

Caracterización de la hojarasca de bosques semidecuidos en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Cuba

Characterization of leaf fall in semideciduous forests in the Biosphere Reserve: Guanahacabibes Peninsula. Cuba

Ramos Ramos, Alberto¹; Delgado Fernández, Freddy¹; Reyes Álvarez Noharis¹

¹Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (Ecovida/CITMA). Km. 21/2. Carretera a Luís Lazo, telf. 750060-62 CP: 20300, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: ramos@ecovida.vega.inf.cu

Fecha de recepción: 10 de enero 2009. Aprobado: 20 de abril 2009.

RESUMEN: Se estudian tres áreas de bosque semidecuido en la Reserva de Biosfera «Península de Guanahacabibes», para caracterizar la dinámica de la hojarasca de estos ecosistemas mediante el método de áreas pares y determinar el comportamiento del carbono en la materia orgánica. La producción anual de hojarasca alcanza valores de 13.7, 9.12 y 15.9 t ha⁻¹, estas variables reflejan fluctuaciones mensuales, en dependencia de las condiciones climáticas. El contenido de carbono en los aportes de la hojarasca, el mantillo y el suelo mineral de 0-10 cm, evidencia que más del 75 % de la materia orgánica-carbono, se descompone en menos de un año. Los resultados obtenidos reflejan mecanismos de conservación diferentes en cada ecosistema, producto de la fase sucesional del bosque y las alteraciones antrópicas en los mismos, que sirven de base para la clasificación funcional y el manejo de los bosques semidecuidos de la Península.

Palabras clave: Bosque semidecuido, Dinámica de la hojarasca, Comportamiento del carbono.

ABSTRACT: Three areas of semideciduous forest in the Biosphere Reserve: *Guanahacabibes Peninsula* are studied to characterize the dynamics of leaf fall in these ecosystems using the pair-areas method and to determine the carbon behavior in the organic material. The annual dead leaf production has values of 13.7, 9.12 and 15.9 t ha⁻¹, these variables reflect monthly fluctuation depending on the climatic conditions. The carbon content in the fallen leaves and the 0-10 cm-deep mineral soil evidence that over 75 % of the organic-carbon material decomposes in less than one year. The results obtained reflect different conservation mechanisms for each ecosystem due to the successional phase of the forest and the anthropological alterations in them, which serve the functional classification and the management of the semideciduous forest in the Peninsula.

Key words: Semideciduous forest, Dynamics of leaf fall, Carbon behavior.

INTRODUCCIÓN

La hojarasca, término que se emplea para definir la mezcla de hojas, flores, frutos y parte lignificadas (ramitas no mayores de 1 cm de diámetro, corteza, etc.), que caen al suelo proveniente del estrato arbóreo (Proctor, 1983); constituye la fuente principal de incorporación de materia orgánica, la cual posee composición y características diferentes en dependencia de la especie o el tipo de bosque de que proceda.

En general, la caída estival de la hojarasca asegura la permanencia de una capa de material orgánico sin descomponer sobre el suelo a lo largo del período más seco del año, con favorable efecto sobre la conservación del agua edáfica y el reciclado de nutrientes. Esta capa de materia orgánica acumulada que cubre el suelo ayuda a disminuir los procesos de evaporación y a aumentar la acumulación de los compuestos orgánicos en el mismo.

Según Margalef (1995), la acumulación de la hojarasca resulta del equilibrio entre la velocidad de caída de hojas muertas y la velocidad de descomposición. La primera es función de la producción y la segunda es función de la hojarasca acumulada, que es mucho mayor en las zonas tropicales que en los ambientes fríos. A nivel global existen muy pocos datos sobre la cantidad de cubierta muerta acumulada (mantillo) sobre el suelo (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

Por la importancia de esta temática en la estabilidad y funcionamiento del ecosistema, al constituir el eslabón que garantiza la circulación de materia orgánica y nutrientes entre las plantas y el suelo, así como las potencialidades que posee para atenuar los cambios climáticos, protegiendo al suelo contra agentes erosivos que degraden su fertilidad, fueron propuestos los siguientes objetivos:

- Caracterizar el aporte, acumulación y descomposición de la hojarasca de los bosques semidecuidos de la Reserva de Biosfera «Península de Guanahacabibes».
- Conocer el comportamiento del carbono en la materia orgánica de los bosques semidecuidos estudiados.
- Aportar conocimientos teóricos que contribuirán a la elaboración de planes de manejo y a la conservación de estos ecosistemas en la Península.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre los años 1997-1998 en la Reserva de Biosfera «Península de Guanahacabibes».

Las parcelas de estudio fueron ubicadas en dos localidades de Bosque semidecuido: El Veral y La Jaula; en El Veral se muestrearon dos áreas (Veral I y II). Cada área presenta diferente grado de desarrollo desde el punto de vista de su estadio sucesional y las parcelas (sitios-réplica) presentes en cada una se establecieron de forma permanente desde el año 1989, para monitorear el funcionamiento de bosques semidecuidos en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes (RBPG).

Estas áreas han sido descritas por Delgado (1999), resaltándose las siguientes características:

- El área Veral I se encuentra en la fase sucesional Fiera II media, sometida a un alto estrés ecológico, donde se evidencia una marcada esclerofilia de sus hojas y numerosos individuos por unidad de área, con especies predominantes como: *Gerascanthus gerascanthoides* (Hbk) Borhidi, *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd, *Guettarda elliptica* Sw.,

Adeliarecinella L., entre otras. Se presenta sobre carso parcialmente cubierto, en un 70 % del área, por Rendzina roja.

- El área La Jaula presenta una fase Fiera II final, este bosque ha estado sometido a una sobreexplotación mucho más reciente que el de las áreas Veral I y II, tanto para la utilización de madera en bolo como para cujes de secar tabaco, lo que ha producido una alteración de su estructura, observándose el incremento de especies que predominan en lugares perturbados como: *Allophillum cominea*, *Cecropia echeberiana* y la presencia de numerosas lianas. Se encuentra sobre un carso parcialmente cubierto en un 80 % del área, por Rendzina roja.

- El área Veral II atraviesa por la fase de Homeostasis II media, es un bosque semidecíduo notófilo medio, las afectaciones antrópicas que se han producido en esta área han sido por talas selectivas. Aunque presenta menor número de individuos, éstos han logrado un mejor desarrollo dentro del área, destacándose especies como: *Drypetes alba* Poir, *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill, *Celtis trinervia* Lam., *Gerascanthus gerascanthoides* (Hbk) Borhidi, etc. El componente edáfico que predomina es el carso desnudo, muy agresivo con acumulaciones orgánicas en las oquedades, solamente presenta un 15 % de suelo, predominando la Rendzina roja típica.

Para el estudio se establecieron cuatro sitios-réplica por área (12 en total); cada sitio-réplica posee una dimensión de 625 m², lo cual representa un área de 7 500 m² de bosque semidecíduo muestreado. Se establecieron al azar, 10 colectores de hojarasca en cada sitio-réplica.

La colecta de hojarasca se realizó con intervalos mensuales, según el método de áreas pares de Wiegert y Evans (1964), modificado por Lomnicki *et al.* (1968) y adaptado por Rodríguez (1986) para ecosistemas boscosos.

La determinación de los elementos químicos y la materia orgánica se realizó por el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Pinar del Río.

Para calcular las entradas de carbono a partir de los valores de la caída de hojarasca y mantillo, fueron utilizados los datos de materia orgánica de la hojarasca. También se emplearon los valores de la materia orgánica del suelo hasta 10 cm de profundidad, referida por Alfonso (1999) y la densidad aparente del suelo determinada por Rodríguez *et al.* (1998), en cada área de estudio.

El carbono en la hojarasca, mantillo y suelo fue calculado a partir del valor de conversión en humus. Se determinó además la desaparición de la hojarasca sobre la base de la diferencia entre el máximo y el mínimo mantillo acumulado en el suelo, según Rodríguez y Ulehlová (1986).

Los datos por cada sitio-réplica fueron sometidos a una prueba heterogeneidad de χ^2 , comprobándose que los valores provienen de una misma población (existe homeogeneidad de la varianza), por lo que se procedió a unir las réplicas en una muestra única por cada área. Para la comparación de los aportes y la acumulación por parcelas y por componentes se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple.

Se empleó la prueba de Tuckey, a fin de conocer si existían diferencias significativas entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de la hojarasca en las áreas de estudio.

La distribución de los aportes mensuales de la hojarasca en las tres áreas de bosque semidecuido estudiadas, se presenta en la Tabla 1. En ésta se refleja que la época de mayor caída se produce en el período menos lluvioso (noviembre a abril) para todas las áreas, coincidiendo estos meses con la época de desfronde de las especies deciduas que representan aproximadamente el 78 % del estrato arbóreo superior en estos ecosistemas de la Península.

La Producción anual de hojarasca fue de 13.7, 9.1 y 15.9 tn ha^{-1} para las áreas Veral I (VI), Jaula (Ja) y Veral II (VII) respectivamente. Esta caída se produce durante todo el año, con variaciones mensuales en cada bosque por la composición florística presente, pues todas las especies no se desfolian en el mismo período. Los resultados presentados en este trabajo se mantienen dentro de los rangos obtenidos en bosques semidecuidos, que fluctúa entre 4.6 $\text{tn ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (Hopkins, 1966, en Nigeria) y 20.9 $\text{tn ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (Cunningham, 1963, en Ghana), citado por Lastres, (1990)

Tabla 1. Biomasa de hojarasca mensual (g m^{-2}) obtenida en las tres áreas de bosque semidecuido de la RBPG.

Meses	Veral I	Jaula	Veral II
Enero	153.91	90.84	138.44
Febrero	170.76	101.10	216.42
Marzo	173.88	103.29	224.54
Abril	161.54	89.77	216.42
Mayo	118.37	81.00	167.46
Junio	80.98	59.94	130.67
Julio	72.68	47.00	114.39
Agosto	73.38	50.18	64.98
Septiembre	54.05	51.01	50.36
Octubre	94.19	73.87	60.53
Noviembre	101.76	82.72	91.82
Diciembre	117.70	82.20	113.39
Suma	1373.19	912.90	1589.40
Media mensual	114.43	76.084	132.45
Desviación	41.86	19.74	62.27

Las variaciones entre áreas se deben a las características propias de los ecosistemas presentes en la península, observándose una mayor producción en el bosque más

desarrollado (VII). En el caso de la localidad La Jaula, a pesar de encontrarse en un estadio sucesional más evolucionado que el Veral I, es la de los menores aportes de hojarasca. Esto está dado porque La Jaula ha estado sometida durante mucho más tiempo y hasta un período más reciente al aprovechamiento y tratamientos silviculturales, que han dado lugar a la eliminación tanto de árboles de grandes dimensiones como de pequeños diámetros para diferentes usos forestales.

En el proceso sucesional de desarrollo del bosque después de una perturbación, se produce una disminución de las especies deciduas presentes en el estrato arbóreo superior, que son las que caracterizan la formación, unido a la proliferación de un gran número de individuos por unidad de área, con diámetros pequeños y menor cobertura, situación esta que caracteriza el área de La Jaula.

La biomasa de hojarasca y los porcentajes por componente respecto al total en cada área de estudio se presentan en la Tabla 2. Al igual que la mayoría de los trabajos consultados, las hojas fueron las que mayor proporción reflejaron para todas las áreas, seguida del material leñoso, otros elementos en desintegración y en menor cuantía las flores, frutos y semillas.

Tabla 2. Biomasa de hojarasca y porcentaje por componentes en cada área de estudio del bosque semidecuido de la RBPG (g m^{-2}).

Componentes	Veral I		Jaula		Veral II	
	g m^{-2}	%	g m^{-2}	%	g m^{-2}	%
Hojas	676.70	49.28	456.80	50.04	907.20	57.08
Ramas	390.40	28.43	328.20	35.95	384.80	24.21
Flores/Semillas	21.20	1.54	14.50	1.59	42.60	2.68
Otros	284.90	20.75	113.40	12.42	254.80	16.03
Total	1 373.20		912.90		1 589.40	

Este comportamiento de los diferentes materiales en cada área varía en dependencia del grado de afectación antrópica y los procesos sucesionales que están ocurriendo en ellas.

El Veral II, que es el área más conservada, muestra un mejor desarrollo de los individuos en el estrato arbóreo superior, donde se ubican las especies que tipifican la formación en estudio y que alcanzan incrementos superiores de área foliar (59 %) y cobertura vegetal, por ello el mayor aporte lo proporcionan las hojas; de ahí la diferencia significativa que se observa entre las hojas con las ramas y otros componentes.

En las tres áreas estudiadas, debido a que la hojarasca se colecta directamente del suelo, los valores obtenidos deben ser una estimación de lo que realmente se produce, ya que las muestras están expuestas a la acción de los agentes descomponedores, por ello siempre se obtienen porcentajes considerables de material en desintegración (pequeñas fracciones de hojas, ramas, corteza, flores, frutos y semillas que por su difícil identificación se le da la denominación de otros), aunque estos nunca superan los resultados de hojas y ramas.

Estacionalidad de la producción de hojarasca.

El promedio de aporte de hojarasca en período lluvioso no mostró diferencias significativas entre las áreas (Tabla 3), ya que la caída de hojas en estos meses (mayo a octubre) se debe fundamentalmente al proceso de senescencia de las mismas y los mayores aportes de hojarasca provienen de los individuos siempreverdes presentes en los estratos menos desarrollados del bosque (estrato arbustivo y estrato arbóreo inferior).

Tabla 3. Promedio de la Biomasa de hojarasca producida y porcentaje por estaciones del año en las tres áreas de bosque semidecuido de la RBPG (g m^{-2}). Las letras en columna comparan las medias para las diferentes áreas, letras iguales no son estadísticamente diferentes para $\alpha = 0.05$ según Prueba de Tuckey.

Áreas	Época del año			
	Lluvioso		Poco lluvioso	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Veral I	82.27 (a)	39.9	146.59 (a)	60.1
Jaula	60.50 (a)	40.0	91.65 (b)	60.0
Veral II	98.06 (a)	36.7	166.83 (a)	63.3

Al comparar los resultados de cada área en el período poco lluvioso se observa la diferencia en los aportes promedios entre La Jaula con 91.65 g m^{-2} , en relación a las dos áreas del Veral (I y II) con 146.59 y 166.83 g m^{-2} respectivamente, ya que en esta época como se explicó al analizar la producción de hojarasca, las mayores caídas de hojas se producen por el desfronde de las especies deciduas, cuyo porcentaje es inferior en el área de la Jaula según Delgado (1999).

Dinámica de la hojarasca acumulada sobre el suelo.

La hojarasca acumulada en tres áreas del bosque semidecuido de la RBPG, se analiza en la Tabla 4. La cantidad mensual de hojarasca acumulada en el suelo oscila entre 473.2 y 806.6 g m^{-2} en VI, 557.3 y 791.1 g m^{-2} en la Jaula, y entre 433.3 y 857.9 g m^{-2} en VII. Los mayores valores de acumulación en el mantillo ocurren de febrero a abril para VI, de febrero a mayo para la Ja y de enero a marzo para VII y decrecen al comenzar la época de mayor pluviosidad para todas las áreas, en correspondencia con la dinámica de caída de la hojarasca.

Tabla 4. Hojarasca acumulada en las tres localidades de bosque semidecuido de la RBPG en (g m^{-2}).

Meses	Veral I	Jaula	Veral II
Enero	678.6	646.8	785.10
Febrero	806.6	696.4	857.9
Marzo	797.9	723.0	791.2
Abril	744.1	791.1	613.7
Mayo	628.8	789.8	536.3
Junio	473.2	689.2	473.7
Julio	597.4	641.8	433.3
Agosto	590.6	674.6	438.6
Septiembre	548.1	594.0	591.4
Octubre	625.9	580.7	628.6
Noviembre	560.3	557.3	654.2
Diciembre	622.2	612.7	677.0
Media mensual	650.4(a)	666.45(a)	615.08(a)
Desviación	39.88	77.85	76.43

Estos resultados fueron de 19 a un 30 % mayores que el obtenido en un bosque natural de Sierra del Rosario, Cuba, por Rodríguez (1986) con 511.43 g m^{-2} ; pero 39 % (VI), 36 % (Ja) y 42 % (VII) menor que lo reportado en bosque siempreverde por Lastres y Francés (1989) cuyos reportes fueron de $1\ 034.72 \text{ g m}^{-2}$. Este comportamiento se debe a que como se trata de formaciones vegetales diferentes, la calidad y cantidad de hojarasca presente en el mantillo deben variar al cambiar las condiciones ecológicas del bosque.

Las áreas Veral II y La Jaula, mostraron diferencias significativas entre las medias de las ramas (Figura 1); aunque al igual que en los aportes, la acumulación de hojas es mayor en VII, y en la Ja se presenta el promedio de ramas más alto. Sin embargo resalta el hecho de la poca variación en la media de otros componentes en las tres áreas que incluye flores, frutos y semillas y fracciones pequeñas de difícil identificación, lo cual pudiera deberse a la acción de los organismos descomponedores, a las características del material vegetal y la forma en que se presenta el sustrato.

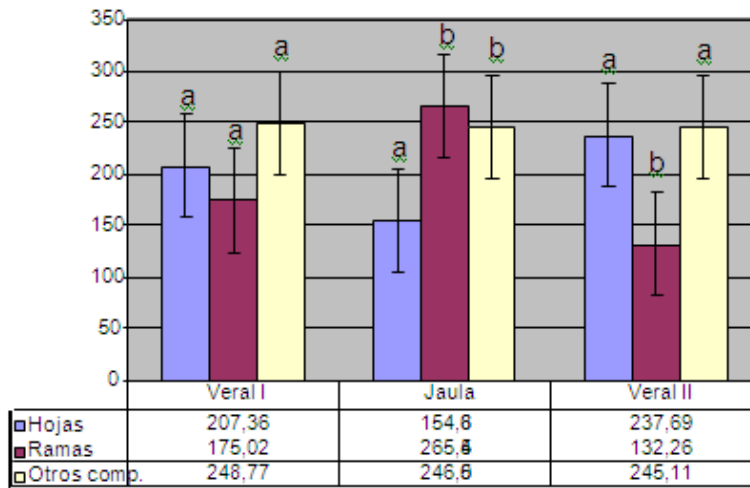


Fig. 1. Acumulación de la hojarasca por componentes en las tres áreas de bosques semidecuidos de la RBPG (g m^{-2}). Las letras en columna comparan las medias para diferentes áreas, letras iguales no son estadísticamente diferentes para $\alpha = 0.05 \%$, según Prueba de Tuckey.

La dinámica de la hojarasca descompuesta varía de: 94.6 a 291.68 g m^{-2} , en VI; de 97.53 a 257.92 g m^{-2} , en Ja; y de 160.2 a 381.0 g m^{-2} , en VII, durante el período de estudio (Tabla 5). El análisis estadístico realizado demostró que existen diferencias significativas en la cantidad de hojarasca descompuesta entre el área VII con respecto a VI y Ja.

Tabla 5. Cantidad de hojarasca descompuesta (D) (g m^{-2}) en las tres áreas del bosque semidecuido de RBPG. Las letras comparan las medias para diferentes áreas, letras iguales no son estadísticamente diferentes para una $\alpha = 0.05 \%$, según Prueba de Tuckey.

Meses	Veral I	Jaula	Veral II
Enero	123.61	118.07	168.00
Febrero	194.76	99.92	177.54
Marzo	188.78	97.53	205.50
Abril	204.90	148.20	195.60
Mayo	205.47	172.20	263.40
Junio	232.08	251.07	283.50
Julio	267.08	257.92	381.00
Agosto	291.68	206.57	367.20
Septiembre	227.55	194.61	329.10
Octubre	167.59	149.25	284.70
Noviembre	98.68	113.01	209.70
Diciembre	94.60	118.50	160.20
Media mensual	191.40 (b)	160.57 (b)	252.12 (a)
Desviación	61.60	56.29	77.58

Contenido de nutrientes en el mantillo.

La Tabla 6, muestra el contenido de nutrientes promedio de hojarasca cosechada en el piso del bosque en las tres áreas estudiadas. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre áreas para las medias de cada elemento, en las cuales se observa la tendencia general en orden decreciente del siguiente comportamiento: Ca > N > Mg > K < P

Tabla 6. Contenido (%) de nutrientes, en tres áreas de bosque semidecuido de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes.

Área	N	P	K	Ca	Mg
Veral I	3.11	0.16	0.22	7.08	0.84
Jaula	2.27	0.13	0.25	5.65	0.82
Veral II	2.75	0.23	0.31	6.62	0.97

En el mismo orden se reportan estudios realizados al respecto por Geigel (1977) en especies de *Pinus caribaea* y *Swietenia macrophylla* y Lastres *et al.* (1985), en el bosque semidecuido de «La Güira».

La mayor concentración de Ca encontrada fundamentalmente en los ecosistemas de Veral I y II, se debe en gran medida al contacto directo del mantillo del suelo con la roca caliza. El carbonato de calcio se diluye fácilmente y pasa a formar parte de los coloides del suelo, por lo que al encontrarse en mayor proporción en estas áreas, las plantas lo absorben y lo restituyen nuevamente a través del proceso de descomposición de la materia orgánica.

Analizando el porcentaje de los macronutrientes en las hojas y ramas de la hojarasca del mantillo (Tabla 7), no se encontraron diferencias significativas entre componentes.

Tabla 7. Contenido de hojas y ramas (kg ha⁻¹) presentes por elementos en tres áreas de bosques semidecuidos en la Reserva de Biosfera "Península de Guanahacabibes"

Área	Biomasa	N		P		K		Ca		Mg	
		H	R	H	R	H	R	H	R	H	R
Veral I	6 504.0	59.2	146.3	3.9	7.15	5.8	9.1	187.3	268.6	22.1	36.4
Jaula	6664.5	48.0	102.6	3.3	4.7	6.0	10.7	140.0	238.6	20	34.6
Veral II	6150.8	64.6	81.8	5.5	9.8	6.8	8.0	167.3	232.5	23.4	42.4

Como se puede observar en todos los elementos existe la tendencia de que los contenidos más elevados se encuentren en las ramas, lo contrario a lo planteado por Lastres *et al.* (1985), en bosques semidecuidos de «La Güira» y Menéndez (1989), en Bosques siempreverdes de Sierra del Rosario; lo cual puede entenderse si consideramos

que los bosques de Guanahacabibes son más xeromorfos y predominantemente notófilos (Delgado y Sotolongo, 1992), dando un predominio de especies de hojas más pequeñas y con índices de caducidad altos, conociéndose de algunas especies que asumen la mayor cantidad de funciones a partir de tallos y ramas, algo parecido a lo que sucede con *Bombacopsis cubensis* (ceibón o drago) que realiza su función fotosintetizadora mediante el tallo.

A su vez, aunque entre áreas no se reflejan diferencias en los contenidos de la mineralomasa por elementos (Figura 2), sí se observa la superioridad en las concentraciones de calcio y nitrógeno en el Veral I y II, con respecto a la Jaula, lo cual se relaciona con la descomposición más rápida en las dos primeras áreas, aspecto tratado en epígrafes anteriores.

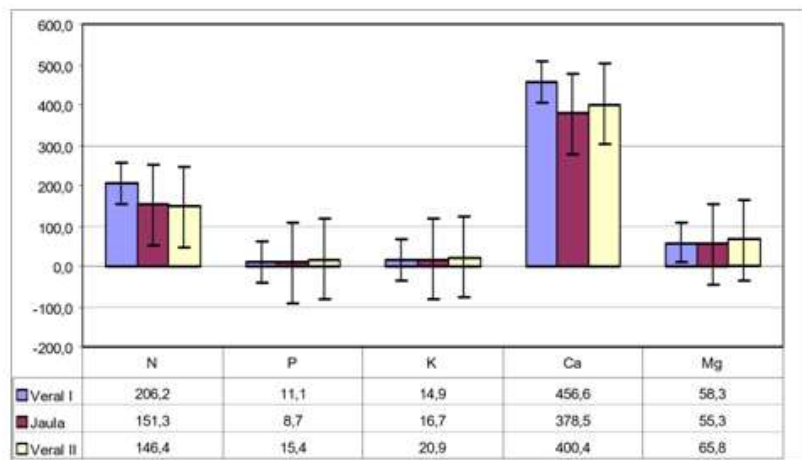


Fig. 2. Mineralomasa (kg ha^{-1}) de la hojarasca del mantillo por elementos, en las tres áreas de bosque semidecuido de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Medias de cada elemento con letras iguales no son estadísticamente diferentes para $\alpha = 0.05 \%$, según Prueba de Tuckey.

Los elevados contenidos de bases (Ca y Mg), en estos bosques, evidencian procesos rápidos de mineralización de la hojarasca en el mantillo, sin embargo, aunque los valores obtenidos en los bosques semidecuidos de Guanahacabibes, se encuentran dentro de los resultados mostrados por varios autores para otros ecosistemas tropicales (citados por Lastres *et al.*, 1985), con excepción del Ca, los aportes de los demás elementos (N, P, K y Mg) son inferiores en comparación con los resultados del mencionado autor en 1985 y 1989, para el bosque semidecuido «La Güira» y el bosque siempreverde de Sierra del Rosario, respectivamente.

El contenido de carbono en los componentes del sistema hojarasca-suelo y la cantidad que cicla de carbono en los bosques semidecuidos estudiados, se muestra en la Tabla 8. De forma general, las hojas y ramas que caen con la hojarasca, aportan entre 4.3 y 6.2 tn ha^{-1} de C al año, al suelo. En el horizonte Ao, existe entre 2.9 y 3.1 tn ha^{-1} de C; en el suelo mineral hay entre 67.5 y 68.7 tn ha^{-1} de C, en la capa de 0 a 10 cm, y durante la descomposición de la hojarasca se libera entre 1.9 y 2.5 tn ha^{-1} de C.

Tabla 8. Carbono (tn ha^{-1}) contenido en la materia orgánica del Sistema hojarasca-suelo, en las tres áreas de bosque semidecuido de la Reserva de Biosfera «Península de Guanahacabibes». Porcentaje de carbono (%), que cicla y retorna en la hojarasca.

Parámetros	VI	Ja	VII
Ho (hojas y ramas). (tn ha^{-1})	6.2	4.3	7.5
Ao (Mantillo). (tn ha^{-1})	2.9	3.1	2.9
Suelo mineral (1-10 cm). (tn ha^{-1})	68.3	69.7	67.5
Sistema (Ao + Suelo) (tn ha^{-1})	71.2	72.9	70.4
Cantidad de carbono que cicla en un año (tn ha^{-1})	5.3	3.2	6.7
% del carbono de Ho contenido en el suelo	9.1	6.2	11.1
% del carbono de Ho contenido en el sistema (Ao +Suelo)	8.7	5.9	10.6
% del carbono de Ho que cicla respecto al suelo	7.7	4.6	9.9
% del carbono de Ho que cicla respecto al sistema	7.4	4.4	9.5

CONCLUSIONES

- La producción de hojarasca en dos de los ecosistemas de bosque semidecuido de la Península de Guanahacabibes (VI y II), fue superior a los datos obtenidos para otras formaciones de bosques semidecuidos estudiados en Cuba y se mantuvo dentro del rango de los valores obtenidos para otros bosques tropicales. La dinámica de la biomasa de hojarasca en estos ecosistemas, sigue un patrón estacional, vinculado al déficit de humedad.
- La proporción de hojas que caen al suelo en las áreas de bosques semidecuidos de la Península, fue mayor que el resto de los componentes de la hojarasca y fluctuó alrededor de los resultados obtenidos por diferentes autores, que reportan estos valores para bosques tropicales similares.
- El material leñoso contenido en la hojarasca caída, fue abundante en todos los ecosistemas estudiados. A pesar de ser las hojas el componente que más aporta al suelo, el análisis estadístico realizado no mostró diferencias significativas, entre hojas y ramas en el área Jaula; muestra del grado de afectación antrópica de la misma con respecto a la otra localidad de bosque semidecuido estudiada.
- La hojarasca acumulada en los ecosistemas muestreados, reflejó un comportamiento mensual parecido a los aportes, vinculado a las variaciones estacionales; pero a diferencia de los aportes, en la hojarasca del mantillo, la proporción de ramas y otros componentes se incrementa a costa de la degradación del resto de los componentes. El alto contenido de material leñoso presente en la Jaula, respecto a las restantes áreas,

superó los valores de hojas, producto al mayor número de individuos muertos y la proliferación de lianas, propio de ecosistemas alterados.

- El contenido de nutrientes en los bosques semidecuidos estudiados de Guanahacabibes, mostró el siguiente orden de concentración: Ca, N, Mg, K, P. Los valores obtenidos por elementos son inferiores a los reportados para otros ecosistemas (semidecuido y siempre verde) de Cuba.
- En la hojarasca del mantillo, las concentraciones para los elementos químicos analizados, fueron superiores en las ramas, contrario a lo obtenido para otros ecosistemas cubanos, donde el mayor contenido de macronutrientes se encontró en las hojas, debido a las características específicas de los ecosistemas estudiados.
- La relación C/N difiere en cada área de bosque semidecuido, por la rapidez del proceso de mineralización, para garantizar el flujo continuo de nutrientes, que varía según las características de desarrollo del bosque y el sustrato en cada ecosistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . Alfonso Martínez, J. (inédito): Caracterización rizológica de los bosques semidecuidos de la Reserva de Biosfera «Península de Guanahacabibes». Tesis en opción al grado académico de Máster en Ecología y Sistemática Aplicada. Mención Ecología. 78 p. (1999)
- . Cunningham, R. K. (1963): The effect of clearing a tropical forest soil. *J. Soil Sci.*, 14. 334-344.
- . Delgado Fernández, F. (inédito): Estructura y diversidad de los bosques semidecuidos de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Tesis en opción al grado académico de Máster en Ecología y Sistemática Aplicada. Mención Ecología. 1999, 82 p.
- . Delgado, F. y Sototolongo, O. (1992): Vegetación de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río. Cuba. Editorial Academia. 25 p.
- . Geigel, F. B. (1977): Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. *Revista Forestal Baracoa*. Publicación Científico-técnica. Año 7. No. 3-4. 15-38.
- . Hopkins, B. (1966): Vegetation of the Olokomeji Forest Reserve, Nigeria: IV. The litter and soil with special reference to their seasonal changes. *J. Ecol.*, 54: 687-703.
- . Lastres O., Hernández, L., Sandrino, B., Aymerich, T., *et al.* (1985): Dinámica de la Biomasa de cobertura vegetal en dos ecosistemas de la Cuenca del Río San Diego. Informe Final. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Zoología, Departamento de Ecología. 361 p.

- . Lastres L. O. y Francés A., R. (1989): Producción y acumulación de hojarasca en el bosque siempreverde tropical de baja altitud en Sierra del Rosario, Cuba. Serie Botánica No. 1. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. Academia de Ciencias de Cuba.
- . Lastres, L. O. (1989): La hojarasca del bosque tropical semidecíduo en Punta del Este, Isla de la Juventud, Cuba. Ser. Bot. No. 2. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. Academia de Ciencias de Cuba.
- . Lomnicki, A., Bandola, E. y Jankowska, K. (1968): Modification of the Wiegert Evans method for the estimation of net primary productivity. *Ecology*, 49 (1): 147-149.
- . Margalef, R. (1995): *Ecología*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 951 p.
- . Menéndez, L. (1989): Biomasa y contenido de nutrientes de la hojarasca en el bosque de la Estación Ecológica Sierra del Rosario, Cuba. Ser. Bot. No. 3. Reporte de Investigación del Instituto de investigación de Ecología y Sistemática. Academia de Ciencias.
- Proctor, J. (1983): Tropical forest litter fall. Problem of data comparison. En *Tropical Rain Forest: ecology and management*. S.L. Sutton, T.C. Whitmore y A.C., Chadwick, eds. , Black-well Scientific Publications, Londres, 267-271 p.
- Rodríguez, M. E. y Socarrás A. A. (1998): Influencia del ganado en aspectos del funcionamiento de tres ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Guanahacabibes, Cuba. (Bostas y actividad biológica del suelo). *Acta Botánica Cubana*. No. 112. Instituto de Ecología y Sistemática.
- Rodríguez, M. E. y Ulehlová, B. (1986): Ciclo de macronutrientes en el sistema detritus- suelo en dos ecosistemas de bosque en Sierra del Rosario. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. Vol. VII, No. 1. 63-72 p.
- Rodríguez, María E. (1986): Cantidad de hojarasca descompuesta en dos áreas del bosque siempreverde submontano de Sierra del Rosario, estimada por el método de áreas pares. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. No. 10. Academia de Ciencias de Cuba.
- UNESCO (1980): *Ecosistemas de los bosques tropicales*. Informe sobre el estado de conocimiento por UNESCO, PNUMA, y FAO. UNESCO/CIFCA, eds. 771 p.
- Wiegert, R. G. y Evans, F. C. (1964): Primary production and Disappearance of dead vegetation on an field in southeastern Michigan. *Ecology*. 45: 49-63.