

Impact of *Cinchona pubescens* litter on the native  
vegetation of the Island Santa Cruz, Galapagos  
(Preliminary Data)

Impacto de la hojarasca de Cascarilla (*Cinchona pubescens*) sobre la vegetación nativa de la isla  
Santa Cruz, Galapagos (Datos Preliminares)

Pablo R Cuenca Capa

Estación  
Científica Charles Darwin, email: [pcuenca@fcdarwin.org.ec](mailto:pcuenca@fcdarwin.org.ec),  
[pablorcuenca@yahoo.es](mailto:pablorcuenca@yahoo.es)

February 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.467.1>

# Impact of *Cinchona pubescens* litter on the native vegetation of the Island Santa Cruz, Galapagos (Preliminary Data)

## Resumen

*Cinchona pubescens* (cascarilla) posee una corteza rica en alcaloides (quinina). Fue introducida a Galápagos, específicamente en la Isla Santa Cruz en 1946. El propósito es determinar la diferencia de la cantidad de hojarasca debajo y afuera de los árboles de *Cinchona*, identificar la diferencia del coeficiente de descomposición debajo y determinar la línea base en la zona de *Miconia* para predecir un probable impacto de la *Cinchona*. El estudio se lo realiza desde julio del 2004 hasta octubre de 2005 en la zona húmeda de la isla Santa Cruz, a través de la recolección de la hojarasca y biomasa en trampas colocadas debajo y afuera de los árboles de cascarilla, arbustos de *Miconia robinsoniana* y zona de *Miconia* con *Cinchona*. Los resultados abarcan dos épocas del año (húmeda y seca), y los mismos muestran que el peso de la hojarasca recolectada debajo de los árboles de cascarilla es significativamente mayor al peso de la hojarasca afuera. Los coeficientes de descomposición muestran que la hojarasca debajo de los árboles de cascarilla se descompone mucho más rápido que afuera de los árboles, en consecuencia la vegetación nativa se ve afectada por la presencia de esta especie, posiblemente debido a los cambios en las características físicas y la disponibilidad de nutrientes del suelo por su alto aporte de materia orgánica. La investigación servirá para cuantificar impacto de la cascarilla a la vegetación nativa y formular una línea base para predecir su impacto.

Palabras Claves: Ecología, Introducidas, Biomasa, Galápagos, Descomposición

## Abstract

*Cinchona pubescens* has a rich crust in alkaloids (quinine). It was introduced to Galápagos, especially on the Island Santa Cruz in 1946. The intention is to determine the difference of the amount of litter underneath *Cinchona* trees to identify the difference of the decomposition coefficient underneath and to determine the base line on the zone of *Miconia* to predict a probable impact of the *Cinchona*. The study was made from July 2004 to October 2005 in the humid zone of the island Santa Cruz, through the harvesting of litter and biomass in traps placed underneath and outside of the *Chinchona* stands, shrubs of *Miconia robinsoniana* and zone of *Miconia* with *Cinchona*. The traps were emptied two times of the year (humid and dry), and they show that the weight of litter collected underneath the *Chinchona* trees is significantly greater to the weight of litter outside. The decomposition coefficients show that litter underneath the *Chinchona* trees is decomposed much faster than that outside of the stands, consequently the native vegetation is itself affected by the presence of this species, possibly due to the changes in the physical characteristics and the availability of nutrients of the ground by its high contribution of organic matter. The investigation will serve to quantify impact of the husk to the native vegetation and to formulate a line bases to predict its impact.

Key words: Ecology, Introduced, Biomass, Galápagos, Decomposition

## Introducción

La fragilidad de estas islas se ve amenaza por la introducción de especies como es el caso de la cascarilla, *Cinchona pubescens*, que fue introducida a Galápagos en el año de 1946 (Hamann, 1974). En 56 años esta especie se ha esparcido a un ritmo promedio de 200 ha/año, pero la expansión a gran escala solamente ocurrió desde el fin de los años 70). Ocupa casi por completo toda la parte alta de la Isla Santa Cruz, específicamente en la zona húmeda, cubre una área aproximada de 11 000 ha (Rentarías, 2002). La cascarilla (*Cinchona*) es un género de planta que posee una corteza rica en alcaloides (quinina), que fue descubierta en el sur de Ecuador (Loja) y Perú cuya primera descripción botánica fue hecha por Lineo basada en muestras colectadas por La Condamine (Acosta Solís 1971).

La sobre explotación de este género para la extracción de la quinina contra la malaria en los años 40's, la puso en peligro de extinción por lo cual fue nombrado como el Árbol Nacional del Ecuador (Acosta Solís 1971).

Aquí en las Islas Galápagos se conoce aproximadamente 700 especies de plantas vasculares han sido introducidas por personas (CDS Herbario base de datos 2005) desde el descubrimiento

de las islas en 1535, convirtiéndose este el problema mas grave que enfrenta la vegetación nativa

Se sabe que la cascarilla no esta presente en otras islas del archipiélago. En Santa Cruz se observa que su dispersión es acelerada por sus semillas aladas, reproducción vegetativa y tolerancia de las plántulas a la sombra (Jäger 1999). Según estudios que se han realizado bajo grandes árboles de cascarilla individuales la cobertura de *Miconia* en la zona de Miconia ha sido reducida al 50% y especies herbáceas y gramíneas en la Zona de pampa hasta el 80% (Jäger 1999).

Desde hace 30 años el Servicio Parque Nacional Galápagos (SPNGR) y la Fundación Charles Darwin han realizado ensayos químicos para el control de cascarilla pero solo identificaron un método eficaz usando una mezcla de picloram y metsulfuron metil en el año 2000 (Buddenhagen *et al.* 2004). En la actualidad el equipo del SPNGR encargado del control de plantas introducidas esta aplicando este método a gran escala, además de realizar operaciones de control regular en forma manual en algunos lugares con un alto valor ecológico como es la zona de Media Luna.

La invasión y posible dominación de una especie invasora como la cascarilla en una comunidad de plantas nativa puede cambiar procesos de descomposición y ciclo de los nutrientes en el suelo (Standish *et al.* 2004, Vitousek & Walter 1989). La presencia de la cascarilla ha cambiado la estructura de la vegetación nativa dominada por pastos, helechos y arbustos a una estructura dominada por árboles, posiblemente cambiando los procesos mencionados en el suelo.

Preguntas planteadas

Cuál es la diferencia de la cantidad de hojarasca debajo y afuera de los árboles de cascarilla en la Zona de pampa y la zona de Miconia?

Cuál es la diferencia del Coeficiente de Descomposición debajo y afuera de los árboles de cascarilla en la Zona de pampa y en la zona de Miconia?

Identificar la línea base en la zona de Miconia para predecir el impacto causado por la cascarilla

## Materiales y Métodos

Ubicación de los Sitios de Estudio

El archipiélago de Galápagos, situado a unos mil kilómetros de la costa continental en el Pacífico, con cerca de 8.000 kms<sup>2</sup> de tierra emergida, constituye una de las reservas ecológicas más importantes del mundo. Es una provincia compuesta por 13 islas grandes, 5 pequeñas y 105 islotes y rocas dispersos en un área de unos 38.000 Km<sup>2</sup> de mar interior. (Collados, 2002).

Geográficamente el Archipiélago se extiende entre 01° 40' de latitud norte y 01° 36' de latitud sur y 89° 16' - 92° 01' de longitud oeste (Black, 1973 citado en Rentería, 2002).

Para el estudio se establecieron tres sitios ubicados en el sector Media Luna, con tres diferentes zonas, en la primera Zona de pampa se colocaron 30 trampas, distinguiendo 15 debajo de los árboles de cascarilla y 15 afuera de los árboles de cascarilla. La segunda zona es una combinación entre dos especies *Miconia* y *Cascarilla* y aquí también se situó 30 trampas, dividiéndolas la mitad debajo de *Miconia* y las restantes 15 afuera de ésta especie. La última zona el criterio que prevaleció fue que solo hubiese arbustos de *Miconia* y se instaló 24 trampas.

Instalación de las trampas para la recolección de hojarasca en las trampas y en el suelo

Previamente se construyeron trampas para la determinar la cantidad de hojarasca, con marcos de madera de un tamaño de 0.5 x 0.5 m y como base de malla plástica con orificios de 2mm, lo que da una superficie de 0.25 m<sup>2</sup> en cada trampa.

En la Zona de pampa se escogió 20 sitios al azar y se colocaron dos trampas en cada sitio, una debajo de la copa de los árboles de cascarilla y otra afuera, a una distancia de 4 metros aproximadamente desde la base del árbol, 40 trampas en total (Alencastro, 2005), y a partir del mes de abril del presente año se las añadió 10 trampas más debajo de la copa de los árboles y 10 trampas más afuera de los árboles de cascarilla, con un total de 60 trampas. El área de investigación debió cumplir con las siguientes características: 1. poseer árboles de cascarilla que sean mayores a los 5 m y se encuentren entre Media Luna y el cerro Puntudo siguiendo el camino (mas cerca al cerro Puntudo); 2. Contar con sitio denominada pampa únicamente con árboles de cascarilla, una zona con una combinación entre *Miconia* y cascarilla y una zona con vegetación solo *Miconia*.

Para la recolección de la hojarasca en el suelo se la realizó en la Zona de pampa, en la zona de *Miconia* con cascarilla y zona de *Miconia* sin cascarilla (Media Luna), cerca a los sitios donde se tomaron las muestras para determinar la cantidad de la hojarasca.

Para tomar estas muestras se utilizó un marco de madera con las mismas dimensiones que la trampa (0.5 x 0.5 m) que se lo colocó a un metro de distancia al lado de las trampas debajo y afuera

de los árboles de cascarilla y debajo de la copa de *Miconia*. Por medio del uso de un rastrillo de jardín se colectó la biomasa muerta en el suelo (O hojarasca en el suelo) teniendo cuidado de no extraer tierra, raíces y vegetación viva.

#### Métodos de muestreo

Este estudio comprende dos fases la primera llevada a cabo de julio del 2004 hasta abril de 2005, la segunda desde abril hasta octubre del presente año, cuyos datos son analizados y contrastados en conjunto cumpliendo un año de monitoreo, para ello se empleo un muestreo una vez al mes y se recolecto hojarasca en las trampas debajo y afuera de los árboles de cascarilla, los sitios fueron ubicados al azar.

#### Muestreo primera fase

Recolección de la hojarasca en trampas puestas debajo y afuera de los árboles de cascarilla (Zona de pampa) y debajo de los arbustos de *Miconia robinsoniana* únicamente (zona de Miconia).

Recolección de biomasa en el suelo en cuadrantes debajo y afuera de los árboles de cascarilla (Zona de pampa) y debajo de los arbustos de *Miconia robinsoniana* únicamente (zona de Miconia) (Alencastro, 2005).

#### Muestreo segunda fase

Esta fase a igual que la primera se efectuó de la misma forma, con la diferencia que al haber insertado mayor número de trampas también se incrementaba su recolección de muestras, es así, que cada mes se realizaba el muestreo alternando la recolección entre hojarasca y biomasa una ves por mes, aquí para efectos de cálculo se procedió a vaciar las trampas que no eran recolectadas para tener datos únicamente de un solo mes.

#### Colección y Secado de las muestras

La recolección de la hojarasca y las muestras de la biomasa en el suelo/hojarasca en el suelo, se la realizó mediante el uso de fundas de papel para evitar que proliferen los hongos en un clima húmedo-lluvioso y además para facilitar su secado.

El secado de las fundas se lo realizó en la estufa por un tiempo de 48 horas a 60 grados Celsius (Standish *et al.* 2004), para luego ser llevado al laboratorio, en donde se prosiguió con el pesado de las muestra.

#### Pesaje y clasificación de hojarasca

Una vez que las muestras fueron trasladadas al laboratorio, antes del pesaje se las clasificó en tres categorías "cascarilla", "helechos", y "restos", para la Zona de pampa, en "*Miconia*", "cascarilla", "helechos", y "restos", para la zona de *Miconia* - casacarilla y en "*Miconia*", "helechos" Y "restos" en la zona de *Miconia*.

La categoría "*Miconia*" y "cascarilla" se conformaba por hojas, tallos, flores y frutos de estas plantas, en cambio "helechos", lo conformaban especies como: *Dicranopteris flexuosa*, *Pteridium arachnoideum*, *Blechnum occidentale*, *B. polypodioides*, *Thelypteris oligocarpa*, *Asplenium auritum*, *A. serra*.

La categorria restos la conformaban por fracciones de las especies mencionadas en mínimas fracciones, que no pudieron ser clasificadas, además de pastos, fracciones de herbáceas, musgos, y a veces presencia de excremento de roedores, de la misma forma para la zona de *Miconia* - cascarilla y la zona de *Miconia*.

#### Cálculos empleados

##### Análisis Estadístico Prueba de Whitman - U

El estadístico fue analizado  $U$ , a través del programa estadístico MINITAB (Dytham, 1999) y su cálculo proviene de la siguiente fórmula (Yáñez, 2005)..  $U = n1n2 - U'$

##### Cálculo del Coeficiente de Descomposición

El Coeficiente de Descomposición es la proporción de hojarasca descompuesta en un año y es calculada mediante la fórmula:  $kL = I/X$  donde  $I$  es el promedio anual de hojarasca recolectada y  $X$  es el promedio de biomasa en el suelo anual encontrada (Olson 1963 citado en Standish *et al.* 2004).

##### Promedio anual de la hojarasca

Para calcular el promedio anual de la hojarasca, se utilizó los datos obtenidos de la recolección de la hojarasca en las trampas de los cuatro monitoreos, y se los transformó a t/ha/a.

##### Promedio anual de la biomasa en el suelo

Para obtener el promedio anual de biomasa, se utilizó los datos obtenidos de la recolección de la biomasa en el suelo en los cuadrantes de tres monitoreos, y se los transformó a t/ha/a.

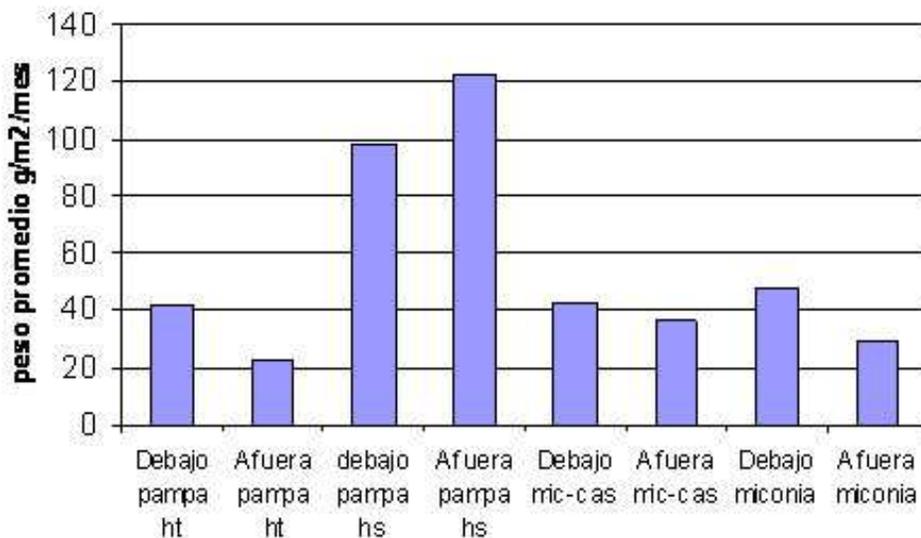
## Resultados

A continuación se presentan los resultados en conjunto de la primera fase (Alencastro, 2005), con los de la segunda fase, ambas realizadas en periodos diferentes del año? De los años 2004 y 2005?.

=

Peso promedio de la hojarasca recolectada debajo y afuera de los árboles de cascarilla en la Zona de Pampa; Miconia -cascarilla y ; Miconia?

**Gráfico 1 Peso promedio de hojarasca recolectada en las tres zonas de estudio**



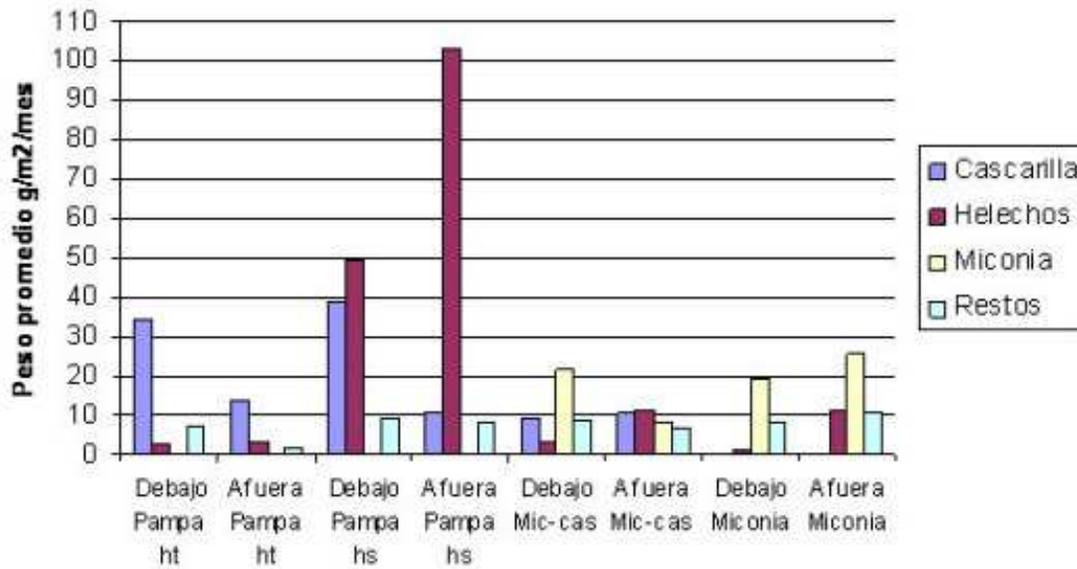
**Figura 1. Peso promedio de hojarasca recolectada en las tres zonas de estudio**

Ht: Hojarasca trampas / Hs: hojarasca suelo

En el gráfico 1 la hojarasca recolectada en el suelo, presenta cantidades superiores en relación a las otras categorías, en cambio las restantes mantienen casi similares pesos de hojarasca colectada debajo y afuera de las trampas.

Peso promedio de las categorías de hojarasca recolectada debajo y afuera de los árboles de cascarilla en la Zona de Pampa; *Miconia* -cascarilla y ; *Miconia*.

**Gráfico 2 Peso promedio de las categorías de hojarasca recolectada en las tres zonas de estudio**



**Figura 2 Peso promedio de las categorías de hojarasca recolectada en las tres zonas de estudio**

Ht: hojarasca trampas / Hojarasca suelo

Para la Zona de pampa, la mayor proporción está en la categoría de cascarilla debajo, con 34,3 g/m<sup>2</sup>, y en menor cantidad es la categoría helechos debajo, con 2,6 g/m<sup>2</sup>, cabe señalar que en esta categoría difiere de las demás por la razón que la cantidad de material vegetal es menor en debajo de los árboles de cascarilla a diferencia de las dos restantes cascarilla y restos. g/m<sup>2</sup>

En lo que se refiere al peso promedio en la zona de Miconia - cascarilla la división de Miconia obtuvo mayor valor con 21,5 g/m<sup>2</sup>, la misma que se ubicó debajo de los árboles de cascarilla, así mismos la categoría helechos alcanzó la menor cantidad con 3,2 g/m<sup>2</sup>, en cambio la hojarasca colectada afuera de los árboles presentó la más alta cantidad en helechos con 11,1 g/m<sup>2</sup>, y la más baja fue para restos con 6,7 g/m<sup>2</sup>

En la zona de Miconia la categoría que se colectó en mayor cantidad fue hojarasca de Miconia afuera con 25,3 g/m<sup>2</sup>, y la categoría helechos presentó 1,2 g/m<sup>2</sup> debajo, convirtiéndose en la más baja cantidad de hojarasca encontrada debajo de Miconia

El peso promedio de hojarasca en cada categoría debajo y afuera de los árboles de cascarilla para los cuadrantes alcanzó para la división helechos afuera la mayor cantidad con 103,2 g/m<sup>2</sup>, por otro lado la categoría con menor cantidad de hojarasca se ubicó en restos con 8,3 g/m<sup>2</sup>, así mismo afuera. La hojarasca que más se colectó debajo de los árboles fue cascarilla con 39,1 g/m<sup>2</sup>, y la categoría restos obtuvo una cantidad ligeramente superior a la categoría restos afuera con una diferencia de 1,2 g/m<sup>2</sup>.

Peso promedio en porcentaje de las fracciones de la división de la hojarasca en las zona de Pampa, Zona de Miconia - Cascarilla y Zona de Miconia

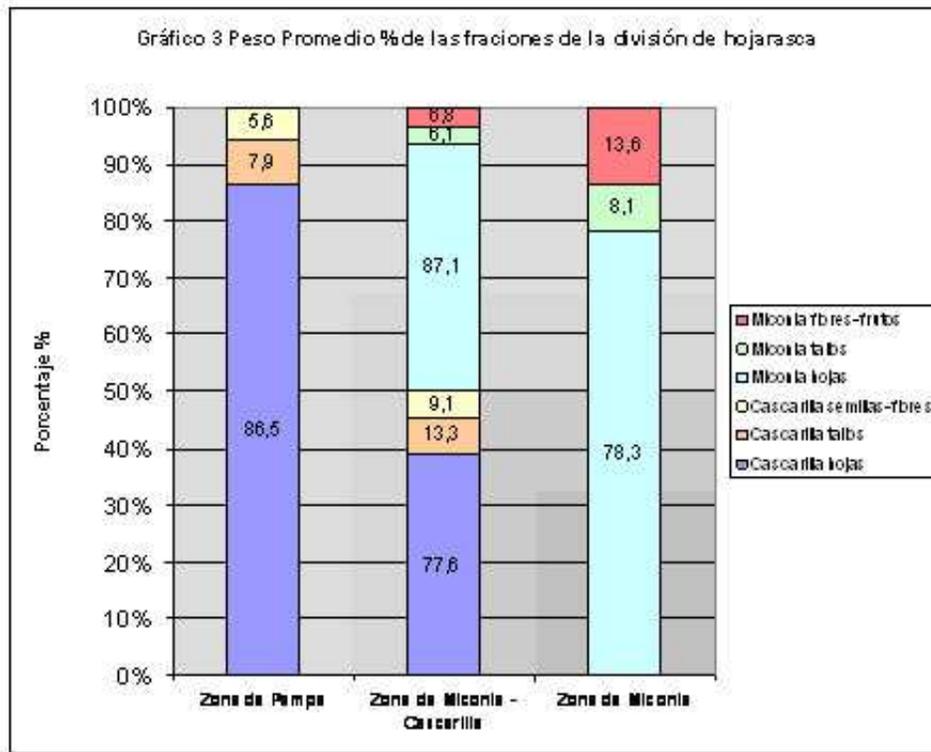


Figura 3 Peso promedio de las fracciones de la división de la hojarasca

Diferencia del Coeficiente de Descomposición debajo y afuera de los árboles de cascarilla en la Zona de pampa y en la zona de *Miconia*

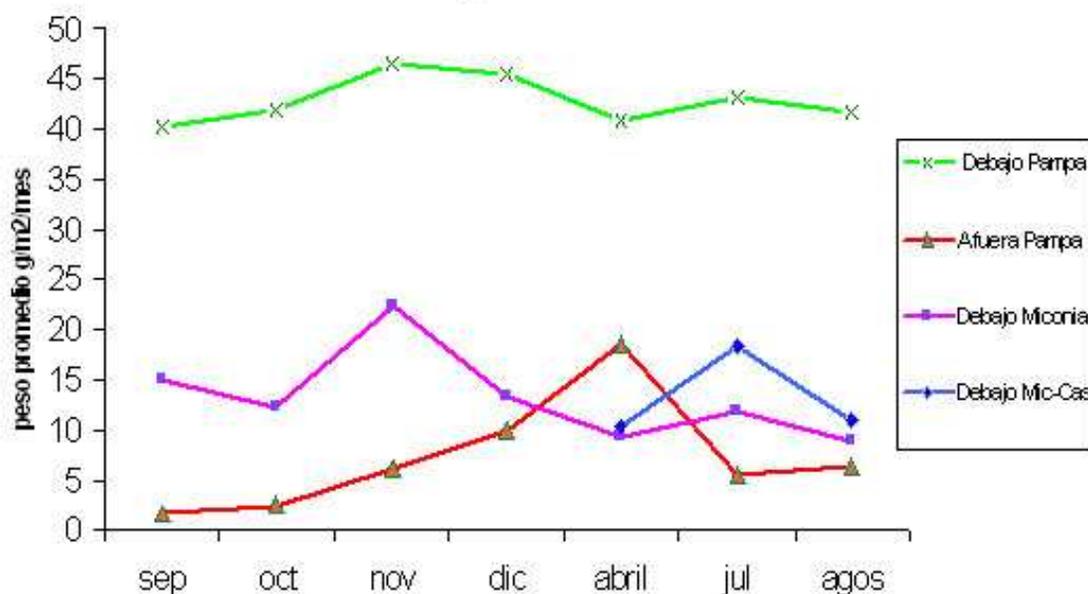
Cuadro 1 Promedio anual de hojarasca de trampas y hojarasca en el suelo

Promedio Anual	Sitio	g/m <sup>2</sup>	kgr/ha	kgr/ha/a
<b>Hojarasca de trampas</b>	Debajo de cascarilla	41,932	419,3	5031,6
	Afuera de cascarilla	22,98	229,8	2757,6
<b>del suelo</b>	Debajo de Miconia - .cascarilla	42,004	420,0	5040,0
	Debajo de Miconia	47,31	473,1	5677,2
	Debajo de cascarilla	97,85	978,5	11742
<b>del suelo</b>	Afuera de cascarilla	122,3	1223,0	14676
	Debajo de Miconia -cascarilla	36,748	367,48	4409,76
	Debajo Miconia	29,062	290,62	3487,44

El coeficiente de descomposición se muestra en el cuadro 1, siendo para la zona de Miconia de 1,62 el más alto y la Zona de pampa en hojarasca afuera de los árboles de cascarilla con 0,18 representando el más bajo

Identificar la línea base en la zona de Miconia para predecir el impacto causado por la cascarilla

**Gráfico 4 Línea bases del impacto causado por la cascarilla a la vegetación nativa**



**Figura 4 Línea base del impacto causado por la cascarilla a la vegetación nativa**

En el gráfico 4 se presenta el peso promedio de hojarasca recolectada durante los meses de estudio, en donde se observa que la hojarasca que obtuvo mayor cantidad es la recolectada debajo de los árboles en la zona de Pampa, en el mes de noviembre con 46,55 g/m<sup>2</sup> y el mes más bajo es septiembre 40,3 g/m<sup>2</sup>. Por otro lado la hojarasca colectada afuera de los árboles en la misma zona, presenta totales mucho menores, obteniendo su punto más alto en el mes de abril 18,58 g/m<sup>2</sup>, y el mes con menos presencia de hojarasca es septiembre 1,7 g/m<sup>2</sup>.

Para la zona de Miconia y cascarilla en el mes que se recolectó mayor cantidad de hojarasca fue en julio con 18,37 g/m<sup>2</sup>, y fue afuera de los árboles de cascarilla, en cambio se obtuvo un 10,39 g/m<sup>2</sup>, en el mes de abril de bajo de los árboles, aunque la diferencia es muy insignificante en relación con el mes de agosto con 11,06 g/m<sup>2</sup>.

El mes que presentó mayor cantidad de hojarasca en la zona de Miconia fue noviembre con 22,3 g/m<sup>2</sup>, y el mes con menor representatividad es abril con 9,3 g/m<sup>2</sup>.

Cuadro 2 Promedio de peso de la hojarasca y la biomasa (kgr/ha/a) y Coeficiente de descomposición debajo y afuera de los árboles de cascarilla (Zona de pampa), en la *Miconia* con cascarilla y en la *Miconia*

Sitio	Ubicación	Hojarasca de trampas(kgr/ha/a)	Hojarasca del suelo(kgr/ha/a)	Coeficiente de descomposición kL
<b>Zona de pampa</b>	Debajo de la cascarilla	4821,36	4394,88	<b>1,1</b>
	Afuera de la cascarilla	2757,6	14676	<b>0,18</b>
<b>Zona de Miconia - Cascarilla</b>	Debajo de Miconia -cascarilla	5040,0	4409,76	<b>1,14</b>
<b>Zona de Miconia</b>	Debajo de Miconia	5677,2	3487,44	<b>1,62</b>

## Discusión

La Zona de pampa esta representada únicamente por árboles de cascarilla (*Chinchona pubescens*), helechos, pastos, debido a la fenología propia de esta especie, su proceso de defoliación ocurre todo el tiempo, sin notable variación e intensidad, el rebrote de las hojas también es constante de tal forma que los árboles nunca se encuentran totalmente desprovisto de follaje (Rentería, 2002), debido a esto la diferencia del peso promedio de la hojarasca recolectada debajo de los árboles de cascarilla es mayor que la cantidad de hojarasca colectada afuera, casi el doble de la encontrada con 22,9 g/m<sup>2</sup>.

Otra variable que también incide es el clima, debido que casi todo el año se cuenta con una época húmeda, contribuyendo a no detener los procesos fisiológicos, y a un invariable aporte de materia orgánica al suelo. Sumado a todo esto la cobertura de la especie, las trampas ubicadas debajo de los árboles son aquella en donde se registra mayor cantidad, por poseer mayor cobertura de copa y las hojas que caen de los árboles se depositan con mayor facilidad e intensidad debajo de los mismos.

Durante los meses que duró el estudio, se registro que en noviembre se colecto mayor hojarasca afuera de los árboles de cascarilla (46,5 g/m<sup>2</sup>), a causa de su incremento de intensidad de defoliación que es a partir de septiembre (Rentería, 2002), además del aporte de agua por efecto de la precipitación que aún es fuerte, por continuar en la épocas seca y fría. Por otro lado en el mes de abril empieza un período de transición a la estación de calida y húmeda, registrando en éste, el nivel más alto de hojarasca (18,58 g/m<sup>2</sup>), afuera de los árboles de cascarilla. La diferencia entre los meses que se observó mayor cantidad de hojarasca, podría radicar que en noviembre las lluvias son constantes en cambio en abril existe una disminución de las lluvias lo que contribuiría a que las hojas de cascarilla puedan trasladarse varios metros y no caigan directamente en su área radicular, que es en donde se situaba la trampa "debajo de los árboles de cascarilla", incrementando la hojarasca en los espacios abiertos favoreciendo a las trampas que se hallaban "afuera de los árboles de cascarilla".

Lo antes mencionado se corrobora con los datos obtenidos en la zona de *Miconia* sin cascarilla la mayor cantidad de hojarasca se registró en el mes de noviembre con 22,3 g/m<sup>2</sup>, e igualmente en el mes de abril la hojarasca fue menor con 9,3 g/m<sup>2</sup>, debido a razones mencionadas en al párrafo anterior.

En la zona de *Miconia*, los datos obtenidos servirán como una línea base para futuros estudios donde se encuentra cascarilla, pues la información recabada en la zona Miconia - cascarilla (*Miconia* con cascarilla), y en la Zona de pampa, demuestra que *Cinchona pubescens*, puede cambiar las características ecológicas desplazando especies nativas y endémicas, alterar la dinámica de las especies por competencia de luz y nutrientes, así como cambiar las características del suelo por el aporte de materia orgánica y su descomposición acelerada, alterando la fragilidad ecosistémica de la isla ya que *Miconia robinsoniana* es habitad de anidación de la ave marina Pata pegada (*Pterodroma galapaguensis*), Buddenhagen *et al.* (2005), menciona el nido en la madriguera sufrió cambios al modificarse la zona de arbustos de Miconia que dominaba, por la invasión de árboles de cascarilla (*Cinchona pubescens*) formando bosques que ocasionaría un cambio en las estructuras de las madrigueras y produciría que las aves no distinguan cual es camino para llegar a sus nidos.

En lo referente al peso de hojarasca total recolectada en el suelo debajo de los árboles, el peso mayor corresponde al colectado afuera de los árboles, debido a la presencia de otras especies como helechos, tallos, troncos de cascarilla y otros (ver anexo 1). El peso de la hojarasca de la *Chinchona pubescens* en el suelo debajo de los árboles es tres veces el peso, que afuera y la hojarasca de los helechos en el suelo afuera es casi el doble que debajo, por la razón que en los espacios abiertos las especies más predominantes son las pteridofitas.

Por otro lado el coeficiente de descomposición (*KL*) es mayor en la zona de Miconia 1,62, seguido de la Zona de pampa debajo de la cascarilla 1,1, muy similar en la zona de Miconia - cascarilla, el valor más bajo corresponde afuera de la cascarilla en la Zona de pampa, es decir que de acuerdo a (Olson, 1963), si el valor de descomposición es mayor a 1, eso quiere decir que la descomposición de la hojarasca en el suelo ocurrirá en menos de un año, es así como en bosques tropicales su valor es 4 y en bosques sub-alpinos corresponde a 0,01.

Entonces el proceso de descomposición en la Zona de pampa debajo de los árboles de cascarilla es menos de un año acepción de la hojarasca colectada afuera de los árboles de cascarilla (Zona de pampa) la descomposición será más lenta seguramente más que un año debido que su *KL* es

0,1. Así mismo para la zona de Miconia - cascarilla y la zona de Miconia es 1,14 y 1,62 respectivamente lo que significa que el proceso de descomposición es menos de un año por la constante. Estos procesos de descomposición están directamente relacionados con la cantidad de hojarasca colectada específicamente si son hojas facilitarán su degradación al contacto con agentes como el agua, altas temperatura, humedad, evapotranspiración de la especie, procesos que ocurren más lentamente en las estructuras leñosas como ramas, troncos. Es importante conocer o manejar una idea del tiempo que demora en descomponerse la hojarasca de una determinada especie que esta alterando probablemente la ecología de las especies endémicas por la disponibilidad incrementada y acelerada de nutrientes por *Cinchona pubescens* que puede afectar la dinámica de crecimiento en este caso de *Miconia robinsoniana*.

## Conclusiones

La hojarasca colectada debajo de los árboles de cascarilla en la zona de pampa es el doble en relación a la hojarasca colectada afuera

La diferencia de hojarasca colectada debajo de los árboles de cascarilla con la hojarasca afuera es 6,2 g/m<sup>2</sup>.

En la zona de Miconia la hojarasca recolectada debajo de los arbustos de Miconia es aproximadamente el doble a la hojarasca colectada afuera de los arbustos.

Así mismo existe mayor hojarasca producida cada mes debajo de cascarilla que afuera y se descompone más rápido en la zona de pampa.

Aparentemente debajo de Miconia y cascarilla la productividad no es muy distinta a la zona Miconia o de pampa sin árboles o arbustos.

La productividad de hojarasca en las tres zonas cambia durante el año.

Recomendaciones

Complementar el análisis con un estudio de suelos en las tres zonas de estudio, para tener una idea muy cercana de la dinámica del mismo.

Continuar con estudios de la dinámica e interacción de especies endémicas para prever posibles amenazas e impactos de las especies introducidas.

Seguir con el control de *Cinchona pubescens* para evitar que invada nuevas zonas en donde la presencia de ésta es mínima o no existe.

Evaluar el impacto de la *Cinchona pubescens* desde una perspectiva ecosistémica en la isla Santa Cruz.

## Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a la Fundación Charles Darwin, en especial a mis compañeros y amigos del departamento de botánica. Un reconocimiento especial a Alan Tye, jefe de área por su comprensión y apoyo durante mi paso por la FCD, a Heinke Jagüer por coordinar el presente proyecto y a todos mis entrañables amigos de Galápagos quienes de una u otra forma aportaron para llevar a cabo la investigación.

## Referencias

- Acosta Solís, M. 1971. *Cinchonas del Ecuador*. Ed. Ecuador. Quito, Ec. pp.279.
- Alencastro, M. 2005. *Informe impacto de la hojarasca de la cascarilla (Cinchona pubescens) sobre la vegetación nativa de la isla Santa Cruz* (datos preliminares I fase). doc. no publicado, Estación Científica Charles Darwin, 19 pp.
- Buddenhagen, C.; J. Rentería; M. Gardener; S. Wilkinson; M. Soria; P. Yanez; A. Tye & R. Valle. 2004. The Control of a Highly Invasive Tree *Cinchona pubescens* in Galápagos. *Weed Technology* 18: 1194-1202.
- Collados, E., 2002. *Origen, colonización y dispersión de las especies endémicas de las Islas Galápagos*, <http://biogeografia.tripod.com/Resto/Emilia/gralapagos.html>
- Dytham, C. 1999. *Choosing and using statistics a biologist's guide*. Ed. Offices. 218 pp.
- Hamann, O. 1974. Contribution to the flora and vegetation of the Galápagos Islands III: five new floristic records. *Bot. Notiser*, 127: 309-316.
- Jaeger, H. 1999. *Impact of the introduced Tree Cinchona pubescens Vahl on the native flora of the highlands of Santa Cruz Island (Galápagos Islands)*. Diplomarbeit. Oldenburg University, Alemania, pp.102.

- Johnson, R. & D. Wichern. 1998. *Applied multivariate statistical analysis*. Second Ed. 607 pp.
- Palacios, J., 1993. *Efecto de la Cinchona pubescens Vahl. sobre la comunidad de Miconia robinsoniana Cong. En la isla Santa Cruz, Galápagos*. Tesis de grado. Lcdo. Bici. UCE. Quito, Ec. 181 pp.
- Renteria, J., 2002. *Ecología y Manejo de la Cascarilla (Cinchona pubescens Vahl), en Santa Cruz, Galápagos*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ec. pp.100.
- Standish, R. P. Williams; A. Robertson; N. Scott & D. Hedderley. 2004. Invasion by a perennial herb increases decomposition rate and alters nutrient availability in warm temperate lowland forest remnants. *Biological Invasions* 6: 71-81
- Vitousek P.M. & L.R. Walker. 1989. Biological invasion by *Myrica faya* in Hawaii: plant demography, nitrogen fixation, and ecosystem effects. *Ecological Monographs* 59: 247-265
- Yanez, P. 2005. *Biometría y bioestadística fundamentales, analizando la estructura numérica de la información ecológica*. Guía de estudio. 127 pp.