

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Interacciones entre la fauna silvestre y la guayaba en San
Cristóbal en Galápagos, Ecuador**

María Alejandra Romero Espinosa

Biología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Biología

Quito, 12 de mayo de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Interacciones entre la fauna silvestre y la guayaba en San Cristóbal en
Galápagos, Ecuador**

María Alejandra Romero Espinosa

Nombre del profesor, Título académico

Stella de la Torre, Ph. D. Zoología

Quito, 12 de mayo de 2020

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: María Alejandra Romero Espinosa

Código: 00133541

Cédula de identidad: 1724159080

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Galapagos Science Center y al a Universidad San Francisco por financiar esta investigación. A Giovani Sarigu por permitirme hacer el estudio en la Hacienda la Tranquila, a Stella de la Torre por haber hecho posible esta investigación. La Investigación fue realizada bajo el permiso PC-33-17 para Stella de la Torre.

RESUMEN

¿Cómo usa la fauna de Galápagos la guayaba en dos localidades con altitudes diferentes? La fauna de Galápagos ha estado interactuando por algún tiempo con la guayaba, *Psidium guajava*, una especie invasora que compete con especies nativas en Fernandina, Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela. Para controlar sus poblaciones es necesario entender qué papel juegan los animales nativos e introducidos en su dispersión. En mi estudio registré a todas las especies que visitaron árboles de guayaba (30 árboles focales) en dos zonas de distinta altitud en la isla San Cristóbal. Registré un total de 12 especies diferentes de animales que visitan los árboles de guayaba. La mayoría de estas especies fueron aves nativas e introducidas, la especie más frecuente fue *Geospiza fuliginosa*. Algunas de estas especies comieron los frutos, por lo que pueden eventualmente contribuir a la dispersión de la planta, pero otras especies solo usaron los árboles como sitios de descanso o como lugares donde pueden encontrar insectos de los que se alimentan. La altitud parece tener un efecto importante sobre la diversidad de visitantes de los árboles de guayaba, además encontré diferencia en sus comportamientos entre sitios. Encontré una correlación entre el número de frutos maduros en los árboles y el número de visitas. Mis resultados evidencian la necesidad de entender mejor las relaciones entre la fauna nativa y la guayaba para evaluar potenciales efectos que la erradicación de esta planta tendría sobre las poblaciones de animales.

Palabras clave: guayaba, *Psidium guajava*, altitud, diversidad, San Cristóbal

ABSTRACT

How does Galapagos wildlife uses guava in two locations with different altitudes? The Galapagos fauna has been interacting for some time with the guava, *Psidium guajava*, an invasive species that competes with native species in Fernandina, Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela islands. To control its populations, it is necessary to understand the role that native and introduced animals play in its dispersal. In my study I registered all the species that visited guava trees (30 focal trees) in two areas of different altitudes on San Cristóbal Island. I recorded a total of 12 different species of animals visiting guava trees. Most of these species were native and introduced birds, the most frequent species was *Geospiza fuliginosa*. Some of these species ate the fruit, so they may eventually contribute to the dispersal of the plant, but other species only use the trees as resting places or as places to find insects that they fed on. Altitude seems to have an important effect on the diversity of visitors to guava trees, In addition, differences were found in their behaviors between sites. I found a correlation between the number of mature fruits in the trees and the number of visitors. My results point to the need of better understanding the relationship between guava and native animals to assess the potential effects that the eradication of this plant could have on animal populations.

Key words: guava, *Psidium guajava*, altitude, diversity, San Cristóbal

TABLA DE CONTENIDO

<i>RESUMEN</i>	6
<i>ABSTRACT</i>	7
<i>TABLA DE CONTENIDO</i>	8
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	9
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	10
<i>INTRODUCCIÓN</i>	11
<i>MÉTODOS</i>	13
Áreas de estudio.....	13
Colección de datos	14
Análisis de datos	15
<i>RESULTADOS</i>	16
<i>CONCLUSIONES</i>	21
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de avistamientos de las especies que visitaron los árboles focales de guayaba en las dos áreas de estudio	16
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio	13
Figura 2. Duración total (en seg) de las actividades registradas en todas las especies que visitaron los árboles focales	17
Figura 3. Número de registros para cada actividad en las dos localidades	17
Figura 4. Número total de vistas por especies y área de estudio	18
Figura 5. Correlación entre el número de visitas y el número de frutos maduros en cada árbol focal	18
Figura 6. Correlación entre el número de visitas y el número de frutos maduros en el suelo alrededor de cada árbol focal	19
Figura 7. Duración de segundos de cada actividad de <i>G. fuliginosa</i> en las dos áreas de estudio	20

INTRODUCCIÓN

La maldición de la guayaba es una leyenda de las islas Galápagos que dice que Manuel Cobos, el supuesto “primer colono” que llegó a las islas y trajo la guayaba; consideraba a esta planta como un tesoro y no permitía que alguien más cogiera sus frutos. Un día un antojo de una embarazada provocó el robo de la guayaba por parte de su marido. Manuel Cobos, al enterarse, torturó al hombre hasta matarlo. Como rechazo a su actitud la mujer en venganza a la muerte de su marido, echó una maldición para que la planta se reprodujera como plaga y nadie matara por una guayaba. Esta maldición de la leyenda, ahora es una realidad (Tagle 2016). La guayaba, *Psidium guajava*, es una planta invasora del Archipiélago que no ha podido ser erradicada pese a los esfuerzos realizados (Rentería *et al.* 2020). Es una planta muy resistente a las sequías e incendios y tiene capacidad para ocupar grandes áreas en tiempos relativamente cortos (Hear 2004, Quiroz *et al.* 2009). Otra característica que contribuye al éxito de la guayaba es la alelopatía, pues produce sustancias químicas que evitan el crecimiento de otras plantas (Kawawa *et al.* 2016).

La guayaba está en cuatro de las islas de Galápagos: Fernandina, Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal. En la dispersión de la guayaba está involucrada una gran variedad de animales que recorren grandes distancias, como los reptiles, aves y mamíferos. Las tortugas pueden dispersar las semillas defecando, las aves son unos de los principales agentes vinculados con la propagación de estas plantas (Espín 2018, Heleno *et al.* 2012) En investigaciones previas realizadas en condiciones experimentales se encontró que los cucuves, *Nesomimus parvulus*, fueron la especie que más consumió los frutos y en sus heces tuvieron mayor número de semillas viables de guayaba; pero estas también fueron consumidas por otras especies como los pinzones de tierra *Geospiza fortis* y *G. fuliginosa* (Buddenhagen y Jewell 2006).

Actualmente, los cerdos, las vacas, caballos y otros animales domésticos también se alimentan de esta fruta, al igual que las personas, que las usan como alimento para hacer conservantes y

jugos. En San Cristóbal hay casi 5.000 hectáreas dominadas por plantas invasoras, entre las más comunes están la guayaba, mora y pomarrosa (Conley 1999) pero no hay un registro de cuáles especies de animales usan la guayaba ni de cómo la usan. Esta información es importante para identificar a los potenciales dispersores de la planta en esta isla.

En este contexto, mi estudio contribuye a entender las relaciones que tienen los animales nativos e introducidos de San Cristóbal con la guayaba, evaluando el efecto que la altitud podría tener sobre estas interacciones animales-planta, para contribuir con información que ayude a desarrollar mejores formas de manejo de la guayaba. Mi pregunta de investigación fue la siguiente ¿Cómo usa la fauna silvestre la guayaba en dos localidades con altitudes diferentes en San Cristóbal?

La altitud influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas al afectar a la disponibilidad de luz, temperatura, humedad ambiental, presión, entre otros. Esto ha sido evidenciado en estudios con diversas especies como es el caso de *Physalis peruviana*, la uvilla, con plantas de mayor tamaño a menor altitud; *Passiflora ligularis*, la granadilla, con plantas más grandes y maduración de frutos más rápida a menor altitud; y *Erica arborea* que retrasa en la floración en las zonas más elevadas (Vera 1995, Fischer y Lüders 2002, Melgarejo 2015). Sin embargo, la altitud no solo afecta a las plantas sino que puede influenciar en la diversidad y patrón de actividad de los dispersores (Segura 2017, por lo que en mi estudio evalué cómo influye la altitud en el número de visitas de la fauna silvestre a la guayaba .

MÉTODOS

Áreas de estudio

Las observaciones de la fauna que usa la guayaba se realizaron en dos lugares: la Hacienda la Tranquila y la finca de la Universidad San Francisco de Quito, ubicados en la parte alta de la isla de San Cristóbal, en Galápagos (Fig1). Los meses de recolección de datos en el campo fueron junio y julio del 2017 en la estación seca y diciembre del 2017 y enero del 2018, en la estación lluviosa (Fundación Charles Darwin 2020).

La Hacienda “La Tranquila” está a una altitud de 340 a 380 msnm; es un área de 50 hectáreas compuesta principalmente de pasto con guayaba, algunos árboles de naranja, además en la zona en su mayoría se dedican a la ganadería. La Finca de la Universidad San Francisco de Quito, está a una altitud entre los 400 a 550 msnm , su vegetación está compuesta de guayaba, pasto y otros arbustos como la mora, el clima es más húmedo y normalmente nublado.

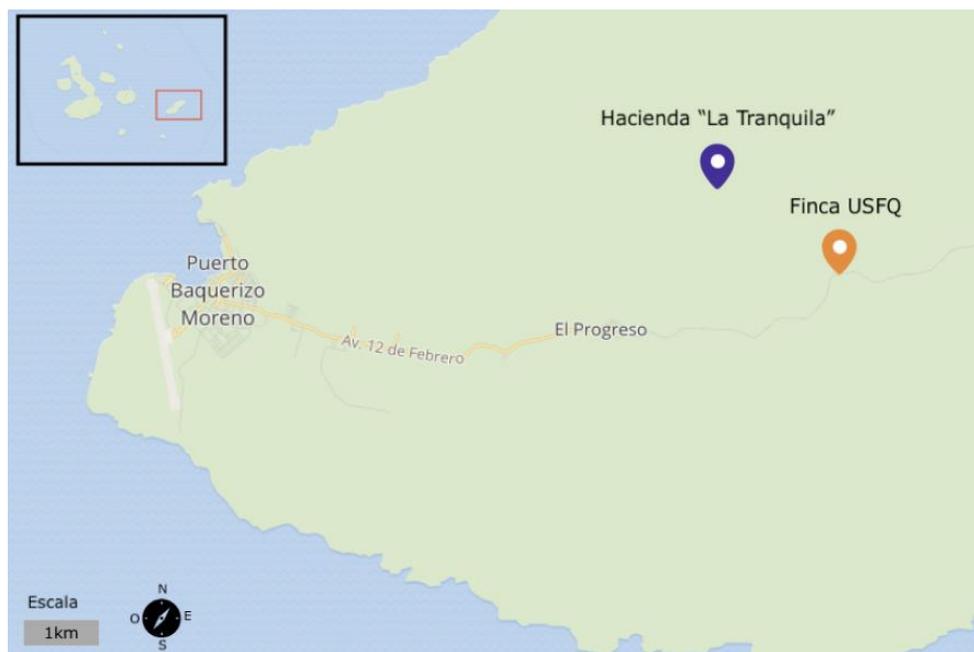


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio

Colección de datos

Para registrar la fauna asociada a la guayaba utilicé el método del árbol focal que consistía en seleccionar un número determinado de árboles de guayaba en cada área de estudio y observar a cada árbol por un tiempo definido a diferentes horas del día. Para seleccionar los árboles focales, hice cinco transectos de 50 metros, marcados cada 10 m, en tres lugares:

- 1) Hacienda La Tranquila cerca de la vivienda y carretera
- 2) Hacienda La Tranquila lejos de la vivienda
- 3) Finca de la Universidad San Francisco de Quito

En cada transecto de 50m escogí al azar dos de las marcas cada 10 m y seleccioné al árbol de guayaba con frutos más cercano a cada marca (dos árboles de guayaba por transecto). De esta manera, tuve 20 árboles focales en la Hacienda Tranquila y 10 árboles focales en la finca de la USFQ. Para cada árbol registré sus coordenadas y altitud así como el número de guayabas maduras en el árbol y en el suelo (un registro por época climática) y la altura del árbol.

Cada árbol focal fue observado de forma continua durante 20 minutos en cada muestreo. Hice entre 4 a 6 muestreos por árbol, entre las 8:30 am y 12:30 pm y entre las 13:30pm y 16:30 pm. En cada muestreo, me ubiqué a 3-5 m del árbol focal y cuando observaba un animal en el árbol registré su especie, el número de individuos, la hora, las actividades realizadas y la duración en segundos de cada actividad. Las actividades registradas fueron: caminar: W; volar: V; descanso: D; comiendo guayaba: G; cantar: C; foraging (buscar y alimentarse de insectos, comer musgo): B.

Análisis de datos

Con los datos de las observaciones de árboles focales calculé la frecuencia y duración de visitas por especie, y la frecuencia y duración de las actividades realizadas. Comparé las frecuencias de visitas y actividades entre las dos áreas de estudio con pruebas de Ji cuadrado.

Para cada árbol focal, con el número de especies que visitaron el árbol y el número de avistamiento por especie, calculé el índice de diversidad de Shannon y comparé estos índices entre áreas de estudio con un ANOVA.

Para evaluar si existe alguna relación entre el número de frutos maduros, tanto en el árbol como en el suelo, y el número visitas que tuvo cada árbol focal, hice correlaciones de Pearson.

En las dos áreas identifiqué a la especie con mayor número de registros y comparé la duración (en segundos) de cada una de las actividades entre áreas con pruebas de Mann Whitney. Los análisis estadísticos fueron hechos con R Studio y StatView.

RESULTADOS

En total en las dos áreas tuve 215 avistamientos de 12 especies. El mayor número de avistamientos se registró en la Hacienda la Tranquila (Tabla 1). En las dos áreas la especie con el mayor número de visitas fue *Geospiza fuliginosa* con 81 avistamientos, de los cuales 67 fueron en la Tranquila y 14 en la Finca de la Universidad.

Especie	Finca de la Universidad	Hacienda la Tranquila	Total general
<i>Cactospiza pallidus</i>	2	8	10
<i>Camarhynchus psittacula</i>	4	6	10
<i>Certhidae olivacea</i>	4	8	12
<i>Crotophaga ani</i>		4	4
<i>Equus caballus</i>		1	1
<i>Geospiza fortis</i>	7	19	26
<i>Geospiza fuliginosa</i>	14	67	81
<i>Geospiza magnirostris</i>		4	4
<i>Mimus parvulus</i>		1	1
<i>Mus musculus</i>		1	1
<i>Platyspiza crassirostris</i>	1	6	7
<i>Setophaga petechia</i>	6	52	58
Total general	38	177	215

Tabla 1. Número de avistamientos de las especies que visitaron los árboles focales de guayaba en las dos áreas de estudio

La duración total de las visitas de todas las especies registradas en los árboles focales fue de 9455 segundos. La actividad a la que dedicaron más tiempo fue el descanso, seguida por foraging y comer frutos de guayaba (Fig 2). Encontré diferencias significativas en la frecuencia de las actividades de cada especie entre las dos áreas de estudio (J_i cuadrado= 11.208, $gl=5$, $p= 0.0474$) (Fig. 3). Las especies que se alimentaron de la guayaba fueron, en orden de mayor a menor número de registros: *G. fuliginosa* (5), *Platyspiza crassirostris* (2), *Camarhynchus psittacula* (2), *Setophaga petechia* (1), *G. fortis* (1), *Mus musculus* (1) y *Equus caballus* (1).

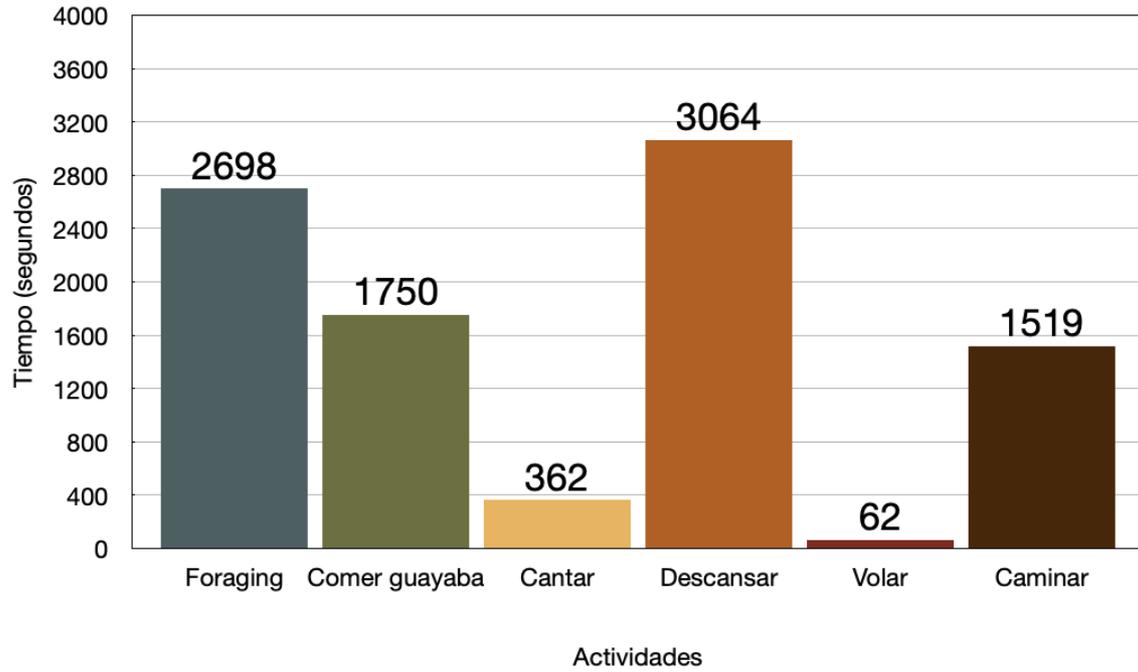


Figura 2. Duración total (en seg) de las actividades registradas en todas las especies que visitaron los árboles focales

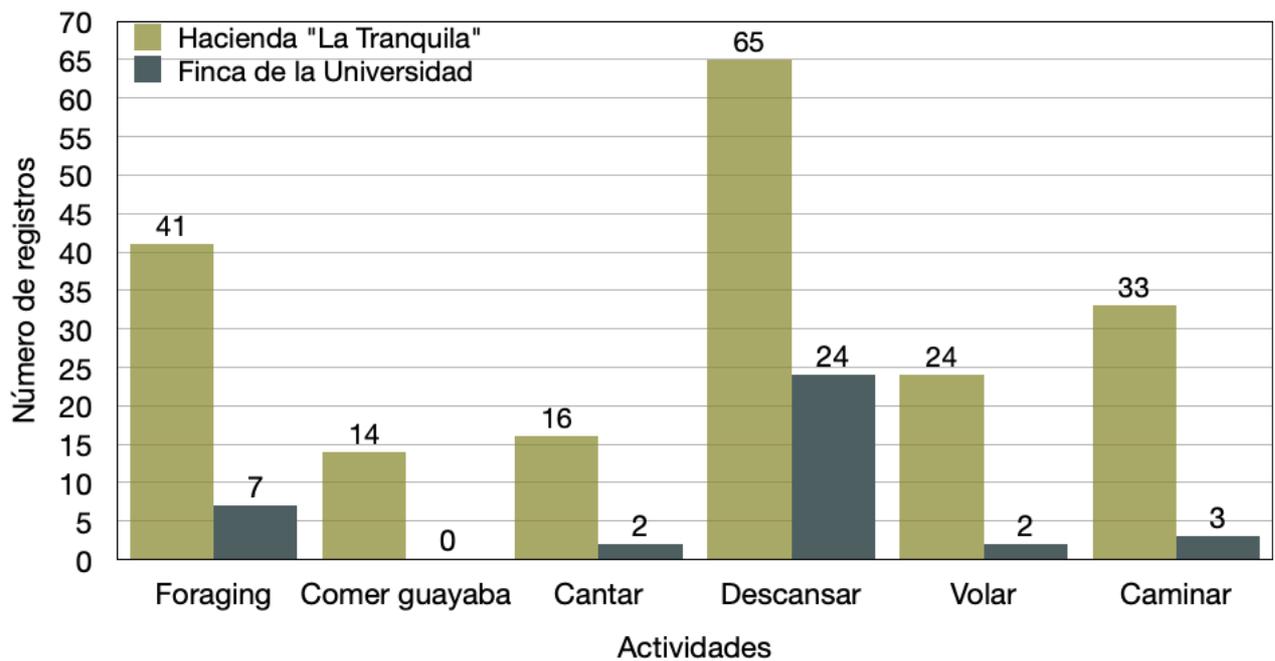


Figura 3. Número de registros para cada actividad en las dos localidades

Las diferencias entre los índices de diversidad de especies de las dos áreas fueron significativas ($F_{1,28} = 8.063$, $p=0.0083$) (Fig. 4), la mayor diversidad de especies se registró en La Tranquila.

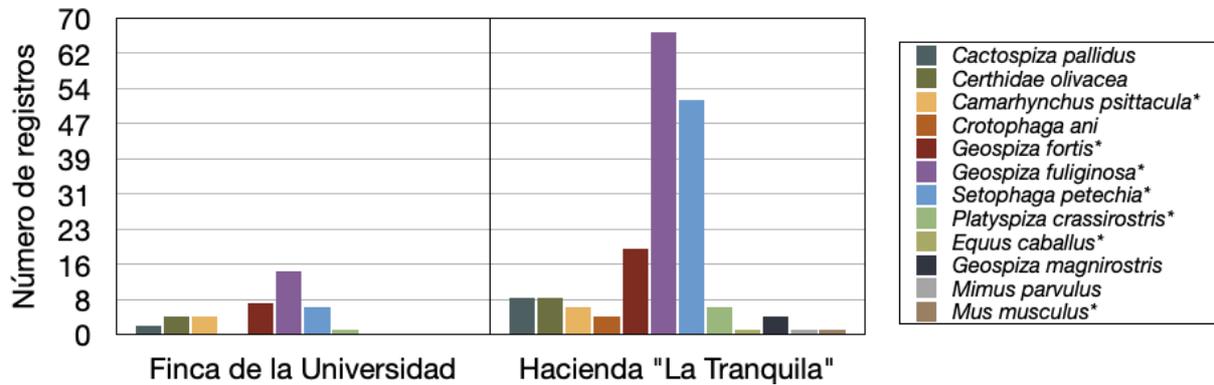


Figura 4. Número total de registros por especies y área de estudio

Las correlaciones entre el número de frutos maduros en el árbol ($r=0.4048$, $n=145$) (Fig. 5) y en el suelo ($r=-0.01154348$, $n=423$) (Fig. 6), fueron bajas y no significativas.

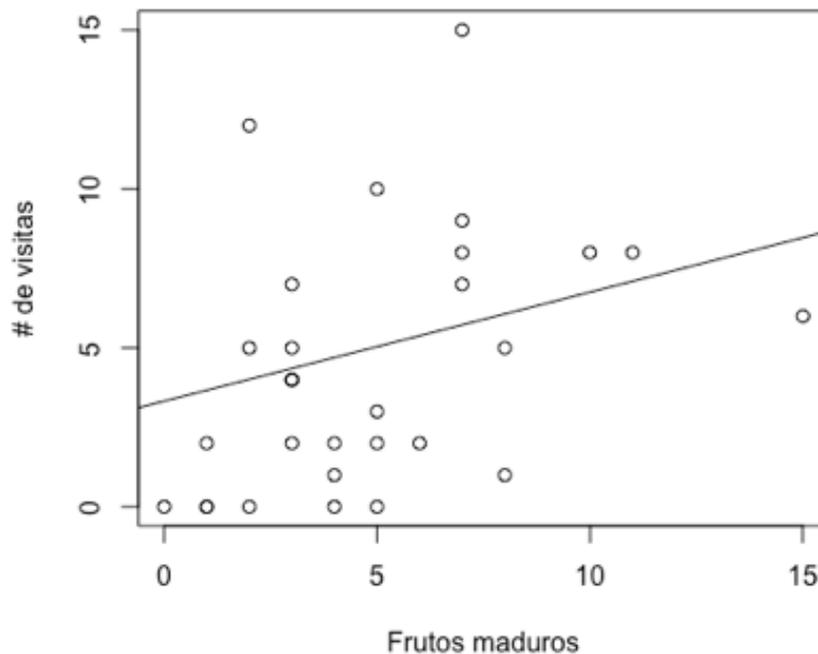


Figura 5. Correlación entre el número de visitas y el número de frutos maduros en cada árbol focal

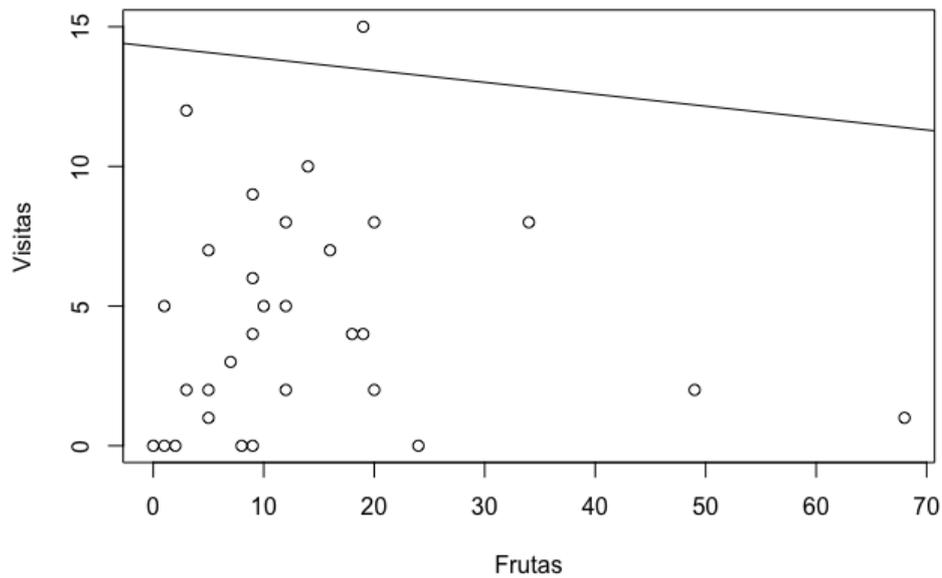


Figura 6. Correlación entre el número de visitas y el número de frutos maduros en el suelo alrededor de cada árbol focal

No pude comparar la duración de las actividades realizadas por *G. fuliginosa* entre las dos áreas de estudio pues el número de registros por actividad en la finca de la universidad fue de 1 o 0, excepto en el descanso. Para esta actividad en la que tuve un número adecuado de registros no encontré diferencias significativas en su duración entre las dos áreas (Mann Whitney U= 103, $p= 0.33$, $n =36$) (Fig. 7).

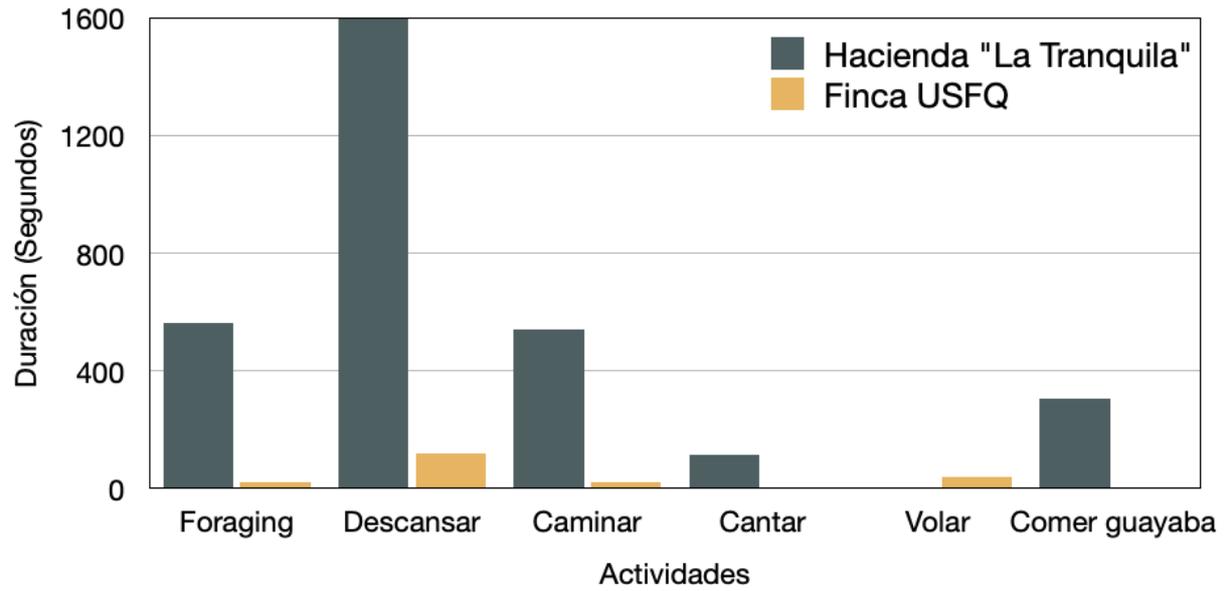


Figura 7. Duración de segundos de cada actividad en dos localidad de *G. fuliginosa*

CONCLUSIONES

Los resultados evidencian que hay diferencias importantes en el número de especies y la frecuencia de avistamientos por especie entre las dos áreas de estudio. Hubo más visitas en la hacienda La Tranquila que está en una elevación más baja. Además, en esta área registré individuos comiendo guayaba. Estos resultados apuntan al efecto de la altitud sobre la comunidad de fauna relacionada con esta planta invasora. El hecho de que tuve el doble de árboles focales en La Tranquila que en la finca de la Universidad podría haber influido en estos resultados; sin embargo, al comparar el índice de Shannon por árbol entre áreas, minimicé este posible efecto por lo que puedo decir con confianza que la diversidad de animales que visitaron la guayaba fue mayor en la hacienda La Tranquila, el área de menor altitud.

Según el estudio de Blake y colaboradores (2012) “Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions” uno de los principales dispersores de plantas invasivas, después de las lagartijas de lava, fue *Geospiza fuliginosa*. En mi estudio, ésta fue la especie que más consumió frutos de guayaba y, por lo tanto, parecería ser su principal dispersora. En el mismo estudio encontré que el cucuve y el garrapateros juegan un papel importante en facilitar la invasión de plantas pero en mis observaciones no registré a estas especies comiendo la guayaba

El número de frutos maduros en el árbol podría ser un factor que influye en el número de visitas. Existe evidencia que los animales prefieren los árboles con más cantidad de frutos disponibles para ellos; en Costa Rica, por ejemplo, se encontró que las aves tienen preferencia por la masa de la fruta y la densidad de frutos producidos por las plantas (Caziani 1996). Sin embargo, en mi estudio, estas correlaciones no fueron significativas, posiblemente porque el número de frutos fue registrado una sola vez en las observaciones y no en cada muestreo.

Mis resultados evidencian que la interacción entre la guayaba y los animales no solo se limita a que éstos coman su fruto y dispersen sus semillas, varias especies están usando los árboles

de guayaba para encontrar otro tipo de alimento, como insectos. Estas interacciones deben considerarse en los planes de manejo y erradicación de esta especie en San Cristóbal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blake, S., M. Wikelski, F. Cabrera, A. Guezou, M. Silva, E. Sadeghayobi, C. B. Yackulic y P. Jaramillo. 2012. Seed dispersal by Galápagos tortoises. *Biogeography* 39:1961-1972.
- Buddenhagen, C. y K. J. Jewell. 2006. Invasive Plant seed viability after processing by some endemic Galápagos birds. *Ornithologic Neotropical* 17:73-80.
- Caziani, S. M. 1996. Interacción plantas-aves dispersoras de semillas en un bosque chaqueño semiariado. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n2851_Caziani.pdf (Acceso el 19 de marzo de 2020).
- Conley, K. M. 1999. Flowering Plants of the Galápagos. Cornell Paperbacks. New York, Estados Unidos.
- Espín, A. V. 2018. Diversidad Genética de la guayaba (*Psidium guajava*) Isla Isabela. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Fischer, G. y P. Lüdders. 2002. Efecto de la altitud sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de la uchuva (*Physalis peruviana L.*). *Comalfi* 19:1-10.
- Fundación Charles Darwin. 2020. Bases de Datos climatológicos. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/clima> (Acceso el 19 de marzo de 2020).
- Hear. 2004. Especies Invasoras de Galápagos Malezas malélicas. Disponible en: <http://www.hear.org/galapagos/invasoras/temas/manejo/plantas/index.html> (Acceso el 19 de marzo de 2020).
- Heleno, R. H., J.M. Olsen, M. Nogales, P. Vargas, y A. Traveset. 2012. Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions. *Proceedings of the royal society* 280: 1-9.
- Kawawa, R. C., J. F. Obiri, F. N. Muyekho, D. O. Omayio, H. Agevi, A. Mwaura, L. Obiet, D. K. Kumutai, A. W. Sifuna. 2016. Allelopathic potential of invasive *Psidium guajava*, against selected native tree species in Kakamega tropical forest, western Kenya . *IOSR* 11: 80-86.
- Melgarejo, L. M. 2015. Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss): caracterización ecofisiológica del cultivo. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Quiroz, C. L., A. Pauchard, A. Marticorena y L. A. Cavieres. 2009. Manual de Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile. Proyecto CONICYT.
- Rentería, J. L., D. Orellana y M. Loyola. 2020. Fundación Charles Darwin. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/es/investigacion/proyectos/mapeo-de-plantas-invasoras> (Acceso el 19 de marzo de 2020).

- Segura, A. C. 2017. Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en un gradiente altitudinal en un enclave seco del cañón de Chicamocha (Santander, Colombia). Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=biologia> (Acceso el 19 de marzo de 2020).
- Tagle, P. 2016. La leyenda de la guayaba: historia Galapagueña. Disponible en: <http://www.larevista.ec/viajes/desde-las-encantadas/la-leyenda-de-la-guayaba-historia-galapaguena> (Acceso el 4 de mayo de 2020).
- Vera, M. L. 1995. Efecto de la altitud en la fenología de la floración en especies arbustivas del norte de España. *Lagascalia* 18:3-14.