

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**CUANTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE HOJARASCA EN DOS  
PLANTACIONES FORESTALES EN ARTEAGA, COAHUILA**

**Por:**

**MARÍA DE JESÚS ARELLANOS RAMOS**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Junio de 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

CUANTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE HOJARASCA EN DOS  
PLANTACIONES FORESTALES EN ARTEAGA, COAHUILA

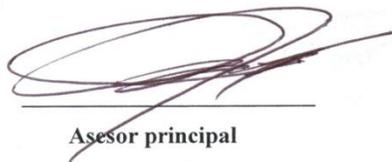
Por:

MARÍA DE JESÚS ARELLANOS RAMOS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



Asesor principal

Dr. Jorge Méndez González



Coordinador de la División de

Agronomía

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

CUANTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE HOJARASCA EN DOS  
PLANTACIONES FORESTALES EN ARTEAGA, COAHUILA

Por:

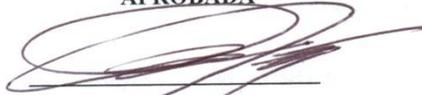
MARÍA DE JESÚS ARELLANOS RAMOS

TESIS PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



Dr. Jorge Méndez González

Asesor principal



Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga

Asesor



M.C. José Aniseto Díaz Balderas

Asesor

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

iii

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi amigo fiel*

*Y compañero en todo momento.*

*A mi madre*

*Reflejo de Dios en la Tierra*

*A mi padre*

*Paciencia y alegría*

**A mis padres:** Sra. Tomasa Ramos Lorenzo, y al Sr. Andrés Arellanos Bautista por estar siempre al pendiente de mí, por educarme, guiarme y apoyarme durante las diferentes etapas de mi vida, esta meta también es de ustedes, los amo.

**A mis hermanos:** Lidia Andrea, Pablo y Sergio Noé, quienes me han brindado su apoyo en todo momento, son bien luchones por eso los admiro hermanitos.

**A mis amigas (mijas):** Alejandra Reyes Carrillo y María de los Angeles García Ojeda, por su amistad y consejos a lo largo de la carrera, quiero que sepan que las quiero mucho y las voy a extrañar siempre, porque ustedes son y serán mis babis.

**A mis papás adoptivos:** Sra. Mari y Sr. Erasmo, por abrirnos la puerta de su casa (a mis hermanas Ale, Angie y a mí) y darnos el amor de padres cuando los nuestros estaban lejos, gracias.

## AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater* la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por la oportunidad para realizar mis estudios profesionales.

A todo el personal del Departamento Forestal, por brindarme su apoyo y servicio durante mi formación profesional.

De manera muy especial:

Al Dr. Jorge Méndez González, por ser el director de esta tesis y brindar su valioso tiempo en la revisión de la misma, agradezco el hecho de ofrecerme su amistad, conocimientos y enseñanzas, también a su esposa por apoyarlo en los momentos donde la presión del trabajo lo obligaba a desvelarse.

Al Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga por el apoyo en la revisión de este trabajo.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas por sus aportaciones en la revisión de esta tesis.

Al Ing. Gil, por la amistad brindada en todos estos años.

A todos mis compañeros de generación, por los momentos compartidos.

A mis hermanas, amigas y compañeras Alejandra Reyes y María de los Angeles García, por brindarme su apoyo incondicional y hacer más amena mi estancia en esta universidad (las quiero mijas).

Y a todas aquellas personas que conocí en la Licenciatura, he involuntariamente omito.

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>viii</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Método de campo.....	12
3.2 Método de Laboratorio .....	13
3.3 Análisis Estadístico.....	13
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
4.1 Deposición mensual de hojarasca .....	13
3.2 Acumulación total de hojarasca .....	16
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>7. APÉNDICE .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización geográfica del área de estudio, en los Lirios, Arteaga, Coahuila. ....	11
<b>Figura 2.</b> Caída mensual de los componentes de la hojarasca (hojas, ramas, conos y flores) en <i>Pinus greggii</i> Engelm. y <i>Pinus cembroides</i> Zucc., en Los Lirios, Arteaga, Coahuila. Valor graficado representa media $\pm$ intervalo de confianza al 95 %.....	15
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de aportación por cada componente de la hojarasca (hojas, ramas, conos y flores) de <i>Pinus greggii</i> Engelm. y <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.....	16
<b>Figura 4.</b> Evolución anual de la caída de los componentes de la hojarasca en ambas plantaciones, en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.....	17
<b>Figura 5.</b> Temperatura (máxima y mínima), y precipitación mensual registradas durante el periodo de estudio en Los Lirios, Arteaga, Coahuila. ....	18

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características dasométricas de las plantaciones de <i>Pinus greggii</i> Engelm. y <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila. ....	12
<b>Cuadro 2.</b> Estadísticos de t de Student para denotar diferencias en la deposición de mensual de los componentes de la hojarasca ( $\text{gr m}^{-2}$ ) en <i>Pinus greggii</i> Engelm. ( <i>Pg</i> ) y <i>Pinus cembroides</i> Zucc. ( <i>Pc</i> ) en Arteaga, Coahuila. ....	14

## 1. RESUMEN

En México existen pocos estudios enfocados a la cuantificación de hojarasca, por lo cual es importante realizar trabajos encaminados al entendimiento de su dinámica, que nos ayude a tomar consideraciones de manejo en la conservación de los ecosistemas forestales. En el presente estudio se evaluaron dos plantaciones forestales de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus cembroides* Zucc., establecidas en la Sierra Madre Oriental, al sur de Coahuila, cuantificando la caída de hojas, ramas, conos y flores, desde marzo de 2010 a febrero de 2011; para ello se utilizaron 30 colectores (15 en cada plantación) de 1 x 1 m, distribuidos al azar. La hojarasca se recogió cada mes, y en el laboratorio se secó, separó y pesó. Los resultados muestran que *Pinus greggii* Engelm., fue la especie que aportó más hojarasca con 1180.880 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; representada en 89% hojas, 2% ramas, 0.7% conos y 7% flores, *Pinus cembroides* Zucc. depositó solo 717.906 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; donde 92% corresponde a hojas, 4% ramas, 2% conos y 0.04% flores. No se encontró relación entre las variables climáticas y la producción de hojarasca.

**Palabras clave:** Cuantificación de hojarasca, plantaciones, *Pinus greggii* Engelm., *Pinus cembroides* Zucc.

## 2. INTRODUCCIÓN

La productividad primaria neta es denominada como la cantidad de material vegetal producida por unidad de tiempo y la tasa a la cual dicha materia orgánica se crea por fotosíntesis (Soler *et al.*, 2008). Una de las formas más sencillas y económicas de medirla en los ecosistemas terrestres es a través de la cuantificación de hojarasca (UNESCO, 1980). En los suelos forestales se van depositando diferentes materiales provenientes de distintos estratos de vegetación, como hojas, ramas, inflorescencia, frutos, cuyo conjunto se denomina hojarasca, la cual es un componente fundamental de la productividad primaria neta; en los ecosistemas forestales, la fracción más importante corresponde a las hojas o acículas (Prause *et al.*, 2003).

Los estudios de cuantificación de hojarasca, generalmente, comprenden a las hojas, ramas, flores y frutos que caen de manera natural y se han utilizado como un índice que permite calcular la productividad primaria neta de una comunidad forestal (Návar y Jurado, 2009).

La productividad de la hojarasca es dinámica, pues los cambios climáticos, sucesionales, la edad de las plantas y las características del micrositio, son algunos de los factores que juegan un papel importante en esas variaciones espacio – temporales (Návar y Jurado, 2009). La cantidad y naturaleza de la hojarasca tienen una importante relación con la formación del suelo y el mantenimiento de su fertilidad, de ahí que tanto la cuantificación de su producción como su composición sean importantes para comprender los ciclos de elementos en los bosques (Rai y Proctor, 1986; Couteaux *et al.*, 1995; Facelly y Pickett, 2008).

Cuando las hojas y los tallos caídos se incorporan al suelo como materia orgánica, se mejora su estructura y aumenta la porosidad, en consecuencia se registra un aumento en la capacidad de infiltración y una notable disminución de la escorrentía superficial, ya que la presencia de una capa de hojarasca, incrementa la cantidad de humedad en el suelo al favorecer la infiltración y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua (Fisher *et al.*, 1987).

En México se han realizado trabajos de producción de hojarasca, en bosques tropicales húmedos y en bosques tropicales deciduos, como el de Álvarez *et al.*, (1992).

Pérez *et al.*, (2009) realizaron un estudio sobre la producción de hojarasca en bosques de Pino-Roble en el centro-noreste de México, en *Pinus cembroides*, encontrando una producción total de hojarasca de  $3023 \pm 337$  kg ha<sup>-1</sup> año, siendo abril donde se registró la mayor producción de hojarasca que acumula casi el 60%.

Pérez *et al.*, (2009) destacaron la importancia de la caída de hojarasca de *Pinus cembroides* Zucc. para mantener y cumplir con los procesos ecológicos en los ecosistemas forestales, en climas semiáridos del centro de México.

Por otra parte, *Pinus greggii* Engelm. es una especie nativa de México, se distribuye en pequeños rodales a lo largo de la Sierra Madre Oriental, presenta características de crecimiento que favorecen su uso en programas de reforestación para la recuperación de suelos degradados, en sitios marginales donde no se adaptan otras especies de *Pinus* (Ramírez *et al.*, 2005), mientras que *Pinus cembroides* Zucc. es la especie más ampliamente distribuida en México, se extiende por casi todo el norte y centro del país, siempre ocupando zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas húmedas, sobre laderas calizas; prospera en sitios en los que llueve solamente 350 mm anual; su semilla es la más consumida entre los piñoneros, e incluso es objeto de comercio (Rzedowski, 1978).

Es importante realizar estudios enfocados a la cuantificación de los componentes que constituyen la hojarasca en plantaciones, ya que brindan información que puede ser guía para consideraciones de manejo en la conservación de suelos degradados, así como contribuir en la comprensión de los procesos ecológicos en los ecosistemas forestales, ya que en México, y en particular en el noreste del país, existe poca información sobre la productividad foliar de los diferentes tipos de vegetación que existen. Además debe considerarse que estudios como este en plantaciones de *Pinus greggii* Engelm y *Pinus cembroides* Zucc. en la Sierra de Arteaga, Coahuila, son casi inexistentes.

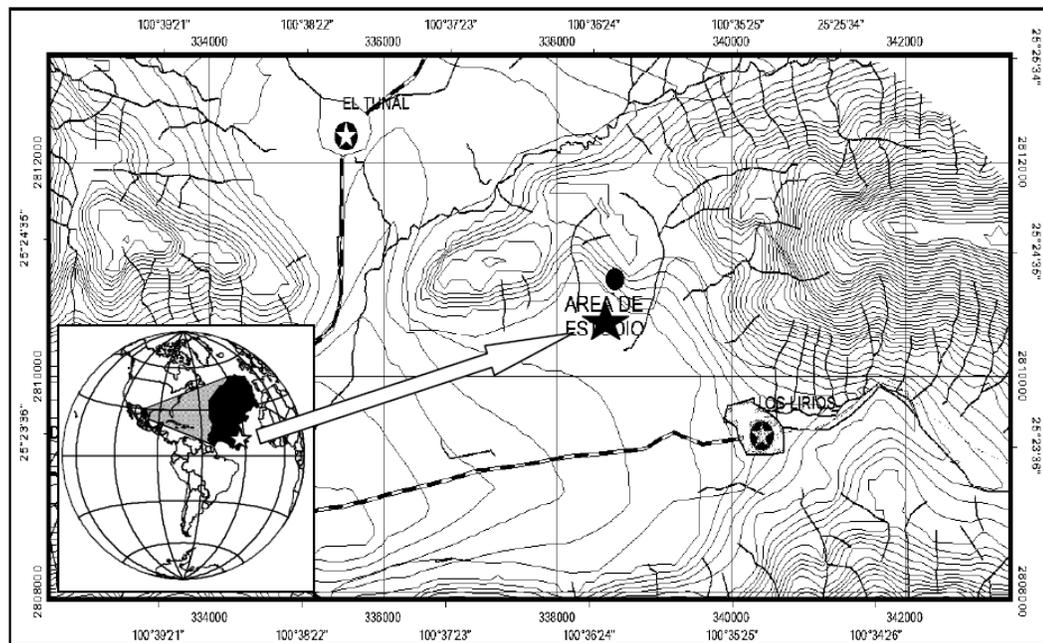
El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar y clasificar la hojarasca aportada al suelo proveniente de dos plantaciones (*Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus greggii* Engelm.), en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

## 2.1 Hipótesis

Ho: No hay diferencia en la caída de hojarasca en las dos especies y en los componentes de la hojarasca.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las plantaciones de *Pinus greggii* Engelm. (*Pg*) y *Pinus cembroides* Zucc. (*Pc*), establecidas en 1992, dentro del Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga (CAESA) (25°23' N, 100° 36' O) propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), aproximadamente a 45 km de la Ciudad de Saltillo, Coahuila (Figura 1); a una altitud de 2280 msnm en la Sierra Madre Oriental, dentro de la Región Hidrológica El Salado (RH-37) (CONAGUA, 1998).



**Figura 1.** Localización geográfica del área de estudio, en los Lirios, Arteaga, Coahuila.

La estación climatológica No. 05-033, indica un clima templado con fórmula climática Cb(X)(Wo)(e)g, temperatura media anual de 13.3°C y precipitación anual de 521.20 mm. La mayor precipitación ocurre de junio a septiembre y la menor se presenta de febrero a marzo (CONAGUA, 2000). El suelo presente es de tipo feozem calcáreo, (Hc +e/3) y se caracteriza por tener una superficie blanda de color oscuro, suave, moderado en materia orgánica y nutrientes (CETENAL, 1977). Las plantaciones abarcan una superficie aproximadamente de 0.25 ha cada una. Las características dasométricas de ambas especies indican diferencia entre sí (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características dasométricas de las plantaciones de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus cembroides* Zucc. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Variables	Plantación	
	<i>P</i> <i>. greggii</i>	<i>P.</i> <i>cembroides</i>
Densidad (árbolesha <sup>-1</sup> )	679	2,382
Altura promedio (m)	7.73	2.50
DAP promedio (cm)	13.17	7.36
Diámetro de copa (m)	2.79	1.55
Altura promedio del fuste limpio (m)	1.61	0.26

Dónde: DAP= Diámetro a 1.30 m

### 3.1 Método de campo

El estudio se realizó durante doce meses, período comprendido entre el 6 de marzo de 2010 al 5 de febrero de 2011; periodo en que se realizaron muestreos mensuales (González *et al.*, 2008; Orihuela *et al.*, 2004; Sanches *et al.*, 2003; Vargas y Varela.,2007). La producción de hojarasca se evaluó, aplicando la metodología propuesta por Quinto *et al.*, (2007) y Prause *et a.*, (2003) la cual consiste en la utilización de colectores de 1m<sup>2</sup>, para coleccionar hojarasca.

Los colectores se construyeron con marco de madera (Návar y Jurado, 2009), se colocaron a 50 cm sobre la superficie del terreno (Ramírez *et al.*, 2007), elaborados con malla metálica fina para poder recuperar los órganos pequeños y permitir a su vez, la evacuación del agua de lluvia (Zapata *et al.*, 2007).

Se colocaron 15 colectores por plantación, similar a lo propuesto por Quinto *et al.*, (2007).

### **3.2 Método de Laboratorio**

El material acumulado en los colectores se colectó en bolsas de papel, previamente etiquetadas con fecha de colecta y especie. En el laboratorio las muestras fueron secadas a una temperatura de 70°C a 80°C (Rodríguez y Gallardo, 1985; Sanches *et al.*, 2003; González *et al.*, 2008; Soler *et al.*, 2008) por un periodo de 72 horas en una estufa de secado (Elissa) hasta obtener peso constante; al momento de retirarlas cada muestra se separó en hojas, ramas, conos y flores, mismos que se pesaron con ayuda de una balanza analítica digital con precisión de centésima de gramo, obteniendo el peso seco ( $\text{gr m}^{-2} \text{mes}^{-1}$ ) de cada componente.

### **3.3 Análisis Estadístico**

Debido a que los datos de hojarasca ( $\text{gr m}^{-2}$ ), no presentaron una distribución normal, se les aplicó una transformación ( $\text{Log}(x^2)$ ), como ha sido sugerido por González *et al.*, (2008), posteriormente, para evaluar diferencias en la deposición promedio mensual de hojas, ramas, conos y flores, entre especies se aplicaron pruebas de t de Student al 95%.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Deposición mensual de hojarasca**

Buscando denotar diferencias entre componentes de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus cembroides* Zucc., se obtuvieron los valores de P de la prueba de t de Student (Cuadro 2), donde se observa que existen diferencias significativas en el aporte de ramas ( $P=0.058$ ) y flores ( $P=0.010$ ). El hecho de que *Pinus cembroides* Zucc. presentara mayor deposición mensual de ramas con  $0.250 \text{ gr m}^{-2} \text{mes}^{-1}$ , y solo  $0.137 \text{ gr m}^{-2} \text{mes}^{-1}$  en *Pinus*

*greggii*Engelm., puede atribuirse a que es una especie ramificada desde la base y además la densidad (Cuadro 1) de la plantación hace que estas choquen unas con otras provocando su ruptura. Contrariamente, la mayor deposición de flores, son aportadas por *Pinus greggii* Engelm. ( $0.307\text{gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$ ) con respecto a *Pinus cembroides* Zucc. ( $0.020\text{ gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$ ).

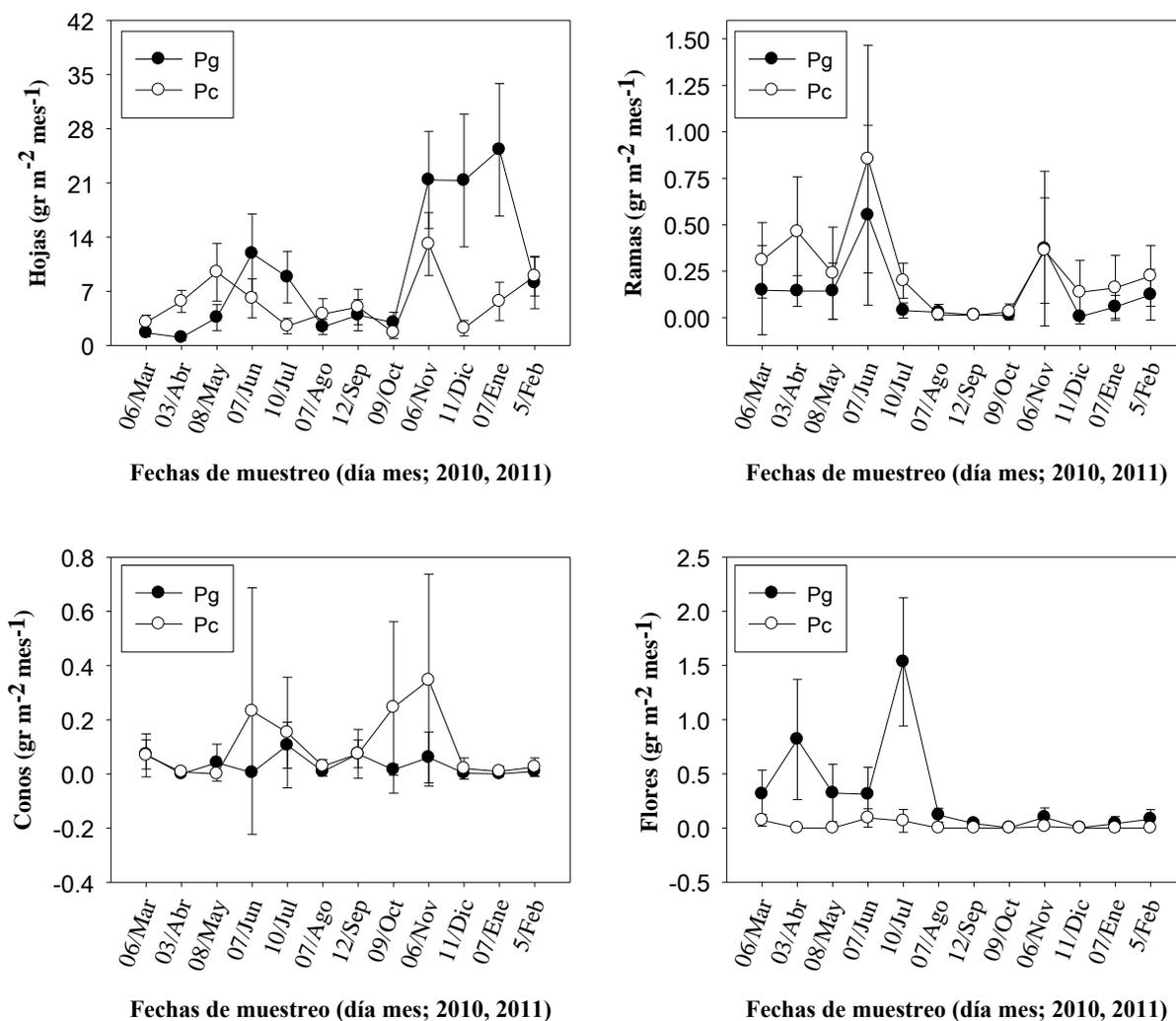
**Cuadro 2.** Estadísticos de t de Student para denotar diferencias en la deposición de mensual de los componentes de la hojarasca ( $\text{gr m}^{-2}$ ) en *Pinus greggii* Engelm. (*Pg*) y *Pinus cembroides* Zucc. (*Pc*) en Arteaga, Coahuila.

Componente	Especie	N	Media ( $\text{gr m}^{-2}$ )	Des. Estándar ( $\text{gr m}^{-2}$ )	Valor P*
Hojas	<i>Pc</i>	179	4.959	4.069	0.110
	<i>Pg</i>	180	9.364	6.917	
Ramas	<i>Pc</i>	97	0.250	0.331	0.058
	<i>Pg</i>	60	0.137	0.280	
Conos	<i>Pc</i>	35	0.084	0.203	0.252
	<i>Pg</i>	27	0.033	0.076	
Flores	<i>Pc</i>	23	0.020	0.044	0.010
	<i>Pg</i>	95	0.307	0.367	

\*Valores ( $P \leq 0.05$ ) indican diferencias estadísticamente significativas, al 95%, en la deposición de componentes (hojas, ramas, conos y flores) entre especies.

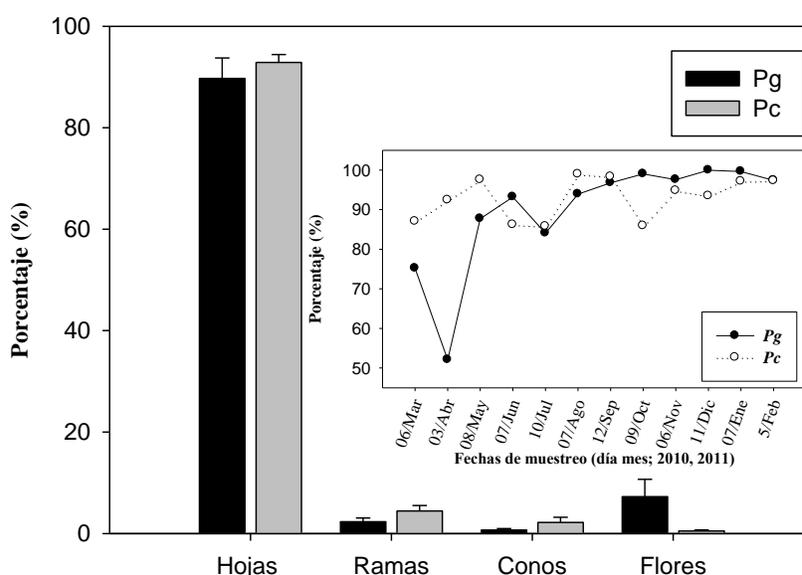
La producción de los diferentes componentes por especie se ilustra en la Figura 2. *Pinus greggii* Engelm registra en hojas un aumento en los meses de noviembre a enero con valores de 21.386, 21.312 y 25.286  $\text{gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$ . De agosto a octubre el componente ramas registra una producción constante en *Pinus greggii* Engelm., (con valores de 0.029, 0.015 y 0.012  $\text{gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$  respectivamente) así como en *Pinus cembroides* Zucc. (0.015, 0.013 y 0.031  $\text{gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$  respectivamente). En conos no se registran variaciones significativas, mientras que en flores se observa que en julio *Pinus greggii* Engelm. registra un valor de  $1.533 \pm 0.591\text{ gr m}^{-2}\text{ mes}^{-1}$ , mientras que en *Pinus cembroides* Zucc. se mantiene una producción constante en el periodo de estudio.

Dames *et al.*, (1998) encontraron diferencias en la deposición de hojarasca en plantaciones de *Pinus patula* de diferentes años de edad (5, 10, 15, 20, 25 y 30 años), atribuyendo esta variación a la edad y las condiciones climáticas. Xu y Hirata (2002) reportan diferencias en una plantación de *Pinus luchuensis* (8,000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) comparada con una plantación mixta de *P. luchuensis* y *Schima wallichii* (11,000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Caída mensual de los componentes de la hojarasca (hojas, ramas, conos y flores) en *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus cembroides* Zucc., en Los Lirios, Arteaga, Coahuila. Valor graficado representa media  $\pm$  intervalo de confianza al 95 %.

Con los resultados anteriores se denota que el componente hojas es el que más aporta a la hojarasca, similar a la caída de hojas registrada en un bosque de *Pinus radiata* en Chile, con valores de 320,6 y 328,5 g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>, lo que equivale a 86,7 y 79,5% (Huber y Oyazarum, 1983); de igual manera Njoukam *et al.*, (1999) encontraron en plantaciones de *Pinus kesiya* Royle ex-Gordon que las hojas aportaron el 86 y 74% respectivamente; Quinto *et al.*, (2007) reportaron con un 60% a la caída hojas como el componente de mayor aporte en un bosque pluvial de Colombia.



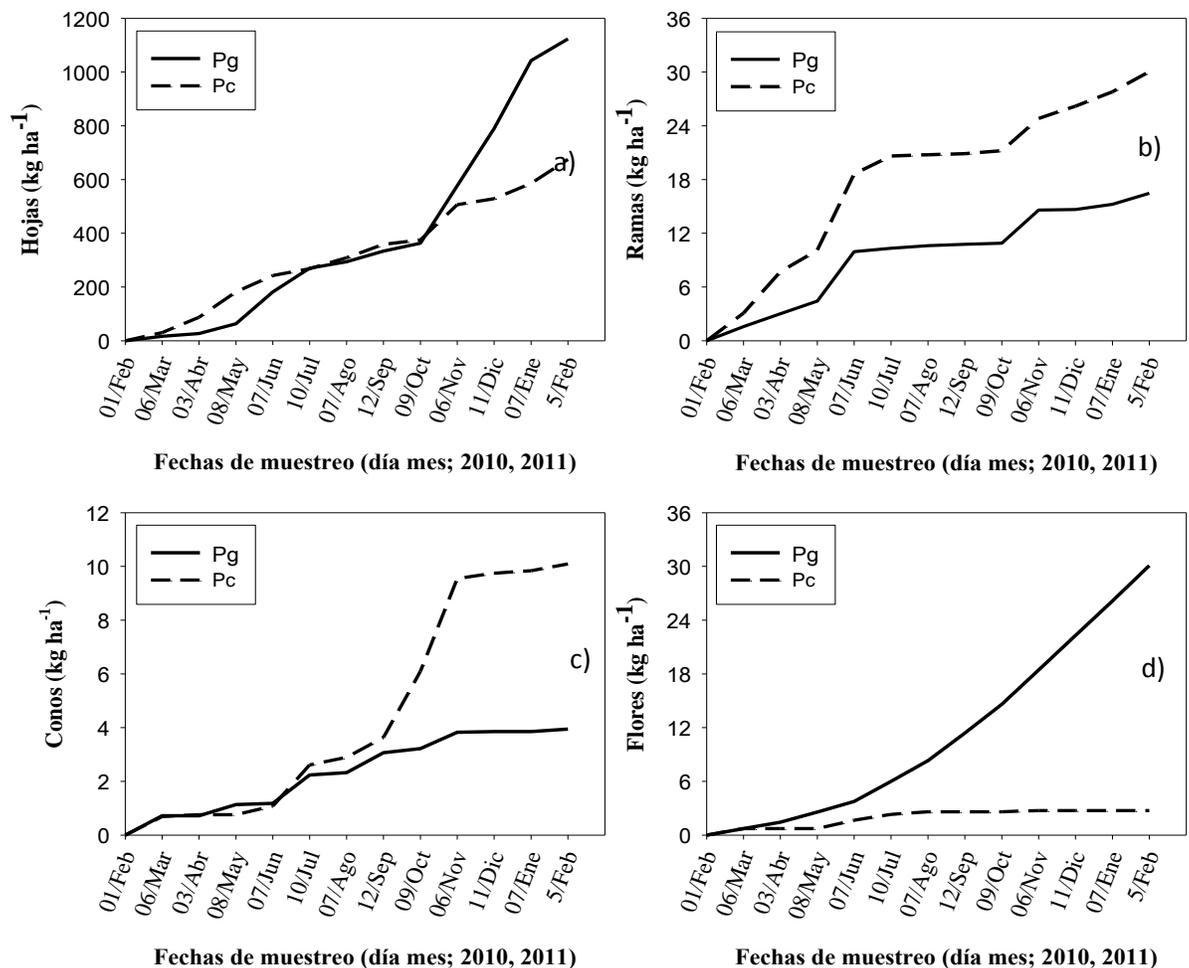
**Figura 3.** Porcentaje de aportación por cada componente de la hojarasca (hojas, ramas, conos y flores) de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus cembroides* Zucc. en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

### 3.2 Acumulación total de hojarasca

El aporte total anual de hojarasca para *Pinus greggii* Engelm. es de 1180.880 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, de los cuales aproximadamente el 89% corresponde a hojas, 2% a ramas, 0.7% a conos y 7% a flores; mientras que *Pinus cembroides* Zucc. presentó un aporte de 717.906 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> donde aproximadamente un 92% corresponde a hojas, 4% ramas, 2% conos y .04% flores (Figura 3 y Figura 4). Durante el año de estudio, la caída de los diferentes componentes (Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) que conforman la hojarasca, muestran una evolución constante

para hojas, ramas y conos, sin embargo en flores observamos que *Pinus cembroides* Zucc. se mantiene constante a lo largo de este periodo.

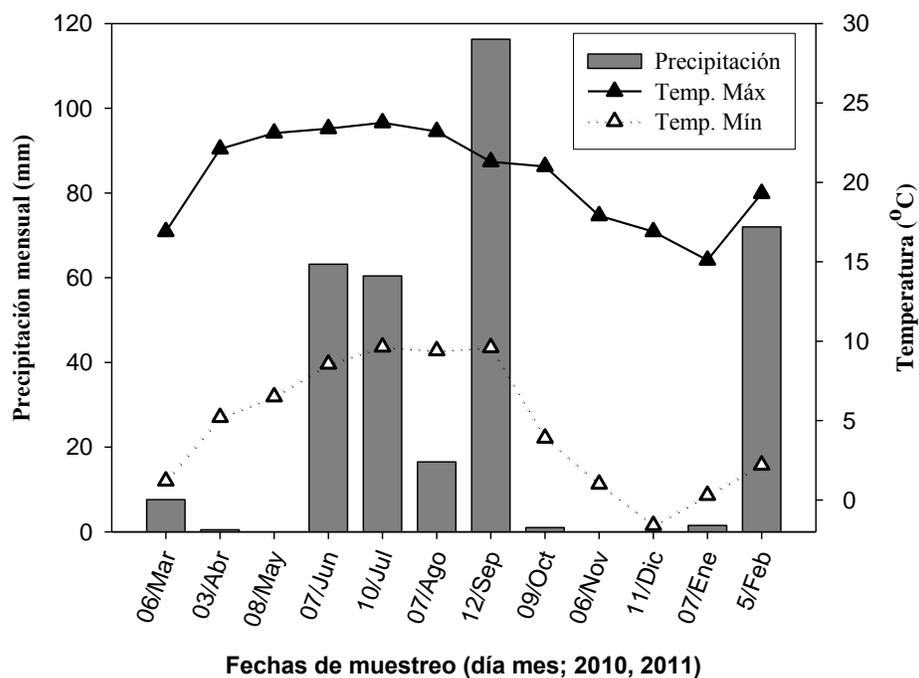
De octubre a enero *Pinus greggii* Engelm. presenta un aporte en hojas de 709.513 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4.a) lo que representa el 63.14 %, es decir poco más de la mitad del aporte total de hojas. La evolución en el aporte de las ramas para ambas especies es constante. Por otro lado *Pinus cembroides* Zucc. de septiembre a noviembre (Figura 4. c) aporta en conos 6.653 kg ha<sup>-1</sup>, representando aproximadamente el 65% del total de este componente. Mientras que en la aportación por flores se observó un constante incremento en *Pinus greggii* Engelm. durante todo el año, contrario a *Pinus cembroides* Zucc.



**Figura 4.** Evolución anual de la caída de los componentes de la hojarasca en ambas plantaciones, en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Por otra parte, se concentraron datos de temperatura máxima (Tem. Máx) y mínima (Tem. Mín), precipitación total (mm), velocidad del viento (Km/h), proporcionados por la estación climatológica adjunta al CAESA a cargo del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Coahuila (CESAVECO) (Figura 5).

Las variables climáticas no tienen influencia importante sobre la producción de hojarasca, excepto la temperatura máxima en hojas.



**Figura 5.** Temperatura (máxima y mínima), y precipitación mensual registradas durante el periodo de estudio en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

## 5. CONCLUSIONES

La deposición total de hojarasca en *Pinus greggii* Engelm. ( $1180.880 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) y *Pinus cembroides* Zucc. ( $717.906 \text{ kg/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$ ), no se encuentra dentro del rango reportado en trabajos referentes al género *Pinus*. Las diferencias entre componentes (hojas, ramas, conos y flores) pudiera ser producto de las diferencias fisiológicas entre ambas especies, sumándole la densidad de la plantación (Cuadro 1). Por otro lado, en este estudio *Pinus greggii* Engelm. fue la especie que más aportó hojarasca, específicamente en los componente hojas ( $1123.627 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y flores ( $36.840 \text{ kg ha}^{-1}$ ), esta alta caída de flores nos indica una posible precocidad en conos. En relación a *Pinus cembroides* Zucc., con  $675.053 \text{ kg ha}^{-1}$  en hojas y  $2.733 \text{ kg ha}^{-1}$  en flores. En base a esto resultados se rechaza la hipótesis nula.

## 6. REFERENCIAS

- Álvarez S., F. J., G. R. Sánchez, I. Sánchez-Gallén y J. A. González-Iturbe.** 1992. Métodos para el estudio de la productividad primaria y la descomposición en comunidades terrestres. Cuadernos de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 52 p.
- Huber J., A. y C. Oyarzún C.** 1983. Producción de Hojarasca y sus Relaciones con Factores Meteorológicos en un Bosque de *Pinus radiata* (D. Don.). Proyecto RS-80-18. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile. Bosque (5) 1: 1-11.
- Ramírez H., C., J. J., Vargas-Hernández y J. López-Upton,** 2005. Distribución y Conservación de las Poblaciones naturales de *Pinus greggii*. Acta Botánica Mexicana 72: 1-16
- CONAGUA** (Comisión Nacional del Agua) (1998). Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250 000. México.
- CONAGUA** (Comisión Nacional del Agua) (2000). Departamento de hidrología operativa, Precipitación y Temperatura de la Estación Meteorológica de San Antonio de las Alazanas Arteaga Coahuila.
- Couteaux., M. M., P. Bottner and B. Berg.** 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. Trends in Ecology and Evolution 10: 63-66.
- Orihuela B., D. E., C. Tovilla-Hernández, H. F., M. Vester y T. Álvarez-Legorreta** (2004). Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosque*. Número especial 2, 2004: 45-61.
- Dames J., M. C. S., C. J. Straker** (1998) Litter production and accumulation in *Pinus patula* plantations of the Mpumalanga Province, South Africa. Plant and Soil 203:183-190.
- Facelli., J. M. and S. T. A. Pickett.** 2008. Plant litter: its dynamics and effects on plant community. Botanical Review 57: 1-32.
- Fisher., G. C., A. Romero, F. López-Bermúdez, J. B. Thornes y C. Francis.** 1987. La producción de biomasa y sus efectos en los procesos erosivos en un ecosistema

semiárido del SE de España. *Anales de Biología*, 12 (Biología Ambiental, 3), 1987: 91– 102. Secretariado de Publicaciones – Universidad de Murcia.

**González.,** R. H., I. Cantú S., R. G. Ramírez L., M. V. Gómez M., T. G. Domínguez G., J. Bravo G., R. K. Maiti (2008) Spatial and seasonal litterfall deposition patter in the Tamaulipan thorscrub, Northeastern Mexico. *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology* 1: 177-181.

**Hernández.,** I. M., Santa Regina, I. y Gallardo J. F. 1992. Dinámica de la descomposición de la hojarasca forestal en bosques de la Cuenca del Duero (Provincia de Zamora): Modelización de la pérdida de peso. En: *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 6: 339-355.

**Rodríguez.** Santa Regina., I. y J. F. Gallardo-Lancho (1985). Producción de hojarasca en tres bosques de la Sierra de Bejar. (Salamanca). *Mediterránea Ser. Biol.* 89-101.

**Ramírez-Correa.,** J. A., C. M., Zapata-Duque., J. D., León-Peláez y M. I. González-Hernández (2007). Caída de Hojarasca y retorno de nutrientes en bosques Montanos Andinos de Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Interciencia*. 32: No. 5.

**Návar-Cháidez.,** J. J. y E. Jurado-Ybarra. 2009. Productividad foliar y radicular en ecosistemas forestales del noreste de México. *Rev. Ciencia Forestal en México*. 34.

**Vargas-Parra.,** L. y A. Varela (2007). Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural La Planada (Nariño, Colombia). *Universitas scientiarum, Revista de la Facultad de Ciencias*. Edición especial I, 12:35-49.

**Luna** C., M. A., Romero-Manzanares y E. García-Moya (2008). Afinidades en la flora genérica de piñoneros del norte y centro de México: un análisis fenético. *Revista Mexicana de Biodiversidad*: 79 (2). 449-458.

**Sanches** B. M. B., D. Prieto T., F. C. Peral., C. A. R. Tamburi., R. Caseri y R. Berazaín-Iturbide (2003). Producción de hojarasca en un bosque semideciduo estacional en São Pedro, Potirendaba, estado de São Paulo, Brasil. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 24(1-2): 173-176.

**Martínez,** M. 1948. Los pinos mexicanos. 2da. edición. Editorial Botas, S. A. México, D. F. México. 361 p.

- Njoukam R.**, R. Oliver, R. Peltier (1999) Restitution minérale au sol par la litière dans les plantations de *Pinus kesiya* Royle ex-Gordon dans l'ouest du Cameroun. *Annals Forest Science* 56: 431-439.
- Soler., P.**, J. L. Berroterán., J. L. Gil y R. Acosta 2008. Producción de Hojarasca de la vegetación nativa en los llanos altos centrales de Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 265-268.
- Pérez S., M.**, J.T. Arredondo-Moreno, E. Huber., J. J. Vargas 2009. Production and quality of senesced and green litterfall in a pine-oak forest in central-northwest México. *Forest Ecology and Management*, 258: 1307-1315.
- Prause J. G.** Arce de Caram, y P. N. Angeloni (2003). Variación mensual en el aporte de cuatro especies forestales nativas del Parque Chaqueño Humado (Argentina). *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho* 10:39-45.
- Prusinkiewicz, Z.**, BIGOS, M. 1978: Rhythmicity of accumulations and decomposition of forest litter in three mixed forest stands on the soils with different types of forest floor. *Ekologia Polska.* 26 (3): 325-345.
- Quinto M. H.**, Y. Ramos y B. D. Abadía (2007). Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta en un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia, *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó, D.L.C.*, 26, 28-41p.
- Rai S., N.** and J. Proctor. 1986. Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India. II. Litterfall. *Journal of Ecology* 74: 455-463.
- Ramírez H. C.**, J. J. Vargas H. y J. López U. (2005). Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. *Acta botánica mexicana* 72: 1-16.
- Ramírez J. A.**, Zapata D. C. M., León P D J, González, H I M (2007). Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Interciencia.* 32:303-311.
- Robert, M. F.** 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitogeográfico de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. en México. *Revista Ciencia Forestal* 2(10): 49-58.

**UNESCO/PNUMA/FAO.** 1980. Ecosistemas de los Bosques Tropicales. UNESCO CIFCA. Madrid, España.

**Xu.** X. N. y E. Hirata (2002). Forest floor mass and litterfall in *Pinus luchuensis* plantations with and without broad-leaved trees. *Forest Ecology and Management* 157:165-173.

**Zapata** D. C. M., J. A. Ramírez., J. D. León P. y M. I. González H. (2007) Producción de hojarasca fina en bosques altoandinos de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 60: 3371-3784.

**Rzedowski J. (1978)** Bosque de coníferas: *In*: Vegetación de México. Rzedowski J (Eds). Limusa, México. 295-327.

**Návar** C., J. J., E. Jurado Y. (2009) Productividad foliar y radicular en ecosistemas forestales del noreste de México. *Ciencia Forestal en México* 34: 89-106.

## 7. APÉNDICE

**Apéndice 1.** Datos en kg ha<sup>-1</sup>, de la producción por componente de *Pinus greggii* Engelm. (*Pg*) y *Pinus cembroides* Zucc. (*Pc*).

Fecha	Especies	Hojas kg/ha	Ramas Kg/ha	Conos Kg/ha	Flores Kg/ha
01/02/10	<i>Pg</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
06-03-10	<i>P. g</i>	16.447	1.573	0.720	3.133
03-04-10	<i>P. g</i>	10.433	1.433	0.000	8.173
08-05-10	<i>P. g</i>	36.140	1.427	0.413	3.227
07-06-10	<i>P. g</i>	118.833	5.513	0.047	3.113
10-07-10	<i>P. g</i>	88.227	0.387	1.060	15.327
07-08-10	<i>P. g</i>	24.020	0.287	0.087	1.187
12-09-10	<i>P. g</i>	39.200	0.147	0.740	0.413
09-10-10	<i>P. g</i>	29.640	0.120	0.153	0.020
06-11-10	<i>P. g</i>	213.860	3.713	0.607	0.993
11-12-10	<i>P. g</i>	213.120	0.053	0.027	0.027
07-01-11	<i>P. g</i>	252.893	0.580	0.000	0.400
05-02-11	<i>P. g</i>	80.813	1.233	0.093	0.827
<b>Suma Total</b>		1123.627	16.467	3.947	36.840

Continuación...

<b>Fecha</b>	<b>Especies</b>	<b>Hojas kg/ha</b>	<b>Ramas Kg/ha</b>	<b>Conos Kg/ha</b>	<b>Flores Kg/ha</b>
<b>01/02/10</b>	<i>Pc</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>06-03-10</b>	<i>Pc</i>	30.133	3.087	0.687	0.727
<b>03-04-10</b>	<i>Pc</i>	56.960	4.620	0.073	0.000
<b>08-05-10</b>	<i>Pc</i>	94.720	2.387	0.000	0.000
<b>07-06-10</b>	<i>Pc</i>	60.947	8.533	0.320	0.927
<b>10-07-10</b>	<i>Pc</i>	25.093	1.987	1.527	0.660
<b>07-08-10</b>	<i>Pc</i>	40.693	0.153	0.287	0.287
<b>12-09-10</b>	<i>Pc</i>	49.753	0.127	0.740	0.000
<b>09-10-10</b>	<i>Pc</i>	16.827	0.313	2.453	0.000
<b>06-11-10</b>	<i>Pc</i>	131.007	3.613	3.460	0.133
<b>11-12-10</b>	<i>Pc</i>	22.367	1.367	0.200	0.000
<b>07-01-11</b>	<i>Pc</i>	57.033	1.600	0.093	0.000
<b>05-02-11</b>	<i>Pc</i>	89.520	2.240	0.253	0.000
<b>Suma</b>					
		675.053	30.027	10.093	2.733
<b>Total</b>					

**Apéndice 2.** Porcentajes de componentes por mes.

<b>Fecha</b>	<b>Especies</b>	<b>%hojas</b>	<b>%ramas</b>	<b>%conos</b>	<b>%flores</b>
<b>06-03-10</b>	<i>P. g</i>	75.190	7.193	3.292	14.325
<b>03-04-10</b>	<i>P. g</i>	52.063	7.152	0.000	40.785
<b>08-05-10</b>	<i>P. g</i>	87.704	3.462	1.003	7.830
<b>07-06-10</b>	<i>P. g</i>	93.198	4.324	0.037	2.442
<b>10-07-10</b>	<i>P. g</i>	84.025	0.368	1.010	14.597
<b>07-08-10</b>	<i>P. g</i>	93.901	1.121	0.339	4.639
<b>12-09-10</b>	<i>P. g</i>	96.790	0.362	1.827	1.021
<b>09-10-10</b>	<i>P. g</i>	99.020	0.401	0.512	0.067
<b>06-11-10</b>	<i>P. g</i>	97.576	1.694	0.277	0.453
<b>11-12-10</b>	<i>P. g</i>	99.950	0.025	0.013	0.013
<b>07-01-11</b>	<i>P. g</i>	99.614	0.228	0.000	0.158
<b>05-02-11</b>	<i>P. g</i>	97.405	1.487	0.112	0.996

<b>Fecha</b>	<b>Especies</b>	<b>%hojas</b>	<b>%ramas</b>	<b>%conos</b>	<b>%flores</b>
<b>06-03-10</b>	<i>P c</i>	87.007	8.912	1.983	2.098
<b>03-04-10</b>	<i>P c</i>	92.388	7.494	0.119	0.000
<b>08-05-10</b>	<i>P c</i>	97.542	2.458	0.000	0.000
<b>07-06-10</b>	<i>P c</i>	86.172	12.065	0.452	1.310
<b>10-07-10</b>	<i>P c</i>	85.740	6.788	5.216	2.255
<b>07-08-10</b>	<i>P c</i>	98.930	0.373	0.697	0.000
<b>12-09-10</b>	<i>P c</i>	98.288	0.250	1.462	0.000
<b>09-10-10</b>	<i>P c</i>	85.880	1.599	12.521	0.000
<b>06-11-10</b>	<i>P c</i>	94.786	2.614	2.503	0.096
<b>11-12-10</b>	<i>P c</i>	93.454	5.710	0.836	0.000
<b>07-01-11</b>	<i>P c</i>	97.117	2.724	0.159	0.000
<b>05-02-11</b>	<i>P c</i>	97.290	2.434	0.275	0.000

**Apéndice 3.** Cuantificación en  $\text{gr ha}^{-1}$ , de la producción por componente de *Pinus greggii* Engelm. (*Pg*) y *Pinus cembroides* Zucc. (*Pc*).

Fecha	Especies	Hojas gr/m2	Ramas gr/m2	Conos gr/m2	Flores gr/m2
06-03-10	<i>P. g</i>	1.645	0.157	0.072	0.313
03-04-10	<i>P. g</i>	1.043	0.143	0.000	0.817
08-05-10	<i>P. g</i>	3.614	0.143	0.041	0.323
07-06-10	<i>P. g</i>	11.883	0.551	0.005	0.311
10-07-10	<i>P. g</i>	8.823	0.039	0.106	1.533
07-08-10	<i>P. g</i>	2.402	0.029	0.009	0.119
12-09-10	<i>P. g</i>	3.920	0.015	0.074	0.041
09-10-10	<i>P. g</i>	1.683	0.012	0.015	0.002
06-11-10	<i>P. g</i>	21.386	0.371	0.061	0.099
11-12-10	<i>P. g</i>	21.312	0.005	0.003	0.003
07-01-11	<i>P. g</i>	25.289	0.058	0.000	0.040
05-02-11	<i>P. g</i>	8.081	0.123	0.009	0.083

Fecha	Especies	Hojas gr/m2	Ramas gr/m2	Conos gr/m2	Flores gr/m2
06-03-10	<i>P c</i>	3.013	0.309	0.069	0.073
03-04-10	<i>P c</i>	5.696	0.462	0.007	0.000
08-05-10	<i>P c</i>	9.472	0.239	0.000	0.000
07-06-10	<i>P c</i>	6.095	0.853	0.032	0.093
10-07-10	<i>P c</i>	2.509	0.199	0.153	0.066
07-08-10	<i>P c</i>	4.069	0.015	0.029	0.000
12-09-10	<i>P c</i>	4.975	0.013	0.074	0.000
09-10-10	<i>P c</i>	2.964	0.031	0.245	0.000
06-11-10	<i>P c</i>	13.101	0.361	0.346	0.013
11-12-10	<i>P c</i>	2.237	0.137	0.020	0.000
07-01-11	<i>P c</i>	5.703	0.160	0.009	0.000
05-02-11	<i>P c</i>	8.952	0.224	0.025	0.000

**Apéndice 4.** Colecta de hojarasca.

