual que en otros sistemas de pastizal (Neil et al 1999; Fernández y Sanford 1995). Estos resultados sugieren que otros son los elementos (como el nitrógeno) clave, en el estudio de los ecosistemas y la dinámica de nutrimentos en el suelo.

Los valores de la relación C:N varían dependiendo de la época del año en que se muestrean (Tabla 11). El presentar niveles altos en la relación C:N durante la mayoría de los meses, puede llegar a significar un menor crecimiento (Thomley 1972; Hirose 1987), afectar la translocación y hasta la competencia (Tilman 1988; Reynolds y Pacala 1993). Aún con ello los niveles bajan en la época de lluvias (en la época de crecimiento), por lo que depende de la población microbiana, su

relación con la especie vegetal y de los factores ambientales, que se alcancen niveles menores en la relación C:N.

1999	Lento	Mixto	Rápido	Mixto	Pasto
Agosto	5	6	6.5	6	5
Febrero	9	8.4	10.2	8.4	8
2001	Len C1	Len C8	Rap C2	Rap C8	Pasto
Junio	26.7	13.1	27.7	14.4	19.5
Septiembre	8.3	9.7	8.9	11.8	23.4
Noviembre	18.7	35.09	33.2	41.2	33
Anuales	17.9	19.3	23.2	22.5	25.34

Tabla 11. Comparación de los valores de la relación C:N en 1999 (Sachman 2001) y del 2001

El pasto al presentar valores tan altos (33 en noviembre) entraría en el rango de infertilidad según Paul y Clark (1989), lo cual ocasiona en esa época del año que los microorganismos del suelo tengan que absorber más nitrógeno inorgánico para satisfacer su demanda de crecimiento (Chapin III et al. 2002), sumado a esto en el pasto no registramos a lo largo del año valores bajos como en los demás tratamientos. Esto podría afectar (entre otros factores) el establecimiento de nuevas especies, ya que como se discutió anteriormente hay menor concentración de formas disponibles del N, hay una competencia mayor entre las raíces finas del pasto y la población microbiana, menor  $N_{total}$ , lo que afecta la relación C:N. Por otro lado, es interesante que los valores más bajos los presenten las especies de lento crecimiento, lo que ocasionaría que los microorganismos secreten al suelo su excedente de nitrógeno (Chapin III et al. 2002). El tener una relación C:N baja influye positivamente en otros procesos como la descomposición de hojarasca.

## **1.4 Importancia de la restraslocación de nutrientes y las posibles implicaciones en la descomposición de la hojarasca.**

En bosques de tierras bajas tropicales y sabanas, comparaciones entre los porcentajes de reabsorción de nitrógeno y fósforo foliar entre especies caducifolias y siempreverdes (más escleromórficas), no muestran una relación entre escleromorfismo y las tasas de reabsorción (Medina 1984), además la reabsorción no cambia con la disponibilidad de nitrógeno en el suelo (Birk & Vitousek 1986; Schlesinger et al. 1989), lo cual concuerda con los resultados de este estudio (en el caso del N). Por ejemplo, en el del tratamiento Lento y Mixto-Lento hay alta disponibilidad de amonio, nitratos, N total, baja relación C:N, buenas tasas de mineralización y nitrificación, estos tratamientos sólo difieren en la composición de especies vegetales con la que están interactuando. Por ello podemos inferir que la composición de especies, genera una respuesta de plasticidad en el individuo, la cual influye o se ve reflejada en el porcentaje de retraslocación. En los resultados obtenidos de retraslocación de N en este estudio, las especies de lento crecimiento tienen el mayor porcentaje, siendo el tratamiento Lento el que alcanza hasta el 42%. Es interesante observar las diferencias que existen en una misma especie en tratamientos distintos, como en el caso de *H. latiflora*, *C. alata* y *R. fusca*, las cuales tienen diferencias en la restraslocación del N en el tratamiento Lento y el L-Mixto (el cual en promedio alcanzó el 26%). Se ha documentado que las especies de lento crecimiento cuentan con hojas escleromórficas que

por lo general son gruesas, con valores bajos de área foliar específica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ; por individuo), de textura coriácea y baja concentración de nutrientes por unidad de peso (Chapin 1980; Vitousek et al. 1991; Huante et al. 1998) debido a la acumulación de compuestos de carbono (Medina 1984), lo que genera una relación C:N alta en sus hojas. El escleromorfismo está asociado a otras características foliares como la longevidad y las bajas tasas de crecimiento (Chapin 1980, Grubb 1986), rasgos que parecen haber sido seleccionados en ambientes oligotróficos (Loveless 1961, 1962, Medina 1984). En el caso de las especies de rápido crecimiento las características foliares son distintas, por lo general son delgadas, con valores altos de área foliar específica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ; por individuo), de textura suave y alta concentración de nutrientes por unidad de peso (Chapin 1980; Vitousek et al. 1991; Huante et al. 1998), lo que genera una relación C:N baja en sus hojas. En los resultados obtenidos de dichas especies, se observa que en algunas especies del tratamiento Rápido (*G. ulmifolia*  $p=0.00026872$ , *C. elagnoides*  $p=6.9931E-05$ ) se retransloca más N que especies del tratamiento Lento. Lo cual puede atribuirse a tienen un alto uso del recurso y a la competencia que se presenta con otras especies similares. De nuevo es interesante observar que exista una diferencia de retranslocación de la misma especie en diferentes tratamientos, como es el caso de algunas especies del tratamiento Mixto (*C. vitifolium*  $p=0.02330752$ , *A. occidentales*  $p=0.00033413$  y *L. monosperma*  $p=0.01289892$ ), donde se presenta una mayor retranslocación de N, que en el Rápido. Esto nos indica que no sólo es la competencia lo que modifica la retranslocación del N, sino también el ambiente que se genera en cada comunidad

sintética. Este es uno de los pocos estudios donde se tiene información sobre especies individuales (Vera et al. 1998; Grubb & Edwards 1982; Edwards 1982). En el caso de *C. alata*, es una de las especies que más retraslocan N, y una de las que más se descompone (*C. alata*  $p=1.78E-05$ ). Esto nos habla que no porque la planta reabsorba más nutrientes, significa que su descomposición en el suelo va a ser menor. Sino que la descomposición depende en parte por la calidad de hojarasca, el papel que esta obteniendo la planta en su comunidad y sobretodo la condición de los microorganismos en el suelo.

Por otro lado, los porcentajes de descomposición de hojarasca más altos los presentan las especies de lento crecimiento, tanto en el tratamiento Lento como en el Mixto, superando el 30%. Esto puede deberse a la conjunción de varios factores: 1) que las especies de lento crecimiento aún no están en fase adulta y la relación lignina-celulosa sea alta (ya que la lignina por tener estructura irregular, no presenta los sitios enzimáticos uniformes y las enzimas tardan más en descomponerla; Chapin et al. 2002); 2) una baja relación C:N en el *litter*, lo cual favorece la descomposición (Enríquez et al. 1993; Gholz 2000; aunque no se midió directamente la relación C:N del *litter*, sí la de los primeros 5 cm del suelo, en donde se incluye el *litter* y en el caso de las especies de lento crecimiento es de los más bajos); 3) la cantidad de hojarasca producida es mucho menor que los tratamientos Mixto y Rápido, lo que provocaría que los organismos descomponedores tuviesen menor cantidad de materia orgánica que descomponer y así presentar una mayor eficiencia (aunque tampoco fue un parámetro medido, se puede inferir por la diferencia de cobertura y altura de los tratamientos

(Fig. 20); 4) y por último que las especies de lento crecimiento no compiten tanto con los microorganismos por los recursos, lo cual permitiría el desarrollo de la comunidad microbiana del suelo, lo cual al ser mayor, tendría una mayor actividad en la descomposición de la hojarasca (ya que las especies de SBC modifican la actividad de los microorganismos; Galicia L. y García Oliva F, 2004).

En cambio la descomposición en las especies de rápido crecimiento en promedio es mayor en el tratamiento Rápido, las especies que tienen diferencias significativas están en el tratamiento Mixto y presentan valores más altos. Es decir que al tener una relación C:N en el suelo menor, ésta favorece una mayor descomposición. Es aún discutible que sea la relación C:N el mejor parámetro, por lo que se le puede atribuir al N, cuando el C labil es suficiente en los requerimientos del crecimiento microbiano (Haynes 1986); en otras circunstancias se sugiere que el mejor indicador es el C lábil como la celulosa y la hemicelulosa (Hoobie 2000). Aún con ello son muchos los factores que pueden estar regulando la descomposición, y parece que depende de las condiciones generales del sitio lo que influye en este interesante parámetro. Lo que podemos concluir en esta parte del estudio es que la descomposición en esta fase de la restauración de SBC y bajo este esquema, podría estar regulada por la relación C:N del suelo y la edad de la composición vegetal.

## **VII. CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

1) La introducción de distintas especies de árboles de la SBC, generan un efecto diferencial en una de las formas disponibles del nitrógeno, el amonio. Las concentraciones de amonio en suelos bajo árboles son mayores que bajo pasto; estas diferencias también suceden a nivel individuo. La forma dominante del N disponible es el  $\text{NO}_3^-$  en todos los tratamientos. Los suelos bajo especies arbóreas tienen una mayor tasa de mineralización que aquellos bajo pasto, presentando cada especie su tendencia propia. En la tasa de nitrificación la tendencia no es tan marcada y pocas son las especies que las determinan en forma diferente que el pasto, esto se refleja en los promedios anuales. En parámetros más generales como N total, C total y C:N, las tendencias son particulares, sólo algunas especies son diferentes al pasto y los promedios anuales a nivel tratamiento son mejores. En general este trabajo muestra que cada especie tiene un efecto distintivo en la dinámica del N y C del suelo en la zona de restauración, presentando niveles más altos en la mayoría de los parámetros analizados con respecto al pasto.

2) El porcentaje de traslocación de N es influenciado por el efecto de la composición vegetal sobre la especie, tanto en especies de lento, como de rápido crecimiento. Debido a que restraslocan más nitrógeno las especies de lento crecimiento en el tratamiento Lento, que en el L-Mixto; este efecto de composición vegetal también se hace notorio en las especies de rápido crecimiento cuando

están mezcladas con especies de lento crecimiento (Mixto).

3) La descomposición de la hojarasca en esta fase de la restauración de SBC está regulada por la relación C:N del suelo y la composición vegetal. En el caso de las especies de rápido crecimiento hay diferencias en el porcentaje de descomposición, siendo mayor cuando están combinadas con las especies de lento crecimiento.

## Literatura citada

- Aide Mitchell T. 2000. Clues for tropical forest. *Restoration Ecology* Vol. 8 No. 4 327pp.
- Aide Mitchell T., Zimmerman Jess K., Pascarella John, B., Rivera Luis, Marcano-Vega H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* Vol. 8 No. 4 328-338pp.
- Alef Kassem y Nannipieri. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. Inglaterra. 576pp
- Alef Kassem y Kleimer. 1986. En Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. Inglaterra. 576pp. Alef Kassem y Nannipieri. 1995. Inglaterra. 576pp.
- Belsky, A.J. , Amundson, R.G., and Ali A.R. 1994. Stomatal responsiveness to changing light intensity increases rain-use efficiency of below-crown vegetation in tropical savannas. *Journal of Arid Environments* 28: in press
- Berger J. 1993. Ecological restoration and nonindigenous plant species. A Review. *Restoration Ecology*. Junio: 74-82pp.
- Bernhard-Reversat F. 1977. Recherches sur les variations stationnelles des cycles biogéochimiques en forêt omphile de Cote d'Ivoire. Cah. ORSTOM, *Ser. Pedol.* 15:176-89pp.
- Binkley, C.S. 1997. Preserving Nature Through Intensive Plantation Forestry: The Case for Forestland Allocation with Illustrations from British Columbia, *The Forestry Chronicle*, September/October 1997
- Birk, E. J. & P.M. Vitousek. 1986. Nitrogen availability and nitrogen use efficiency in loblolly pine stands. *Ecology* 67: 69-79.

Bormann F.H. y Likens G.E. 1979. Pattern and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, Berlin y Nueva York.

Bloom A.J., F.S Chapin y H.A. Mooney. 1985. Resource limitation in plants –an economic analysis. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:363-392pp.

Bradshaw A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in genetics* 13:115-155pp.

Brady Nyle C. 1990. The Nature and Properties of SOILS. Macmillan Publising Co. E. U. 621pp.

Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco and trends in South Coastal region of México. *Arch. Met. Geoph. Biocl.* 36:297-316pp.

Bullock, S. H., Harold A. Mooney y Ernesto Medina. 1995. Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press. Inglaterra. 450pp.

Burke I. C. 1989. Control of nitrogen mineralization in a sagebrush

Campo Julio, Maass Manuel, Jaramillo Víctor, Martínez-Yrizar Angelina y Sarukhán José. 2000 Calcium, potassium and magnesium cycling in a Mexican tropical dry forest ecosystem. *Biogeochemistry* 49:21-36pp.

Campo Julio, Maass Manuel, Jaramillo Víctor, Martínez-Yrizar Angelina y Sarukhán José. 2001 Phosphorus cycling in a Mexican tropical dry forest ecosystem. *Biogeochemistry* 53:161-179pp.

Campbell B.D. y J.P. Grime 1989. A comparative study of plants responsiveness to the duration of episodes of ineral nutrient enrichment. *New Physiologist* 112:261-267pp.

Castellanos A. Jorge. 1991. Biomasa de raíces de una Selva Baja Caducifolia de Chamela. Tesis de Licenciatura UAM Xochimilco. México D.F. 40pp.

Castellanos J., Maass J.M., y Kummerow J. 1991. Root biomass of dry deciduous tropical forest in Mexico. *Plant and Soil* (131):225-8pp.

Ceballos Gerardo. 1990. Comparative natural history of samll mammals from tropical forest in Western Mexico. *J. Mamm.* 71(2):263-266pp.

Ceballos Gerardo y Miranda Alvaro. 1986. Los mamíferos de Chamela Jalisco. UNAM Dirección General de Publicaciones. México, D.F. 436pp.

Cervantes L., Maass J y Domínguez R. 1988. Relación lluvia-escurrimiento en un ecosistema pequeño de cuencas de selva baja caducifolia. Ingeniería Hidráulica de México. Segunda época Vol. III

Cervantes V. 1996. La reforestación en la montaña de Guerrero: Una estrategia alternativa con leguminosas nativas. Tesis de Maestría. México Facultad de Ciencias 127pp.

Chapin Stuart. F. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:233-260pp.

Chapin F. S. 1988. Ecological aspects of plant mineral nutrition. *Advances in Mineral Nutrition* 3:161-191pp.

Chapin Stuart F. 1991. En: Response of Plants to Multiple Stress. (Mooney H.A., Winner W.E. y Pell E.J. Eds.), Academic Press. 67-88pp.

Chapin Stuart F. 1993. The evolutionary basis of biogeochemical soil development. *Geoderma* 7:223-227pp.

Chapin Stuart F., Matson A. Pamela and Mooney A. Harold. 2002. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer Verlag N. Y. Inc. USA. 436pp.

Chapin Stuart F., Rincón E. y Huante P. 1993. Enviromental responses of plants and ecosystems as predictors of the impact of global change. *J. Biosc.* Vol. 18 No. 4 515-524pp.

Cherrett, J. M. 1989. Key concepts: the results of a survey of our members' opinions. In *Ecological Concepts: the contribution of ecology to an understanding of the natural world* (ed. J. M. Cherrett).

Blackwell Scientific, Oxford. pp 1-16.

Cooper G. S. Y Smith R. L. 1963. Sequence of products formed during denitrification in some diverse western soils. *Soil Sci, Soc. Am. Proc.* 27:659-662pp.

Crick J.C, J.P. Grime 1987. Morphological plasticity and mineral nutrient capture in two herbaceous species of contrasted ecology. *New Phytologist* 107:403-414pp.

Cuevas, Elvira. 1995 Biology of the belowground system of tropical dry forest. En Seasonal Dry Tropical Forest Eds. Stephen H. Bullock, Harold A. Mooney y Ernesto Medina Cambridge University Press 450pp.

Darrah R. Peter. 1998. Interactions between root exudates, Mineral nutrition and plant growth. En Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences. Backhuys Publishers, Leiden The Netherlands. 159-181pp.

De Ita M. C. 1983. Patrones de producción agrícola en un sistema tropical estacional en la costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM. México D.F.

de Rham P. 1970. L'azote dans quelques forest, savanes, et terrains de culture d'Afrique tropicale humide. *Vöroff. Geobot. Inst. Eidgenössische Tech.Hochschule*, Zurich 45:

Dobson Andy P., Bradshaw A. D. and Baker J. M. 1997. Hopes for the future: Restoration ecology and Conservation biology. Human Dominated Ecosystems Articles. Science. 227: 515-522.

Edwards, P. J. 1982. Studies of mineral cycling in a montane rain forest of New Guinea. V. Rates of cycling in throughfall and litter fall. *J. Ecol.* 70: 807-827.

Enríquez, C.M. Duarte y K. Snad-Jensen. 1993. Patterns in decomposition rates among photosynthetic organism: the importance of detritus C:N:P content. *Oecologia* 94:457-471pp.

Fernández N. David. Y Sanford L. Jr. Robert. 1995. Effects of recent land-use practices on soil nutrients and sucesion under tropical wet forest in Costa Rica. **Conservation Biology**. Vol. 9, No. 4 915-922pp.

Fitter A. H. y Raffaelli D. G. 2000 Advances in ECOLOGICAL RESEARCH. En Mineral Nutrition of Wild Plants. Academic Press Vol. 30. Inglaterra. 2-67pp.

Flores O. Y P. Gerez. 1994. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso de suelo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos, conservación internacional. México. 302pp.

Flores P. Teresa. 2000. Disponibilidad de nutimentos, diseño funcional de raíces y tasa de crecimiento en 39 especies de plantulas de la Selva Baja Caducifolia de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura UNAM, México D.F. 150pp.

Food and Agricultura Organization of the United Nations (FAO). 1988. Soil World Resource. Report 60. Rome

Foth D. Henry, Ellis G. Boyd. 1989. Soil Fertility. John Wiley & Sons, Inc. E.U. 212pp.

Galicia Sarmiento Leopoldo. 2002. Tesis de Doctorado. UNAM

Galicia Leopoldo, García Oliva Felipe. 2004. The effects of C, N, and P additionson soil microbial activity under two remnat tree species in tropical seasonal pasture. Applied Soil Ecology. Vol. 26 31-39pp.

García- Méndez G. Maass J. M., Matson A. P., y Vitousek P. M. 1991. Nitrogen transformations and nitrous oxide flux in a tropical deciduos forest in Mexico. **Oecologia** (88):362-366pp.

Gholz, Henry L., David A. Wedin, Stephen M. Smitherman, Mark E. Harmon, and William J. Parton. 2000. Long-term dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global

model of decomposition. *Global Change Biology*, 6: 751- 765.

Gómez Pompa y R. Dirzo. 1995. En: Reservas de la Biósfera y otras áreas naturales protegidas de México. INE. México. 159pp.

González Díaz Germán. 2002. Restauración de la Selva Baja Caducifolia en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, Jalisco: Un enfoque experimental usando comunidades sintéticas.. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, México. 91pp.

González Flores. P. C. 1992. El manejo del fuego en el sistema roza tumba y quema en la selva baja caducifolia de Chamela, Jal. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM. México D.F.

Greenland D. y Lat R. (ed). 1979. Soil conservation and management in the humid tropics. John Wiley y Sos. Chichester.

Grime J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111.1169-1194pp.

Grime J. P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Process. Wiley, Chichester, U. K.

Grime J.P. y R. Hunt. 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. *Journal of Ecology* 63:393-422pp.

Grime JP, Crick JC & Rincon JE. 1986. The ecological significance of plasticity. pp. 5–29 In: Jennings DH & Trewars AJ (eds) Plasticity in Plants. Symposio of the Society of Experimental Biology, Cambridge.

Grubb, P. J. 1986. Sclerophylls, pachyphylls and pycnophylls: the nature and significance of hard leaf surfaces, p. 137-250. In B. Juniper & R. Southwood. (ed.). Insects and the plant surface. Edward Arnold, Londres.

Grubb, P. J. & P.J. Edwards. 1982. Studies on mineral cycling in a montane rain forest in New

Guinea. III. The distribution of mineral elements in the above ground material. *J. Ecol.* 70: 623-648.

Haynes R. J. 1986. Mineral nitrogen in the Plant-soil system. Academic Press Inc. E.U. 483pp.

Hirose T. 1987. A vegetative plant growth model: adaptative significance of phenotypic plasticity in matter partitioning. *Functional Ecology*. 1:195-202pp.

Hirose T. y M. Tateno. 1984. Soil nitrogen patterns induced by colonization of *Polygonum cuspidatum* on Mt. Fuji. *Oecologia* (Berlin) 61:218-223pp.

Holl D. K., Loik M.E., Lin E.H.V., y Samuels I. A. 2000. Tropical montane forest restoratio in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* Vol. 8 No.4 339-349pp.

Hobbie SE. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution* 7: 336-339.

Hobbie SE, Chapin, FS III, ES Zavaleta, VT Eviner, RL Naylor, PM Vitousek, HL Reynolds, DU

Hooper, S Lavorel, OE Sala, MC Mack, and S Diaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234-242.

Hooper David U., Vitousek Peter M. 1998. Efecets of plant composition and diversity on nutrient cycling. *Ecological Monographs*. 68 (1). 121-149pp.

Hook P.B., y Burke I.C. 1995. Evaluation of methods for estimating net nitrogen mineralization in a semiarid grassland. *Soil Sci. Soc. Am.* (59):831-837pp.

Huante P., Rincón E. 1998. Resonses to light changes in tropical deciduous woody seedlings with contrasting growth rates. *Oecologia* 113:53-66pp.

Huante P., Rincón E. y Acosta I. 1995. Nutrient avaibility and growth rate of 34 woody species from a tropical deciduous forest in Mexico. *Functional Ecology* 9:849-858pp.

Huante P., Rincón E. y Allen B. E. 1993. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on seedling growth of four tree species from the tropical deciduous forest in Mexico. ***Mycorrhiza*** 2:141-145pp.

Huante P., Rincón E. y Chapin F. S. 1995 Responses to phosphorus of contrasting successional tree-seedling species from the tropical deciduous forest of Mexico. ***Functional Ecology*** 9:760-766pp.

Huante P., Rincón E. y Chapin. 1998. Foraging for nutrients, responses to changes in light, and competition in tropical deciduous tree seedlings. ***Oecologia*** 117:209-216pp.

Huante P., Rincón E. y Gavito M. 1992. Root system analysis of seedlings of seven tree species from a tropical dry forest in Mexico. ***Trees*** 6:77-82pp.

Hudson N. 1981. Soil conservation Cornell University Press. Ithaca.

Ingestad T. (1979). Nitrogen stress in birch seedlings. II N, K, P, Ca, y Mg nutrition. ***Physiol. Plant.*** 45:149-157pp.

Janzen, D.H. 1986. Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. En Biodiversity, O. E. Wilson. National Academy Press Washinton. 130-7pp.

Jaramillo J. Victor y Sanford L. Robert. 1995. En Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press. Inglaterra. 450pp.

Johnson NC, Wedin DA. 1997. Soil carbon, nutrients, and mycorrhizae during conversion of dry tropical forest to grassland. ***Ecological Applications***, vol. 7, no.1, 177-182pp.

Koerselman W. Y Meuleman A.F.M. 1996. The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. ***J. Appl. Ecol.*** 33:1441-1450pp.

Lambert J.D.H., Arnason J.T. y Gale J.L. 1980. Leaf-litter and changing nutrient levels in a

seasonally dry tropical hardwood forest, Belize, C.A. *Plant and Soil* (55):429-33pp.

Landon J. R. 1991. Booker Tropical Soil Manual. Longman Scientific & Technical . E.U. 477pp.

Lott E. J. 1985. Listado Florístico de la Estación de Biología Chamela Jal. I. B. UNAM. México

Lott E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela bay region, Jalisco Mexico.

California Academy of Science. (148):1-60pp.

Loveless, A. R. 1962. Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Ann. Bot.* 26: 551-561.

Loveless, A. R. 1961. A nutritional interpretation of sclerophyllous and mesophytic leaves. *Ann. Bot.* 25: 164-168.

Maass J.M. 1995. En Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press. Inglaterra. 450pp

Maly S., Korthals G.W., Van Dijk C., Van der Putten W.H., De Boer W. 2000. Effect of vegetation manipulation of abandoned arable land on soil microbial properties. *Biol. Fertil Soils* ( en prensa)

Marschner Horst. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. E. U. 674pp.

R. H. Mars and A. D. Bradshaw, in *ibid.*, A. D. Bradshaw. 1988. *J. Ecol.* 20:221-235 pp

Masera, O. R., M. J. Ordóñez & R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forest: current situation and long term scenarios. *Climate Change.* 35:265-295.

McNaughton S.J., T.C. Folsom, T. Lee, F. Park, C. Price, P. Roeder, J. Schimits y D. Stackwell. 1974. Heavy metals tolerance in *Typha latifolia* without the evolution of tolerant raices. *Ecology* 47:1163-1165pp.

- Medina, E. 1984. Nutrient balance and physiological processes at the leaf level, p. 139-154. *In* E. Medina, H.A. Mooney, & C. Vasquez-Yañes. (ed.). *Physiology of plants of the wet tropics*. W. Junk, La Haya, Holanda.
- Morgan R. 1979. Soil erosion. Longman, London.
- Morgan, R.P.C. 1986. Soil Erosion and Conservation. Longman Scientific & Technical. E.U. 298pp.
- Murphy P.G. y Lugo A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* (17):67-88pp.
- National Research Council (1991). Mathematical Sciences, Technology, and Economic Competitiveness (J. Glimm, ed.), National Academy Press, Washington, DC
- Neill Christopher, Piccolo C. Marisa, Melillo M. Jerry, Steudler A. Paul, Cerri C. Carlos. 1999. Nitrogen dynamics in Amazon forest and pasture soils measured by <sup>15</sup>N pool dilution. *Soil Biology and Biochemistry* (31) 567-572pp.
- Noguera F. A., Vega R. Jorge H., García A. Alfonso N., Quesada A. M. 2002. Historia Natural de Chamela. *Instituto de Biología, UNAM*. México. 563pp.
- Osswall, T. (1983). The nitrogen cycle. En "The major Biogeochemical Cycles and their Interactions" (B. Bolin y R.B. Cook, eds.). Wiley Nueva York. 46-50pp.
- Paul E. A., Clark F. E. 1989. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic. Press, Inc. E.U. 273pp.
- Payne W. J. 1981. Denitrification. Wiley, N. Y.
- Radd y Jackson. 1982. En Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. Inglaterra. 576pp. Alef Kassem y Nannipieri. 1995. Inglaterra. 576pp.

Ray J. Gary, Brown J. Becky. 1995 Restoring Caribbean Dry Forests: Evaluation of tree propagation techniques. *Restoration Ecology* Vol. 3 No.2 86-94pp.

Redfield A. C. 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *Am. Sci.* 46:206-226pp.

Reiners W. A., Bouwman A. F., Parsons W. F. J. Y Keller M. 1994. Tropical rain forest conversion to pasture changes in vegetation and soil properties. *Ecological Applications* 4(2) 363-377pp.

Reynolds H. L. Y S. W. Pacala. 1993. An analytical treatment of root-shoot ratio and plant competition for soil nutrient and light. *American Naturalist* 141:51-70pp.

Rincón E., Álvarez M., González G., Huante P. y Hernández A. 1999. Restauración de selvas bajas caducifolias. *Gaceta Ecológica*. INE-SEMARNAP No. 53 62-71pp.

Rincón E. y Huante P. 1993. Growth responses of tropical deciduous tree seedlings to contrasting light conditions. *Trees* 7:202-207pp

Robertson G. P. 1984. Nitrification and nitrogen mineralization in a lowland rainforest succession in Costa Rica, Central America. *Oecologia* 61:91-104pp.

Robertson, G.P & Vitousek, P. M. 1981. Nitrification potentials in primary and secondary succession. *Ecology* 62:376-386.

Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México D. F.

Rzedowsky, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14:3-21

Rusell, E. W. 1968. Soil conditions and Plant Growth. Longman. U. K.

Singh K.P. 1989. Mineral nutrients in tropical dry deciduous forest and savanna ecosystems in India. En Mineral Nutrients in tropical forest and savanna ecosystems, ed. Proctor, Blackwell Scientific publications, Oxford. 153-68pp

Schlesinger, W. H., E.H. de Lucia & W.D. Billings. 1989. Nutrient use efficiency of woody plants on contrasting soils in the western Great Basin, Nevada. *Ecology* 70: 105-113.

Schmiel D.S., y Parton W.J. 1986. Microclimatic controls of nitrogen mineralization and nitrification in shortgrass steppe soils. *Plant Soil*. (93):347-357pp

Soriano Fernández, Diana. 2003. Tesis de Licenciatura. "Importancia de la Tasa de asimilación neta, el Área foliar específica y el Coeficiente de peso foliar en la determinación de la Tasa relativa de crecimiento de 5 especies arbóreas de la Selva Tropical Caducifolia de Chamela Jalisco, México." BUAP. 106pp

Solis V. Enrique. 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecosistema tropical estacional. Tesis de Licenciatura Inst. de Ecología. 91pp

Sposito Garrison. 1989. "The chemistry of soils." Oxford. 277pp.

Stevenson, F. J. 1982. Nitrogen on Agricultural Soils. *Agronomy*. Vol. 22 Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Stewart John W. B. 1984. Interrelation of Carbon, Nitrogen, Sulfur and Phosphorus Cycles During Decomposition Processes in Soil. 446pp.

Tateno M. y Chapin. 1997. The logic of carbon and nitrogen interactions in terrestrial ecosystems. *The American Naturalist*. Vol. 194, No. 4, 723-744pp.

Thornley J.H.M. 1972. A balanced quantitative model for root:shoot ratios in vegetative plants. ***Annals. Of Botany*** 36:431-441pp.

Tilman D. 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princenton University Press, Princenton, N.J.

Trejo, L & Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Treseder K. Kathleen y Vitousek P. M. 2001. Potential ecosystem-level effects of genetic variation among populations of *Metrosideros polymorpha* from a soil fertility gradient in Hawaii. ***Oecologia*** 126:266-275pp.

van den Driessche R. 1974. Prediction of mineral nutrient status of trees by foliar analysis. ***Bot. Rev.*** 40:347-394pp.

van Heerwaarden L. M., S. Toet and R. Aerts. 2003. Nitrogen and phosphorus resorption efficiency and proficiency in six sub-arctic bog species after 4 years of nitrogen fertilization. *Journal of Ecology* Volume 91. Issue 6 pagina 1060

Vázquez-Yanez C. y Batis A. 1996. Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. ***Boletín de la Sociedad Botánica de México*** 58:75-84pp.

Vázquez-Yanez C. Y Orosco S. A. 1984. Fisiología ecológica de las semillasde árboles de la selva tropical. ***Ciencia y Desarrollo*** 8:7-16pp.

Vázquez-Yanes C., Orosco S.A., Rojas M., Sánchez M.A.y CervantesV. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica.

Veerkamp M.T. y Kuiper P.J.C. 1982. The uptake of potassium by *Carex* species from swamp habitats varying from oligotrophic to eutrophic. ***Physiol. Plant.*** 55:237-241pp.

Vera Miguel, Cavelier Jaime y Santamaría Johanna. 1998. Reabsorción de nitrógeno y fósforo foliar en árboles de bosques montanos en los Andes centrales de Colombia. 12pp

Vitousek P. M. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *The American Naturalist* Vol. 119, No. 4, 553-572pp.

Vitousek P. M. 1984. Litterfall nutrients cycling and nutrient limitation in tropical forest. *Ecology* 65:285-298pp.

Vitousek P.M., Matson P. A., y Van Cleve K. 1989. Nitrogen availability and nitrification during succession: primary, secondary and old-field series. *Plant and Soil.* (115):229-239pp

Vitousek M. Peter y Reiners A. William. 1975. Ecosystem Succession and Nutrient Retention: A Hypothesis. *BioScience* Vol. 25, 376-381pp.

Vitousek P.M. y Sanford Jr. R.L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest *Ann. Rev. Ecol. Syst.* (17):137-67pp

Walker R. Lawrence y Stuart Chapin. 1987. Interactions among processes controlling successional change. *Oikos* 50:131-135pp.

West- Eberhard M.J. 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annual Review of Ecological and Systematics* 20:249-278pp.

Wischmer y Smith. 1950. En Booker Tropical Soil Manual. Landon J. R. 1991. Longman Scientific & Technical. E.U. 477pp

Young A. 1989. Agroforestry for soil conservation. BPCC Wheatons. Exeter, Inglaterra.

## **Lista de Figuras**

- Figura 1 Mapa de la ubicación de la Reserva Chamela Cuixmala.
- Figura 2 Mapa de la ubicación de la zona de estudio (dentro de la Reserva de Cuixmala).
- Figura 3 Distribución de los tratamientos en el área de trabajo.
- Figura 4 Distribución de las plántulas.
- Figura 5 Muestreo de suelo según la NOM 123
- Figura 6 Método para cuantificar el área foliar.
- Figura 7 Promedios mensuales de amonio.
- Figura 8 Promedios mensuales de nitratos.
- Figura 9 Promedios mensuales de la mineralización del N.
- Figura 10 Promedios mensuales de la nitrificación.
- Figura 11 Promedios mensuales del N total.
- Figura 12 Promedios mensuales del C total.
- Figura 13 Promedios mensuales de la relación C:N total.
- Figura 14 Valores del porcentaje de traslocación de N en especies de lento crecimiento.
- Figura 15 Valores del porcentaje de traslocación de N en especies de rápido crecimiento.
- Figura 16 Descomposición de la hojarasca para las especies de lento crecimiento.
- Figura 17 Descomposición de la hojarasca para las especies de rápido crecimiento.
- Figura 18 Relación C:N en la hojarasca descompuesta para spp de lento crecimiento.
- Figura 19 Relación C:N en la hojarasca descompuesta para spp de rápido crecimiento.
- Figura 20 Coberturas de los tratamientos LEN, RAP y MIX.

## **Tablas**

- Tabla 1      Características de especies de rápido y lento crecimiento.
- Tabla 2      Lista de especies.
- Tabla 3      Promedios mensuales y anuales de  $\text{NH}_4^+$ .
- Tabla 4      Promedios mensuales y anuales de  $\text{NO}_3^-$ .
- Tabla 5      Promedios mensuales y anuales de mineralización.
- Tabla 6      Promedios mensuales y anuales de nitrificación.
- Tabla 7      Promedios mensuales y anuales de N total.
- Tabla 8      Promedios mensuales y anuales de C total.
- Tabla 9      Promedios mensuales y anuales de la relación C:N.
- Tabla 10.    Valores de nitratos ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), en donde se compara 1999 y 2002
- Tabla 11.    Comparación de los valores de la relación C:N entre 1999 y 2002.

## Anexos

Anexo General de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
MANOVA general de NH<sub>4</sub>  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	38	0.07969573	264	0.03954336	2.01540112	<b>0.00077658</b>
2	3	2.22953844	264	0.03954336	56.382122	<b>3.3748E-28</b>
12	114	0.06296533	264	0.03954336	1.59231114	<b>0.00121284</b>

Prueba de Tukey de NH<sub>4</sub> en el tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.3115085	.2696068	.1729530	.5416282
Junio {1}		0.42135459	1.0133E-05	<b>7.689E-06</b>
Agosto {2}	0.42135459		<b>0.00243205</b>	<b>7.689E-06</b>
Sep {3}	1.0133E-05	<b>0.00243205</b>		<b>7.689E-06</b>
Nov {4}	<b>7.689E-06</b>	<b>7.689E-06</b>	<b>7.689E-06</b>	

La prueba de Tuckey general para todas las especies no es presentada debido al tamaño tan grande de la matriz.

Anexo 1

ANOVA de NH<sub>4</sub> en el tiempo de Swetenia humilis C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.2789641	24	0.00876028	31.8442078	<b>1.767E-07</b>
2	3	0.23000938	24	0.00876028	26.2559452	<b>9.3919E-08</b>
12	6	0.05415515	24	0.00876028	6.18189859	<b>0.00050053</b>

Prueba de Tukey Variable NH<sub>4</sub> especie Swetenia humilis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.3517778	.2914445	.1756667	.5573334
Junio {1}		0.53105539	<b>0.00293523</b>	<b>0.00067186</b>
Agosto {2}	0.53105539		0.06645083	<b>0.00018084</b>
Sep {3}	<b>0.00293523</b>	0.06645083		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00067186</b>	<b>0.00018084</b>	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> en C1 y C8 de Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.5110000	.3090000	.2121667
C1 Swetenia {1}		<b>0.00018227</b>	<b>0.00012898</b>
C8 Swetenia {2}	<b>0.00018227</b>		<b>0.04634732</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00012898</b>	<b>0.04634732</b>	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 2

ANOVA de NH<sub>4</sub> en el tiempo de Hintonia latiflora C1, C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.14813203	24	0.01011494	14.6448679	6.9633E-05
2	3	0.16174358	24	0.01011494	15.9905558	6.3372E-06
12	6	0.02866814	24	0.01011494	2.83423591	0.03133645

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> especie Hintonia latiflora vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.3182222	.2485556	.1424444	.4622222
Junio {1}		0.47074062	<b>0.00575763</b>	<b>0.02723575</b>
Agosto {2}	0.47074062		0.14171708	<b>0.00091934</b>
Sep {3}	<b>0.00575763</b>	0.14171708		<b>0.00017059</b>
Nov {4}	<b>0.02723575</b>	<b>0.00091934</b>	<b>0.00017059</b>	

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> en C1 y C2 de Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.4195833	.2468333	.2121667
C1 Hintonia {1}		<b>0.00099254</b>	<b>0.00022519</b>
C8 Hintonia {2}	<b>0.00099254</b>		0.67975533
Pasto ... {3}	<b>0.00022519</b>	0.67975533	

Anexo 3

ANOVA de NH<sub>4</sub> en el tiempo de Crescentia alata C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.09979159	24	0.00928575	10.7467442	0.00046467
2	3	0.23812018	24	0.00928575	25.6436119	1.1632E-07
12	6	0.08483484	24	0.00928575	9.13602448	2.9919E-05

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> de Crescentia alata vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2684444	.1984444	.1738889	.5288889
Junio {1}		0.43000001	0.18783963	<b>0.00019604</b>
Agosto {2}	0.43000001		0.94825065	<b>0.00016087</b>
Sep {3}	0.18783963	0.94825065		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00019604</b>	<b>0.00016087</b>	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> Crescentia alata vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.3915833	.2735000	.2121667
C1 Crescentia {1}		<b>0.01649708</b>	<b>0.00047058</b>
C8 Crescentia {2}	<b>0.01649708</b>		0.2824465
Pasto .... {3}	<b>0.00047058</b>	0.2824465	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 4

ANOVA de NH4 en el tiempo de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.0937022	24	0.01195819	7.83581448	0.00240311
2	3	0.29793167	24	0.01195819	24.9144344	1.5083E-07
12	6	0.08068393	24	0.01195819	6.74716711	0.00027754

Prueba de Tukey variable NH4 de *Caesalpineia sclerocarpa* vs. Pasto

Anexo 5

	{1}	{2}	{3}	
	.3663333	.3640833	.2121667	
C1Caesalpineia {1}		0.99868733		0.00574881
C8Caesalpineia{2}	0.99868733			0.00647509
Pasto .... {3}	0.00574881	0.00647509		

ANOVA de NH4 en el tiempo de *Rupectia fusca* C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.18438159	24	0.01997206	9.23197842	0.0010624
2	3	0.19937229	24	0.01997206	9.98256302	0.00018584
12	6	0.0566261	24	0.01997206	2.83526659	0.03129071

Prueba de Tukey variable NH4 de *Rupectia fusca* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.4602222	.2597778	.1953333	.4993333
Junio {1}		0.02902454	0.00304341	0.93508589
Agosto {2}	0.02902454		0.76905066	0.00750542
Sep {3}	0.00304341	0.76905066		0.00081319
Nov {4}	0.93508589	0.00750542	0.00081319	

Pruebe de Tukey variable NH4 de *Rupectia fusca* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.4430833	.4057500	.2121667
C1 Rupectia {1}		0.7958622	0.00157183
C8 Rupectia {2}	0.7958622		0.00725198
Pasto .... {3}	0.00157183	0.00725198	

Anexo 6

ANOVA de NH4 en el tiempo de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.06267511	24	0.01118669	5.60264778	0.01007486
2	3	0.21938151	24	0.01118669	19.6109333	1.2071E-06
12	6	0.03699252	24	0.01118669	3.30683184	0.01623099

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable NH4 de Lonchocarpus eriocarinalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2548889	.2481111	.1590000	.5204445
Junio {1}		0.99913889	0.24530464	<b>0.00025243</b>
Agosto {2}	0.99913889		0.30378002	<b>0.00022638</b>
Sep {3}	0.24530464	0.30378002		<b>0.00016087</b>
Nov {4}	<b>0.00025243</b>	<b>0.00022638</b>	<b>0.00016087</b>	

Prueba de Tukey variable de NH4 Lonchocarpus eriocarinalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.3365000	.3381667	.2121667
C1 Lonchocarpus {1}			0.99925226
C8 Lonchocarpus {2}	0.99925226		
Pasto .... {3}	<b>0.02176267</b>	<b>0.01994985</b>	

Anexo 7

ANOVA de NH4 en el tiempo de Tabebuia rosae C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.13666353	24	0.02040733	6.69678497	<b>0.00488621</b>
2	3	0.16227433	24	0.02040733	7.95176506	<b>0.00074716</b>
12	6	0.04300605	24	0.02040733	2.10738206	0.08987767

Prueba de Tukey variable NH4 de Tabebuia rosae vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.3231111	.3088889	.1392222	.4673333
Junio {1}		0.99664283		0.05317616
Agosto {2}	0.99664283			0.08224791
Sep {3}	0.05317616	0.08224791		<b>0.0004577</b>
Nov {4}	0.16889656	0.11416155		<b>0.0004577</b>

Prueba de Tukey variable de NH4 Tabebuia rosae vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.2930833	.4236667	.2121667
C2 Tabebuia {1}		0.08486855	0.36318111
C8 Tabebuia {2}	0.08486855		<b>0.00381184</b>
Pasto ... {3}	0.36318111	<b>0.00381184</b>	

Anexo 8

ANOVA de NH4 en el tiempo de Acacia famesiana C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.07554033	24	0.01129197	6.6897378	<b>0.00490836</b>
2	3	0.20917337	24	0.01129197	18.5240784	<b>1.9397E-06</b>
12	6	0.05903115	24	0.01129197	5.22770929	<b>0.00144509</b>

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable NH4 de Acaia farnesiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2988889	.2335556	.1614444	.5147778
Junio {1}		0.56931031	0.05169696	<b>0.00140899</b>
Agosto {2}	0.56931031		0.48818535	<b>0.00020665</b>
Sep {3}	0.05169696	0.48818535		<b>0.00016111</b>
Nov {4}	<b>0.00140899</b>	<b>0.00020665</b>	<b>0.00016111</b>	

Prueba de Tukey variable de NH4 Acacia farnesiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.3620000	.3323333	.2121667
C2 Acacia {1}		0.77514958	<b>0.00574183</b>
C8 Acacia {2}	0.77514958		<b>0.02780628</b>
Pasto {3}	<b>0.00574183</b>	<b>0.02780628</b>	

Anexo 9

ANOVA de NH4 en el tiempo de Coclospermun vitifolium C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.62543052	24	0.32656959	1.91515243	0.16916844
2	3	0.51356196	24	0.32656959	1.57259583	0.22194473
12	6	0.36243582	24	0.32656959	1.10982728	0.38576847

Anexo 10

ANOVA de NH4 en el tiempo de Guazuma ulmifolia C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.01805953	24	0.01537111	1.17490065	0.32599184
2	3	0.15668878	24	0.01537111	10.193718	<b>0.0001622</b>
12	6	0.04664397	24	0.01537111	3.03452182	0.02364228

Prueba de Tukey variable de Guazuma ulmifolia vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2282222	.1772222	.1712222	.4511111
Junio {1}		0.81891388	0.7646817	<b>0.00448042</b>
Agosto {2}	0.81891388		0.9996416	<b>0.00063735</b>
Sep {3}	0.7646817	0.9996416		<b>0.00052768</b>
Nov {4}	<b>0.00448042</b>	<b>0.00063735</b>	<b>0.00052768</b>	

Anexo 11

ANOVA de NH4 en el tiempo de Cordia elagnoides C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.04040011	24	0.00597922	6.75675011	<b>0.00470201</b>
2	3	0.08089267	24	0.00597922	13.5289612	<b>2.2633E-05</b>
12	6	0.01357011	24	0.00597922	2.2695446	0.07080107

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable NH4 de Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2867778	.2757778	.1424444	.3718889
Junio {1}		0.99027956	<b>0.00316441</b>	0.11815107
Agosto {2}	0.99027956		<b>0.00648135</b>	0.06473362
Sep {3}	<b>0.00316441</b>	<b>0.00648135</b>		<b>0.0001747</b>
Nov {4}	0.11815107	0.06473362	<b>0.0001747</b>	

Prueba de Tukey variable de NH4 Cordia elagnoides vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.2673333	.3281667	.2121667
C2 Cordia {1}		0.15298063	0.20878619
C8 Cordia {2}	0.15298063		<b>0.00339007</b>
Pasto {3}	0.20878619	<b>0.00339007</b>	

Anexo 12

ANOVA de NH4 en el tiempo de Ceiba pentandra C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.04317169	24	0.00805558	5.35922623	<b>0.01190723</b>
2	3	0.07052358	24	0.00805558	8.75462151	<b>0.00042299</b>
12	6	0.03177247	24	0.00805558	3.94415545	<b>0.00695334</b>

Prueba de Tukey variable NH4 de Ceiba pentandra vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2474445	.2560000	.1773333	.3893333
Junio {1}		0.99705768	0.36750269	<b>0.01322961</b>
Agosto {2}	0.99705768		0.2717343	0.02106655
Sep {3}	0.36750269	0.2717343		<b>0.0003649</b>
Nov {4}	<b>0.01322961</b>	<b>0.02106655</b>	<b>0.0003649</b>	

Prueba de Tukey variable de NH4 Ceiba pentandra vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.2591667	.3312500	.2121667
C2 Ceiba {1}		0.14227313	0.41838384
C8 Ceiba {2}	0.14227313		<b>0.00929421</b>
Pasto .. {3}	0.41838384	<b>0.00929421</b>	

Anexo 13

ANOVA de NH4 en el tiempo de Albizia occidentalis C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.01273108	24	0.0062585	2.03420687	0.15272863
2	3	0.14653181	24	0.0062585	23.4132462	<b>2.6227E-07</b>
12	6	0.02536619	24	0.0062585	4.05307913	<b>0.00604324</b>

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable NH4 de Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2287778	.2124444	.1120000	.4177778
Junio {1}		0.97133607	<b>0.02204323</b>	<b>0.000337</b>
Agosto {2}	0.97133607		0.05751723	<b>0.00021994</b>
Sep {3}	<b>0.02204323</b>	0.05751723		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.000337</b>	<b>0.00021994</b>	<b>0.00016057</b>	

Anexo 14

ANOVA de NH4 en el tiempo de NH4 Spondias purpurea C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.03446969	24	0.00536333	6.42691612	<b>0.00581759</b>
2	3	0.15839933	24	0.00536333	29.5337467	<b>3.1745E-08</b>
12	6	0.02468692	24	0.00536333	4.60290575	<b>0.00303708</b>

Prueba de Tukey variable NH4 de Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2218889	.2755556	.1417778	.4545555
Junio {1}		0.42245567	0.12143815	<b>0.00017059</b>
Agosto {2}	0.42245567		<b>0.00387186</b>	<b>0.00029153</b>
Sep {3}	0.12143815	<b>0.00387186</b>		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00017059</b>	<b>0.00029153</b>	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable de Spondias purpurea vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.2965833	.3115833	.2121667
C2 Spondias {1}		0.87125623	<b>0.02469069</b>
C8 Spondias {2}	0.87125623		<b>0.00778359</b>
Pasto .... {3}	<b>0.02469069</b>	<b>0.00778359</b>	

Anexo 15

ANOVA de NH4 en el tiempo de NH4 Ipomea wolcotiana C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.1307427	24	0.01739756	7.51500368	<b>0.00292248</b>
2	3	0.12411692	24	0.01739756	7.13415861	<b>0.00137155</b>
12	6	0.02518503	24	0.01739756	1.44761872	0.23815839

Prueba de Tukey variable NH4 de Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2218889	.3110000	.1416667	.4146667
Junio {1}		0.49193627	0.57785177	<b>0.02363843</b>
Agosto {2}	0.49193627		0.05400312	0.36227024
Sep {3}	0.57785177	0.05400312		<b>0.00117832</b>
Nov {4}	<b>0.02363843</b>	0.36227024	<b>0.00117832</b>	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de NH<sub>4</sub> Ipomea wolcotiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.3928333	.2119167	.2121667
C2 Ipomea {1}		<b>0.00716764</b>	<b>0.00725508</b>
C8 Ipomea {2}	<b>0.00716764</b>		0.99998963
Pasto {3}	<b>0.00725508</b>	0.99998963	

Anexo 16

ANOVA de NH<sub>4</sub> en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.04831558	24	0.00725319	6.66128349	<b>0.00499893</b>
2	3	0.22483936	24	0.00725319	30.9986668	<b>2.0143E-08</b>
12	6	0.06527781	24	0.00725319	8.99986935	<b>3.3627E-05</b>

Prueba de Tukey variable NH<sub>4</sub> de Lagrezia monosperma vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.2634445	.1817778	.1381111	.4930000
Junio {1}		0.20384896	<b>0.02252322</b>	<b>0.00019723</b>
Agosto {2}	0.20384896		0.70032555	<b>0.00016057</b>
Sep {3}	<b>0.02252322</b>	0.70032555		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00019723</b>	<b>0.00016057</b>	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable de NH<sub>4</sub> Lagrezia monosperma vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.2575833	.3375000	.2121667
C2 Lagrezia {1}		0.07539278	0.40561044
C8 Lagrezia {2}	0.07539278		<b>0.0040133</b>
Pasto .... {3}	0.40561044	<b>0.0040133</b>	

Anexo General para NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

MANOVA general de NO<sub>3</sub>

1-SPP, 2-T

MANOVA

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	38	0.8552143	264	0.060083	14.233882	<b>0</b>
2	3	3.38770485	264	0.060083	56.3837509	<b>3.3699E-28</b>
12	114	0.73618704	264	0.060083	12.2528343	<b>0</b>

El Anexo general de nitratos de spp vs. Spp no se incluye debido al tamaño de la matriz.

Tukey HSD test; variable NO<sub>3</sub> (basedatos no3.sta)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6358889	.6332650	.9716240	.5289744
Junio {1}		0.99983287	<b>7.689E-06</b>	<b>0.00857198</b>
Agosto {2}	0.99983287		<b>7.689E-06</b>	<b>0.01103908</b>
Sep {3}	<b>7.689E-06</b>	<b>7.689E-06</b>		<b>7.689E-06</b>
Nov {4}	<b>0.00857198</b>	<b>0.01103908</b>	<b>7.689E-06</b>	

Anexo 17

ANOVA de NO3 en el tiempo de Swetenia humilis C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	1.80979383	24	0.10133567	17.859396	1.775E-05
2	3	2.04738474	24	0.10133567	20.203989	9.3895E-07
12	6	3.24814415	24	0.10133567	32.0533142	2.5504E-10

Prueba de Tukey variable NO3 de Swetenia humilis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.4673333	1.548889	.9500000	.6322222
Junio {1}		0.00016093	0.01816094	0.6937412
Agosto {2}	0.00016093		0.00293928	0.0001784
Sep {3}	0.01816094	0.00293928		0.17631298
Nov {4}	0.6937412	0.0001784	0.17631298	

Prueba de Tukey variable de NO3 Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.9038333	1.285833	.5091667
C1 Swetenia {1}		0.01901019	0.01521933
C8 Swetenia {2}	0.01901019		0.0001359
Pasto .... {3}	0.01521933	0.0001359	

Anexo 18

ANOVA de NO3 en el tiempo de Hintonia latiflora C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.45725012	24	0.02440578	18.735323	1.2546E-05
2	3	0.95743066	24	0.02440578	39.2296715	2.0645E-09
12	6	0.13753456	24	0.02440578	5.63532782	0.00090916

Prueba de Tukey variable NO3 de Hintonia latiflora vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.4513333	.2833333	1.040000	.5244445
Junio {1}		0.13078427	0.00016057	0.75496566
Agosto {2}	0.13078427		0.00016057	0.01591492
Sep {3}	0.00016057	0.00016057		0.00016123
Nov {4}	0.75496566	0.01591492	0.00016123	

Prueba de Tukey variable de NO3 Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.7943333	.4208333	.5091667
C1 Hintonia {1}		0.0001387	0.00056493
C8 Hintonia {2}	0.0001387		0.36442131
Pasto {3}	0.00056493	0.36442131	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 19

ANOVA de NO3 en el tiempo de *Crescentia alata* C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.20688534	24	0.04363708	4.74104404	0.01839859
2	3	1.28810978	24	0.04363708	29.5186939	3.1897E-08
12	6	0.23288518	24	0.04363708	5.33686399	0.00127442

Prueba de Tukey variable NO3 de *Crescentia alata* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6297778	.1546667	1.075556	.5366667
junio {1}		0.00049567	0.00087655	0.78092086
Agosto {2}	0.00049567		0.00016057	0.00383371
Sep {3}	0.00087655	0.00016057		0.00022477
Nov {4}	0.78092086	0.00383371	0.00022477	

Prueba de Tukey variable de NO3 *Crescentia alata* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.7498333	.5385000	.5091667
C1 <i>Crescentia</i> {1}		0.05216277	0.02477032
C8 <i>Crescentia</i> {2}	0.05216277		0.93712652
Pasto .... {3}	0.02477032	0.93712652	

Anexo 20

ANOVA de NO3 en el tiempo de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.88247776	24	0.03168797	27.8489819	5.5612E-07
2	3	0.80178797	24	0.03168797	25.302597	1.3126E-07
12	6	0.16952963	24	0.03168797	5.34996796	0.00125543

Prueba de Tukey variable NO3 de *Caesalpineia sclerocarpa* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.5288889	.3655556	1.027778	.4433333
Junio {1}		0.23616982	0.00018394	0.73984462
Agosto {2}	0.23616982		0.00016057	0.79090798
Sep {3}	0.00018394	0.00016057		0.00016999
Nov {4}	0.73984462	0.79090798	0.00016999	

Prueba de Tukey variable de NO3 *Caesalpineia sclerocarpa* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.8941666	.3708333	.5091667
C1 <i>Caesalpineia</i> {1}		0.00012928	0.00018096
C8 <i>Caesalpineia</i> {2}	0.00012928		0.15954357
Pasto .... {3}	0.00018096	0.15954357	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 21

ANOVA de NO3 en el tiempo de Rupectia fusca C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.07966969	24	0.0359748	2.21459699	0.13102686
2	3	0.97795916	24	0.0359748	27.184557	6.838E-08
12	6	0.17411858	24	0.0359748	4.84001446	0.00228021

Prueba de Tukey variable NO3 de Rupectia fusca vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.5870000	.1155556	.9133334	.4633333
Junio {1}		<b>0.00026542</b>		<b>0.00661004</b> 0.52164483
Agosto {2}	<b>0.00026542</b>			<b>0.00016057</b> <b>0.00374049</b>
Sep {3}	<b>0.00661004</b> <b>0.00016057</b>			<b>0.00035352</b>
Nov {4}	0.52164483	<b>0.00374049</b>		<b>0.00035352</b>

Anexo 22

ANOVA de NO3 en el tiempo de Lonchocarpus eriocarinalis C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.08550534	24	0.06807839	1.25598347	0.30285275
2	3	1.54526019	24	0.06807839	22.6982479	3.445E-07
12	6	0.13723607	24	0.06807839	2.01585364	0.10289195

Prueba de Tukey variable NO3 de Lonchocarpus eriocarinalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6650000	.0850000	1.094444	.5655556
Junio {1}		<b>0.00060302</b>	<b>0.00959033</b>	0.84987003
Agosto {2}	<b>0.00060302</b>		<b>0.00016057</b>	<b>0.00359035</b>
Sep {3}	<b>0.00959033</b> <b>0.00016057</b>			<b>0.00144029</b>
Nov {4}	0.84987003	<b>0.00359035</b>	<b>0.00144029</b>	

Anexo 23

ANOVA de NO3 en el tiempo de Tabebuia rosae C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	2.69165826	24	0.140275	19.1884403	1.0526E-05
2	3	1.46613705	24	0.140275	10.4518766	0.00013763
12	6	2.23789549	24	0.140275	15.9536295	2.5462E-07

Prueba de Tukey variable NO3 de Tabebuia rosae vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6311111	1.158889	1.168889	.3544444
Junio {1}		<b>0.03031468</b>		<b>0.0267154</b> 0.41555357
Agosto {2}	<b>0.03031468</b>			0.99993962 <b>0.00082487</b>
Sep {3}	<b>0.0267154</b> 0.99993962			<b>0.0007354</b>
Nov {4}	0.41555357	<b>0.00082487</b>		<b>0.0007354</b>

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de NO3 *Tabebuia rosae* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.6033334	1.372500	.5091667	
C2 <i>Tabebuia</i> {1}		<b>0.00023055</b>		0.81299549
C8 <i>Tabebuia</i> {2}	<b>0.00023055</b>			<b>0.00014657</b>
Pasto .... {3}	0.81299549	<b>0.00014657</b>		

Anexo 24

ANOVA de NO3 en el tiempo de *Acacia farnesiana* C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.65801942	24	0.02761389	23.8292923	<b>1.9921E-06</b>
2	3	0.6826852	24	0.02761389	24.7225304	<b>1.6166E-07</b>
12	6	0.54226017	24	0.02761389	19.6372261	<b>3.5741E-08</b>

Prueba de Tukey variable NO3 de *Acacia farnesiana* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.4444444	.7322222	1.073333	.5522223
Junio {1}		<b>0.00624353</b>	<b>0.00016057</b>	0.52599853
Agosto {2}	<b>0.00624353</b>		<b>0.00127554</b>	0.12676716
Sep {3}	<b>0.00016057</b>	<b>0.00127554</b>		<b>0.00017107</b>
Nov {4}	0.52599853	0.12676716	0.00017107	

Prueba de Tukey variable de NO3 *Acacia farnesiana* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.6308333	.9616666	.5091667
C2 <i>Acacia</i> {1}		<b>0.00027984</b>	0.19323629
C8 <i>Acacia</i> {2}	<b>0.00027984</b>		<b>0.00012976</b>
Pasto {3}	0.19323629	<b>0.00012976</b>	

Anexo 25

ANOVA de NO3 en el tiempo de *Coclospermun vitifolium* C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	3.27971935	24	0.1009	32.5046539	<b>1.4768E-07</b>
2	3	0.51170743	24	0.1009	5.07143116	<b>0.0073319</b>
12	6	1.71454906	24	0.1009	16.9925575	<b>1.416E-07</b>

Prueba de Tukey variable NO3 de *Coclospermun vitifolium* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6855556	1.028889	.9744444	.5266666
Junio {1}		0.12795758	0.24289334	0.71589947
Agosto {2}	0.12795758		0.98323768	<b>0.01321757</b>
Sep {3}	0.24289334	0.98323768		<b>0.03024262</b>
Nov {4}	0.71589947	<b>0.01321757</b>	<b>0.03024262</b>	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de NO3 Coclospermun vitifolium vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.4950000	1.407500	.5091667	
C2 Coclospermun {1}		<b>0.00012928</b>		0.99352491
C8 Coclospermun {2}	<b>0.00012928</b>			<b>0.0001294</b>
Pasto .... {3}	0.99352491	<b>0.0001294</b>		

Anexo 26

ANOVA de NO3 en el tiempo de Guazuma ulmifolia C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00576944	24	0.02125555	0.27143231	0.76459575
2	3	1.00138152	24	0.02125555	47.1115189	<b>3.2823E-10</b>
12	6	0.09066204	24	0.02125555	4.26533365	<b>0.00461536</b>

Prueba de Tukey variable NO3 de Guazuma ulmifolia vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.4700000	.1755556	.9555556	.3566667
Junio {1}		<b>0.00149208</b>	<b>0.00016111</b>	0.371674
Agosto {2}	<b>0.00149208</b>		<b>0.00016057</b>	<b>0.06493104</b>
Sep {3}	<b>0.00016111</b>	<b>0.00016057</b>		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	0.371674	0.06493104	<b>0.00016057</b>	

Anexo 27

ANOVA de NO3 en el tiempo de Cordia elagnoides C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.13563333	24	0.02638889	5.13978958	<b>0.01387104</b>
2	3	1.36129165	24	0.02638889	51.5857887	<b>1.2938E-10</b>
12	6	0.13063334	24	0.02638889	4.95031595	<b>0.00199958</b>

Prueba de Tukey variable NO3 de Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.5900000	.3377778	1.131111	.2777778
Junio {1}		<b>0.01520121</b>	<b>0.00016111</b>	<b>0.00240099</b>
Agosto {2}	<b>0.01520121</b>		<b>0.00016057</b>	0.86124945
Sep {3}	<b>0.00016111</b>	<b>0.00016057</b>		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00240099</b>	0.86124945	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable de NO3 Cordia elagnoides vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.7058333	.5375000	.5091667
C2 Cordia {1}		<b>0.0459516</b>	<b>0.01791751</b>
C8 Cordia {2}	<b>0.0459516</b>		0.9047538
Pasto {3}	<b>0.01791751</b>	0.9047538	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 28

ANOVA de NO3 en el tiempo de Ceiba pentandra C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.18391944	24	0.11023334	1.66845584	0.20967251
2	3	2.18216562	24	0.11023334	19.7958794	1.1155E-06
12	6	0.12331574	24	0.11023334	1.11867929	0.38106719

Prueba de Tukey variable NO3 de Ceiba pentandra vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.7444444	.2088889	1.306667	.3455555
Junio {1}		<b>0.01128727</b>	<b>0.00757045</b>	0.07754982
Agosto {2}	<b>0.01128727</b>		<b>0.00016123</b>	0.81862277
Sep {3}	<b>0.00757045</b>	<b>0.00016123</b>		<b>0.00017762</b>
Nov {4}	0.07754982	0.81862277	0.00017762	

Anexo 29

ANOVA de NO3 en el tiempo de Albizia occidentalis C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.92227471	24	0.02446553	37.696907	3.9285E-08
2	3	0.70360434	24	0.02446553	28.7590084	4.0668E-08
12	6	0.79901212	24	0.02446553	32.6586914	2.0963E-10

Prueba de Tukey variable NO3 de Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.5633333	.7025555	1.001111	.3322222
Junio {1}		0.2595647	<b>0.00018424</b>	<b>0.02189308</b>
Agosto {2}	0.2595647		<b>0.00256419</b>	<b>0.00035882</b>
Sep {3}	<b>0.00018424</b>	<b>0.00256419</b>		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.02189308</b>	<b>0.00035882</b>	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable de NO3 Albizia occidentalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.9691667	.4710833	.5091667
C2 Albizia {1}		<b>0.00012898</b>	<b>0.00012928</b>
C8 Albizia {2}	<b>0.00012898</b>		0.82344139
Pasto {3}	<b>0.00012928</b>	0.82344139	

Anexo 30

ANOVA de NO3 en el tiempo de Spondias purpurea C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.61401111	24	0.02659722	23.085535	2.5623E-06
2	3	1.13147688	24	0.02659722	42.5411644	9.2104E-10
12	6	0.23600741	24	0.02659722	8.87338543	3.752E-05

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable NO3 de Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6277778	.4255556	1.096667	.2844445
Junio {1}		0.06558406	<b>0.00017869</b>	<b>0.00100201</b>
Agosto {2}	0.06558406		<b>0.00016057</b>	0.28206748
Sep {3}	<b>0.00017869</b>	<b>0.00016057</b>		<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.00100201</b>	0.28206748	<b>0.00016057</b>	

Prueba de Tukey variable de NO3 Spondias purpurea vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.8675000	.4491667	.5091667
C2 Spondias {1}		<b>0.00013179</b>	<b>0.00017136</b>
C8 Spondias {2}	<b>0.00013179</b>		0.64487118
Pasto .... {3}	<b>0.00017136</b>	0.64487118	

Anexo 31

ANOVA de NO3 en el tiempo de Ipomea wolcotiana C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	1.00878608	24	0.02975278	33.9056129	<b>1.0181E-07</b>
2	3	0.52734351	24	0.02975278	17.7241783	<b>2.7842E-06</b>
12	6	0.36169353	24	0.02975278	12.1566305	<b>2.8735E-06</b>

Prueba de Tukey variable NO3 de Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.6144444	.4888889	.9811111	.4500000
Junio {1}		0.42824221	<b>0.00091434</b>	0.20798773
Agosto {2}	0.42824221		<b>0.00018001</b>	0.96322858
Sep {3}	<b>0.00091434</b>	<b>0.00018001</b>		<b>0.00017196</b>
Nov {4}	0.20798773	0.96322858	<b>0.00017196</b>	

Prueba de Tukey variable de NO3 Ipomea wolcotiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.9650000	.4266667	.5091667
C2 Ipomea {1}		<b>0.00012898</b>	<b>0.00013047</b>
C8 Ipomea {2}	<b>0.00012898</b>		0.481148
Pasto .... {3}	<b>0.00013047</b>	0.481148	

Anexo 32

ANOVA de NO3 en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	2.09305286	24	0.04366944	47.9294586	<b>4.1542E-09</b>
2	3	1.10634446	24	0.04366944	25.3345203	<b>1.2978E-07</b>
12	6	1.42247498	24	0.04366944	32.5736923	<b>2.1544E-10</b>

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable NO3 de Lagrezia monosperma vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.6122222	.9588889	1.095556	.3177778	
Junio {1}		<b>0.00898921</b>	<b>0.00043303</b>		<b>0.03033614</b>
Agosto {2}	<b>0.00898921</b>		0.51912594		<b>0.00017214</b>
Sep {3}	<b>0.00043303</b>	0.51912594			<b>0.00016057</b>
Nov {4}	<b>0.03033614</b>	<b>0.00017214</b>	<b>0.00016057</b>		

Prueba de Tukey variable de NO3 Lagrezia monosperma vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	1.228333	.5008333	.5091667
C2 Lagrezia {1}		<b>0.00012898</b>	<b>0.00012898</b>
C8 Lagrezia {2}	<b>0.00012898</b>		0.99483502
Pasto .... {3}	<b>0.00012898</b>	0.99483502	

Anexo General para Mineralización

MANOVA de Mineralización en el tiempo de todas las especies  
1-SPP, 2-T

MANOVA

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	38	0.00312142	264	0.00025882	12.0602503	0
2	3	0.04760639	264	0.00025882	183.937256	0
12	114	0.00177688	264	0.00025882	6.86536026	0

El Anexo general de mineralización de spp vs. Spp no se incluye debido al tamaño de la matriz

Prueba de Tukey variable Mineralización de todas las especies vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0855837	.0425960	.0439285	.0795809
Junio {1}		<b>7.689E-06</b>		<b>7.689E-06</b>
Agosto {2}	<b>7.689E-06</b>		0.93204558	<b>7.689E-06</b>
Sep {3}	<b>7.689E-06</b>	0.93204558		<b>7.689E-06</b>
Nov {4}	0.03463423	<b>7.689E-06</b>		<b>7.689E-06</b>

Anexo 33

ANOVA de mineralización en el tiempo de Swetenia humilis C1 y C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.01386594	24	0.00019549	70.9301071	<b>8.4261E-11</b>
2	3	0.00288433	24	0.00019549	14.7545719	<b>1.181E-05</b>
12	6	0.00592819	24	0.00019549	30.3251972	<b>4.5456E-10</b>

Prueba de Tukey variable mineralización de Swetenia humilis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0865620	.0812560	.0477456	.0818881
Junio {1}		0.85148108	<b>0.0001865</b>	0.89256722
Agosto {2}	0.85148108		<b>0.00032961</b>	0.9997077
Sep {3}	<b>0.0001865</b>	<b>0.00032961</b>		<b>0.00029314</b>
Nov {4}	0.89256722	0.9997077	<b>0.00029314</b>	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de mineralización *Swetenia humilis* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0873671	.0999336	.0357880	
C1 <i>Swetenia</i> {1}		0.09136617		<b>0.00012892</b>
C8 <i>Swetenia</i> {2}	0.09136617			<b>0.00012892</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00012892</b>	<b>0.00012892</b>		

Anexo 34

ANOVA de mineralización en el tiempo de *Hintonia latiflora* C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00415052	24	9.8278E-05	42.2322769	<b>1.3775E-08</b>
2	3	0.00319089	24	9.8278E-05	32.4678459	<b>1.2979E-08</b>
12	6	0.00071618	24	9.8278E-05	7.28724766	<b>0.00016188</b>

Prueba de Tukey variable mineralización de *Hintonia latiflora* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0781361	.0352939	.0450684	.0614332	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00016111</b>		<b>0.00789893</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		0.18457574		<b>0.00020885</b>
Sep {3}	<b>0.00016111</b>	0.18457574			<b>0.00936192</b>
Nov {4}	<b>0.00789893</b>	<b>0.00020885</b>	<b>0.00936192</b>		

Prueba de Tukey variable de mineralización *Hintonia latiflora* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0729197	.0562409	.0357880	
C1 <i>Hintonia</i> {1}		<b>0.0012008</b>		<b>0.00012892</b>
C8 <i>Hintonia</i> {2}	<b>0.0012008</b>			<b>0.00022465</b>
Pasto {3}	<b>0.00012892</b>	<b>0.00022465</b>		

Anexo 35

ANOVA de mineralización en el tiempo de *Crescentia alata* C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00474532	24	0.0002517	18.8532486	<b>1.1983E-05</b>
2	3	0.00366601	24	0.0002517	14.5651121	<b>1.303E-05</b>
12	6	0.00226678	24	0.0002517	9.00595665	<b>3.3451E-05</b>

Prueba de Tukey variable mineralización de *Crescentia alata* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0755878	.0368961	.0436715	.0742069	
Junio {1}		<b>0.00029534</b>			<b>0.00154942</b>
Agosto {2}	<b>0.00029534</b>				0.80189073
Sep {3}	<b>0.00154942</b>	0.80189073			<b>0.00236911</b>
Nov {4}	0.99775362	<b>0.0003767</b>			<b>0.00236911</b>

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización Crescentia alata vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0747313	.0622524	.0357880	
C1 Crescentia {1}		0.15308273		0.00013512
C8 Crescentia {2}	0.15308273			0.00129932
Pasto .... {3}	0.00013512	0.00129932		

Anexo 36

ANOVA de mineralización de Caesalpineia sclerocarpa vs. Tiempo

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00818991	24	0.0002185	37.482254	4.1379E-08
2	3	0.00391095	24	0.0002185	17.8990192	2.5704E-06
12	6	0.00168227	24	0.0002185	7.69913149	0.00010891

Prueba de Tukey variable de mineralización Caesalpineia sclerocarpa vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0639976	.0267190	.0471055	.0743841	
Junio {1}		0.00024712	0.09940016		0.45855743
Agosto {2}	0.00024712		0.03488457		0.00017023
Sep {3}	0.09940016	0.03488457			0.00352544
Nov {4}	0.45855743	0.00017023	0.00352544		

Prueba de Tukey variable de mineralización Caesalpineia sclerocarpa vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0831069	.0402597	.0357880	
C1 Caesalpineia {1}		0.00012928		0.00012898
C8 Caesalpineia {2}	0.00012928			0.74194342
Pasto .... {3}	0.00012898	0.74194342		

Anexo 37

ANOVA de mineralización en el tiempo de Rupectia fusca C1 y C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00867735	24	0.00031184	27.8264236	5.5991E-07
2	3	0.00632176	24	0.00031184	20.2725258	9.1239E-07
12	6	0.00176964	24	0.00031184	5.67486572	0.00086994

Prueba de Tukey variable de mineralización Rupectia fusca vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0893357	.0301208	.0448108	.0713164	
Junio {1}		0.00016105		0.00024742	0.16207933
Agosto {2}	0.00016105			0.31430233	0.00040555
Sep {3}	0.00024742	0.31430233			0.01955765
Nov {4}	0.16207933	0.00040555		0.01955765	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de mineralización Rupectia fusca vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0884118	.0524879	.0357880	
C1 Rupectia {1}		<b>0.00024354</b>		<b>0.00012916</b>
C8 Rupectia {2}	<b>0.00024354</b>			<b>0.07272249</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00012916</b>	<b>0.07272249</b>		

Anexo 38

ANOVA de mineralización en el tiempo de Lonchocarpus eriocarinalis C1C2 vs.Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.0043808	24	0.00017217	25.4450436	<b>1.1734E-06</b>
2	3	0.00434691	24	0.00017217	25.2482128	<b>1.3383E-07</b>
12	6	0.00135749	24	0.00017217	7.88474941	<b>9.1464E-05</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Lonchocarpus eriocarinalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0761715	.0316023	.0470451	.0753985	
Junio {1}		<b>0.00016093</b>	<b>0.00061065</b>		0.99935496
Agosto {2}	<b>0.00016093</b>		0.08609998		<b>0.00016111</b>
Sep {3}	<b>0.00061065</b>	0.08609998			<b>0.00077975</b>
Nov {4}	0.99935496	<b>0.00016111</b>	<b>0.00077975</b>		

Prueba de Tukey variable de mineralización Lonchocarpus eriocarinalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0715580	.0653170	.0357880	
C1 Lonchocarpus {1}		0.48493022		<b>0.00012976</b>
C8 Lonchocarpus {2}	0.48493022			<b>0.00016022</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00012976</b>	<b>0.00016022</b>		

Anexo 39

ANOVA de mineralización en el tiempo de Tabebuia rosae C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.01152054	24	0.00017711	65.0466766	<b>2.0376E-10</b>
2	3	0.00333863	24	0.00017711	18.8504105	<b>1.6789E-06</b>
12	6	0.00204858	24	0.00017711	11.5665903	<b>4.3905E-06</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Tabebuia rosae vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0884823	.0493398	.0466586	.0567754	
Junio {1}		<b>0.00017548</b>	<b>0.00017095</b>		<b>0.00034332</b>
Agosto {2}	<b>0.00017548</b>		0.97327554		0.64182413
Sep {3}	<b>0.00017095</b>	0.97327554			0.3908608
Nov {4}	<b>0.00034332</b>	0.64182413	0.3908608		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización Tabebuia rosae vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0500181	.0951359	.0357880	
C2 Tabebuia {1}		<b>0.00012898</b>		<b>0.03865761</b>
C8 Tabebuia {2}	<b>0.00012898</b>			<b>0.00012892</b>
Pasto .... {3}	<b>0.03865761</b>	<b>0.00012892</b>		

Anexo 40

ANOVA de mineralización en el tiempo de Acacia farnesiana C1 C2 vs. Pasto

1-Spp, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00402689	24	0.00028856	13.9553537	<b>9.5379E-05</b>
2	3	0.00309262	24	0.00028856	10.7176085	<b>0.00011648</b>
12	6	0.00328492	24	0.00028856	11.3840256	<b>5.0211E-06</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Acacia farnesiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0653543	.0361675	.0419525	.0749839	
Junio {1}		<b>0.0066877</b>	<b>0.03513366</b>		0.63129318
Agosto {2}	<b>0.0066877</b>		0.88725424		<b>0.00047719</b>
Sep {3}	<b>0.03513366</b>	0.88725424			<b>0.00214839</b>
Nov {4}	0.63129318	<b>0.00047719</b>	<b>0.00214839</b>		

Prueba de Tukey variable de mineralización Acacia farnesiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0556763	.0723792	.0357880	
C2 Acacia {1}		0.0602715		<b>0.02233744</b>
C8 Acacia {2}	0.0602715			<b>0.00018382</b>
Pasto {3}	<b>0.02233744</b>	<b>0.00018382</b>		

Anexo 41

ANOVA de mineralización en el tiempo de Coclospermun vitifolium C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.01684042	24	0.0005766	29.2066002	<b>3.7203E-07</b>
2	3	0.00300417	24	0.0005766	5.2101779	<b>0.00650362</b>
12	6	0.00438446	24	0.0005766	7.60404062	<b>0.00011922</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Coclospermun vitifolium vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0852456	.0627456	.0405354	.0612601	
Junio {1}		0.22052634	<b>0.00323814</b>		0.17590219
Agosto {2}	0.22052634		0.2301333		0.99923795
Sep {3}	<b>0.00323814</b>	0.2301333			0.28409648
Nov {4}	0.17590219	0.99923795	0.28409648		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización *Coclospermun vitifolium* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0462742	.1052778	.0357880	
C2 <i>Coclospermun</i> {1}		<b>0.00013506</b>		0.54161429
C8 <i>Coclospermun</i> {2}	<b>0.00013506</b>			<b>0.00012928</b>
Pasto .... {3}	0.54161429	<b>0.00012928</b>		

Anexo 42

ANOVA de mineralización en el tiempo de *Guazuma ulmifolia* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.0005055	24	8.7081E-05	5.80499935	<b>0.00878358</b>
2	3	0.00404312	24	8.7081E-05	46.4295807	<b>3.8075E-10</b>
12	6	0.0008424	24	8.7081E-05	9.67373371	<b>1.9058E-05</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización *Guazuma ulmifolia* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0624839	.0126771	.0440902	.0500201	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00188607</b>		<b>0.04268324</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		0.00016099		<b>0.00016057</b>
Sep {3}	<b>0.00188607</b>	<b>0.00016099</b>			0.54276675
Nov {4}	<b>0.04268324</b>	<b>0.00016057</b>	0.54276675		

Prueba de Tukey variable de mineralización *Guazuma ulmifolia* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0423973	.0487681	.0357880	
C2 <i>Guazuma</i> {1}		0.23632365		0.21324176
C8 <i>Guazuma</i> {2}	0.23632365			<b>0.00641036</b>
Pasto .... {3}	0.21324176	<b>0.00641036</b>		

Anexo 43

ANOVA de mineralización en el tiempo de *Cordia elagnoides* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00278753	24	8.6258E-05	32.31604	<b>1.554E-07</b>
2	3	0.0033341	24	8.6258E-05	38.6524925	<b>2.39E-09</b>
12	6	0.00127493	24	8.6258E-05	14.7803946	<b>5.1206E-07</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización *Cordia elagnoides* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0785346	.0335145	.0445129	.0486071	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00016057</b>		<b>0.00017029</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		0.0834775		<b>0.01063657</b>
Sep {3}	<b>0.00016057</b>	0.0834775			0.78650349
Nov {4}	<b>0.00017029</b>	<b>0.01063657</b>	0.78650349		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización Cordia elagnoides vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0662560	.0518327	.0357880	
C2 Cordia {1}		<b>0.002496</b>		<b>0.00012898</b>
C8 Cordia {2}	<b>0.002496</b>			<b>0.00093156</b>
Pasto {3}	<b>0.00012898</b>	<b>0.00093156</b>		

Anexo 44

ANOVA de mineralización en el tiempo de Ceiba pentandra C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00412929	24	0.00023025	17.9339943	<b>1.7227E-05</b>
2	3	0.00541252	24	0.00023025	23.5071869	<b>2.5316E-07</b>
12	6	0.00144898	24	0.00023025	6.29306793	<b>0.00044476</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Ceiba pentandra vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0895330	.0306804	.0504388	.0532246	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00022596</b>		<b>0.00033337</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		<b>0.04970974</b>		<b>0.02105021</b>
Sep {3}	<b>0.00022596</b>	<b>0.04970974</b>			0.97954053
Nov {4}	<b>0.00033337</b>	<b>0.02105021</b>	0.97954053		

Prueba de Tukey variable de mineralización Ceiba pentandra vs. Pasto

MAIN EFFECT: SPP

	{1}	{2}	{3}	
	.0598430	.0722766	.0357880	
C2 Ceiba {1}	0.13223875			
C8 Ceiba {2}		0.13223875		<b>0.00207287</b>
Pasto .. {3}	<b>0.00207287</b>			<b>0.00013775</b>

Anexo 45

ANOVA de mineralización en el tiempo de Albizia occidentalis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00359819	24	9.7416E-05	36.9363213	<b>4.7271E-08</b>
2	3	0.00400735	24	9.7416E-05	41.1364746	<b>1.2886E-09</b>
12	6	0.00294643	24	9.7416E-05	30.2458858	<b>4.671E-10</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0838849	.0412077	.0374799	.0513084	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00016057</b>		<b>0.00016123</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		0.85323137		0.16025132
Sep {3}	<b>0.00016057</b>	0.85323137			<b>0.03148913</b>
Nov {4}	<b>0.00016123</b>	0.16025132	<b>0.03148913</b>		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización Albizia occidentalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0703955	.0542271	.0357880	
C2 Albizia {1}		<b>0.00153542</b>		<b>0.00012898</b>
C8 Albizia {2}	<b>0.00153542</b>			<b>0.00045717</b>
Pasto {3}	<b>0.00012898</b>	<b>0.00045717</b>		

Anexo 46

ANOVA de mineralización en el tiempo de Spondias purpurea C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00229709	24	8.3698E-05	27.4450493	<b>6.2844E-07</b>
2	3	0.0037883	24	8.3698E-05	45.2616539	<b>4.931E-10</b>
12	6	0.00141096	24	8.3698E-05	16.8578625	<b>1.5255E-07</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0756441	.0260386	.0456723	.0535306	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00016999</b>		<b>0.00031203</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		<b>0.00083137</b>		<b>0.00017345</b>
Sep {3}	<b>0.00016999</b>	<b>0.00083137</b>			<b>0.28797245</b>
Nov {4}	<b>0.00031203</b>	<b>0.00017345</b>	<b>0.28797245</b>		

Prueba de Tukey variable de mineralización Spondias purpurea vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0633696	.0515066	.0357880	
C2 Spondias {1}		<b>0.01103449</b>		<b>0.00012904</b>
C8 Spondias {2}	<b>0.01103449</b>			<b>0.00099003</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00012904</b>	<b>0.00099003</b>		

Anexo 47

ANOVA de mineralización en el tiempo de Ipomea wolcotiana C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.0046691	24	0.00011106	42.0409851	<b>1.4371E-08</b>
2	3	0.00308043	24	0.00011106	27.736496	<b>5.6846E-08</b>
12	6	0.0020996	24	0.00011106	18.9049835	<b>5.1524E-08</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0756441	.0260386	.0456723	.0535306	
Junio {1}		<b>0.00016057</b>	<b>0.00016999</b>		<b>0.00031203</b>
Agosto {2}	<b>0.00016057</b>		<b>0.00083137</b>		<b>0.00017345</b>
Sep {3}	<b>0.00016999</b>	<b>0.00083137</b>			<b>0.28797245</b>
Nov {4}	<b>0.00031203</b>	<b>0.00017345</b>	<b>0.28797245</b>		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de mineralización Ipomea wolcotiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0751721	.0534934	.0357880	
C2 Ipomea {1}		<b>0.0002284</b>		<b>0.00012892</b>
C8 Ipomea {2}	<b>0.0002284</b>			<b>0.00121653</b>
Pasto {3}	<b>0.00012892</b>	<b>0.00121653</b>		

Anexo 48

ANOVA de mineralización en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.00400803	24	0.00015597	25.6967773	<b>1.0827E-06</b>
2	3	0.00164894	24	0.00015597	10.5718527	<b>0.0001276</b>
12	6	0.0025066	24	0.00015597	16.0706215	<b>2.38E-07</b>

Prueba de Tukey variable de mineralización Lagrezia monosperma vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0739050	.0464654	.0440741	.0552375	
Junio {1}		<b>0.00066936</b>	<b>0.00033754</b>		<b>0.02015734</b>
Agosto {2}	<b>0.00066936</b>		0.97690994		0.45887721
Sep {3}	<b>0.00033754</b>	0.97690994			0.25625145
Nov {4}	<b>0.02015734</b>	0.45887721	0.25625145		

Prueba de Tukey variable de mineralización Lagrezia monosperma vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0721981	.0567754	.0357880	
C2 Lagrezia {1}		<b>0.01564246</b>		<b>0.00012928</b>
C8 Lagrezia {2}	<b>0.01564246</b>			<b>0.00121367</b>
Pasto {3}	<b>0.00012928</b>	<b>0.00121367</b>		

Anexo General para Nitrificación

MANOVA de Nitrificación en el tiempo de todas las especies

MANOVA

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	38	0.00059002	264	8.8328E-05	6.67980909	<b>5.9202E-22</b>
2	3	0.00124918	264	8.8328E-05	14.1424427	<b>1.4156E-08</b>
12	114	0.00057024	264	8.8328E-05	6.45588636	<b>0</b>

El Anexo general de Nitrificación de spp vs. spp no se incluye debido al tamaño de la matriz

Prueba de Tukey variable Nitrificación de todas las especies vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0298261	.0218423	.0227261	.0228821
Junio {1}		<b>7.689E-06</b>		<b>7.8678E-06</b>
Agosto {2}	<b>7.689E-06</b>			0.90421546
Sep {3}	<b>7.8678E-06</b>	0.90421546		0.99937946
Nov {4}	<b>8.1658E-06</b>	0.85368967		0.99937946

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 49

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Swetenia humilis C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error		
1	0.0022857	24	0.00014224	16.068779	3.7281E-05
2	0.0007479	24	0.00014224	5.2578249	0.0062429
12	0.00164159	24	0.00014224	11.5405626	4.4749E-06

Prueba de Tukey variable de nitrificación Swetenia humilis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0367114	.0341081	.0198311	.0196267	
Junio {1}		0.96643573	0.02943873		0.0271467
Agosto {2}	0.96643573		0.07901257		0.07337916
Sep {3}	0.02943873	0.07901257			0.99998403
Nov {4}	0.0271467	0.07337916	0.99998403		

Prueba de Tukey variable de nitrificación Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0222436	.0432400	.0172244	
C1 Swetenia {1}		0.00078261		0.5651961
C8 Swetenia {2}	0.00078261			0.0001756
Pasto .... {3}	0.5651961	0.0001756		

Anexo 50

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Hintonia latiflora C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error		
1	0.00040081	24	6.0111E-05	6.66781569	0.00497798
2	0.00069377	24	6.0111E-05	11.5413866	7.0418E-05
12	0.00042217	24	6.0111E-05	7.02306271	0.00021013

Prueba de Tukey variable de mineralización Hintonia latiflora vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0316480	.0138681	.0269867	.0151289	
Junio {1}		0.00046343	0.58688712		0.00089478
Agosto {2}	0.00046343		0.00762141		0.98560995
Sep {3}	0.58688712	0.00762141			0.01703489
Nov {4}	0.00089478	0.98560995	0.01703489		

Prueba de Tukey variable de nitrificación Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0201327	.0283667	.0172244	
C1 Hintonia {1}		0.04015851		0.63401341
C8 Hintonia {2}	0.04015851			0.00490236
Pasto {3}	0.63401341	0.00490236		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 51

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Crescentia alata* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00092991	24	0.00010076	9.22897911	<b>0.00106421</b>
2	3	0.00016515	24	0.00010076	1.63903081	0.20671691
12	6	0.0005597	24	0.00010076	5.55478716	<b>0.00099507</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación *Crescentia alata* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.0247173	.0347683	.0172244
C1 <i>Crescentia</i> {1}		0.0550068	0.18197358
C8 <i>Crescentia</i> {2}	0.0550068		<b>0.00083637</b>
Pasto .... {3}	0.18197358	<b>0.00083637</b>	

Anexo 52

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Caesalpinia sclerocarpa* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00015821	24	6.8627E-05	2.30541968	0.12138575
2	3	0.00084776	24	6.8627E-05	12.3531275	<b>4.3731E-05</b>
12	6	0.00035945	24	6.8627E-05	5.23770809	<b>0.00142847</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación *Caesalpinia sclerocarpa* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0259985	.0059289	.0255896	.0242607
Junio {1}		<b>0.00030756</b>	0.99961984	0.97000545
Agosto {2}	<b>0.00030756</b>		<b>0.00035286</b>	<b>0.00062782</b>
Sep {3}	0.99961984	<b>0.00035286</b>		0.98616695
Nov {4}	0.97000545	<b>0.00062782</b>	0.98616695	

Anexo 53

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Rupectia fusca* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00110313	24	9.3694E-05	11.7738409	<b>0.00027352</b>
2	3	0.00025579	24	9.3694E-05	2.73007011	0.06616068
12	6	0.0008301	24	9.3694E-05	8.85973454	<b>3.7969E-05</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación *Rupectia fusca* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.0342368	.0180678	.0172244
C1 <i>Rupectia</i> {1}		<b>0.00128263</b>	<b>0.00079465</b>
C8 <i>Rupectia</i> {2}	<b>0.00128263</b>		0.9753027
Pasto .... {3}	<b>0.00079465</b>	0.9753027	

Anexo 54

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS		df	MS		
	Effect	Effect		Error	Error	F	p-level
1	2	0.00024862		24	0.00010374	2.39669991	0.11246555
2	3	0.00014938		24	0.00010374	1.44002163	0.25583869
12	6	0.0004376		24	0.00010374	4.21844578	<b>0.00489641</b>

Anexo 55

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS		df	MS		
	Effect	Effect		Error	Error	F	p-level
1	2	0.00295167		24	0.00017449	16.915802	<b>2.6095E-05</b>
2	3	0.00043913		24	0.00017449	2.51661563	0.08225675
12	6	0.00191756		24	0.00017449	10.9893904	<b>6.7452E-06</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación *Lonchocarpus eriocarinalis* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0197544	.0455656	.0172244	
C2 <i>Tabebuia</i> {1}		<b>0.00031948</b>		0.88638747
C8 <i>Tabebuia</i> {2}	<b>0.00031948</b>			<b>0.00018656</b>
Pasto .... {3}	0.88638747	<b>0.00018656</b>		

Anexo 56

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Tabebuia rosae* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-VAR2

	df	MS		df	MS		
	Effect	Effect		Error	Error	F	p-level
1	2	0.00295167		24	0.00017449	16.915802	<b>2.6095E-05</b>
2	3	0.00043913		24	0.00017449	2.51661563	0.08225675
12	6	0.00191756		24	0.00017449	10.9893904	<b>6.7452E-06</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación *Tabebuia rosae* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0197544	.0455656	.0172244	
C2 <i>Tabebuia</i> {1}		<b>0.00031948</b>		0.88638747
C8 <i>Tabebuia</i> {2}	<b>0.00031948</b>			<b>0.00018656</b>
Pasto .... {3}	0.88638747	<b>0.00018656</b>		

Anexo 57

ANOVA de nitrificación en el tiempo de *Acacia farnesiana* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS		df	MS		
	Effect	Effect		Error	Error	F	p-level
1	2	0.00064206		24	8.715E-05	7.36731529	<b>0.00320141</b>
2	3	0.00019152		24	8.715E-05	2.19756603	0.11447533
12	6	0.00057709		24	8.715E-05	6.62177372	<b>0.0003156</b>

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de nitrificación Acacia famesiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0212111	.0314078	.0172244	
C2 Acacia {1}		<b>0.03422493</b>		0.55593109
C8 Acacia {2}	<b>0.03422493</b>			<b>0.00303328</b>
Pasto {3}	0.55593109	<b>0.00303328</b>		

Anexo 58

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Coclospermun vitifolium C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00156297	24	0.0001357	11.5182314	<b>0.0003114</b>
2	3	0.00066606	24	0.0001357	4.90849113	<b>0.0084522</b>
12	6	0.00118805	24	0.0001357	8.75522995	<b>4.16E-05</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación Coclospermun vitifolium vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0339037	.0249422	.0234430	.0129141	
Junio {1}		0.38060695	0.25265568		<b>0.00438964</b>
Agosto {2}	0.38060695		0.99276662		0.15468711
Sep {3}	0.25265568	0.99276662			0.24763691
Nov {4}	<b>0.00438964</b>	0.15468711	0.24763691		

Prueba de Tukey variable de nitrificación Coclospermun vitifolium vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0171989	.0369789	.0172244	
C2 Coclospermun{1}		<b>0.00110298</b>		0.99998617
C8 Coclospermun{2}	<b>0.00110298</b>			<b>0.00111616</b>
Pasto .... {3}	0.99998617	<b>0.00111616</b>		

Anexo 59

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Guazuma ulmifolia C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00010441	24	6.3592E-05	1.64190936	0.21462138
2	3	0.00067318	24	6.3592E-05	10.5859318	<b>0.00012648</b>
12	6	0.00023396	24	6.3592E-05	3.67901802	<b>0.00983836</b>

Prueba de Tukey variable de nitrificación Guazuma ulmifolia' vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}	
	.0209215	.0038163	.0229319	.0136637	
Junio {1}		<b>0.00083512</b>	0.94976586		0.24233741
Agosto {2}	<b>0.00083512</b>		<b>0.00032938</b>		0.06707186
Sep {3}	0.94976586	<b>0.00032938</b>			0.09162509
Nov {4}	0.24233741	0.06707186	0.09162509		

Anexo 60

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Cordia elagnoides C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	7.1555E-05	24	7.2291E-05	0.98980957	0.38631499
2	3	0.00085974	24	7.2291E-05	11.8927355	5.7166E-05
12	6	0.00026522	24	7.2291E-05	3.66876268	0.00997292

Prueba de Tukey variable de nitrificación Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0266800	.0070874	.0283496	.0176504
Junio {1}		<b>0.00044596</b>	0.975178	0.13790178
Agosto {2}	<b>0.00044596</b>		<b>0.00025737</b>	0.06490374
Sep {3}	0.975178	<b>0.00025737</b>		0.06047666
Nov {4}	0.13790178	0.06490374	0.06047666	

Anexo 61

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Ceiba pentandra C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00047245	24	0.00014375	3.28668261	0.05475402
2	3	0.00070449	24	0.00014375	4.90090752	0.00850865
12	6	0.00027085	24	0.00014375	1.88424265	0.1250324

Prueba de Tukey variable de nitrificación Ceiba pentandra vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0257259	.0156059	.0349600	.0174800
Junio {1}		0.30226326	0.37962425	0.47681904
Agosto {2}	0.30226326		<b>0.0112201</b>	0.98718268
Sep {3}	0.37962425	<b>0.0112201</b>		<b>0.02404857</b>
Nov {4}	0.47681904	0.98718268	<b>0.02404857</b>	

Anexo 62

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Albizia occidentalis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00025082	24	5.3066E-05	4.72656775	0.01859058
2	3	0.00093889	24	5.3066E-05	17.6928844	2.8245E-06
12	6	0.00055263	24	5.3066E-05	10.4139671	1.051E-05

Prueba de Tukey variable de nitrificación Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0326770	.0098031	.0274637	.0174800
Junio {1}		<b>0.00017101</b>	0.44283265	<b>0.00109255</b>
Agosto {2}	<b>0.00017101</b>		<b>0.00030625</b>	0.14239538
Sep {3}	0.44283265	<b>0.00030625</b>		<b>0.03631568</b>
Nov {4}	<b>0.00109255</b>	0.14239538	<b>0.03631568</b>	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de nitrificación Albizia occidentalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.0219778	.0263657	.0172244	
C2 Albizia {1}		0.32017744		0.26579881
C8 Albizia {2}	0.32017744			0.01398247
Pasto {3}	0.26579881	0.01398247		

Anexo 63

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Spondias purpurea C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00014817	24	6.7874E-05	2.18301129	0.13457164
2	3	0.00067033	24	6.7874E-05	9.87610626	0.00019915
12	6	0.00039797	24	6.7874E-05	5.86340523	0.00070637

Prueba de Tukey variable de nitrificación Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.0263733	.0088593	.0278044	.0199333
Junio {1}		0.00091374	0.98257673	0.36692017
Agosto {2}	0.00091374		0.00045323	0.04102993
Sep {3}	0.98257673	0.00045323		0.20646036
Nov {4}	0.36692017	0.04102993	0.20646036	

Anexo 64

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Ipomea wolcotiana C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00012257	24	9.2634E-05	1.32320929	0.2850157
2	3	0.00021329	24	9.2634E-05	2.30246282	0.10262223
12	6	0.00051494	24	9.2634E-05	5.55889273	0.00099049

Anexo 65

ANOVA de nitrificación en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00098546	24	9.3781E-05	10.5081758	0.00052734
2	3	0.00023336	24	9.3781E-05	2.48838878	0.08467738
12	6	0.00140814	24	9.3781E-05	15.0152283	4.4379E-07

Prueba de Tukey variable de nitrificación Lagrezia monosperma vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.0347811	.0221056	.0172244
C2 Lagrezia {1}		0.01029259	
C8 Lagrezia {2}	0.01029259		0.44504952
Pasto .... {3}	0.00059992	0.44504952	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo General para Ntotal

MANOVA de Ntotal en el tiempo de todas las especies

1-SPP, 2-T

	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	38	0.01998673	198	0.01149333	1.73898435	0.00827666
2	2	2.09599042	198	0.01149333	182.365768	0
12	76	0.01916374	198	0.01149333	1.66737878	0.00260273

El Anexo general de Ntotal de spp vs. spp no se incluye debido al tamaño de la matriz

Tukey HSD test; variable N\_TOT (basedatos ntot.sta)

MAIN EFFECTo: T

	{1}	{2}	{3}
Junio {1}	.2723123	2.1815E-05	.3921205
Agosto {2}			2.1815E-05
Sep {3}			2.1815E-05

Anexo 66

ANOVA de N total en el tiempo de Swetenia humilis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	2	0.05593222	18	0.00418103	13.3776207	0.00027533
2	2	0.23100661	18	0.00418103	55.2511406	2.0761E-08
12	4	0.01200165	18	0.00418103	2.87050247	0.05310623

Prueba de Tukey variable de Ntotal Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
C1 Swetenia {1}	.3389106	0.00481397	.1867935
C8 Swetenia {2}			0.40424299
Pasto .... {3}		0.0003888	

Anexo 67

ANOVA de N total en el tiempo de Hintonia latiflora C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	2	0.03669078	18	0.00327783	11.1936083	0.00069384
2	2	0.25218803	18	0.00327783	76.9374313	1.5154E-09
12	4	0.01802337	18	0.00327783	5.49856186	0.00450764

Prueba de Tukey variable de N total Hintonia latiflora vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
Junio {1}	.2814366	0.00278735	.0594871
Agosto {2}			0.00014973
Sep {3}		0.00014985	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de Ntotal Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.3123347	.2293205	.1867935
C1 Hintonia {1}		<b>0.01714289</b>	<b>0.00066745</b>
C8 Hintonia {2}	<b>0.01714289</b>		0.281367
Pasto {3}	<b>0.00066745</b>	0.281367	

Anexo 68

ANOVA de N total en el tiempo de Cresentia alata C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.0094412	18	0.00424703	2.22301149	0.13715066
2	2	0.15992133	18	0.00424703	37.6548691	<b>3.6992E-07</b>
12	4	0.01028553	18	0.00424703	2.42181873	<b>0.0860731</b>

Prueba de Tukey variable de N total Cresentia alata vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	.2452923	.3444431	.0805457
Junio {1}		<b>0.01245534</b>	<b>0.00025105</b>
Agosto {2}	<b>0.01245534</b>		<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00025105</b>	<b>0.00014973</b>	

Anexo 69

ANOVA de N total en el tiempo de Caesalpineia sclerocarpa C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-VAR2

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.11704565	18	0.02006133	5.83439207	<b>0.01113666</b>
2	2	0.09584508	18	0.02006133	4.7776041	<b>0.02165805</b>
12	4	0.04578854	18	0.02006133	2.28242826	0.10037124

Prueba de Tukey variable de Ntotal Caesalpineia sclerocarpa vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.4061319	.2423034	.1867935
C1 Caesalpineia {1}		0.06080019	<b>0.01102597</b>
C8 Caesalpineia {2}	0.06080019		0.68897212
Pasto .... {3}	<b>0.01102597</b>	0.68897212	

Anexo 70

ANOVA de N total en el tiempo de Rupectia fusca C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.02139231	18	0.0023177	9.22998619	<b>0.00174223</b>
2	2	0.22495191	18	0.0023177	97.0583878	<b>2.2818E-10</b>
12	4	0.01833697	18	0.0023177	7.91172028	<b>0.00072927</b>

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de N total Rupectia fusca vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
		0.2629921	0.3706885	0.0593814
Junio {1}			<b>0.00056785</b>	<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	<b>0.00056785</b>			<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>		<b>0.00014973</b>	

Prueba de Tukey variable de Ntotal Rupectia fusca vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
		0.2832987	0.2229698	0.1867935
C1 Rupectia {1}			<b>0.04056531</b>	<b>0.00144035</b>
C8 Rupectia {2}	<b>0.04056531</b>			0.27373111
Pasto .... {3}	<b>0.00144035</b>		0.27373111	

Anexo 71

ANOVA de N total en el tiempo de Lonchocarpus eriocarinalis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.02832564	18	0.00279947	10.1182318	<b>0.00113541</b>
2	2	0.19923176	18	0.00279947	71.1677856	<b>2.8326E-09</b>
12	4	0.01477721	18	0.00279947	5.27858353	<b>0.00542251</b>

Prueba de Tukey variable de N total Lonchocarpus eriocarinalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2652810	.3758772	.0813367	
Junio {1}		<b>0.00099683</b>		<b>0.0001505</b>
Agosto {2}	<b>0.00099683</b>			<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.0001505</b>	<b>0.00014973</b>		

ANOVA de Ntotal de Lonchocarpus eriocarinalis C1 C2 vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.2987894	.2369120	.1867935	
C1 Lonchocarpus {1}		0.05766338		<b>0.00089586</b>
C8 Lonchocarpus {2}	0.05766338			0.13867497
Pasto .... {3}	<b>0.00089586</b>	0.13867497		

Anexo 72

ANOVA de N total en el tiempo de Tabebuia rosae C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.0340814	18	0.02216308	1.53775585	0.24179612
2	2	0.27658278	18	0.02216308	12.4794388	<b>0.00039809</b>
12	4	0.0221303	18	0.02216308	0.99852097	0.43388891

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de N total *Tabebuia rosae* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2406648	.4078607	.0573763	
Junio {1}		0.06977981		<b>0.0445267</b>
Agosto {2}	0.06977981			<b>0.00038677</b>
Sep {3}	<b>0.0445267</b>	<b>0.00038677</b>		

Anexo 73

ANOVA de N total en el tiempo de *Acacia farnesiana* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.02781385	18	0.01973088	1.4096607	0.26993144
2	2	0.21380946	18	0.01973088	10.8362827	<b>0.00081478</b>
12	4	0.01835809	18	0.01973088	0.93042403	0.46836853

Prueba de Tukey variable de N total *Acacia farnesiana* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2633366	.3790224	.0737276	
Junio {1}		0.21567512		<b>0.02668351</b>
Agosto {2}	0.21567512			<b>0.00071794</b>
Sep {3}	<b>0.02668351</b>	<b>0.00071794</b>		

Anexo 74

ANOVA de N total en el tiempo de *Coclospermun vitifolium* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.04162788	18	0.03232619	1.28774464	0.30012423
2	2	0.25897798	18	0.03232619	8.01139736	<b>0.0032473</b>
12	4	0.02881595	18	0.03232619	0.89141184	0.48915857

Prueba de Tukey variable de N total *Coclospermun vitifolium* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2600527	.4051730	.0670360	
Junio {1}		0.22802925		0.08518618
Agosto {2}	0.22802925			<b>0.00246072</b>
Sep {3}	0.08518618	<b>0.00246072</b>		

Anexo 75

ANOVA de N total en el tiempo de *Guazuma ulmifolia* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.01034331	18	0.00175306	5.90015125	<b>0.01070204</b>
2	2	0.16537194	18	0.00175306	94.3333893	<b>2.8841E-10</b>
12	4	0.00365455	18	0.00175306	2.08466887	0.12516832

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de N total Guazuma ulmifolia vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2811416	.3233726	.0703382	
Junio {1}		0.10987502		<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	0.10987502			<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>		

ANOVA de Ntotal de Guazuma ulmifolia C1 C2 vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.2515973	.2364616	.1867935	
C2 Guazuma {1}		0.72760689		<b>0.01106721</b>
C8 Guazuma {2}	0.72760689			0.05378115
Pasto .... {3}	<b>0.01106721</b>	0.05378115		

Anexo 76

ANOVA de N total en el tiempo de Cordia elagnoides C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.01657407	18	0.00248153	6.67896795	<b>0.0067659</b>
2	2	0.22455123	18	0.00248153	90.4889679	<b>4.057E-10</b>
12	4	0.00993252	18	0.00248153	4.0025773	<b>0.01706154</b>

Prueba de Tukey variable de N total Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	.2694032	.3608920	.0532836	
Junio {1}		<b>0.00299835</b>		<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	<b>0.00299835</b>			<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>		

ANOVA de Ntotal de Cordia elagnoides C1 C2 vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	.2724082	.2243772	.1867935	
C2 Cordia {1}		0.13015538		<b>0.00510865</b>
C8 Cordia {2}	0.13015538			0.27109575
Pasto {3}	<b>0.00510865</b>	0.27109575		

Anexo 77

ANOVA de N total en el tiempo de Ceiba pentandra C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	0.03153336	18	0.02641969	1.19355524	0.3260254
2	2	0.07210564	18	0.02641969	2.72923899	0.09220491
12	4	0.03048137	18	0.02641969	1.15373707	0.36365512

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 78

ANOVA de N total en el tiempo de Albizia occidentalis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error	Error		
1	2	0.00636917	18	0.00195078	3.26493335	0.06168731
2	2	0.1880621	18	0.00195078	96.4034424	2.4126E-10
12	4	0.00527574	18	0.00195078	2.70442295	0.0633637

Prueba de Tukey variable de N total Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	.2673588	.3214638	.0484604
Junio {1}		<b>0.0457111</b>	<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	<b>0.0457111</b>		<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>	

Anexo 79

ANOVA de N total en el tiempo de Spondias purpurea C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error	Error		
1	2	0.0006643	18	0.00294053	0.2259126	0.80001581
2	2	0.16636071	18	0.00294053	56.5751305	1.7279E-08
12	4	0.01807539	18	0.00294053	6.14698887	0.0026668

Prueba de Tukey variable de N total Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	.2648477	.2699513	.0319551
Junio {1}		0.97837305	<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	0.97837305		<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>	

Anexo 80

ANOVA de N total en el tiempo de Ipomea wolcotiana C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error	Error		
1	2	0.00672024	18	0.00119161	5.6396265	0.01254332
2	2	0.1987557	18	0.00119161	166.795914	2.416E-12
12	4	0.00541117	18	0.00119161	4.54106092	0.01034931

Prueba de Tukey variable de N total Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	.2696255	.3171537	.0393075
Junio {1}		<b>0.02369428</b>	<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	<b>0.02369428</b>		<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

ANOVA de Ntotal de Ipomea wolcotiana C1 C2 vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	.1999763	.2393168	.1867935
C2 Ipomea {1}		0.06520563	0.70177734
C8 Ipomea {2}	0.06520563		<b>0.0124492</b>
Pasto .... {3}	0.70177734	<b>0.0124492</b>	

Anexo 81

ANOVA de N total en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.00884729	18	0.00297939	2.96949363	0.07682465
2	2	0.24344294	18	0.00297939	81.7089386	<b>9.3182E-10</b>
12	4	0.00220172	18	0.00297939	0.73898143	0.57758927

Prueba de Tukey variable de N total Lagrezia monosperma vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	.3102705	.3200800	.0304377
Junio {1}		0.92343771	<b>0.00014973</b>
Agosto {2}	0.92343771		<b>0.00014973</b>
Sep {3}	<b>0.00014973</b>	<b>0.00014973</b>	

Anexo General de C total

Manova general para C total

Manova

1-SP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	38	4.53420401	198	1.08991873	4.1601305	<b>2.2348E-11</b>
2	2	56.0309029	198	1.08991873	51.4083328	<b>1.0422E-18</b>
12	76	8.22307968	198	1.08991873	7.54467201	<b>1.8908E-30</b>

El Anexo general de C total ssp vs. ssp no se incluye debido al tamaño de la matriz.

Prueba de Tuckey general en el tiempo

	{1}	{2}	{3}
	5.608363	4.041771	4.860471
Junio {1}		<b>2.1815E-05</b>	<b>2.2233E-05</b>
Agosto {2}	<b>2.1815E-05</b>		<b>2.1815E-05</b>
Sep {3}	<b>2.2233E-05</b>	<b>2.1815E-05</b>	

Anexo 82

ANOVA de C total en el tiempo de Swetenia humilis C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	17.4702797	18	0.42113873	41.483429	<b>1.819E-07</b>
2	2	19.0384293	18	0.42113873	45.2070236	<b>9.587E-08</b>
12	4	15.0698547	18	0.42113873	35.7835884	<b>2.4364E-08</b>

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de C total Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	3.597399	5.701696	6.231438
C1 Swetenia {1}		<b>0.00015235</b>	<b>0.00014973</b>
C8 Swetenia {2}	<b>0.00015235</b>		0.22109288
Pasto .... {3}	<b>0.00014973</b>	0.22109288	

Anexo 83

ANOVA de C total en el tiempo de Hintonia latiflora C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	14.4481859	18	1.26538408	11.418025	<b>0.00062814</b>
2	2	0.15575761	18	1.26538408	0.12309118	0.8849209
12	4	7.23533964	18	1.26538408	5.7178998	<b>0.00376213</b>

Prueba de Tukey variable de C total Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	4.491097	3.766127	6.231438
C1 Hintonia {1}		0.37840384	<b>0.01109892</b>
C8 Hintonia {2}	0.37840384		<b>0.00067031</b>
Pasto {3}	<b>0.01109892</b>	<b>0.00067031</b>	

Anexo 84

ANOVA de C total en el tiempo de Cresentia lata C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	16.4746037	18	0.41489977	39.7074318	<b>2.5109E-07</b>
2	2	3.09155917	18	0.41489977	7.4513402	<b>0.00438906</b>
12	4	16.3214149	18	0.41489977	39.3382111	<b>1.1485E-08</b>

Prueba de Tukey variable de C total Cresentia alata vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	5.738729	4.609098	4.902860
Junio {1}		<b>0.00435781</b>	<b>0.03348607</b>
Agosto {2}	<b>0.00435781</b>		0.60613996
Sep {3}	<b>0.03348607</b>	0.60613996	

Prueba de Tukey variable de C total Cresentia alata vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	5.427393	3.591857	6.231438
C1 Cresentia {1}		<b>0.00017005</b>	<b>0.04141319</b>
C8 Cresentia {2}	<b>0.00017005</b>		<b>0.00014973</b>
Pasto .... {3}	<b>0.04141319</b>	<b>0.00014973</b>	

Anexo 85

ANOVA de C total en el tiempo de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	4.10979652	18	1.24353874	3.30492043	0.05990641
2	2	3.88122869	18	1.24353874	3.12111592	0.06859606
12	4	8.22518349	18	1.24353874	6.61433601	<b>0.00185844</b>

Anexo 86

ANOVA de C total en el tiempo de *Rupectia fusca* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	5.3566618	18	0.50216913	10.6670475	<b>0.0008801</b>
2	2	3.31599379	18	0.50216913	6.60334063	<b>0.00706682</b>
12	4	10.9508533	18	0.50216913	21.8071022	<b>1.0608E-06</b>

Prueba de Tukey variable de C total *Rupectia fusca* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	5.906082	4.706984	5.470709
Junio {1}		<b>0.00575709</b>	0.41161984
Agosto {2}	<b>0.00575709</b>		0.08377278
Sep {3}	0.41161984	0.08377278	

ANOVA de C total de *Rupectia fusca* C1 C2 vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	5.091321	4.761016	6.231438
C1 <i>Rupectia</i> {1}		0.59316194	<b>0.00838339</b>
C8 <i>Rupectia</i> {2}	0.59316194		<b>0.00106114</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00838339</b>	<b>0.00106114</b>	

Anexo 87

ANOVA de C total en el tiempo de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	11.3091478	18	1.38414729	8.17047977	<b>0.00298635</b>
2	2	0.70740712	18	1.38414729	0.51107788	0.60829598
12	4	6.8830204	18	1.38414729	4.97275114	<b>0.00705295</b>

Prueba de Tukey variable de C total *Lonchocarpus eriocarinalis* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	4.644620	4.066452	6.231438
C1 <i>Lonchocarpus</i> {1}		0.56068099	<b>0.02681041</b>
C8 <i>Lonchocarpus</i> {2}	0.56068099		<b>0.00295037</b>
Pasto {3}	<b>0.02681041</b>	<b>0.00295037</b>	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 88

ANOVA de C total en el tiempo de *Tabebuia rosae* C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	14.5755205	18	0.52241939	27.9000359	3.0545E-06
2	2	1.20133233	18	0.52241939	2.2995553	0.12901209
12	4	9.72404003	18	0.52241939	18.6134739	3.3148E-06

Prueba de Tukey variable de C total *Tabebuia rosae* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	4.941246	3.686326	6.231438
C2 <i>Tabebuia</i> {1}		0.00471467	0.0037756
C8 <i>Tabebuia</i> {2}	0.00471467		0.00015026
Pasto .... {3}	0.0037756	0.00015026	

Anexo 89

ANOVA de C total en el tiempo de *Acacia farnesiana* C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	5.72074842	18	0.49296322	11.6048174	0.00057871
2	2	3.20730209	18	0.49296322	6.50616932	0.00747553
12	4	14.1326971	18	0.49296322	28.6688671	1.367E-07

Prueba de Tukey variable de C total *Acacia farnesiana* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	5.352398	4.694916	5.886727
Junio {1}		0.14434856	0.26543349
Agosto {2}	0.14434856		0.00562006
Sep {3}	0.26543349	0.00562006	

Prueba de Tukey variable de C total *Acacia farnesiana* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	4.878012	4.824591	6.231438
C2 <i>Acacia</i> {1}		0.98583907	0.00200278
C8 <i>Acacia</i> {2}	0.98583907		0.00144547
Pasto {3}	0.00200278	0.00144547	

Anexo 90

ANOVA de C total en el tiempo de *Coclospermun vitifolium* C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	6.31288958	18	0.37624645	16.7786026	7.7063E-05
2	2	10.1242304	18	0.37624645	26.9085064	3.9031E-06
12	4	21.7719879	18	0.37624645	57.8662949	4.9568E-10

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de C total Coclospermun vitifolium vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	5.634332	4.738429	6.851542	
Junio {1}		<b>0.01635188</b>		<b>0.00156873</b>
Agosto {2}	<b>0.01635188</b>			<b>0.00015062</b>
Sep {3}	<b>0.00156873</b>	<b>0.00015062</b>		

Prueba de Tukey variable de C total Coclospermun vitifolium vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	4.774384	6.218481	6.231438	
C2 Coclospermun {1}		<b>0.00038677</b>		<b>0.00036353</b>
C8 Coclospermun {2}	<b>0.00038677</b>			0.99897343
Pasto .... {3}	<b>0.00036353</b>	0.99897343		

Anexo 91

ANOVA de C total en el tiempo de Guazuma ulmifolia C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	11.0237398	18	0.72015274	15.3075027	<b>0.00013077</b>
2	2	0.5021854	18	0.72015274	0.69733179	0.51087224
12	4	5.80376816	18	0.72015274	8.05907917	<b>0.0006595</b>

Prueba de Tukey variable de C total Guazuma ulmifolia vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	4.271103	4.361104	6.231438	
C2 Guazuma {1}		0.97260332		<b>0.00044334</b>
C8 Guazuma {2}	0.97260332			<b>0.00064021</b>
Pasto .... {3}	<b>0.00044334</b>	<b>0.00064021</b>		

Anexo 92

ANOVA de C total en el tiempo de Cordia elagnoides C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	7.42623091	18	0.72342813	10.2653332	<b>0.00105973</b>
2	2	2.61126471	18	0.72342813	3.60957003	<b>0.04807066</b>
12	4	9.90438843	18	0.72342813	13.6909084	<b>2.6968E-05</b>

Prueba de Tukey variable de C total Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
		5.291387	4.623833	5.689867
Junio {1}			0.24558759	0.59008557
Agosot {2}		0.24558759		<b>0.04052734</b>
Sep {3}		0.59008557	<b>0.04052734</b>	

Prueba de Tukey variable de C total Cordia elagnoides vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	4.514025	4.859624	6.231438	
C2 Cordia {1}		0.67044842		<b>0.00135463</b>
C8 Cordia {2}	0.67044842			<b>0.00823408</b>
Pasto {3}	<b>0.00135463</b>	<b>0.00823408</b>		

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 93

ANOVA de C total en el tiempo de Ceiba pentandra C1 C2 vs. Pasto 1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	7.51747465	18	2.72352886	2.76019645	0.09004329
2	2	4.65760469	18	2.72352886	1.71013606	0.20894292
12	4	15.9848061	18	2.72352886	5.86915255	<b>0.00332766</b>

Anexo 94

ANOVA de C total en el tiempo de Albizia occidentalis C1 C2 vs. Pasto 1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	6.46890354	18	0.5725252	11.2988968	<b>0.00066211</b>
2	2	6.0044508	18	0.5725252	10.4876623	<b>0.00095575</b>
12	4	10.1833277	18	0.5725252	17.7866898	<b>4.5646E-06</b>

Prueba de Tukey variable de C total Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	5.695260	4.310264	5.752977	
Junio {1}		<b>0.00308162</b>		0.98576748
Agosot {2}	<b>0.00308162</b>			<b>0.00219464</b>
Sep {3}	0.98576748	<b>0.00219464</b>		

Prueba de Tukey variable de C total Albizia occidentalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	4.740795	4.786267	6.231438	
C2 Albizia {1}		0.99117172		<b>0.00166774</b>
C8 Albizia {2}	0.99117172			<b>0.00216353</b>
Pasto {3}	<b>0.00166774</b>	<b>0.00216353</b>		

Anexo 95

ANOVA de C total en el tiempo de Spondias purpurea C1 C2 vs. Pasto 1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	9.44340706	18	2.51635861	3.75280666	<b>0.04342408</b>
2	2	0.04103107	18	2.51635861	0.01630574	0.983841
12	4	12.1952162	18	2.51635861	4.84637451	<b>0.00787879</b>

Prueba de Tukey variable de C total Spondias purpurea vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	4.810371	6.798883	6.231438	
C2 Spondias {1}		<b>0.04049313</b>		0.16744089
C8 Spondias {2}	<b>0.04049313</b>			0.7323612
Pasto .... {3}	0.16744089	0.7323612		

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 96

ANOVA de C total en el tiempo de Ipomea wolcotiana C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	4.65715408	18	2.07916856	2.23991156	0.13530584
2	2	8.67071342	18	2.07916856	4.17027903	0.03249584
12	4	14.4279451	18	2.07916856	6.93928576	0.00145722

Prueba de Tukey variable de C total Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	5.564120	4.347872	6.290460
Junio {1}		0.20141757	0.54504943
Agosto {2}	0.20141757		0.02699286
Sep {3}	0.54504943	0.02699286	

Anexo 97

ANOVA de C total en el tiempo de Lagrezia monosperma C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	18.7163029	18	0.73586875	25.4342937	5.692E-06
2	2	0.97900194	18	0.73586875	1.33040285	0.28915271
12	4	2.12737417	18	0.73586875	2.89096928	0.05197221

Prueba de Tukey variable de C total Lagrezia monosperma vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	4.174745	3.452013	6.231438
C2 Lagrezia {1}		0.20209545	0.00034165
C8 Lagrezia {2}	0.20209545		0.00015253
Pasto .... {3}	0.00034165	0.00015253	

Anexo 98

ANOVA de C:N en el tiempo de Swetenia humilis C1 C2 vs. Pasto  
1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	141.050232	18	3.94989705	35.7098503	5.4269E-07
2	2	523.079102	18	3.94989705	132.428543	1.7114E-11
12	4	224.92746	18	3.94989705	56.9451447	5.6612E-10

Prueba de Tukey variable de C:N Swetenia humilis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	17.43308	21.29757	25.34997
Junio {1}		0.00015467	0.00014973
Agosto {2}	0.00015467		0.00014973
Sep {3}	0.00014973	0.00014973	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de C:N Swetenia humilis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	20.44136	14.23763	29.40163
C1 Swetenia {1}		0.00186187	0.00014973
C8 Swetenia {2}	0.00186187		0.0012421
Pasto .... {3}	0.00014973	0.0012421	

Anexo 99

ANOVA de C:N en el tiempo de Hintonia latiflora C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	117.376701	18	3.43333292	34.1873932	7.4126E-07
2	2	557.23999	18	3.43333292	162.302933	3.05E-12
12	4	251.121368	18	3.43333292	73.1421585	6.9947E-11

Prueba de Tukey variable de C:N Hintonia latiflora vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	20.15896	13.87502	29.51222
Junio {1}		0.00015086	0.00014973
Agosto {2}	0.00015086		0.00014973
Sep {3}	0.00014973	0.00014973	

Prueba de Tukey variable de C:N Hintonia latiflora vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	18.98290	19.21333	25.34997
C1 Hintonia {1}		0.96252471	0.00015068
C8 Hintonia {2}	0.96252471		0.00015152
Pasto {3}	0.00015068	0.00015152	

Anexo 100

ANOVA de C:N en el tiempo de Cresentia alata C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	156.002914	18	5.05053377	30.8883991	1.5155E-06
2	2	358.49704	18	5.05053377	70.9820023	2.8924E-09
12	4	271.750763	18	5.05053377	53.8063431	9.0408E-10

Prueba de Tukey variable de C:N Cresentia alata vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	19.94956	14.55225	27.13275
Junio {1}		0.00033796	0.00015312
Agosto {2}	0.00033796		0.00014973
Sep {3}	0.00015312	0.00014973	

Prueba de Tukey variable de C:N Cresentia alata vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	18.01273	18.27187	25.34997
C1 Cresentia {1}		0.96770525	0.00015193
C8 Cresentia {2}	0.96770525		0.00015402
Pasto .... {3}	0.00015193	0.00015402	

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 101

ANOVA de C:N en el tiempo de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	158.53508	18	4.3470397	36.4696617	4.6632E-07
2	2	429.904602	18	4.3470397	98.8959427	1.955E-10
12	4	298.981384	18	4.3470397	68.7781525	1.1734E-10

Prueba de Tukey variable de C:N *Caesalpineia sclerocarpa* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	20.59211	13.95713	27.77625
Junio {1}		0.0001533	0.00015056
Agosto {2}	0.0001533		0.00014973
Sep {3}	0.00015056	0.00014973	

Prueba de Tukey variable de C:N *Caesalpineia sclerocarpa* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
C1 <i>Caesalpineia</i> {1}		0.02928317	0.00014973
C8 <i>Caesalpineia</i> {2}	0.02928317		0.00021178
Pasto .... {3}	0.00014973	0.00021178	

Anexo 102

ANOVA de C:N en el tiempo de *Rupectia fusca* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	125.276451	18	3.36107087	37.2727776	3.9834E-07
2	2	701.247864	18	3.36107087	208.638229	3.5364E-13
12	4	179.448654	18	3.36107087	53.3903236	9.6374E-10

Prueba de Tukey variable de C:N *Rupectia fusca* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	19.37408	13.23451	30.63882
Junio {1}		0.00015122	0.00014973
Agosto {2}	0.00015122		0.00014973
Sep {3}	0.00014973	0.00014973	

Prueba de Tukey variable de C:N *Rupectia fusca* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	19.45951	18.43792	25.34997
C1 <i>Rupectia</i> {1}		0.47860956	0.00015283
C8 <i>Rupectia</i> {2}	0.47860956		0.00014985
Pasto .... {3}	0.00015283	0.00014985	

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 103

ANOVA de C:N en el tiempo de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 C2 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	176.574219	18	8.16429806	21.6276073	1.6337E-05
2	2	600.296265	18	8.16429806	73.5269928	2.1818E-09
12	4	157.879059	18	8.16429806	19.3377399	2.5273E-06

Prueba de Tukey variable de C:N *Lonchocarpus eriocarinalis* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	18.41455	13.32791	29.31345	
Junio {1}		0.00386477		0.00014985
Agosto {2}	0.00386477			0.00014973
Sep {3}	0.00014985	0.00014973		

Prueba de Tukey variable de C:N *Lochocarpus eriocarinalis* vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	16.91259	18.79334	25.34997	
C1 <i>Lonchocarpus</i> {1}		0.36376655		0.00016177
C8 <i>Lonchocarpus</i> {2}	0.36376655			0.00046623
Pasto .... {3}	0.00016177	0.00046623		

Anexo 104

ANOVA de C:N en el tiempo de *Tabebuia rosae* C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	7.487393	18	2.657868	2.817068	0.086217
2	2	979.9381	18	2.657868	368.6933	2.48E-15
12	4	174.6647	18	2.657868	65.71612	1.72E-10

Prueba de Tukey variable de C:N *Tabebuia rosae* vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	21.93719	15.26440	35.72538	
Junio {1}		0.00015		0.00015
Agosto{2}	0.00015			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Anexo 105

ANOVA de C:N en el tiempo de *Acacia farnesiana* C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	15.3555746	18	3.68352294	4.16871977	0.03253049
2	2	1022.51782	18	3.68352294	277.592346	2.9703E-14
12	4	140.59462	18	3.68352294	38.1685181	1.4609E-08

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de C:N Acacia farnesiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	20.77941	15.11496	35.74535	
Junio {1}		0.00016183		0.00014973
Agosto {2}	0.00016183			0.00014973
Sep {3}	0.00014973	0.00014973		

Anexo 106

ANOVA de C:N en el tiempo de Coclospemum vitifolium C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	24.81046	18	7.097895	3.495468	0.052169
2	2	1112.85	18	7.097895	156.786	4.09E-12
12	4	186.3466	18	7.097895	26.25378	2.67E-07

Prueba de Tukey variable de C:N Coclospemum vitifolium vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	20.25509	14.29076	35.82745	
Junio {1}		0.000565		0.00015
Agosto {2}	0.000565			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Anexo 107

ANOVA de C:N en el tiempo de Guazuma ulmifolia C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	35.28501	18	4.522772	7.801634	0.003631
2	2	1194.25	18	4.522772	264.0528	4.59E-14
12	4	194.895	18	4.522772	43.09193	5.53E-09

Prueba de Tukey variable de C:N Guazuma ulmifolia vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	19.96704	13.82431	36.12543	
Junio {1}		0.000167		0.00015
Agosto {2}	0.000167			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Prueba de Tukey variable de C:N Guazuma ulmifolia vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	23.16994	21.39687	25.34997	
C2 Guazuma {1}		0.208322		0.10309
C8 Guazuma {2}	0.208322			0.002711
Pasto .... {3}	0.10309	0.002711		

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Anexo 108

ANOVA de C:N en el tiempo de Cordia elagnoides C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	12.02731	18	4.058519	2.963471	0.077173
2	2	1015.231	18	4.058519	250.148	7.35E-14
12	4	140.9258	18	4.058519	34.72344	3.09E-08

Prueba de Tukey variable de C:N Cordia elagnoides vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	20.76807	15.39698	35.88066	
Junio {1}		0.000201		0.00015
Agosto {2}	0.000201			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Anexo 109

ANOVA de C:N en el tiempo de Ceiba pentandra C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	28.4809856	18	3.39430475	8.39081573	0.00266258
2	2	1054.72742	18	3.39430475	310.734467	1.1094E-14
12	4	239.003494	18	3.39430475	70.4130936	9.6329E-11

Prueba de Tukey variable de C:N Ceiba pentandra vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	20.82464	14.60680	35.67622	
Junio 0 {1}		0.00015098		0.00014973
Agosto 60 {2}	0.00015098			0.00014973
Sep 120 {3}	0.00014973	0.00014973		

Prueba de Tukey variable de C:N Ceiba pentandra vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	23.94143	21.81627	25.34997	
C2 Ceiba {1}		0.06160164		0.26244593
C8 Ceiba {2}	0.06160164			0.00208861
Pasto {3}	0.26244593	0.00208861		

Anexo 110

ANOVA de C:N en el tiempo de Albizia occidentalis C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	2	40.5064545	18	3.89293671	10.4051151	0.00099297
2	2	981.657532	18	3.89293671	252.163742	6.8544E-14
12	4	147.739594	18	3.89293671	37.9506798	1.529E-08

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey variable de C:N Albizia occidentalis vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	20.10728	14.52508	34.74743
Junio {1}		0.00017232	0.00014973
Agosto {2}	0.00017232		0.00014973
Sep {3}	0.00014973	0.00014973	

Prueba de Tukey variable de C:N Albizia occidentalis vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	22.90551	21.12431	25.34997
C2 Albizia {1}		0.16330624	0.04308909
C8 Albizia {2}	0.16330624		0.00081158
Pasto {3}	0.04308909	0.00081158	

Anexo 111

ANOVA de C:N en el tiempo de Spondias purpurea C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	34.20069	18	5.340284	6.404284	0.007932
2	2	1197.133	18	5.340284	224.1702	1.9E-13
12	4	212.6224	18	5.340284	39.81481	1.04E-08

Prueba de Tukey variable de C:N Spondias purpurea vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}
	19.50990	14.08335	36.21204
Junio {1}		0.000394	0.00015
Agosto {2}	0.000394		0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015	

Prueba de Tukey variable de C:N Spondias purpurea vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}
	21.48573	22.96959	25.34997
C2 Spondias {1}		0.380964	0.006299
C8 Spondias {2}	0.380964		0.101111
Pasto {3}	0.006299	0.101111	

Anexo 112

ANOVA de C:N en el tiempo de Ipomea wolcotiana C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	65.09977	18	4.540807	14.33661	0.000189
2	2	1076.907	18	4.540807	237.1621	1.17E-13
12	4	158.9037	18	4.540807	34.9946	2.9E-08

Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N

Prueba de Tukey variable de C:N Ipomea wolcotiana vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	19.31462	14.63283	35.48128	
Junio {1}		0.000657		0.00015
Agosto {2}	0.000657			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Prueba de Tukey variable de C:N Ipomea wolcotiana vs. Pasto

	{1}	{2}	{3}	
	23.93145	20.14730	25.34997	
C2 Ipomea {1}		0.003941		0.355959
C8 Ipomea {2}	0.003941			0.000304
Pasto {3}	0.355959	0.000304		

Anexo 113

ANOVA de C:N en el tiempo de Lagrezia monosperma C2, C8 vs. Pasto

1-SPP, 2-T

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	2	0.734419	18	4.564461	0.160899	0.852589
2	2	1048.464	18	4.564461	229.7017	1.54E-13
12	4	242.4115	18	4.564461	53.10845	1.01E-09

Prueba de Tukey variable de C:N Lagrezia monosperma vs. Tiempo

	{1}	{2}	{3}	
	22.43914	15.75654	36.87410	
Junio {1}		0.000155		0.00015
Agosto {2}	0.000155			0.00015
Sep {3}	0.00015	0.00015		

Anexo 114

ANOVA de %N retraslocado de Swetenia humilis C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	844.180908	4	114.341721	7.38296461	0.05314245

Anexo 115

ANOVA de %N retraslocado de Hintonia latiflora C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	0.63233113	4	86.6626816	0.00729646	0.93603271

Anexo 116

ANOVA de %N retraslocado de Cresentia alata C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	957.674866	4	1.6593883	577.125244	1.7808E-05

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Prueba de Tukey para *Crescentia alata* C1 vs. C8

	{1}	{2}	
	54.71986	29.45230	
C1 <i>Crescentia</i> {1}			<b>0.00029391</b>
C8 <i>Crescentia</i> {2}	<b>0.00029391</b>		

Anexo 117

ANOVA de %N retraslocado de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	1802.49585	4	43.0563049	41.8636932	<b>0.00293966</b>

Prueba de Tukey para *Caesalpineia sclerocarpa* C1 vs. C8

1-C1, C8

	{1}	{2}	
	61.20842	26.54339	
C1 <i>Caesalpineia</i> {1}			<b>0.00313658</b>
C8 <i>Caesalpineia</i> {2}	<b>0.00313658</b>		

Anexo 118

ANOVA de %N retraslocado de *Rupectia fusca* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	1.36650765	4	5.64744377	0.24196923	0.64856064

Anexo 119

ANOVA de %N retraslocado de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	940.917419	4	10.8736534	86.5318527	<b>0.00074312</b>

Prueba de Tukey %N retraslocado para *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 vs. C8

	{1}	{2}	
	47.02635	21.98083	
C1 <i>Lonchocarpus</i> {1}			<b>0.00096107</b>
C8 <i>Lonchocarpus</i> {2}	<b>0.00096107</b>		

Anexo 120

ANOVA de %N retraslocado de *Tabebuia rosae* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	471.79364	4	102.495163	4.60308218	0.09847996

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 121

ANOVA de %N retraslocado de *Acacia farnesiana* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	175.691956	4	24.4675198	7.18062019	0.05524765

Anexo 122

ANOVA de %N retraslocado de *Coclospermun vitifolium* C1 vs. C8

1-C1, C8

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1352.73682	4	105.945457	12.7682381	0.02330752

Prueba de Tukey %N retraslocado para *Coclospermun vitifolium* C1 vs. C8

	{1}	{2}	p-level
	12.88509	42.91549	
C2 <i>Coclospermun</i> {1}			0.02347875
C8 <i>Coclospermun</i> {2}	0.02347875		

Anexo 123

ANOVA de %N retraslocado de *Guazuma ulmifolia* C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1090.78186	4	7.46604013	146.099121	0.00026872

Prueba de Tukey %N retraslocado para *Guazuma ulmifolia* C1 vs. C8

	{1}	{2}	p-level
	39.57982	12.61340	
C2 <i>Guazuma</i> {1}			0.00049108
C8 <i>Guazuma</i> {2}	0.00049108		

Anexo 124

ANOVA de %N retraslocado de *Cordia elagnoides* C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	5059.22852	4	17.470686	289.583862	6.9931E-05

Prueba de Tukey %N retraslocado para *Cordia elagnoides* C1 vs. C8

	{1}	{2}	p-level
	63.46137	5.385394	
C2 <i>Cordia</i> {1}			0.0003311
C8 <i>Cordia</i> {2}	0.0003311		

Anexo 125

ANOVA de %N retraslocado de *Ceiba pentandra* C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

1 1 8.09795094 4 25.3495445 0.31945154 0.60213202

Anexo 126

ANOVA de %N retraslocado de Albizia occidentalis C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1521.07715	4	11.6399069	130.677765	<b>0.00033413</b>

Prueba de Tukey %N retraslocado para Albizia occidentalis C1 vs. C8

	{1}	{2}	
	19.85345	51.69762	
C2 Albizia {1}			<b>0.00056094</b>
C8 Albizia {2}	<b>0.00056094</b>		

Anexo 127

ANOVA de %N retraslocado de Spondias purpurea C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	165.668167	4	225.090225	0.73600781	0.43930694

Anexo 128

ANOVA de %N retraslocado de Ipomea wolcotiana C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	120.543617	4	126.9216	0.94974864	0.38496655

Anexo 129

ANOVA de %N retraslocado de Lagrezia monosperma C1 vs. C8

1-VAR1

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	878.082764	4	48.0469742	18.2755051	<b>0.01289892</b>

Prueba de Tukey %N retraslocado para Lagrezia mosnosperma C1 vs. C8

	{1}	{2}	
	22.30287	46.49767	
C2 Lagrezia {1}			<b>0.01307148</b>
C8 Lagrezia {2}	<b>0.01307148</b>		

Anexo 130

ANOVA para las descomposición de las SPP de lento crecimiento en los cuadros 1 y 8

1-SPP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	11	8165.99463	168	376.428497	21.6933498	<b>5.3872E-27</b>

ANOVA para las descomposición de las SPP de lento crecimiento en los cuadros 2 y 8

1-SPP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	19	1653.89246	280	313.438965	5.27660084	<b>6.8621E-11</b>

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

La prueba de Tuckey para la descomposición de hojarasca para los cuadros C1, C2 y C8, no se incluye debido al tamaño de la matriz.

Anexo 131

Anova de descomposición de *Swetenia humilis* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1145.17493	28	377.665802	3.03224421	0.09260366

Anexo 132

Anova de descomposición de *Hintonia latiflora* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	3164.30786	28	833.655029	3.79570413	0.06147142

Anexo 133

Anova de descomposición de *Crescentia alata* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	33326.4492	28	157.16037	212.053787	1.3659E-14

Prueba de Tuckey para *Crescentia alata* C1 vs C8

EFFECTO: SSP

	{1}	{2}	
	96.17304	29.51326	
C1 <i>Crescentia</i> {1}			0.00014108
C8 <i>Crescentia</i> {2}	0.00014108		

Anexo 134

Anova de descomposición de *Caesalpineia sclerocarpa* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	607.451538	28	361.854797	1.67871618	0.20567507

Anexo 135

Anova de descomposición de *Rupectia fusca* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	2093.73315	28	397.281494	5.27015018	0.02939101

Prueba de Tuckey para *Rupectia fusca* C1 vs C8

EFFECTO: SSP

	{1}	{2}	
	15.05354	31.76175	
C1 <i>Rupectia</i> {1}			0.02951729
C8 <i>Rupectia</i> {2}	0.02951729		

Anexo136

Anova de descomposición de *Lonchocarpus eriocarinalis* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	175.515747	28	130.9534	1.34029162	0.25676304

Anexo 137

Anova de descomposición de *Tabebuia rosae* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	124.398079	28	196.744827	0.6322813	0.43320888

Anexo 138

Anova de descomposición de *Acacia farnesiana* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	0.06990562	28	33.7156715	0.00207339	0.96400452

Anexo 139

Anova de descomposición de *Coclospermun vitifolium* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	739.303589	28	449.822571	1.64354491	0.21035354

Anexo 140

Anova de descomposición de *Guazuma ulmifolia* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	901.406311	28	364.501801	2.47298169	0.12705106

Anexo 141

Anova de descomposición de *Cordia elagnoides* C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1013.79077	28	182.341644	5.55984259	<b>0.02559542</b>

Prueba de Tuckey para *Cordia elagnoides* C1 vs C8

EFFECTO: SSP

	{1}	{2}	
	24.74133	13.11497	
C2 Cordia {1}			<b>0.02572078</b>
C8 Cordia {2}	<b>0.02572078</b>		

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

Anexo 142

Anova de descomposición de Ceiba pentandra C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1495.57605	28	305.648529	4.89312363	<b>0.03529313</b>

Prueba de Tuckey para Ceiba pentandra C1 vs C8

EFFECTO: SSP

	{1}	{2}
C2 Ceiba{1}	29.60181	15.48055
C8 Ceiba{2}	<b>0.03541362</b>	<b>0.03541362</b>

Anexo 143

Anova de descomposición de Albizia occidentalis C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1303.42126	28	185.023895	7.0446105	<b>0.01295979</b>

Prueba de Tuckey para Albizia occidentalis C1 vs C8

EFFECTO: SSP

	{1}	{2}
C2 Albizia {1}	26.64959	13.46666
C8 Albizia {2}	<b>0.01309603</b>	<b>0.01309603</b>

Anexo 144

Anova de descomposición de Spondias purpurea C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1248.13464	28	398.173157	3.13465285	0.08753307

Anexo 145

Anova de descomposición de Ipomea wolcotiana C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	198.137848	28	426.396118	0.46468025	0.50104475

Anexo 146

Anova de descomposición de Lagrezia monosperma C1 vs C8

1-SSP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	1015.54102	28	592.021545	1.71537852	0.20093401

*Efecto de la introducción de especies en la recuperación de la dinámica de C y N*

---

Anexo 147

Analisis de Varianza de la descomposición de CN

Marked effects are significant at  $p < .05000$

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error	Error		
CN	2416.962	33	73.2412	2603.72738	102	25.5267	2.86919	2.746E-05

La prueba de Tuckey para la descomposición de hojarasca C:N para los cuadros C1, C2 y C8, no se incluye debido al tamaño de la matriz.

Anexo 148

ANOVA para las descomposición de C

1-SPP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error	Error		
1	33	80.2896729	102	52.0722923	1.54188848	0.05219619

Anexo 149

ANOVA para las descomposición de N

1-SPP

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error	Error		
1	33	2.40220118	102	0.915474	2.62399697	0.00011702