

**Persistencia de cadáveres de aves y
murciélagos situados en pastizales y bosques
del campus Zamorano, Honduras**

María Augusta Espinoza Montero

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

Persistencia de cadáveres de aves y murciélagos situados en pastizales y bosques del campus Zamorano, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

María Augusta Espinoza Montero

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Persistencia de cadáveres de aves y murciélagos situados en pastizales y bosques del campus Zamorano, Honduras

Presentado por:

María Augusta Espinoza Montero

Aprobado:

Oliver Komar, Ph.D.
Asesor Principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ingeniería en
Ambiente y Desarrollo

Carlos López Funes, Lic.
Asesor Secundario

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Persistencia de cadáveres de aves y murciélagos situados en pastizales y bosques del campus Zamorano, Honduras

María Augusta Espinoza Montero

Resumen. La persistencia promedio de cadáveres de aves y murciélagos puede verse influenciada por diferentes variables. El objetivo principal de la investigación fue determinar el promedio de persistencia de cadáveres de aves y murciélagos en el campus de Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras durante la época lluviosa (mayo-agosto 2015). Se ubicaron 96 cadáveres en diferentes parcelas dentro del campus. Una vez ubicados los cadáveres se realizó la recolección de datos hasta que el cadáver desaparecía. El promedio de persistencia fue de dos días. No hubo diferencia significativa entre clase taxonómica y ecosistema que influya en la persistencia de los cadáveres. Se identificaron seis carroñeros: perro doméstico *Canis lupus familiaris*, hormiga obrera común *Pheidole pugnax*, zarigüeya común *Didelphis marsupialis*, agutí centroamericano *Dasyprocta punctata*, rata de alcantarilla *Rattus norvegicus* y gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Este estudio es una línea base que sirve a futuras investigaciones, planes de monitoreo de mortalidad de animales, esfuerzos para conservación de biodiversidad, proyectos de construcción de infraestructuras, inventarios de especies encontradas y estudios en ecología de carroñeros en el campus o en lugares con características similares.

Palabras clave: Carroñero, bosque, ecosistemas, pastizal, remoción de cadáveres.

Abstract. The average persistence of dead birds and bats can be influenced by different variables. The main objective of the research was to determine the average persistence of bird and bat carcasses on the campus of Zamorano, department of Francisco Morazán, Honduras during the rainy season (May-August 2015). I located 96 bodies in different fields within the campus. I monitored presence of each carcass, and recorded time of disappearance. The average persistence was two days. There were no significant differences for taxonomic class and ecosystem influencing the persistence of the carcasses. Six scavengers were identified: domestic dog *Canis lupus familiaris*, common working ant *Pheidole pugnax*, common opossum *Didelphis marsupialis*, Central American agouti *Dasyprocta punctata*, sewer rat *Rattus norvegicus*, and armyworm *Spodoptera frugiperda*. This study serves as a baseline for future research, monitoring of animal mortality, efforts for biodiversity conservation, infrastructure construction projects, species inventories and scavenger ecology studies on the Zamorano campus or in places with similar characteristics.

Keywords: Carcass removal, ecosystems, forest, pasture, scavenger

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4. CONCLUSIONES.....	21
5. RECOMENDACIONES.....	22
6. LITERATURA CITADA	23
7. ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Resumen de estudios usando cadáveres situados experimentalmente para medir remoción por carroñeros.	2
2.	Media de persistencia de cadáveres.	9
3.	Factores del estudio y su correlación.	10
4.	Análisis de varianza.	10
5.	Análisis de varianza por grupos.	11
6.	Carroñeros identificados.	13

Figuras		Página
1.	Ubicación de parcelas de estudio en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.	5
2.	Demostración de parcela pastizal en Ordeño. Imagen modificada de Google Earth 2015.	6
3.	Ubicación de los parches de bosque (verde) y pastizales (naranja) en el campus de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.	4
4.	Ejemplo de ubicación de parcela en parche de pastizal mediante una cuadrícula de 10 × 10. Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.	6
5.	Remoción de cadáveres observada de uno a cinco días en todas las parcelas ubicadas en el Campus de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	12
6.	Curva de persistencia de cadáveres para el campus Zamorano, durante el presente estudio.	12
7.	Perro doméstico <i>Canis lupus familiaris</i> , removiendo cadáver de ave en ecosistema de pastizal. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.	14
8.	Hormiga obrera menor <i>Pheidole pugnax</i> consumiendo un cadáver de murciélago en ecosistema de bosque.	14
9.	Zarigüeya común <i>Didelphis marsupialis</i> removiendo el cadáver de ave en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.	15
10.	Agouti centroamericano <i>Dasyprocta punctata</i> removiendo	

	parcialmente un cadáver de ave en ecosistema bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.	16
11.	Rata parda o rata de alcantarilla <i>Rattus norvegicus</i> , consumiendo un cadáver de ave en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.....	16
12.	Gusano cogollero o larva de <i>Spodoptera frugiperda</i> consumiendo un cadáver de ave en ecosistema de pastizal. Fecha y hora: 14/07/2015 10:42 am.....	17
13.	Gusano cogollero o larva de <i>Spodoptera frugiperda</i> consumiendo un cadáver de murciélago en ecosistema pastizal. Fecha y hora: 14/07/2015 10:37 am.	18
14.	Toma de mariposa con su pupa vacía, presuntamente de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Imagen tomada por: Dr. Eric Van Den Berghe.....	18
15.	Paca común o tepezcuintle <i>Cuniculus paca</i> en ecosistema de bosque. Fecha y hora: 14/07/2015 01:51 am.	19
16.	Armadillo de nueve bandas o cusuco <i>Dasybus</i> en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.	20

Anexos	Página
--------	--------

1.	Formulario de monitoreo de persistencia de cadáveres.	26
----	--	----

1. INTRODUCCIÓN

La descomposición es uno de los procesos biológicos más cruciales en la naturaleza, con interacciones ecológicas como la relación entre depredador y presa, sucesión y reciclaje de nutrientes. Las preguntas más comunes asociadas a las actividades originadas por la descomposición están orientadas a la velocidad de descomposición, variables de descomposición, fauna asociada a la descomposición, cadenas alimenticias y relaciones ligadas a éstas y la influencia del sitio. Los procesos ecológicos desarrollados por la descomposición han sido poco estudiados debido a la incomodidad que genera el trabajar con cadáveres (Dobey y Gilbert 1987), lo cual ha generado desinterés en el papel que tienen los carroñeros en los ecosistemas (DeVault *et al.* 2003).

Uno de los factores que afectan las tasas de descomposición de un cadáver es la accesibilidad de los cadáveres para carroñeros (Schoenly *et al.* 2006). Unos ejemplos de carroñeros que se encuentran en el campus Zamorano son: caracará común *Caracara cheriway*, búitre cabeza negra *Coragyps atratus*, búitre de cabeza roja *Cathartes aura*, zorrillos *Mephitis macroura* y gatos ferales *Felis silvestris catus* que compiten con otros carroñeros vertebrados e invertebrados para la obtención de su comida. Los carroñeros invertebrados son importantes competidores por la velocidad en la que consumen carroña (Houston 1985). Las larvas de moscas son un ejemplo de carroñero invertebrado y pueden consumir de 2–10 kg de carroña en tres días en las zonas afro tropicales (DeVault *et al.* 2003).

La disponibilidad de carroña depende de qué causa y de dónde se localiza la mortalidad de animales (DeVault *et al.* 2003). Una de las causas de mortalidad de animales son actividades humanas como la construcción de infraestructuras para transporte (carreteras), energía (aerogeneradores, paneles solares, represas), edificios de trabajo (rascacielos y oficinas) y vivienda. Las estructuras para generar energía eólica pueden generar impactos negativos como: interrupción del paisaje, de hábitats y en ocasiones aves y murciélagos pueden colisionar con las aspas de las turbinas de aerogeneradores (National Research Council 2007).

Dado el alto crecimiento en el número y extensión de estructuras hechas por el hombre, se calcula que junto con otras presiones sobre el hábitat de aves y murciélagos, la mortalidad por colisión puede afectar poblaciones de especies escasas o amenazadas por extinción. Por tanto es necesario realizar estudios para obtener estimaciones precisas sobre la mortalidad (Drewitt 2008). En muchos casos estos estudios se basan solamente en cadáveres encontrados que han chocado con infraestructuras y no hacen correcciones

debido a la remoción por carroñeros, eficiencia del buscador o detección en diferentes hábitats, generando un sesgo en la estimación de la mortalidad real (Zaldúa 2012).

La estimación de la fatalidad por colisión de aves y murciélagos es un método que evalúa el impacto post-construcción de estructuras. En todo sitio existen animales carroñeros tanto aves, mamíferos e insectos que generan un sesgo para la estimación total de la fatalidad por colisión. Los carroñeros pueden remover un cadáver en intervalos de tiempo cuando el monitoreo por colisión no está realizándose (Strickland *et al.* 2011).

Para evaluar esta mortalidad se requieren estudios de monitoreo donde se tome en cuenta la posibilidad de eliminación de los cadáveres por algunos animales carroñeros previo a la sesión de monitoreo (Bernardino *et al.* 2011). La alternativa sugerida por varios investigadores es la de utilizar cadáveres situados de manera experimental para calcular la eficiencia de carroñeros. Un ejemplo de este tipo de estudio se realizó en Panamá y Venezuela ubicando cadáveres de gallinas domésticas *Gallus gallus domesticus* ubicadas en bosques y que fueron removidas en un promedio de tres días por buitres de cabeza roja *Cathartes aura* (DeVault *et al.* 2003). Estudios sobre eficiencia de carroñeros (Cuadro 1) se han realizado también en diferentes estaciones de año y diferentes lugares demostrando que los carroñeros eliminan entre el 60 y 100% de cadáveres ubicados en campo.

Cuadro 1. Resumen de estudios usando cadáveres situados experimentalmente para medir remoción por carroñeros.

Estudio	Tipo de cadáver	N° muestra	Lugar	Remoción %	Carroñero
Akopyan 1953	ardilla de tierra (<i>Cirellus pygmaeus</i>)	300	Estepa Europea	60	desconocido
Houston 1986	gallinas domésticas (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	71	bosque en Venezuela	100	gallinazo común <i>Cathartes aura</i>
DeVault y Rhodes 2002	ratón doméstico (<i>Mus musculus</i>)	48	bosque en Carolina del Sur, EUA	65	mapache (<i>Procyon lotor</i>)
Villegas <i>et al.</i> 2012	murciélagos y gallinas comerciales	120	parque eólico en Tehuantepec, sur de México	80	coyote (<i>Canis latrans</i>)

Fuente: Houston 1986, De Vault *et al.* 2003 y Villegas *et al.* 2012

El presente estudio tuvo como objetivo estimar la duración promedio de cadáveres de aves y murciélagos situados en el campus Zamorano en la estación lluviosa durante los meses de mayo, junio, julio y agosto 2015. También determinar el efecto de clase taxonómica, tamaño del cadáver, parcela y ecosistema sobre la duración promedio de los cadáveres situados en el campus Zamorano e identificar carroñeros y oportunistas que removían los cadáveres.

Este estudio es una línea base que sirve para futuras investigaciones, planes de monitoreo de mortalidad de animales, esfuerzos para la conservación de la biodiversidad, proyectos de construcción de infraestructuras e inventarios de especies encontradas. Por otro lado se espera aportar a estudios en ecología de carroñeros en el campus de Zamorano o en lugares con características similares.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en el campus de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Se encuentra localizada en el Valle de Yeguaré, departamento de Francisco Morazán a 30 km al sudeste de Tegucigalpa, Honduras. Zamorano cuenta con una elevación promedio de 774 msnm, una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual de 1,100 mm y se caracteriza por su clima tropical seco.

Parcela de estudio y ubicación de cadáveres. Se seleccionaron parches de bosques y pastizales (Figura 1) en el campus de Zamorano. A cada parche se le asignó un número. Luego se escogió al azar los cuatro parches para ecosistema de pastizal y los cuatro parches para ecosistema de bosque y aquí se ubicaron las parcelas de estudio.

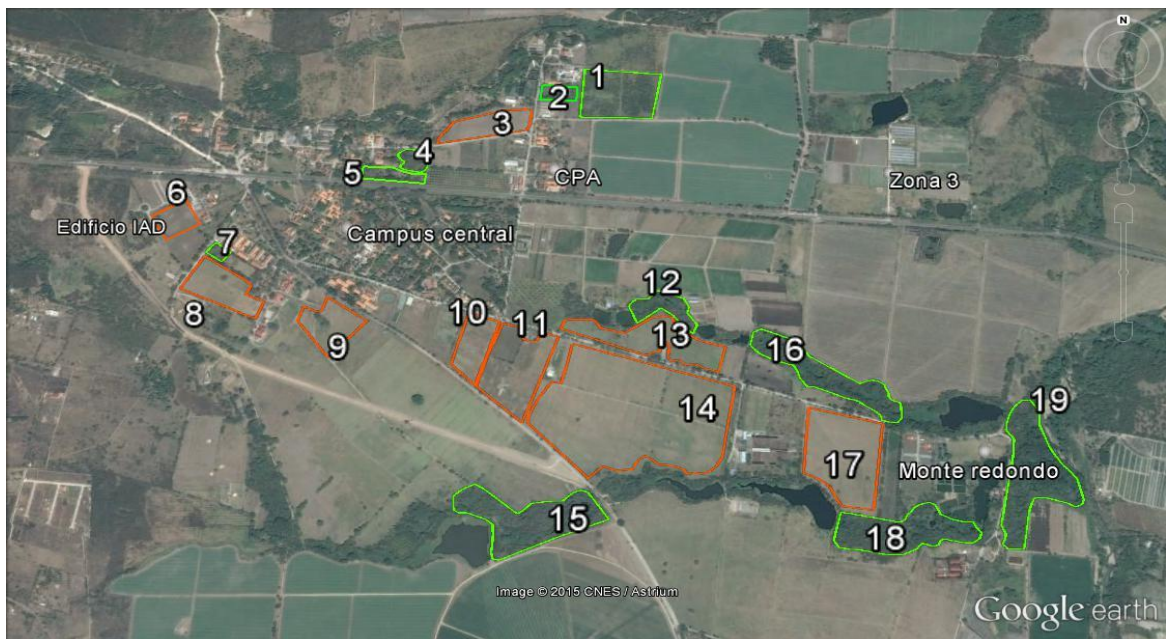


Figura 1. Ubicación de los parches de bosque (verde) y pastizales (naranja) en el campus de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.

El estudio comprendió dos ecosistemas definidos como: pastizal y bosque, cada una con cuatro parcelas (Figura 2) que difieren en usos y vegetación. Las parcelas son las siguientes:

Parcelas en pastizales:

- P1: Ordeño
- P2: Club Hípico
- P3: Ganado de Carne
- P4: Viejo edificio IAD

Parcelas en bosques:

- B1: Nuevo edificio IAD
- B2: Detrás de los salones de ciencias básicas (CB's 1y 2)
- B3: Frente a módulo de aves
- B4: Monte Redondo



Figura 2. Ubicación de parcelas de estudio en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.

Definición zonas de estudio

Pastizal. Los pastizales son ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación abierta dominada por especies gramíneas y cuyo uso primario es la ganadería (Rebollo & Sal 2003). Las parcelas (Figura 3) tenían una distancia mínima de 40 m del borde de este ecosistema.

Bosque. Para este ecosistema se tomó en cuenta que exista al menos un 30% de cobertura por plantaciones o árboles con un mínimo de 1m de altura. Las parcelas tenían una distancia mínima de 20 m del borde de este ecosistema.



Figura 3. Demostración de parcela pastizal en Ordeño. Imagen modificada de Google Earth 2015.

Para elegir el lugar exacto donde se ubicó la parcela dentro del parche seleccionado, se realizó una cuadrícula (Figura 4) de 10 x 10 y se sobrepuso sobre el parche delimitándola de acuerdo a los bordes extremos del parche. Se eligió al azar la ubicación de la parcela dentro del parche con la función aleatorio en Excel.



Figura 4. Ejemplo de ubicación de parcela en parche de pastizal mediante una cuadrícula de 10×10 . Imagen tomada y modificada de Google Earth 2015.

En cada lugar de estudio (bosque y pastizal) se ubicaron parcelas de 5×5 m con un total de 25m^2 y delimitadas con estacas de madera. Para la ubicación de los cadáveres se dividió la parcela en 100 partes iguales (50×50 cm), y se ubicaron los cadáveres eligiendo al azar un punto de las 100 partes. Para evitar una concentración de carroñeros alrededor de la parcela, se ubicaron dos cadáveres (una ave y un murciélago) por parcela.

Después de ubicar los cadáveres se procedió a monitorear al día siguiente, verificando si hubo remoción o si el cadáver continuaba en campo (Bernardino *et al.* 2011). Se ubicaron nuevos cadáveres en cada parcela los días sábados por la tarde. Para tener registros del monitoreo se llenó una hoja de control (Anexo 1) por cadáver ubicado en campo.

Las trampas cámara se usaron para capturar imágenes cuando el monitoreo no se podía realizar (noche o madrugada) y se ubicaron en B4 (Monte Redondo) y una en P4 (Viejo edificio IAD). Al día siguiente de ser ubicados los cadáveres y trampas cámara se verificaba si hubo algún carroñero capturado por la cámara removiendo completa o parcialmente el cadáver.

Definición de tamaños de aves y murciélagos. Se usaron tres tamaños diferentes de aves (grande, mediano y pequeño). Como unidad indicativa se usó su peso siendo pequeño de 5–50 g, mediano de 50–500 g y grande de 500–5000 g.

Se usaron dos tamaños de murciélagos: mediano de 20.5–50 g y pequeño de 9–20.5 g. Se definió el tamaño tomando como referencia el peso de entre los murciélagos más pequeños residentes en el campus, el murciélago lengua larga (*Glossophaga soricina*) de 9 a 11 g (Alvarez *et al.* 1991) y entre los más grandes está el frugívoro de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) con un peso de 50 g (Ortega y Castro 2001).

Definición estación lluviosa. La región montañosa de Honduras, tiene un clima con un régimen de precipitación que presenta dos estaciones bien marcadas, una estación lluviosa que comprende los meses entre mayo y octubre y la otra seca en noviembre a mayo (Argeñal 2010). El presente estudio se realizó entre los meses de mayo a agosto, los cuales comprenden parte de la época lluviosa.

Monitoreo de cadáveres. El monitoreo se realizó durante siete semanas en la estación lluviosa en los meses de mayo, junio, julio y agosto 2015. Se ubicó cadáveres de murciélagos y aves catalogados en tres tamaños (grande, mediano y pequeño), eligiendo los tamaños al azar al momento de ubicar los cadáveres con la función aleatorio en Excel (Bernardino *et al.* 2011).

Se realizaron visitas a las parcelas al día siguiente de haber colocado los cadáveres, para observar la remoción de los mismos, diariamente hasta el día que desaparecían ambos cadáveres. El monitoreo se realizó dos veces al día, una visita por la mañana aproximadamente a las 5:00 cubriendo cuatro parcelas y otra visita por la tarde entre las 17:00 y 18:00, cubriendo las cuatro restantes. Cada día se empezaba por un ecosistema y parcelas diferentes para tener información a diferentes horas del día, esto evitó un prejuicio del muestreo.

Durante el monitoreo se hizo un esfuerzo para identificar invertebrados involucrados en la descomposición de los cadáveres. Para esto se los recolectó en pequeños tubos de ensayo con alcohol, para su posterior identificación. Para identificar otros carroñeros se ubicaron trampas cámara en dos parcelas diferentes (B4 y P2).

Análisis de datos. Se utilizó un Modelo Lineal Generalizado (MLG), generando un criterio de arreglo factorial de tratamientos. Los factores fijos a tratar fueron: clase taxonómica (ave y murciélago), tamaño (grande, mediano y pequeño), ecosistema (pastizal y bosque), y parcela (P1, P2, P3, P4 y B1, B2, B3, B4). La variable de respuesta fue el tiempo de persistencia del cadáver en campo, siendo la unidad de medición los días.

El análisis de varianza se utilizó para probar las diferencias entre medias de las muestras y las diferencias entre combinación lineal de medias (Sokal & Rohlf 1995), seleccionando un alpha de 0.05. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Minitab® 17.2.1.

Se realizó una curva de persistencia en Excel para demostrar el porcentaje de cadáveres persistentes en el tiempo. Se contó el acumulado de cadáveres desaparecidos por días (1, 2, 3, 4,5 y 6) y a cada total se le dividió entre el número de la muestra (96 cadáveres) para obtener una proporción.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de promedio de persistencia. El tiempo promedio de persistencia (Cuadro 2) fue de 2.1 días. Este promedio coincide con el estudio de Houston (1986), donde utilizó 71 cadáveres de gallinas domésticas situadas en bosques de Venezuela. La tasa de remoción del estudio de Houston (1986) fue del 100% en tres días, su carroñero principal fue el gallinazo común *Cathartes aura*.

El promedio de persistencia por grupos (Cuadro 2) fue de entre uno a dos días, sin embargo en P2 en Club Hípico, la media de persistencia fue de 3.2 días. Esta persistencia puede deberse a que carroñeros u oportunistas no se encuentren próximos al lugar, por lo que el cadáver será detectado en mayor tiempo. Otra hipótesis es que tanto la detección y conveniencia de comida para un carroñero es que el cadáver alcance un óptimo de hedor, pero con una gran parte de su masa no fétida (DeVault *et al.* 2003).

Cuadro 2. Media de persistencia de cadáveres.

Grupos	N	Media (días)	Desv. Est.	CoefVar
Muestra completa	96	2.1	1.113	53.95
Clase taxonómica				
ave	48	1.2	1.036	58.52
murciélagos	48	2.4	1.120	47.58
Tamaño				
G	28	2.1	1.184	57.16
M	12	1.5	0.674	44.95
P	56	2.2	1.130	51.86
Ecosistema				
bosque	48	2.0	1.051	53.67
pastizal	48	2.2	1.173	54.14
Parcela				
B1	12	2.2	1.193	55.08
B2	12	2.2	1.193	55.08
B3	12	1.7	1.138	65.04
B4	12	1.7	0.622	35.52
P1	12	1.3	0.492	36.93
P2	12	3.2	0.937	29.60
P3	12	2.0	1.348	67.42
P4	12	2.2	1.030	47.53

Análisis de varianza. En Minitab® 17.2.1 se agruparon los factores (Cuadro 3) dentro del modelo lineal generalizado de manera que se presenten los niveles con los que están correlacionados como la clase taxonómica y el tamaño de los cadáveres así como el ecosistema y la parcela donde fueron ubicados los cadáveres. El análisis de varianza

(Cuadro 4) demuestra que no existe relación entre la persistencia de cadáveres con la clase taxonómica ni tamaño del cadáver. Sin embargo, el valor p de parcela de 0.002 sugiere la existencia de una relación entre la persistencia de los cadáveres y la ubicación específica de la parcela.

Cuadro 3. Factores del estudio y su correlación.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Clase taxonómica (Tamaño)	Fijo	6	ave (G), murciélago (G), ave (M), murciélago (M), ave (P), murciélago (P)
Tamaño	Fijo	3	G,M,P
Ecosistema	Fijo	2	bosque, pastizal
Parcela (Ecosistema)	Fijo	8	B1 (bosque), B2 (bosque), B3 (bosque), B4 (bosque), P1 (pastizal), P2 (pastizal), P3 (pastizal), P4 (pastizal)

G (grande), M (mediano), P (pequeño)

El análisis de varianza por grupos (Cuadro 5) se demuestra la diferencia de las medias entre P1 Y P3. Con un nivel de significancia de 0.05, la persistencia de los cadáveres por

Cuadro 4. Análisis de varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor f	Valor p
Clase taxonómica	1	1.483	1.4834	1.46	0.230
Ecosistema	1	1.092	1.0922	1.08	0.302
Tamaño (Clase taxonómica)	4	1.560	0.3901	0.38	0.819
Parcela (Ecosistema)	6	22.788	3.7980	3.75	0.002

Nivel de confianza individual = 95.00%

parcela parece ser significativamente diferente de la media de días en parcelas P1 (Ordeño) y P2 (Club Hípico).

Cuadro 5. Análisis de varianza por grupos.

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p
Constante	1.97	0.19	9.99	0.000
Clase Taxonómica				
ave	- 0.24	0.19	-1.21	0.230
murciélagos	0.24	0.19	1.21	0.230
Ecosistema				
bosque	0.11	0.10	-1.04	0.302
pastizal	0.11	0.10	1.04	0.302
Tamaño (Clase Taxonómica)				
G (ave)	0.18	0.20	0.89	0.376
M(ave)	-0.24	0.23	-1.03	0.306
P (ave)	0.05	0.20	0.28	0.781
G (murciélagos)	0.24	0.41	0.59	0.559
M(murciélagos)	- 0.36	0.70	-0.51	0.611
P (murciélagos)	0.11	0.38	0.31	0.756
Parcela (Ecosistema)				
B1 (bosque)	0.22	0.25	0.88	0.381
B2 (bosque)	0.15	0.25	0.59	0.560
B3 (bosque)	-0.19	0.25	-0.77	0.444
B4 (bosque)	-0.18	0.25	-0.72	0.473
P1 (pastizal)	-0.86	0.25	-3.37	0.001
P2 (pastizal)	0.99	0.25	3.92	0.000
P3 (pastizal)	-0.16	0.25	-0.64	0.522
P4 (pastizal)	-0.03	0.26	0.13	0.900

Histograma de frecuencia. Con un histograma de frecuencia (Figura 5) se determinó que la mayoría de cadáveres (aproximadamente un 70%) no duraron más de dos días y el 30% restante duró de tres a cuatro días. En el eje Y se indica la frecuencia con la que se observó la remoción de cadáveres a lo largo de cinco días y el eje X muestra los días que se observó remoción de cadáveres.

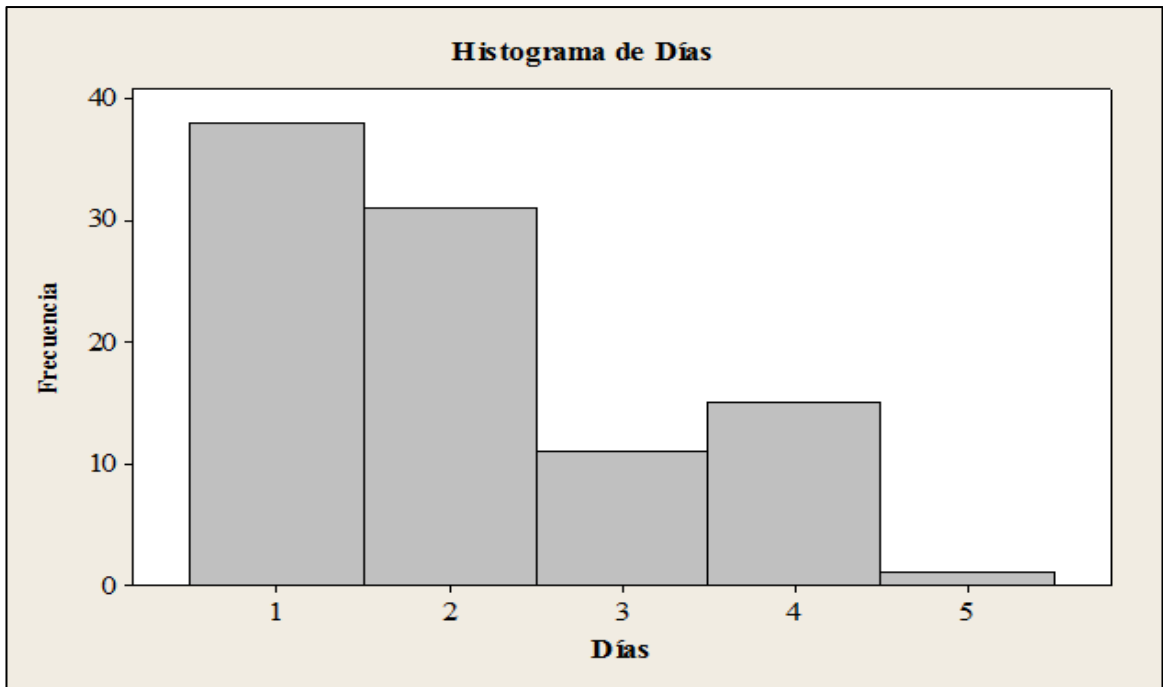


Figura 5. Remoción de cadáveres observada de uno a cinco días en todas las parcelas ubicadas en el Campus de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Con una curva de persistencia (Figura 6) se generalizó el porcentaje de cadáveres removidos por día. Se ajustó la curva general a una línea de tendencia de forma polinómica, utilizando el programa Excel por medio de la ecuación: $Y = -0.7472X^3 + 10.846X^2 - 53.311X + 94.997$, $R^2 = 0.9578$. El día cero describe el día de colocación de cadáveres, los días uno y dos son los días de alta remoción y el día cinco el día máximo de persistencia de un cadáver

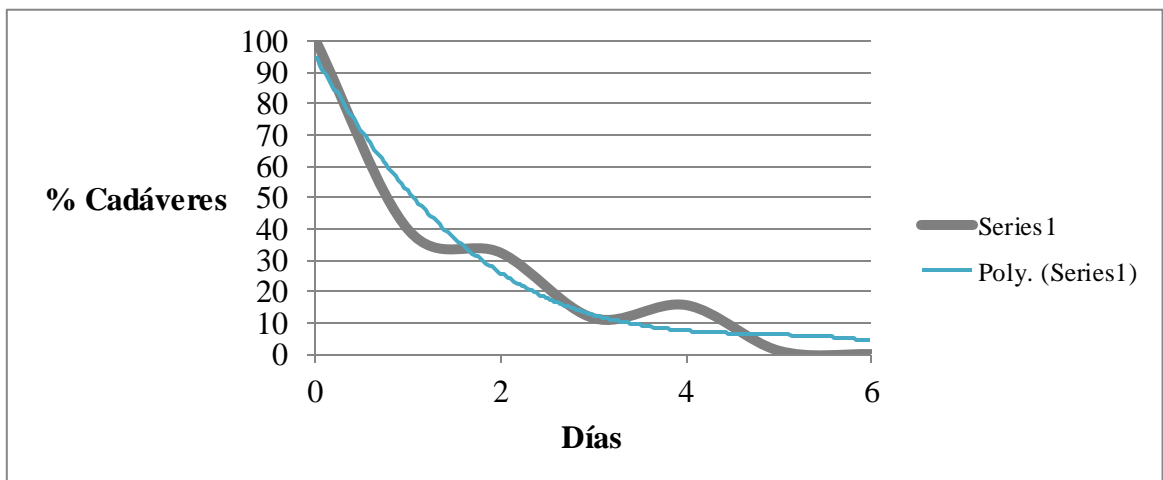


Figura 6. Curva de persistencia de cadáveres para el campus Zamorano, durante el presente estudio.

Identificación de carroñeros. De 96 cadáveres ubicados y removidos, se identificaron seis carroñeros (Cuadro 7) por medio de las trampas cámara y observación durante el monitoreo.

Cuadro 6. Carroñeros identificados.

Fecha y hora	Ecosistema	Nombre común	Nombre científico
29/07/2015 16:17	pastizal	perro doméstico	<i>Canis lupus familiaris</i>
04/17/2015 10:37	bosque	hormiga obrera menor	<i>Pheidole pugnax</i>
14/07/2015 18:43	bosque	zarigüeya común	<i>Didelphis marsupialis</i>
14/07/2015 18:09	bosque	agutí centroamericano	<i>Dasyprocta punctata</i>
31/07/2015 19:41	bosque	rata de alcantarilla	<i>Rattus norvegicus</i>
14/07/2015 10:42	pastizal	gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>

Perro doméstico *Canis lupus familiaris*. El perro doméstico (Figura 7) fue identificado por la cámara trampa, removiendo los cadáveres de ave y murciélago en P4 (Viejo edificio IAD). Según un estudio sobre la competencia entre perros y carroñeros salvajes en una zona rural de Zimbabue, se determinó que los perros removieron el 60% de los cadáveres situados experimentalmente, siendo su principal competidor el buitres. El crecimiento poblacional de perros ferales puede interrumpir las actividades de otros carroñeros naturales (Butler y Toit 2002).



Figura 7. Perro doméstico *Canis lupus familiaris*, removiendo cadáver de ave en ecosistema de pastizal. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.

Hormiga obrera menor *Pheidole pugnax*. Recolectada en B1 (Nuevo edificio IAD) la hormiga obrera menor (Figura 8) del género *Pheidole* es una hormiga recolectora y usa las semillas para alimentarse. Sin embargo las hormigas en general pueden ser depredadoras, carroñeras, recolectoras o cultivadoras de hongos (Branstetter y Saenz 2012).



Figura 8. Hormiga obrera menor *Pheidole pugnax* consumiendo un cadáver de murciélago en ecosistema de bosque.

Zarigüeya común *Didelphis marsupiales*. La zarigüeya común (Figura 9) se identificó en dos ocasiones. Su hábitat es variado y son muy tolerantes a ambientes alterados por actividades humanas. Las zarigüeyas comunes son de hábitos nocturnos y sus actividades se registran una hora después del atardecer hasta las tres de la mañana (Siciliano 2014). Las dos ocasiones se registraron zarigüeyas removiendo el cadáver entre estas horas. Su dieta es variada y puede llegar a comer carroña (Siciliano 2014).



Figura 9. Zarigüeya común *Didelphis marsupialis* removiendo el cadáver de ave en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.

Agutí centroamericano *Dasyprocta punctata*. El agutí centroamericano (Figura 10) se identificó dos veces en B4 (Monte Redondo) removiendo parcialmente cadáveres de aves. Según Figueira *et al.* (2014) la ingesta de carroña se registró en agutíes reintroducidos en la naturaleza, después de haberse encontrado en cautiverio. Este comportamiento puede estar relacionado con períodos de escasez de alimentos o por temporadas de reproducción cuando la exigencia de alimentos de alta calidad aumenta (Figueira *et al.* 2014).



Figura 10. Agouti centroamericano *Dasyprocta punctata* removiendo parcialmente un cadáver de ave en ecosistema bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.

Rata de alcantarilla *Rattus norvegicus*. La rata parda o rata de alcantarilla (Figura 11) se identificó una vez en B4 (Monte Redondo) removiendo parcialmente el cadáver de un ave. Esta rata es omnívora, sin embargo prefiere alimentarse de productos animales como pájaros, huevos o peces. Incluso su dieta pueden ser ratones, pollos y crías de cerdos (Álvarez y Medellín 2005).



Figura 11. Rata parda o rata de alcantarilla *Rattus norvegicus*, consumiendo un cadáver de ave en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.

Gusano cogollero o larva de *Spodoptera frugiperda*. Las larvas (Figuras 12 y 13) fueron identificadas en P2 (Club hípico) alimentándose de un cadáver de ave y murciélago. Esta larva se alimenta de plantas importantes para el hombre entre ellas la caña de azúcar y el maíz. No hay evidencia en la literatura que estas larvas se alimenten de carroña. Sin embargo Encyclopedia Britannica Online (2015) sostiene que algunas especies de lepidóptera se pueden alimentar de heridas abiertas o secreciones de animales salvajes o domésticos. Se encontró una pupa debajo de los cadáveres y se la conservó esperando el final de su estadio para identificarla, lo cual corresponde a una mariposa hembra de *Spodoptera frugiperda* (S. Passoa, comunicación personal) (Figura 14).



Figura 12. Gusano cogollero o larva de *Spodoptera frugiperda* consumiendo un cadáver de ave en ecosistema de pastizal. Fecha y hora: 14/07/2015 10:42 am.



Figura 13. Gusano cogollero o larva de *Spodoptera frugiperda* consumiendo un cadáver de murciélago en ecosistema pastizal. Fecha y hora: 14/07/2015 10:37 am.



Figura 14. Toma de mariposa con su pupa vacía, presuntamente de *Spodoptera frugiperda*. Imagen tomada por: Dr. Eric Van Den Berghe.

Otras especies registradas

Paca común o tepezcuintle *Cuniculus paca*. El tepezcuintle (Figura 15) fue registrado en B4 (Monte Redondo). El tepezcuintle es de hábitat de bosque muy variados, es un animal oportunista y su dieta es principalmente frugívora, sin embargo en ocasiones puede cambiar debido a la variación estacional de acuerdo a la abundancia de frutas (Pérez 1992).



Figura 15. Paca común o tepezcuintle *Cuniculus paca* en ecosistema de bosque. Fecha y hora: 14/07/2015 01:51 am.

Armadillo de nueve bandas o cusuco *Dasypus novemcinctus*. El armadillo de nueve bandas (Figura 16) fue encontrado en B4 (Monte Redondo). Los armadillos tienen variedad de hábitats y sobre todo varios tipos de vegetación como pastizales, matorrales, aunque prefieren lugares cercanos a arroyos. Su alimentación es generalmente insectívora sin embargo complementan su dieta con anfibios, pequeños reptiles, hongos y tuberculos. Aunque no se registró en B4 remoción por este armadillo, han aprendido a cazar y comer conejos jóvenes de rabo blanco y carroña (Quesada 2012).



Figura 16. Armadillo de nueve bandas o cusuco *Dasypus* en ecosistema de bosque. Imagen tomada de captura en video de una cámara trampa.

4. CONCLUSIONES

- La persistencia promedio de cadáveres fue de dos días con una tasa de remoción del 100% en cinco días. El número de cadáveres removidos no varió significativamente con los factores de clase taxonómica y tamaño.
- El factor de parcela (P1 y P2) tuvo una relación significativa en la persistencia de los cadáveres. Esto sugiere que los cadáveres pudieron encontrarse en un lugar inaccesible para carroñeros terrestres o que éstos no se encuentren cerca del lugar. Otra hipótesis es que el cadáver no haya alcanzado un óptimo de hedor lo que permite ser percibido más rápido por carroñeros.
- Se identificaron seis carroñeros removiendo los cadáveres: perro doméstico *Canis lupus familiaris*, hormiga obrera común *Pheidole pugnax*, zarigüeya común *Didelphis marsupialis*, agutí centroamericano *Dasyprocta punctata*, rata de alcantarilla *Rattus norvegicus* y gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. A excepción del gusano cogollero, todos los animales identificados tenían hábitos carroñeros, por condiciones de estación o reproducción, además de ser oportunistas.
- El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* fue un hallazgo novedoso de larva de lepidóptera que se alimentaba de un cadáver. Éste comportamiento se registró dos veces en un cadáver de murciélago y de una ave. No se encontró evidencia en la literatura que ésta especie se alimente de carroña.
- La mayoría de eventos de remoción no fueron observados, sugiriendo que otras especies de carroñeros como el carancho norteño *Caracara cheriway*, zopilote cabeza negra *Coragyps atratus* y zopilote de cabeza roja *Cathartes aura* podrían tener un papel en la remoción también. Según Rotella *et al.* (2006) la acción del zopilote cabeza roja sobre cadáveres es beneficiosa por su labor de limpieza y destrucción de bacterias y parásitos.

5. RECOMENDACIONES

- El régimen de lluvia este año fue muy bajo por el fenómeno de “El Niño”, esto puede ser diferente en otros años y en otras estaciones. Se recomienda extender el proyecto a la estación seca y en otras épocas con más lluvias, para comparar a futuro las diferencias de persistencia entre estaciones.
- Se recomienda que si una larva de *Spodoptera frugiperda* vuelve a ser registrada alimentándose de cadáveres, se capturen y conserven vivas para que completen sus etapas de larva y pupa y así confirmar su identificación. O igualmente confirmar el potencial de que esta especie consumiera carroña de manera experimental.
- Debido a que no se pudo identificar los carroñeros de todos los ensayos se recomienda el uso de más trampas cámaras que ayuden a la captura de más fauna asociada con la remoción de cadáveres y otras especies de interés.
- En caso que se construyan nuevas edificaciones en el campus, se recomendaría realizar el monitoreo de impacto por colisiones una vez por día debido a la alta tasa de remoción en tan poco tiempo (1–2 días).

6. LITERATURA CITADA

- Alvarez, J., Willig, M. R., Jones Jr, J. K., y Webster, W. D. 1991. *Glossophaga soricina*. Mammalian Species. American Society of Mammologists. 1–7 p.
- Álvarez, J., y Medellín, R. A. 2005. *Rattus norvegicus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. 7 p.
- Argeñal, F. J. 2010. Variabilidad climática y cambio climático en Honduras. PNUD. Tegucigalpa, Honduras. 18 p.
- Bernardino, J., Bispo, R., Torres, P., Rebelo, R., Mascarenhas, M., y Costa, H. 2011. Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildlife Biology in Practice*. 7(2):1–14.
- Branstetter, M. G., y Saenz, L. 2012. Las hormigas (Hymenoptera: *Formicidae*) de Guatemala. *Biodiversidad de Guatemala* (2):221–268.
- Butler, J. R. A., y Toit, J. T. 2002. Diet of free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) in rural Zimbabwe: implications for wild scavengers on the periphery of wildlife reserves. *Animal Conservation* 5(1):29–37.
- DeVault, T. L., Rhodes Jr, O. E., y Shivik, J. A. 2003. Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos* 102(2):225–234.
- Dobey, D.C. y Gilbert, E. 1987. Decomposition in Nature: A Crucial Biological Process. *The American Biology Teacher* 49(4):234–238.
- Drewitt, A. L., y Langston, R. H. 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134(1):233–266.
- Encyclopedia Britannica Online 2015. Lepidopteran (en línea). Consultado el 10 de Octubre del 2015. Disponible en: <http://www.britannica.com/animal/lepidopteran>.
- Figueira, L., Zucaratto, R., Pires, A. S., Cid, B., y Fernández, F. A. S. 2014. Carrion consumption by *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Dasyproctidae) and a review of meat use by agoutis. *Brazilian Journal of Biology* 74(3):585–587.

Houston, D.C. 1985. Evolutionary ecology of Afrotropical and Neotropical vultures in forests. *Ornithological Monographs* 36:856–864.

Houston, D. C. 1986. Scavenging efficiency of turkey vultures in tropical forest. *Condor* 88(3):318-323.

National Research Council. 2007. Environmental impacts of wind-energy projects. Washington, DC: The National Academies Press. 394 p.

Ortega, J., y Castro-Arellano, I. 2001. *Artibeus jamaicensis*. *Mammalian Species*. American Society of Mammologists. 1–9 p.

Pérez, E. M. 1992. *Agouti paca*. *Mammalian Species*. American Society of Mammologists. 1–7 p.

Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. 2012. Parque Eólico de Cerro de Hula inicia operación comercial (en línea). Consultado el 17 de Enero del 2015. Disponible en: <http://www.energias4e.com/noticia.php?id=775>.

Quesada, J. R. E. 2012. Plan de manejo tipo para armadillo nueve bandas *Dasypus novemcinctus*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 1–52 p.

Rebollo, R., y Sal, A. G. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Revista Ecosistemas* 12(3):1–7.

Rotella, I. J., Silveira, E. A., Delgado, L., González, O., Remón, S., Rojas, D., Gonzalez, J. A., Manso, M. J., Perdomo J. A., y Campos, R. 2006. Contribución al conocimiento de la Epizootiología y Biología del *Cathartes aura* Lin. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria* 7(1):1–12.

Schoenly, K. G., Haskell, N. H., Mills, D. K., Bieme-Ndi, C., Larsen, K., y Lee, Y. 2006. Recreating death's acre in the school yard: using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology & ecological succession. *The American Biology Teacher* 68(7):402–410.

Siciliano Martina, L. 2014. *Didelphis marsupialis*. *Animal Diversity Web* (en línea). Consultado el 10 de Octubre del 2015. Disponible en: http://animaldiversity.org/accounts/Didelphis_marsupialis/.

Sokal, R. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Nueva York: W.H Freeman and Company. 889 p.

Strickland, M.D., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Johnson, D.H., Johnson, G.D., Morrison, M.L., Shaffer, J.A., y Warren-Hicks, W. 2011. *Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions*. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative. Washington D. C. Estados Unidos. 289 p.

Villegas, P.R. Macías, S.S, MacGregor-Fors, I. y Muñoz, R.C. 2012. Scavenger removal: bird and bat carcass persistence in a tropical wind farm. *Acta oecologica* 43:121–125.

Zaldúa, N. 2012. Principales impactos del desarrollo eólico sobre la avifauna: Síntesis de la revisión de bibliografía internacional de referencia. Programa de Energía Eólica en Uruguay (PEEU URU/07/G31). PNUD Uruguay. 38 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Formulario de monitoreo de persistencia de cadáveres.

Monitoreo de persistencia de cadáveres Zamorano								
Cadáver	Tamaño	Zona				Trampas cámara	Insectos recolectados	N°
		pastizal		bosque				
<input type="radio"/> Murciélago <input type="radio"/> Ave	Grande <input type="radio"/> Mediano <input type="radio"/> Pequeño <input type="radio"/>	P1	<input type="radio"/>	B1	<input type="radio"/>	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>	SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> Frasco #:	1
	P2	<input type="radio"/>	B2	<input type="radio"/>				
	P3	<input type="radio"/>	B3	<input type="radio"/>				
	P4	<input type="radio"/>	B4	<input type="radio"/>				
Especie: _____								
Datos generales			Estado					
Día y Fecha	Hora:	Presente	Ausente					
1		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
2		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
3		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
4		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
5		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Otros								
N° Fotografía: _____					Observación de parcelas:			