

Producción y descomposición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano

por

Luis A. Fournier* y **Lucía Camacho de Castro***

(Recibido para su publicación el 22 de setiembre de 1972)

ABSTRACT: Litter production and decomposition were studied from March, 1971 to January, 1972 in a Premontane Moist Secondary Forest at San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, 1,200 m above sea level.

The forest produced a monthly average of 2,246.10 kg/ha of litter (dry basis); the highest yield occurred during the dry season (November-early May). It was due, mostly, to the fact that the dominant species of this forest are deciduous, and that most other species lose a great proportion of their foliage in this season.

About 57.48% of litter is composed of leaves, 38.10% branches, flowers and fruits contribute 1.65% and 1.98%, respectively.

The rate of litter decomposition is, as in most tropical regions, relatively fast during the rainy season; however, specific differences were observed. Litter from pioneer species tends to decay more rapidly.

Litter composition apparently matches the floristic composition of the forest and the phytosociological importance of the species. The dominant species seem to be more frequently represented in the forest, but this aspect deserves more research.

En las últimas dos décadas la investigación en ecología ha mostrado una tendencia marcada hacia el estudio dinámico de los ecosistemas, tanto desde el punto de vista de la productividad como de el de los ciclos biogeoquímicos. (7, 8, 10, 12, 16).

El conocimiento sobre la producción y descomposición del mantillo es de importancia para este tipo de estudios, ya que como indica GOLLEY (6), en algunos casos hasta un 70% de la productividad primaria del ecosistema se incorpora a los organismos consumidores mediante la acción de la biota del suelo. En las regiones extratropicales, estos estudios sobre producción y descomposición

* Sección de Ecología, Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica.

del mantillo han recibido bastante atención (2, 3, 5, 9, 14, 15), pero no así en los trópicos (1, 3, 4, 13). Esta situación no implica, desde luego, que los ecosistemas tropicales carezcan de importancia, al contrario, es en estas regiones del mundo en donde los sistemas físico-biológicos alcanzan su mayor complejidad y los más altos niveles de productividad. Lo que realmente sucede es que la investigación está aún en una etapa relativamente incipiente en estos sitios.

El propósito de este artículo es el de presentar algunas observaciones sobre producción y descomposición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano. Este bosque se encuentra en la actualidad en período de transición del estado pionero de la sucesión secundaria al de secundario joven.

MATERIAL Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en un bosque de la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de la Universidad de Costa Rica, en San Pedro de Montes de Oca, a 1200 m sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual de esta localidad es de 20,5 C y la precipitación, que es superior a 2000 mm anuales, está distribuida principalmente de mediados de mayo a principios de noviembre. Los suelos de esta región son andosoles fértiles y en general provistos de un drenaje adecuado. La investigación se inició el 12 de marzo de 1971 y finalizó el 15 de enero de 1972.

Al inicio del estudio, se recogió 80 muestras de mantillo en grupos de 4 y localizadas junto a 20 árboles escogidos al azar. Cada una de estas muestras cubría un área de 625 cm² (25 por 25 cm.), la mitad de ellas fue recogida junto a la base del árbol y la mitad restante a una distancia de 1 metro de este punto; las 80 muestras se distribuyeron en dirección de los cuatro puntos cardinales. Este primer muestreo se analizó estadísticamente, mediante la aplicación del diseño irrestrictamente al azar. La comparación de los promedios de las muestras, con base en el peso fresco, mostró algunas diferencias en la deposición del mantillo. El acúmulo de mantillo fue mayor a 1 metro de distancia de la base del árbol y hacia el lado oeste.

Con base en este análisis, se decidió continuar el estudio con 60 muestras de 625 cm² cada una, distribuidas en 15 árboles y localizadas proporcionalmente en dirección de los 4 puntos cardinales y en las dos posiciones indicadas anteriormente. Se recogió estas 60 muestras cada dos semanas, excepto en las dos últimas fechas (Cuadro 1) y a todas se les determinó por separado el peso fresco y el peso seco en estufa (70 C).

Dos veces por semana se hizo observaciones de la temperatura del suelo y de la atmósfera circundante a la capa de mantillo, así como de la humedad relativa en el interior del bosque. También se obtuvo datos de precipitación de la estación meteorológica de San José, en el Servicio Meteorológico Nacional; esta estación está situada muy cerca del lugar en que se llevó a cabo el estudio.

Cada mes se tomó otras 10 muestras de mantillo para determinar la composición florística y la proporción en que las diferentes partes de la planta entran en la integración de este material.

Durante los 10 meses que duró el estudio, se hizo varias pruebas de descomposición de hojas de 6 de las especies más importantes en el bosque. En cada una de estas pruebas se tomó 5 hojas adultas por especie (con excepción de *Cecropia obtusifolia*, en la que se empleó sólo una), se las colocó en contacto directo con el suelo del bosque y se observó su descomposición hasta que llegaron a desaparecer. Además, en estas mismas especies de árboles se localizó una muestra de 15 hojas (tan pronto como se les pudo reconocer en la yema apical de la planta) para determinar su tiempo de permanencia en el árbol.

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra en detalle la producción de mantillo, expresada en kilogramos por hectárea, en peso fresco y seco durante el período de estudio. Por otra parte, los Cuadros 2 y 3 presentan, respectivamente, la proporción en que las diferentes partes de la planta participan en la composición del mantillo y la composición florística de este material.

El Cuadro 4 muestra el contenido de humedad en las hojas pertenecientes a las varias especies del bosque, así como el tiempo aproximado de descomposición de las hojas y de permanencia en el árbol.

CUADRO 1

Peso fresco y seco y contenido de humedad del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano en un período de 10 meses

Fecha	Peso fresco kg/ha	Peso seco kg/ha	% humedad*
26 de marzo de 1971	1.996,83	1.780,88	10,41
9 de abril	1.924,85	1.810,21	6,64
23 de abril	2.844,62	1.876,86	34,02
7 de mayo	1.764,89	1.644,92	6,79
21 de mayo	5.520,02	1.852,87	64,50
4 de junio	2.527,36	1.207,69	52,32
18 de junio	4.428,22	1.556,94	64,84
2 de julio	2.735,31	1.175,70	57,11
16 de julio	3.407,15	1.253,02	63,30
30 de julio	2.396,73	1.335,66	44,27
24 de agosto	2.223,44	866,45	61,02
7 de setiembre	2.156,79	895,78	58,61
21 de setiembre	3.007,24	1.010,41	66,31
12 de octubre	2.156,79	839,79	61,06
15 de noviembre	1.522,28	1.066,40	29,94
15 de enero de 1972	2.673,99	2.287,42	10,45
Total	42.986,61	22.461,00	
Promedio/mes	4.298.661	2.246,10	

* base húmeda

Preparación en que las diferentes partes de la planta entran en la composición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Enero	Promedio
Hojas	53,08	50,87	65,69	45,14	48,41	45,38	—	65,83	77,02	65,92	57,48
Ramas	26,94	33,04	34,31	50,47	51,59	54,61	—	34,17	22,98	34,18	38,10
Flores	6,16	8,69	—	—	—	—	—	—	—	—	1,65
Frutos	10,42	3,04	—	4,38	—	—	—	—	—	—	1,98

CUADRO 3

Porcentaje de mantillo producido por las diferentes especies de un bosque secundario húmedo de premontano

Especie	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Ene.	Anual
<i>Acnistus arborescens</i> (L). Schlecht.	11,1	6,7	3,2	7,7	14,9	5,7	6,9	8,8	11,0	8,4
<i>Cassia fruticosa</i> Mill.	5,5	6,7	—	—	—	2,9	3,5	—	5,5	2,7
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	11,1	3,3	12,9	15,4	14,9	8,6	10,4	11,7	13,7	11,3
<i>Cestrum lanatum</i> Mart. & Gal.	11,1	—	—	—	—	2,9	3,5	—	—	1,9
<i>Citbarexylum caudatum</i> L.	2,8	3,3	6,4	3,8	—	8,6	3,5	2,9	5,5	4,1
<i>Cordia glabra</i> L.	8,3	13,3	9,7	7,7	3,7	8,6	—	5,9	8,2	7,2
<i>Canpania glabra</i> Swartz.	—	3,3	—	3,8	—	5,7	3,5	—	2,7	2,1
<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.	8,3	10,0	16,1	15,4	11,2	11,4	13,8	14,7	13,7	12,7
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F. Cook	13,9	16,7	16,1	15,4	14,9	8,6	17,3	14,7	11,0	14,3
<i>Engelhardtia pterocarpa</i> (Oerst.) Standl.	—	—	3,2	—	—	—	—	—	—	0,4
<i>Lippia torresii</i> Standl.	5,5	10,0	—	15,4	11,2	8,6	17,3	14,7	8,2	10,1
<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth.	11,1	13,3	9,7	3,8	14,9	8,6	10,4	5,9	8,2	9,8
<i>Phoebe mexicana</i> Meissn.	—	—	3,2	3,8	—	8,6	—	—	—	1,7
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	—	—	3,2	—	—	—	—	—	—	0,4
<i>Trema micrantha</i> (L). Blume	—	—	3,2	—	—	—	3,5	5,9	—	1,4
Irreconocibles	11,1	13,3	12,9	7,7	14,9	11,4	6,9	14,7	13,6	11,8

CUADRO 4

Contenido de humedad y tiempo de permanencia en el árbol y de descomposición de las hojas de varias especies de un bosque secundario húmedo de premontano

Especie	% contenido de humedad en base húmeda		Permanencia en el árbol (meses)	Tiempo de descomposición (meses)
	6 abril	18 junio		
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schlecht.	73,72	65,29	3	1-2
<i>Cassia fruticosa</i> Mill.	52,32	55,09	4	1-2
<i>Cecropia obsusifolia</i> Bertol.	61,29	70,14	4	4-5
<i>Cordia glabra</i> L.	35,80	43,39	4	3-4
<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.	51,51	65,68	5	1-2
<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth.	44,30	71,35	4	1-2

En el Cuadro 5 se presentan las observaciones de temperatura del suelo y de la atmósfera circundante al mantillo, así como la humedad relativa en el interior del bosque. También se incluye en este cuadro la distribución de la precipitación pluvial durante el tiempo de esta investigación.

CUADRO 5

Temperatura del suelo y de la atmósfera, humedad relativa y precipitación en un bosque secundario húmedo de premontano

Meses	Humedad relativa %	Temperatura C		Precipitación mm
		Suelo	Atmósfera de mantillo	
Marzo	79,00	19,30	21,00	3,70
Abril	71,20	22,00	22,50	52,40
Mayo	82,00	21,60	22,00	248,50
Junio	86,00	22,30	23,00	238,90
Julio	85,00	21,00	20,70	161,50
Agosto	75,00	20,50	22,40	390,20
Setiembre	79,00	20,20	22,00	350,90
Octubre	83,00	21,00	23,00	342,20
Noviembre	79,00	20,10	22,80	76,80
Diciembre	87,00	18,20	18,50	6,10

DISCUSION

Las cifras que se incluyen en el Cuadro 1 muestran que el peso fresco del mantillo no es un buen indicador de la producción de este material, ya que el contenido de humedad tiende a acentuar las diferencias. Por ejemplo, el 23 de abril de 1971, la producción de mantillo mostró, con base en el peso fresco, un aumento de casi 1000 kg con respecto al día 9 del mismo mes, pero en peso seco esta diferencia fue de apenas 76 kg. La apreciable diferencia en el peso fresco del mantillo entre las dos fechas indicadas se debió casi en su totalidad a un aumento en el contenido de agua del material (el contenido de humedad fue de 6,64% el 9 de abril y 34,02% el 23 de abril).

El análisis de la producción del mantillo (en peso seco) muestra que en los meses de la estación seca (noviembre a mediados de mayo) la caída de restos vegetales, especialmente hojas, es mucho mayor que en la época de lluvias (Cuadro 2). Esto se debe en gran parte al hecho de que algunas de las especies dominantes del bosque son caducifolias y que muchas otras pierden buena parte de su follaje en estos meses. Después de mediados de mayo se nota una disminución en la producción de mantillo, tendencia que se manifiesta en mayor grado en el mes de agosto. Este período de disminución en la producción de mantillo coincide con un aumento en la proporción de ramas en este material (Cuadro 2). Este hecho sugiere que la producción de mantillo, entre otros factores, depende en cierto grado del comportamiento ecofisiológico de las especies que componen el bosque.

Los resultados obtenidos en esta investigación se asemejan bastante a la información que ofrece la literatura para las zonas tropicales. CRUZ (4) encontró, en un estudio de 3 meses en un bosque de montano bajo en Costa Rica, un promedio de producción de mantillo de 5 toneladas por hectárea, cifra muy cercana al promedio mensual de 4298,66 kg/ha obtenido en peso fresco en este estudio. En igual forma BRAY y GORHAM (3) informan de un promedio de producción anual en materia seca de unas 20 toneladas para las regiones tropicales a unos 10 grados de latitud. En regiones extratropicales la producción de mantillo es menor y en las cercanías de los polos llega a ser muy baja, como lo muestran los datos de HURD (9) para Juneau, Alaska, quien obtuvo para esa latitud una producción de 2850 kg/ha por año.

De acuerdo con BRAY y GORHAM (3), en los trópicos las hojas constituyen en promedio un 62% del mantillo y el resto de tejidos vegetales un 38%. Estas cifras son bastante semejantes a las obtenidas en este estudio en donde las hojas, las ramas, las flores y los frutos alcanzan respectivamente los siguientes porcentajes: 57,48%; 38,10%; 1,65% y 1,98% (Cuadro 2).

La participación que las diferentes especies del bosque tienen en la composición del mantillo varía desde menos de 1%, en *Psychotria carthaginensis*, a 14,27% en *Erythrina poeppigiana* (Cuadro 3). El análisis de este cuadro sugiere que existe cierta relación entre la importancia relativa de una especie de determinado bosque y la participación que esta especie tiene en la composición

del mantillo. Sin embargo, es necesario investigar más este aspecto antes de llegar a una conclusión definitiva.

El tiempo de descomposición de las hojas varía mucho de una especie a otra (Cuadro 4). En *Acnistus arborescens*, *Cassia fruticosa*, *Croton gossypifolius* y *Montanoa hibiscifolia* las hojas se descomponen en un período de 1 a 2 meses, mientras que en *Cecropia obtusifolia* y *Cordia glabra* el proceso tarda varios meses más. Además de los factores físicos y bióticos del ambiente que influyen en la descomposición del mantillo (5), la estructura de la hoja y el contenido de humedad de ésta también afectan dicho proceso. Las hojas de *Cordia glabra*, cuyo contenido de humedad es relativamente bajo (Cuadro 4) tardan más en descomponerse que las de las otras especies, excepto *Cecropia obtusifolia*, que aunque tiene un alto contenido de humedad tarda aun más en descomponerse que la anterior especie. Esto se debe, probablemente, al hecho de que la hoja de *Cecropia obtusifolia* es muy corrugada y por lo tanto no entra en contacto con la superficie del suelo.

Un hecho que vale la pena mencionar es que en general las hojas de las especies de árboles pioneros tienden a descomponerse más rápidamente que aquellas que, como *Cordia glabra*, ocupan una posición más avanzada en el proceso de sucesión.

La literatura muestra que generalmente la descomposición del mantillo es más lenta en los climas templados que en las regiones tropicales. SHANKS y OLSON (14) observaron en unos bosques del sur de los Estados Unidos que en promedio, sólo un 50% del mantillo llega a descomponerse por completo en un año. WIEGERT y EVANS (15) informan también de tasas relativamente bajas de descomposición del mantillo en algunos bosques pioneros del Estado de Michigan.

La rápida descomposición del mantillo en las regiones tropicales se debe en gran parte al mantenimiento de una temperatura relativamente alta, sin fluctuaciones muy marcadas, lo que permite una actividad más uniforme e intensa de la biota del suelo. Es bueno recordar también que en las regiones tropicales se registran las tasas más altas en la respiración del suelo (13).

RESUMEN

En esta investigación se estudió la producción y descomposición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano en San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, elevación 1200 m, de marzo de 1971 a enero de 1972.

Lo producción de mantillo, durante el periodo de 10 meses que duró el estudio, alcanzó un promedio mensual de 2246,10 kg/ha en base seca. Sin embargo, la acumulación de este material fue mayor durante la estación seca (noviembre a principios de mayo), esto se debió en parte a que los árboles dominantes son caducifolios y también a que otras especies del bosque pierden buena parte de su follaje durante la estación seca.

El 57,48% del mantillo está compuesto por hojas, un 38,10% por ramas y las flores y frutos constituyen, respectivamente, un 1,65% y 1,98% de este material.

La descomposición del mantillo es relativamente rápida, pero por lo general el material procedente de las especies pioneras se descompone más rápidamente.

La participación de las diferentes especies en la composición del mantillo parece tener cierta relación con la composición florística y el grado de dominancia que la especie tiene en el bosque, pero este aspecto debe ser investigado con mayor detalle.

LITERATURA CITADA

1. BLASCO LAMENCA, M.
1971. *Microbiología de suelos*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos, Turrialba, Costa Rica. 247 p.
2. BURGES, A.
1967. The decomposition of organic matter in the soil, p. 479-492. En A. Burges, y F. Raw, *Soil Biology*. Academic Press, New York.
3. BRAY, J. R., & E. GORHAM
1964. Litter production in forests of the world, p. 101-157. En J. B. Cragg, (ed.), *Advances in Ecological Research*. Vol. 2. Academic Press, New York.
4. CRUZ, A. DE LA
1964. A preliminary study of organic detritus in a tropical forest ecosystem. *Rev. Biol. Trop.*, 12: 175-185.
5. DAUBENMIRE, R., & D. C. PRUSSO
1963. Studies of the decomposition rates of tree litter. *Ecology*, 44: 589-592.
6. GOLLEY, F. B.
1960. An index to the rate of cellulose decomposition in the soil. *Ecology*, 41: 551-552.
7. GOLLEY, F. B., H. T. ODUM, & R. F. WILSON
1962. The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May. *Ecology*, 43: 9-19.
8. GOLLEY, F. B., J. T. MCGINNIS, R. G. CLEMENTS, G. I. CHILD, & M. J. DUEVER
1969. The structure of tropical forests in Panama and Colombia. *BioScience*, 19: 693-696.
9. HURD, R. M.
1971. Annual tree litter production by successional forest stands, Juneau, Alaska. *Ecology*, 52: 881-884.
10. LIETH, H.
1972. *Algunos modelos sobre la distribución de la productividad primaria en el mundo*. Traducción del original en inglés por Luis A. Fournier, Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica. 7 p. (mimeografiado).

11. MCGINNIS, J. T., F. B. GOLLEY, R. G. CLEMENTS, G. I. CHILD, & M. J. DUEVER
1969. Elemental and hydrologic budgets of the Panamanian tropical moist forest.
BioScience, 19: 697-700.
12. OVINGTON, J. D.
1962. Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept, p. 103-192. *Ed.*
J. B. Cragg, (ed.), *Advances in Ecological Research*. Academic Press, New
York. Vol. 2.
13. SCHULZE, E. D.
1967. Soil respiration of tropical vegetation types. *Ecology*, 48: 652-653.
14. SHANKS, R. E., & J. S. OLSON
1961. First year break-down of leaf litter in southern Appalachian forests. *Science*,
134: 194-195.
15. WIEGERT, R. C., & F. C. EVANS
1964. Primary production and disappearance of dead vegetation on an old field
in Southern Michigan. *Ecology*, 45: 49-63.
16. WHITTAKER, R. H., & G. E. LIKENS
1970. *Communities and ecosystems*. MacMillan, New York., 162 p.