

Convocatoria de ayuda a proyectos de investigación liderados por jóvenes investigadores (4ª ed., 2014)

1. Datos de identificación.

Título de la propuesta	¿Quién dispersa a quién? Importancia del tamaño en las interacciones planta-frugívoro del bosque seco Tumbesino.
Categoría	Ganando independencia
Nombre y apellidos del solicitante	Gema Escribano Ávila
Datos de contacto: e-mail	gema.escribano.avila@gmail.com
Departamento/Instituto/Grupo Investigación/Otros	de Ciencias Naturales; Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
Dirección, código postal, provincia	San Cayetano Alto - Loja Ecuador

2. Memoria Técnica. Actividades y resultados de investigación

2.1.Introducción (Planteamiento, objetivos y justificación)

Conocer la dinámica de regeneración del bosque seco, uno de los ecosistemas más diversos y amenazados del mundo es esencial para favorecer su conservación. La endozoocoría es el síndrome de dispersión mayoritario en especies forestales del bosque seco. Sin embargo, no sabemos cuáles son las especies de frugívoros que dispersan las distintas especies forestales del bosque seco y tampoco su estado de conservación. Los frugívoros de mayor tamaño corporal tienen la capacidad de dispersar un mayor número de especies y semillas a mayor distancia que frugívoros de menor tamaño. Siendo esperable que los frugívoros de mayor tamaño tengan un papel esencial en la regeneración del bosque seco en general y en particular para aquellas especies forestales con frutos y semillas más grandes. Sin embargo, las especies de frugívoros de mayor tamaño corporal son más vulnerables a la fragmentación del hábitat y la presión cinegética siendo necesario no sólo identificar las especies de frugívoros más relevantes para el bosque seco, sino también, su estado de conservación y principales amenazas.

El objetivo general de esta propuesta fue estudiar las relaciones planta-frugívoro y sus implicaciones para la regeneración del bosque seco. Dicho objetivo general fue articulado en los siguientes objetivos específicos.

- A. Determinar la red de interacción potencial planta-frugívoro para las especies forestales de bosque seco Tumbesino en base los rasgos morfológicos de ambos grupos implicados en la interacción (i.e. tamaño de frutos-semillas tamaño corporal-tamaño de comisuras).
- B. Determinar el estado de conservación de los frugívoros potenciales del bosque seco Tumbesino.
- C. Determinar el grado de dependencia de los servicios de dispersión por parte de las especies forestales del bosque seco Tumbesino.

2.2.Descripción de la ejecución- Metodología

Se describe a continuación la metodología llevada a cabo para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos.

- A. Determinar la red de interacción potencial planta-frugívoro para las especies forestales de bosque seco Tumbesino en base los rasgos morfológicos de ambos grupos implicados en la interacción (i.e. tamaño de frutos-semillas tamaño corporal-tamaño de comisuras).

Para llevar a cabo este objetivo se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- A. 1 Listado de especies:

Elaboración de un listado de especies de aves y de plantas de fruto caroso típicas de bosque seco Tumbesino. En el caso de las aves se realizó un cribado de especies potencialmente frugívoras en base a su dieta. Se seleccionaron aves con frugívoras, omnívoras, granívoras y oportunistas.

- A. 2. Rasgos morfológicos:

Mediciones de los rasgos implicados en la dispersión: tamaño de pico y tamaño de fruto.

-Tamaño de pico: El listado elaborado se presentó a varias instituciones con colecciones ornitológicas en Ecuador. Del listado potencial se visitaron dos colecciones, la colección del Museo de Ciencias Naturales de Ecuador y la de la Universidad Pontificia Católica del Ecuador, ambas localizadas en Quito. Para cada especie se midieron 5 especímenes.

-Tamaño de fruto: La información para el tamaño de fruto fue obtenida de bases de datos botánicas así como de frutos frescos colectados por el equipo de investigación. La

cantidad de frutos por planta y número de plantas de las cuáles se pudieron medir frutos varió en función de cada especie.

A. 3. Red potencial de interacciones:

Determinación de la red potencial de interacciones. En base a la información descrita en el apartado anterior se elaboró la red potencial de interacciones bajo a la siguiente premisa. Una especie de planta será dispersada potencialmente por un animal cuando el tamaño medio del pico sea igual ó mayor al tamaño medio del fruto. Con esa información se construyó una matriz cualitativa de interacción que fue analizada con el paquete “bipartite” implementado en la plataforma R.

B. Determinar el estado de conservación de los frugívoros potenciales del bosque seco Tumbesino.

B. 1. Estado de conservación de las especies:

Para las especies de aves y plantas para las cuáles se obtuvo la información necesaria para ser incluidas en la red potencial de interacción se determinó en estado de conservación en base a la categoría asignada por la IUCN.

C. Determinar el grado de dependencia de los servicios de dispersión por parte de las especies forestales del bosque seco Tumbesino.

Se evaluaron dos servicios de dispersión clave llevados a cabo por los frugívoros: el depulpado de los frutos y el desplazamiento de las semillas de la planta madre. Ambos fueron evaluados experimentalmente. Se evaluaron de manera separada ambos servicios por la dificultad de encontrar una cantidad suficiente de frutos por especie para llevar a cabo la replicación necesaria.

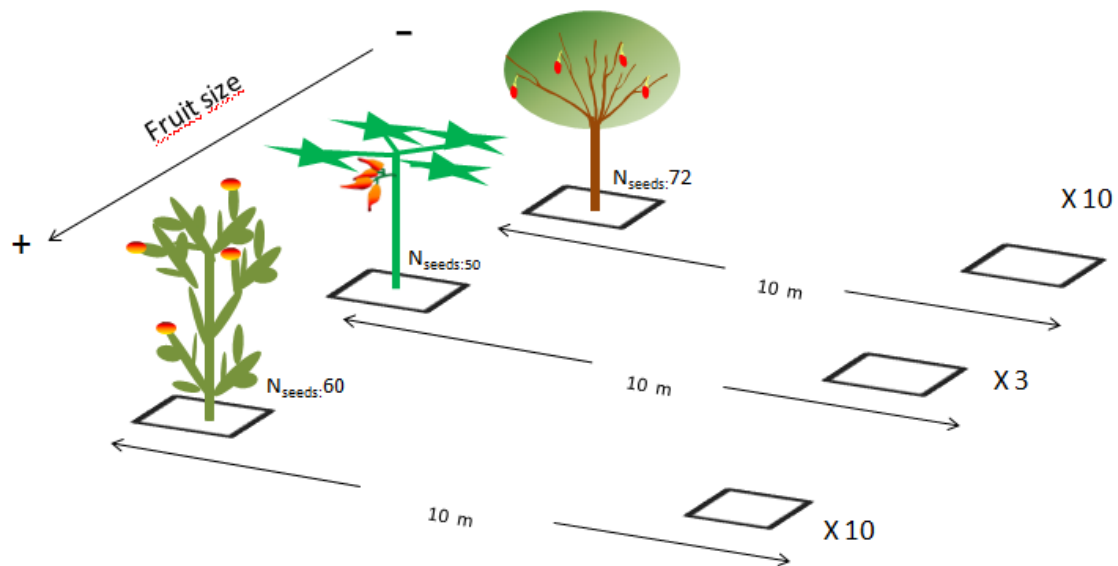
C. 1 Depulpado de frutos:

El servicio de depulpado de frutos fue evaluado en condiciones ex situ. Así, durante la estación de dispersión (Febrero a Junio 2015) se llevaron a cabo salidas de campo en las que se colectaron frutos en estado óptimo de maduración. Estos frutos fueron llevados al laboratorio, medidos, pesados y sembrados con dos tratamientos: frutos completos ó depulpados. Se sembraron un mínimo de 50 unidades por tratamiento y un total de doce especies. Se evaluó la inversión en pulpa y probabilidad de germinación en cada tratamiento en relación al tamaño del fruto.

C. 2. Desplazamiento de la planta madre:

El servicio de desaplazamiento fue evaluado con un subconjunto de tres especies de las utilizadas en el experimento anterior y que difirieron en el tamaño medio del fruto. Semillas de estas especies fueron sembradas en los meses de abril a mayo de 2015 bajo la copa de un conspecífico y a una distancia de 10 metros y replicado en 10 bloques (la cantidad total de semillas varió en función de la especie debido a limitaciones en la cantidad de semillas disponibles, ver figura 1). Periódicamente se revisaron estas siembras experimentales dónde se evaluó la emergencia de plántulas, probabilidad de supervivencia y crecimiento para las tres especies a la distancia de 0 y 10 metros de conspecíficos.

Figura 1: Esquema de siembra experimental para evaluar el servicio de dispersión: desplazamiento de la planta madre.



2.3. Resultados obtenidos (cumplimiento de objetivos)

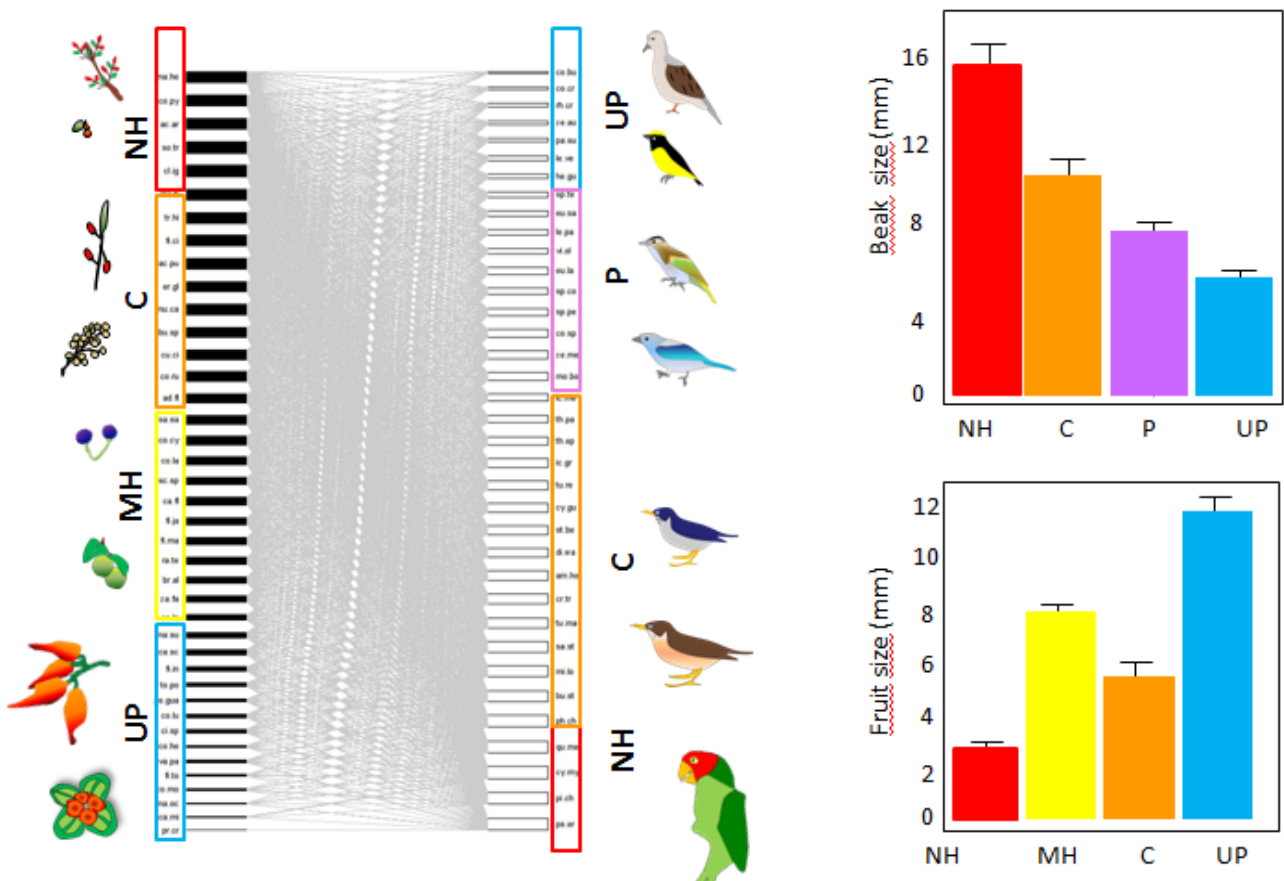
Se presentan los resultados obtenidos desglosados por cada objetivo.

- A. Determinar la red de interacción potencial planta-frugívoro para las especies forestales de bosque seco Tumbesino en base los rasgos morfológicos de ambos grupos implicados en la interacción (i.e. tamaño de frutos-semillas tamaño corporal-tamaño de comisuras).

Un total de 47 especies de plantas de frutos carnosos y 36 especies de aves fueron incluidas en los análisis de la red potencial. Siete especies de plantas con un tamaño de fruto superior a 17 mm fueron excluidas de los análisis ya que de acuerdo a la metodología establecida ninguna especie de ave tenía un pico lo suficientemente grande para poder dispersar dichas especies.

La red potencial resultó ser muy conectada ($C=0.63$), anidada (0.62 , $P<0.005$) y modular ($Q=0.15$, $P<0.05$) (Figura 2). De acuerdo a las predicciones establecidas las especies con el tamaño de pico más grande fueron determinantes en la red teniendo el papel de network hubs y conectores. Así mismo de acuerdo a las predicciones las plantas con frutos más grandes tuvieron un papel de ultraperiféricas, es decir con un escaso número de interacciones potenciales, todas ellas ocurriendo dentro de un mismo módulo en el que se encuentran las especies con el mayor tamaño de pico.

Figura 2. Representación gráfica de la red de interacciones y los roles de las especies de acuerdo al tamaño de los rasgos implicados en la dispersión. A la izquierda se muestra la red potencial de interacciones con algunas especies representativas de los principales módulos establecidas en la red. A la izquierda se representa la relación existente entre el tamaño de los rasgos de dispersión y el rol de cada especie en la red. NH: Network Hub, MH: Hub de Módulo. C: Conector, P: Periférico, UP: Ultraperiférico.



B. Determinar el estado de conservación de los frugívoros potenciales del bosque seco Tumbesino.

Entorno al 10% de las especies de aves estudiadas presentaron una categoría de amenaza, sin embargo no parece existir una relación entre el grado de amenaza y el tamaño puesto que las especies amenazas estuvieron equitativamente distribuidas en los cuartiles de la distribución de los tamaños. En cuanto a las especies de plantas más del 90% de las especies estudiadas no han sido categorizadas por la IUCN por falta de información. Sólo una especie, *Clavija pugensis*, se considera Casi Amenazada, curiosamente esta es una de las plantas excluida del análisis por presentar un tamaño de fruto demasiado grande para ser dispersado por la comunidad de aves evaluada.

C. Determinar el grado de dependencia de los servicios de dispersión por parte de las especies forestales del bosque seco Tumbesino.

C. 1 Depulpado de frutos:

-Las especies con frutos de mayor tamaño presentaron una mayor inversión en el ratio pulpa/semillas (medido en peso fresco) que las especie de menor tamaño (Figura 3). Los frutos de mayor tamaño presentaron una tendencia general a beneficiarse más del tratamiento de depulpado, es decir, aquellas especies con frutos más grandes mejoraron más su probabilidad de germinación bajo el tratamiento de depulpado que las especies con frutos más pequeños (Ver figura 4 y Tabla 1).

Figura 3. Relación entre la inversión en peso en pulpa y el diámetro de fruto.

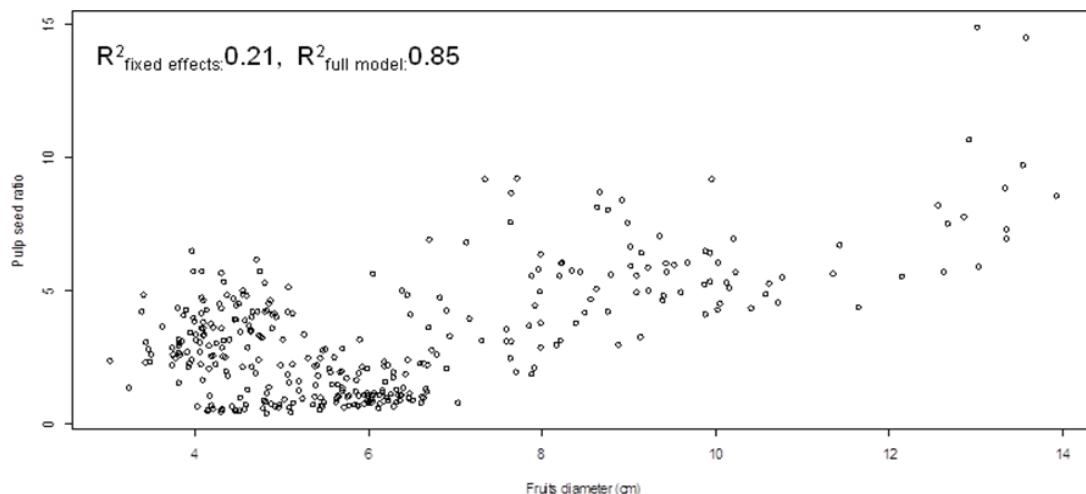


Figura 4. Probabilidad de germinación de cinco especies que varían en el tamaño de fruto (en niveles de azul) respecto al tratamiento de depulpado de los frutos.

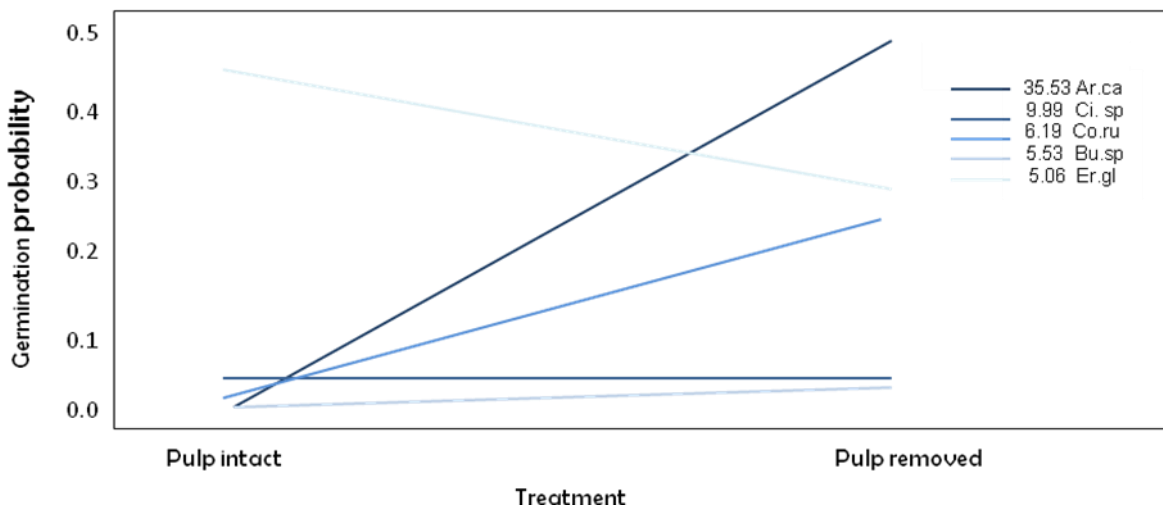


Tabla 1. Selección de modelos mediante índice de información de Akaike y bondad de ajuste. El sombreado en gris indica que la variable fue incluida en el modelo.

Efectos Aleatorios		Efectos Fijos		AIC	ΔAIC	Marginal R^2	Conditional R^2
Especie	Tratamiento	Diámetro de fruto	Tratamiento x Diámetro de Fruto				
				360,34		0,62	0,74
				386,84	26,50	0,06	0,35
				388,34	28,00	0,09	0,35
				401,50	41,16	0,00	0,29

C. 2 Desplazamiento de la planta madre :

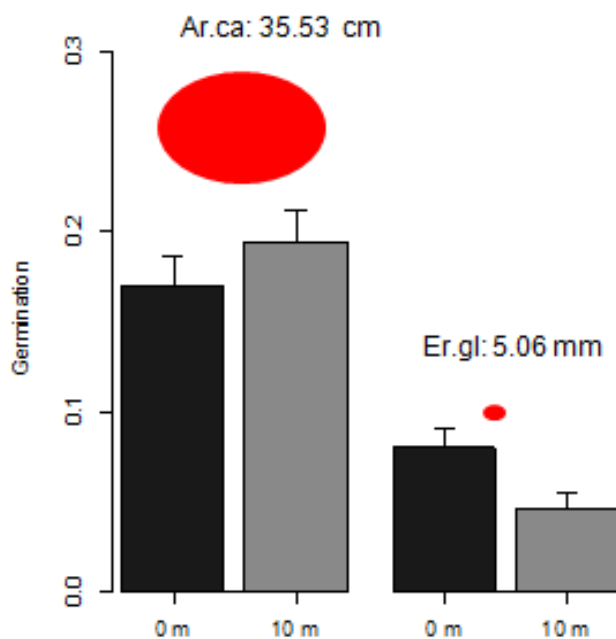
-Hasta la fecha dos de las tres especies utilizadas en el experimento de desplazamiento de la planta madre han germinado y hasta el momento no se han analizado los datos para supervivencia. Se detectó que la inclusión de la interacción con el tratamiento (i.e. distancia a 0 ó 10 metros de la planta madre) mejoró el ajuste de los datos, a pesar de que no se seleccionó como mejor modelo (Tabla 2). Sin embargo los datos parecen mostrar que

efectivamente la especie con el mayor tamaño de fruto fue la que se benefició en mayor medida del desplazamiento de la planta madre.

Tabla 2. Selección de modelos mediante índice de información de Akaike y bondad de ajuste. El sombreado en gris indica que la variable fue incluida en el modelo.

Efectos Aleatorios		Efectos Fijos		AIC	Δ AIC	W+	Marginal R^2	Conditional R^2
Plot:Bloque, Planta Madre	Especie	Tratamiento	Tratamiento x Especie					
				1311,09		0,48	0,107	0,497
				1312,11	1,02	0,29	0,269	0,498
				1312,61	0,5	0,23	0,11	0,49
Wi	1	0,52	0,29					

Figura 5. Relación entre probabilidad de germinación a 0 y a 10 metros de un conspecifico (representado en negro y gris respectivamente) para dos especies con distinto tamaño de fruto.



2.4 Conclusiones y valoración de la ejecución

1. Desconocemos el estado de conservación de la mayoría de especies de plantas de fruto carnoso típicas del bosque seco Tumbesino, un ecosistema altamente amenazado donde las especies de fruto carnosos probablemente juegan un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad y la funcionalidad ecológica.
2. Un número no despreciable de las especies carnosas estudiadas (14%) parece no tener como dispersores potenciales a las aves, ya que ninguna de las especies de aves presenta un tamaño de comisuras suficientemente grande para consumir sus frutos. Estas especies además presentan un síndrome de dispersión por mamíferos (frutos grandes con muchas semillas, olorosos de colores rojizos-marronáceos). En el futuro es necesario evaluar si efectivamente estas plantas están siendo dispersadas por mamíferos y detectar cuáles son estas especies y los patrones y mecanismos que regulan dichas interacciones mutualistas.
3. Las plantas con frutos carnosos grandes del bosque seco tumbesino son dispersadas por menos especies de aves que las especies de plantas con frutos más pequeños. Sin embargo las plantas con frutos carnosos más grandes invierten más en el mutualismo (tienen una relación de pulpa/semillas más alta que las de frutos más pequeños) y por lo tanto son más dependientes de los servicios de dispersión que les proveen los frugívoros. Específicamente las plantas de frutos más grandes necesitan en mayor medida la depulpación de sus frutos para germinar y nuestros resultados indican que es probable que también se benefician en mayor medida que las especies de frutos pequeños del desplazamiento de sus propágulos a una cierta distancia de la planta madre. En el actual escenario de defaunación que sufren los bosques secos neotropicales cabe esperar que las plantas de frutos carnosos grandes vean comprometida su regeneración y tiendan a estar infra-representadas en estos ecosistemas en un futuro próximo.

Valoración de la ejecución

Creo que el proyecto en general ha sido un gran éxito. Se han cumplido todos los objetivos planteados y las dificultades presentadas se han superado adaptando la metodología sin sacrificar los objetivos y las preguntas a responder. Además se ha colaborado estrechamente con la institución de acogida localizada en un país en desarrollo. Se han divulgado los resultados en dos congresos internacionales de alto nivel y se espera la pronta publicación de los resultados. En gran medida el retraso en este sentido ha sido

derivado del inicio en la germinación en los experimentos llevados a cabo. Sin embargo actualmente ya disponemos de toda información necesaria.

2.5. Publicaciones resultantes

Actualmente me encuentro trabajando en la publicación de los resultados mostrados en este informe. Preveo que se publicarán dos trabajos:

1. Los resultados del primer objetivo, red potencial de interacciones y categoría de amenaza de aves y plantas. Será publicado en un número especial en *Acta Oecologica* como resultado del congreso interaccional *Frugivory and Seed Dispersal 2015* dónde estos resultados fueron presentados.
2. Los resultados del tercer objetivo, mayor dependencia de las especies de frutos grandes en los servicios de dispersión. Este trabajo será enviado a la revista *Functional Ecology* espero que en un plazo de 3 meses. Estos resultados fueron divulgados en la conferencia celebrada en Roma del pasado año de la Federación de Ecología Europea (13th EEF congress, "Ecology at the interface").

Yo, Gema Escribano Ávila, como BENEFICIARIA de un Proyecto de Investigación en la convocatoria 2014, categoría "GANANDO INDEPENDENCIA", una vez finalizadas las tareas de diseño y recolección de datos presento la memoria económica del proyecto en la tabla anexa. Así mismo el detalle de facturas escaneadas puede encontrarse en un archivo comprimido adjunto dónde se ha asignado a las facturas un código de acuerdo a la columna "cod.Fact".

MEMORIA ECONÓMICA "GANANDO INDEPENDENCIA" 2014		
TÍTULO DEL PROYECTO: Quién dispersa a quién Importancia del tamaño En las interacciones planta-frugívoro del bosque seco Tumbesino.		
BENEFICIARIA: Gema Escribano Avila		
CONCEPTO	IMPORTE (€, \$)	
cod. Fact TRANSPORTE AÉREO		
1__ Madrid-Quito 4/02/2015	642,35	
2__ Quito-Loja 09/02/2015	130,59	
3__ Transporte al aeropuerto	16,00	
Subtotal	788,94	
ALOJAMIENTO		
4__ 01/05/2015/ - 31/05/2015	450,00	
Subtotal	450	
TRABAJO DE CAMPO		
5__ 11/03/2015 - 12/03/2015	33,51	
6__ 26/03/2015 - 29/03/2015	266,60	
7__ 21/05/2015 - 23/05/2015	170,24	
8__ 06/07/2015 - 07/07/2015	22,99	
9__ 29/07/2015 - 30/07/2015	34,50	
10__ 03/09/2015 - 04/09/2015	77,90	
11__ 05/11/2015 - 06/11/2015	43,00	
12__ 21/01/2016 - 22/01/2016	40,00	
Subtotal	688,74	
DIVULGACIÓN DE RESULTADOS		
13__ Inscripción EEF 2015	200,00	
14__ Transporte Madrid-Roma-Madrid	87,50	
Subtotal	287,50	
MATERIAL		
15__ Pinzas, Silicagel (Dismadel)	99,17	
16__ Ferretería: Clavos, cuerda	125,50	
17__ Ferretería_19_2_2015	25,80	
18__ Ferretería_19_05_2015	7,50	
19__ Guía de aves de Ecuador	30,00	
Subtotal	287,97	
TOTAL	2503,15	