

**USO DE TRAMPAS HUELLA EN LA CONSERVACIÓN DE POBLACIONES DE  
MAMÍFEROS EN AMÉRICA LATINA.**

**MARIA FERNANDA IBAÑEZ BARRERA**

**Presentado para obtener el título de**

**BIOLOGA**

---

**Concepción Puerta Bula**  
**Decano Académico**

---

**Andrea Forero**  
**Directora de carrera**

**USO DE TRAMPAS HUELLA EN LA CONSERVACIÓN DE POBLACIONES DE  
MAMÍFEROS EN AMÉRICA LATINA.**

**MARIA FERNANDA IBAÑEZ BARRERA**

**Presentado para obtener el título de**

**BIOLOGA**

---

**Germán Jiménez Romero**  
**Director Trabajo de Grado**

---

**Fabio Gómez Delgado**  
**Par académico Trabajo de Grado**

**Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946**

**“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velara porque no se publique nada contrario al dogma a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la fortaleza y el apoyo en todos los momentos en que lo necesite. A mis padres y familia por creer en mí, por darme la oportunidad de estudiar y sobre todo por su continuo y constante apoyo durante todo el proceso académico, por cada palabra que me brindaron en el momento exacto y por su cariño infinito.

A mi director y jurado, Germán Jiménez Romero y Fabio Gómez Delgado, por su constante apoyo y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias y por guiarme de la mejor forma en este proceso.

A mis amigos por su continuo apoyo y ánimo, porque nunca me abandonaron en el camino y siempre existió una mano que me brindo ayuda en el momento oportuno, en especial a Paola Correa, Camila Ibáñez y a todas las personas que pusieron un grano de arena en este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
3. MARCO TEÓRICO .....	12
3.1. Importancia de la conservación y manejo de mamíferos grandes y medianos en América latina	12
3.2. Importancia de los métodos de muestreo para el estudio de mamíferos grandes y medianos..	13
3.3. Métodos de muestreo para mamíferos grandes y medianos .....	14
3.4. Trampas huella .....	15
4. OBJETIVOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1. OBJETIVO GENERAL .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5. METODOLOGÍA .....	19
5.1. Recolección de Datos .....	19
5.2. Identificación de los grupos de mamíferos y temas de dominio que son más útiles para el rastreo y monitoreo. ....	19
5.3. Identificación de los aspectos más positivos y negativos dentro de los alcances y limitaciones.	20
5.4. Comparación de ventajas y desventajas, de acuerdo a cada uno de los temas de dominio usados en programas de monitoreo. ....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1. Identificación de los temas de dominio y grupos de mamíferos más útiles para el rastreo y monitoreo. ....	22
6.2. Identificación de los aspectos más positivos y negativos dentro de los alcances y limitaciones.	25
6.3. Comparación de ventajas y desventajas de acuerdo a cada uno de los temas de dominio usados en programas de monitoreo.....	26
6.3.1. Ventajas de las trampas huella para el dominio: Riqueza de especies .....	26
6.3.2. Desventajas de las trampas huella para el dominio: Riqueza de especies .....	29
6.3.3. Ventajas de las trampas huella para el dominio: Abundancia .....	32
6.3.4. Desventajas de las trampas huella para el dominio: Abundancia.....	34

6.3.5	Ventajas de las trampas huella para el dominio: Diversidad.....	35
6.3.6	Desventajas de las trampas huella para el dominio: Diversidad.....	37
6.3.7	Ventajas de las trampas huella para el dominio: Densidad Poblacional, Distribución de especies y uso de hábitat. ....	38
6.3.8	Desventajas de las trampas huella para el dominio: Densidad Poblacional, Distribución de especies y uso de hábitat. ....	40
7.	CONCLUSIONES.....	43
8.	RECOMENDACIONES .....	44
9.	BIBLIOGRAFIA.....	45
10.	ANEXOS.....	54

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Temas de dominio de mayor uso de trampas huella en América Latina. Riq = Riqueza de especies; Abu = Abundancia; Uso ha = Uso de hábitat; Div = Diversidad; Dis = Distribución; Den = Densidad Poblacional. ....	23
<b>Figura 2.</b>	Ordenes de mamíferos más útiles para el rastreo de mamíferos grandes y medianos en América Latina. Car = Carnivora; Rod = Rodentia; Art = Artiodactyla; Did = Didelphiomorpha; Cin = Cingulata; Per = Perissodactyla. ....	24
<b>Figura 3.</b>	Probabilidad de ocurrencia de las ventajas de las trampas huella para los estudios de riqueza d especies..	27
<b>Figura 4.</b>	Probabilidad de ocurrencia de las desventajas de las trampas huella para los estudios de riqueza de especies. ....	30
<b>Figura 5.</b>	Probabilidad de ocurrencia de las ventajas de las trampas huellas para los estudios de abundancia de especies. ....	32
<b>Figura 6.</b>	Probabilidad de ocurrencia de las desventajas de las trampas huellas para los estudios de abundancia de especies. ....	34
<b>Figura 7.</b>	Probabilidad de ocurrencia de ventajas en estudios de diversidad de especies.....	36
<b>Figura 8.</b>	Probabilidad de ocurrencia de las desventajas para el tema de dominio diversidad de especies. ....	37
<b>Figura 9.</b>	Probabilidad de Ocurrencia de las ventajas para los estudios de A. Densidad Poblacional; B. Distribución de especies; C. Uso de hábitat.....	39
<b>Figura 10.</b>	Probabilidad de Ocurrencia de las desventajas para los estudios de A. Densidad Poblacional; B. Distribución de especies; C. Uso de hábitat.....	41

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Ventajas, Posibilidades, Desventajas y Limitaciones de aplicación de las trampas huella .....	25
-----------------	---	----



## RESUMEN

Las estrategias de manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos están apoyadas por diferentes técnicas. Las trampas huella son una de las más usadas, estas tienen ventajas pero también desventajas, lo cual tiene un efecto sobre las decisiones y estrategias de manejo. Para evaluar la efectividad de las trampas huella sus alcances, limitaciones e implicaciones en el monitoreo de poblaciones silvestres, se realizó una revisión sistemática de su uso, evaluando las ventajas y desventajas en los diferentes temas de dominio en las que son aplicadas, mediante un análisis de variancia, correlaciones múltiples (prueba de Tukey) y probabilidad de ocurrencia.

Los temas de dominio y órdenes de mamíferos más representativos para el rastreo y monitoreo mediante el uso de trampas huella fueron la riqueza, abundancia y el orden carnívora. Para todos los dominios la mejor ventaja fue la posibilidad de detección de especies en varios tipos de hábitat y la desventaja que más sesgo genera entre los dominios es que la técnica requiere de otras técnicas para completar el muestreo y obtener estimaciones confiables. En general la aplicabilidad de las trampas huella está condicionada a los requerimientos y supuestos de cada uno de los parámetros poblacionales a evaluar, así como a condiciones medioambientales del área de estudio, la biología y el comportamiento propio de las especies. Las trampas huellas constituyen una herramienta importante para el monitoreo de las poblaciones de fauna silvestre, sin embargo no son suficientes y requieren de métodos complementarios que permitan estimaciones robustas.

**PALABRAS CLAVE:** Trampas Huella; Mamíferos Grandes y Medianos; Manejo; Conservación; Técnicas de Registro y monitoreo; Muestreo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio y conservación de mamíferos grandes y medianos es relevante en América Latina, por su importancia biológica y las funciones ecológicas que realizan en diferentes ecosistemas. Por ejemplo, estas poblaciones son consideradas importantes por ser bio-indicadoras, así como por tener papeles reguladores, estructurales y funcionales definidos en las redes tróficas (Sergio et al, 2008). Igualmente, los mamíferos se consideran importantes por ser un grupo susceptible a los procesos antrópicos e influenciar la dinámica ecosistémica, por lo que han sido ampliamente estudiados y priorizados en estrategias de manejo y conservación (Tognelli, 2005; Murani et al, 2011).

Las estrategias de conservación se encuentran apoyadas por diferentes técnicas que permiten obtener información valiosa sobre el comportamiento de las poblaciones y comunidades de mamíferos. Las técnicas utilizadas pueden ser directas e indirectas, recurriendo a la identificación de huellas u otros rastros, telemetría, capturas, cámaras trampa, entre otras. Estos ejercicios permiten una aproximación más exacta al comportamiento de sus poblaciones, los hábitos y densidades poblacionales.

De las técnicas mencionadas anteriormente, una de las más usadas son las trampas huella, las cuales son utilizadas en los diferentes ecosistemas por su fácil implementación y bajo costo en el monitoreo (Aranda, 2012; Hill, 2005; Ojasti, 2000; Balame et al, 2009). A pesar de que esta técnica tiene ventajas, se debe considerar también sus desventajas (Navarro et al, 2012; Lyra et al, 2008), que generan sesgos, influyendo en la toma de datos y en su análisis (Catalá et al, 2007; Berduc, 2010). Ello puede tener efecto sobre las decisiones y estrategias de manejo.

Por estas razones es necesario conocer e identificar las variables y los factores que ejercen efecto negativo o positivo en la efectividad de esta técnica (Gallina & López, 2011; Wilson & Delahay 2001). Así como evaluar su eficacia en cada uno de las temáticas en las que estas son aplicadas, teniendo en cuenta, que mediante el uso de dicha técnica, se obtiene información que soporta y justifica las estrategias de manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos en América Latina.

Debido a la necesidad, de establecer la pertinencia del uso de trampas huellas para el monitoreo y registro de poblaciones de mamíferos grandes y medianos en América Latina, este estudio, pretende mediante una revisión sistemática del uso de trampas huella, dentro de diferentes aproximaciones al estudio para la conservación de las poblaciones y comunidades de mamíferos grandes y medianos, identificar sus principales ventajas y desventajas, y a su vez evaluar su efectividad para la estimación de diferentes parámetros poblacionales importantes para la implementación de las estrategias de conservación en América Latina.

Los resultados obtenidos a partir de este estudio permitieron establecer que si bien las trampas huellas son eficaces para la evaluación de parámetros como la riqueza y la abundancia, no son suficientes y requieren ser complementados por otras técnicas de muestreo para lograr evaluaciones precisas y robustas, adicionalmente para la evaluación de parámetros como diversidad, la densidad poblacional, la distribución y el uso de hábitat, son ineficaces.

## **2. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las estrategias de conservación requieren la detección y monitoreo de las poblaciones de mamíferos, para lo cual se usan diferentes métodos y técnicas. Estas técnicas pueden ser directas e indirectas (huellas y otros rastros, telemetría, capturas, cámaras trampa); permiten una aproximación al comportamiento de las poblaciones, sus hábitos, densidades poblacionales e interacciones con otras especies, permitiendo tener información relevante de las especies (Aranda, 2012; Hill, 2005; Ojasti, 2000; Wilson & Delahay 2001; Southwood & Henderson, 2009).

Estas técnicas constituyen modelos realistas y robustos para la evaluación de poblaciones silvestres a través del tiempo en especies que visualmente son poco detectables, con amplios rangos de distribución y densidades poblacionales bajas, permitiendo la detección en tiempo real, sin alterar sus comportamientos naturales en relación con su hábitat (Aranda, 2012; Hill, 2005; García et al., 2007; Zúñiga & Jiménez, 2010). Sin embargo como cualquier técnica presentan ventajas y desventajas importantes, que tienen efecto sobre su uso y la información que estas

proporcionan por lo que tienen la posibilidad de ser reformuladas y estandarizadas (Gallina & López, 2011; Catalá et al, 2007).

Una de las técnicas más utilizadas para el rastreo y monitoreo de mamíferos grandes y medianos, son las trampas huella, la cual constituye una técnica indirecta no invasiva, ampliamente utilizada en estudios de riqueza de especies, abundancia, distribución, densidad poblacional y uso de hábitat (Bautista et al., 2004; González et al, 2011; Zúñiga & Jiménez 2010). Esta técnica presenta características, que posibilitan o limitan su uso, por ejemplo existen sesgos por el uso de atrayentes (recompensa), los cuales pueden alterar su comportamiento o ser ineficientes a bajas densidades poblacionales, esta situación restringe la posibilidad de estudiar aspectos biológicos y ecológicos importantes para la conservación (Wilson & Delahay 2001; Munari et al, 2011; Aranda 2012).

Berduc et al (2010) mencionan que un reto importante para en el uso de trampas huella, y que tiene efectos sobre las estrategias de manejo, es sobrepasar la ambigüedad de la identificación de especies y el comportamiento específico de las especies hacia la técnica, para poder inferir sobre las tendencias poblacionales. Para esto Wilson & Delahay (2001) establecen que reconocer las desventajas, limitaciones, ventajas y posibilidades de las técnicas es importante para disminuir los sesgos en los monitoreos orientados a establecer estrategias eficientes de conservación.

A partir de lo anterior, se hace necesario evaluar la eficacia de las trampas huella como técnica de muestreo para el registro y monitoreo de mamíferos grandes y medianos, teniendo en cuenta, que mediante el uso de dicha técnica, se soporta la información necesaria para establecer las estrategias de manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos en América Latina.

Considerando, lo anterior se planteó como pregunta de investigación:

- ¿Son las trampas huellas eficaces, en la información que estas proporcionan para el registro y monitoreo de poblaciones y comunidades de mamíferos grandes y medianos en América Latina.

Para abordar lo anterior se realizó una revisión sistemática del uso de trampas huella como técnica de apoyo para la conservación de poblaciones de mamíferos grandes y medianos en América Latina.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Importancia de la conservación y manejo de mamíferos grandes y medianos en América latina**

América Latina es una región caracterizada por abarcar zonas con gran biodiversidad, esta región contiene 7 de los 34 puntos calientes de la biodiversidad del mundo y posee 1.100 especies de mamíferos (Myers et al., 2000; Ceballos & Simonetti, 2002; Turner et al., 2012, Jorge et al, 2013).

Los mamíferos grandes y medianos tienen un papel estructural, regulador y funcional en los ecosistemas, siendo importantes como dispersores de semillas, reguladores de plagas, aireadores del suelo con la construcción de madrigueras y como controladores del crecimiento y distribución de las plantas (Gil y Carbó, 2005; Rumiz, 2010; Tobler, 2010). Además de ello son importantes en procesos ecológicos como el ciclaje de materia y energía pues son eslabones importantes dentro de redes tróficas, estructurando comunidades en los ecosistemas (Sergio et al, 2008; Terborgh et al., 2001; Caro, 2010; Götmark, 2013). La pérdida de mamíferos grandes y medianos en ecosistemas tropicales se traduce en desequilibrios en las cascadas tróficas con profundas consecuencias tanto en niveles tróficos superiores como inferiores (Ripple & Beschta, 2006).

Una parte considerable de la gran diversidad de mamíferos en esta región se encuentra amenazada principalmente a causa de la fragmentación y pérdida de hábitat, la contaminación, la caza indiscriminada y la introducción de especies foráneas (Salafsky et al., 2008) . Estas amenazas afectan aspectos como la riqueza, distribución y abundancia de las poblaciones de mamíferos grandes y medianos, los cuales influyen dinámicas, relaciones entre especies y procesos ecológicos importantes para el mantenimiento de ecosistemas (Terborgh et al., 2001)

por estas razones han sido ampliamente estudiados y priorizados dentro de las estrategias de manejo y conservación en América latina (Tognelli, 2005; Munari et al, 2011).

La eficiencia de las estrategias de manejo y conservación que permiten manipular la estructura, dinámica y relaciones de poblaciones de mamíferos grandes y medianos requiere entender sus dinámicas poblacionales y procesos ecológicos por lo que es necesario caracterizar y cuantificar la riqueza, distribución, y abundancia de estas poblaciones así como sus funciones en los ecosistemas (Balvanera et al, 2014). Para monitorear la poblaciones de fauna silvestre existen técnicas directas e indirectas (Hill eta al, 2005; Southwood & Henderson, 2009). Los muestreos de mamíferos grandes y medianos generalmente se realizan mediante el uso de metodologías indirectas como lo son la identificación de heces, huellas y otros signos que indican la presencia de las especies en los ecosistemas y permiten conocer información sobre el estado de sus poblaciones (Lyra et al, 2008; Wilson & Delahay 2001).

### **3.2 Importancia de los métodos de muestreo para el estudio de mamíferos grandes y medianos**

El manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos requiere información sobre el estado de sus poblaciones que permitan formular estrategias para contribuir con los objetivos de conservación. La eficiencia de dichas estrategias depende de evaluaciones precisas y constantes monitoreos que permitan entender diversos atributos, procesos y funciones en las poblaciones (Sadlieret, 2004; Dallmeier et al, 2002). Los datos obtenidos a partir de los estudios deben ser útiles y aplicables, por lo que es necesario tener en cuenta el diseño metodológico de la investigación y el grado de confiabilidad y solidez de la información obtenida (Witmer, 2005; Southwood& Henderson, 2009).

Los estudios poblacionales y de monitoreo implican un diseño metodológico de la investigación que debe tener en cuenta aspectos como: la claridad en los objetivos del trabajo, la biología, ecología y comportamiento de la especie de estudio así como la disponibilidad de recursos económicos, a partir de esto se puede seleccionar un método eficiente, una estrategia de

muestreo, la forma en que serán analizados y usados los datos y las variables que pueden afectar los estudios (Wilson & Delahay, 2001; Hill et al. 2005; Witmer, 2005; Zúñiga et al. 2004). De los aspectos anteriores es importante tener en cuenta que el método de muestreo seleccionado conduzca a responder los objetivos del estudio, proporcione información confiable de los parámetros a medir de la población y permita el desarrollo de la investigación con el menor sesgo posible (Hill et al. 2005).

El método de muestreo puede ser seleccionado según la eficiencia de éste definida como la calidad de la información o exactitud lograda por esfuerzo de muestreo (tiempo, km recorridos, costo, etc.). El método más eficiente es aquel que con menor esfuerzo genera una medida con la mayor exactitud posible (Ojasti 2000; Southwood & Henderson, 2009), una manera de evaluar la eficiencia de un método de muestreo es mediante la comparación de los mismos según los objetivos y la variable a cuantificar (Gompper et al., 2006; Munari et al., 2011; Lyra et al., 2008)

Otra manera para determinar si los métodos empleados para la evaluación de poblaciones silvestres son adecuados y proveen información sólida y precisa sobre las poblaciones es evaluar su aplicabilidad con base en sus ventajas y desventajas (García et al., 2007). Para ello se debe tener en cuenta que una ventaja es una característica que hace que el método seleccionado sea mejor que otro, por ejemplo en términos de menor esfuerzo, menor costo, menor sesgo por susceptibilidad a factores ambientales etc., y una desventaja es una característica que limita la medición de los parámetros sesgando la información, llevando a subestimaciones o sobreestimaciones de los parámetros a evaluar (García et al, 2007; Zúñiga & Jiménez, 2010).

### **3.3 Métodos de muestreo para mamíferos grandes y medianos**

Existen varias técnicas disponibles para el estudio y monitoreo de mamíferos de acuerdo a su biología, tamaño, hábitos, comportamiento entre otros, como lo son las huellas y otros rastros, telemetría, capturas, cámaras trampa entre otros (Aranda, 2012; Hill et al., 2005; Ojasti, 2000; Southwood & Henderson, 2009). Los métodos de muestreo pueden ser clasificados en métodos directos o indirectos y permiten una aproximación al comportamiento de las poblaciones, sus hábitos, densidades poblacionales e interacciones con otras especies, permitiendo tener información relevante de las especies (García et al, 2007; Zúñiga & Jiménez 2010).

Los métodos directos están basados en la observación directa de los individuos, mientras que los indirectos evalúan la población mediante la interpretación y el análisis de diferentes rastros que los animales dejan en el medio ambiente durante sus actividades como huellas, excrementos, marcas en troncos, madrigueras, echaderos de descanso, registro de nidos, evidencia de restos dejados por depredador(presas) entre otros (Hill et al., 2005; Southwood & Henderson., 2009; Hoffman et al., 2010; Selem et al., 2011).

Entre los métodos directos se encuentran la observación directa de individuos y la captura – marcaje – recaptura, que si bien permite obtener con un grado de certeza datos acerca de la ubicación, abundancia e información detallada sobre, sexo, edad, peso y tamaño de los individuos, pueden afectar significativamente el comportamiento de los individuos y generar daños físicos en los mismos, promoviendo conductas evasivas que generan sesgos en las estimaciones (Zúñiga & Jiménez, 2010).

Los métodos indirectos constituyen una técnica no invasiva que permite el estudio y monitoreo de las poblaciones de mamíferos grandes y medianos minimizando las influencias sobre la salud y comportamiento de los animales (Zúñiga & Jiménez., 2010) y que mediante un correcto análisis e interpretación de las mismas permite establecer atributos importantes de las poblaciones como la riqueza, abundancia, distribución, uso y disponibilidad de hábitat entre otras (Ojasti, 2000; Aranda, 2012).

El estudio de mamíferos grandes y medianos se realiza comúnmente mediante el uso de rastros debido a que la mayoría de especies de este grupo son poco detectables a causa de sus hábitos evasivos, nocturnos, crípticos y sus bajas densidades poblacionales (Sánchez., 2004; Aranda., 2012; Lyra et al., 2008; Hoffman, 2010).

### **3.4 Trampas huella**

El uso de huellas ha sido usado en una amplia gama de ecosistemas, ensambles, especies de interés y son comúnmente empelados en estudios poblacionales, de diversidad, patrones de distribución, abundancia relativa, uso y disponibilidad de hábitat. La versatilidad y la variedad de

contextos en que las huellas han sido aplicadas como método de monitoreo de poblaciones silvestres, han llevado al desarrollo de diferentes técnicas dentro del método (Zúñiga & Jiménez, 2010).

Dentro de las técnicas más usadas para evaluar las poblaciones con base en la interpretación de huellas están el uso de trampas huella o hulleros que son parcelas o cuadrantes que varían en tamaño según la especie de estudio, preparados con sustrato natural o artificial, los registros de las huellas pueden realizarse mediante fotografías, moldes de yeso o parafina e impresiones en papel carbón o de fotografía (Hill et al., 2005; Southwood & Henderson., 2009; Hoffman et al., 2010; Selem et al., 2011; Aranda, 2012). Sin embargo, como cualquier técnica presenta ventajas y desventajas importantes en cuanto a su uso y la información que estas proporcionan por lo que son susceptibles a ser reformuladas y estandarizadas (Gallina & López, 2011).

De las ventajas de la técnica destacan la posibilidad de ser conservadas por grandes periodos de tiempo (Aranda, 2012), permiten el registro de especies evasivas, nocturnas y fosoriales y es una técnica no selectiva a un grupo, puesto que el registro de los animales no depende de su detectabilidad o capturabilidad como lo señala Sánchez et al. (2004). Adicionalmente es una metodología práctica que no requiere monitoreo constante ni equipo especializado, es de fácil implementación por su bajo costo y segura para el investigador pues no demanda contacto directo con los animales (Ojasti, 2000; Hoffman et al., 2010; Gallina & López, 2011; Selem et al., 2011; Aranda, 2012; Navarro et al, 2012).

Sin embargo según Gompper et al. (2006), quien compara las trampas huellas con otras técnicas de muestreo, el registro de algunas especies mediante las trampas huellas está limitado por el tamaño del animal, siendo más eficientes para la detección de carnívoros pequeños y especies medianas, sesgando el registro de especies grandes y cautelosas. En contraste Lyra et al. (2008) y Long et al. (2008) sugieren que la técnica es capaz de detectar tanto especies de mamíferos de mediano y gran tamaño como especies más pequeñas siendo más eficientes que otras técnicas no invasivas. Adicionalmente Lyra et al. (2008) Destaca que la eficiencia en la detección de las trampas huellas no disminuye con el tiempo, como lo que ocurre con otro tipo de técnicas (cámaras trampa), en las que los animales exhiben conductas evasivas debido al efecto del flash,

sin embargo, pueden requerir más tiempo para registrar especies, por lo que los estudios basados en esta técnica requieren de periodos de muestreo más largos, aún cuando presenten alta probabilidad de detección (Gompper et al., 2006)

En cuanto a las desventajas, es importante destacar que la eficiencia de la técnica depende en gran medida del sustrato utilizado. Ello limita el conteo de huellas a zonas donde el tipo de suelo conserva a detalle la forma y tiempo de impresión de estas (Aranda 2012; Zúñiga et al., 2004). En general se requiere de sustratos arcillosos o arenosos de tierra húmeda y de grano fino que permitan una impresión completa de la huella con bordes bien definidos (Aranda, 2012).

Adicional al sustrato según Navarro et al. (2012), factores abióticos como la humedad, la baja velocidad del viento y los pocos días desde la última lluvia pueden incrementar la calidad del sustrato afectando el número de registros de huellas. Además sugieren que la experticia del observador es un factor limitante en el uso de trampas huellas, pues es una técnica que requiere interpretación de los datos (Aranda, 2012; Lyra et al, 2008). Esta puede conllevar a sesgos e imprecisiones debido a la ambigüedad que implica la identificación de las especies, más aún cuando éstas son emparentadas y las condiciones ambientales no favorecen la impresión de las huellas (Lyra et al., 2008; Ra y& Zielinski, 2008).

Otras desventajas mencionadas por Zúñiga et al (2004) y Lyra et al (2008) es son la dificultad que se presenta para definir, si un grupo de huellas pertenece a uno o a varios individuos, conllevando a imprecisiones en estimaciones poblaciones de abundancia.

Adicionalmente, el uso de atrayentes puede generar sesgos, como resultado de la alteración del comportamiento de especies, y el registro a unos pocos gremios tróficos, limitando el estudio de otras especies con diferentes hábitos dietarios (Zúñiga et al 2004; Hill 2005). Sin embargo es importante señalar que el uso de cebos y atrayentes no es una condición para el uso de trampas huellas, por lo que este aspecto puede ser controlado y manipulado de acuerdo a los objetivos propios de los estudios.

Por otro lado, la precisión de la información puede verse alterada por la ubicación de las trampas de huellas, cuando se presentan territorios que pueden permitir o restringir el acceso de los animales a las áreas muestreadas (Zuñiga & Jimenez, 2004).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la efectividad de las trampas de huellas sus alcances, limitaciones e implicaciones para monitoreo de poblaciones de mamíferos grandes y medianos, dentro de las estrategias de manejo y conservación en Latinoamérica.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los grupos de mamíferos y temas de dominio que son más útiles para el rastreo y monitoreo mediante el uso de trampas huella.
- Identificar qué aspectos dentro de los alcances de la técnica, son los más positivos en apoyo a su uso.
- Identificar qué aspectos dentro de las limitaciones, son los más negativos para su uso.
- Comparar las implicaciones de los alcances y las limitaciones, en su efectividad sobre los programas de monitoreo de estas especies en Latinoamérica.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Recolección de Datos

Se realizaron búsquedas de información científica acerca del uso de trampas huella para el rastreo y monitoreo de mamíferos grandes y medianos en América Latina. Se utilizaron bases de datos como ISI Web of Science, Scopus, Ebsco, ScienceDirect y SciELO, en las que se localizaron artículos científicos, revisiones y estudios de caso en revistas indexadas; se utilizaron palabras clave como: trampas huella, mamíferos, diversidad, abundancia, conservación, manejo y Latinoamérica. Se buscó cada país con su respectivo nombre y la búsqueda se realizó en 2 idiomas (español e inglés).

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 1) Idioma de la literatura inglés o español. 2) Publicaciones entre 2005 al 2015. 3) Artículos científicos, estudios de caso, metodologías o avances tecnológicos, estudios observacionales descriptivos, o revisiones. 4) Publicaciones de América latina.

### 5.2 Identificación de los grupos de mamíferos y temas de dominio que son más útiles para el rastreo y monitoreo.

Una vez fueron seleccionados los artículos de acuerdo a los criterios de inclusión preestablecidos, se determinó su pertinencia mediante la verificación de una lista de chequeo, a partir de la cual se eligieron los artículos para el análisis posterior (**Anexo 1**). De los estudios incluidos se revisaron los órdenes de mamíferos más usados en la literatura científica elegida así como los temas de dominio que emplearon trampas huella.

Para establecer los órdenes de mamíferos y temas de dominio más útiles para el rastreo y monitoreo mediante el uso de trampa huella, se cuantificaron los órdenes de mamíferos y dominios más usados en la literatura, mediante la frecuencia relativa de acuerdo a la metodología usada por Mandujano (2004)

### **Frecuencia Relativa**

$$Fi = \frac{Ni}{N} \times 100$$

*N<sub>i</sub> = No. total de trabajos realizados para cada orden y/o dominio*

*N = No. total de trabajos analizado*

### **5.3 Identificación de los aspectos más positivos y negativos dentro de los alcances y limitaciones.**

Para identificar qué aspectos dentro de los alcances y limitaciones de la técnica son los más positivos y negativos para su uso, se revisaron las experiencias basadas en el uso de trampas huella, teniendo en cuenta la manera en que estas son usadas, analizando la variación de la técnica en cada una de los 6 aspectos siguientes: 1) Riqueza de especies, 2) Abundancia, 3) Densidad poblacional, 4) Diversidad, 5) Distribución de especies, y 6) Uso de hábitat, teniendo en cuenta que estas son las principales áreas de dominio en las que se utilizan las trampas huella (Long, 2008; Zúñiga & Jiménez, 2010). Para cada artículo científico, revisión y estudio de caso se analizaron, sus alcances y limitaciones y se registró si para los autores dichas ventajas y desventajas significaron o no aspectos positivos y negativos, en los resultados del trabajo llevado a cabo (cuáles de los aspectos mencionados fueron positivos y cuáles negativos).

Debido a que algunos de los estudios examinaron más de uno de los tópicos considerados estos se contabilizaron de forma independiente.

#### 5.4 Comparación de ventajas y desventajas, de acuerdo a cada uno de los temas de dominio usados en programas de monitoreo.

Para la comparación de las ventajas y desventajas entre los dominios de estudio para el manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos, se realizó un diseño completamente al azar a partir de estadística paramétrica mediante la probabilidad de ocurrencia (teoría de conjuntos).

Se estableció por dominios la probabilidad de ocurrencia para ventajas y desventajas. Se realizó un análisis independiente para ventajas y desventajas, teniendo en cuenta, que las ventajas y desventajas no se presentaban en la misma proporción, ni eran aplicables para todos los estudios evaluados.

##### Probabilidad de ocurrencia

$$\text{Probabilidad de ocurrencia} = \frac{f_v}{n_v} \times \frac{f_d}{n_d}$$

$f_v$  = No. De artículos exitosos (ventajas o desventajas)

$n_v$  = Total de artículos analizados en cada tema de dominio

$f_d$  = No. de artículos encontrados para cada dominio

$n_d$  = No. Total de artículos en los dominios

Seguido de esto, con las probabilidades de ocurrencia se realizó una prueba de ANOVA de una sola vía, con el fin de establecer diferencias significativas entre las probabilidades de ventajas (probabilidad de éxito) en diferentes dominios de estudio para el manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos. Así mismo, se realizaron comparaciones múltiples entre los tratamientos mediante la prueba de Tukey para identificar qué ventajas y desventajas se cumplían más en los artículos. Las pruebas se realizaron mediante el software SPSS 19 y Statistix 20.

Para la aplicación del análisis de variancia (ANOVA), las hipótesis se usaron las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>0</sub>** = Todas las ventajas se cumplen en los estudios.

**H<sub>a</sub>** = Al menos una ventaja no se cumple en los estudios. (*ANOVA para cada dominio*)

Las ventajas 4 y 6 (Rápida detección; Bajos costos y facilidad de implementación) no fueron incluidas en el análisis puesto que los artículos no especificaban la cantidad de días hasta el primer registro de detección, ni los costos de las trampas huella (criterios de inclusión para ventajas). Adicionalmente la ventaja 3 (Detección de especies no detectadas por otras técnicas) solo fue analizada para los estudios del tema de dominio riqueza de especies, puesto que para los demás temas de dominio la mayoría de los estudios se limitaron al registro de una o muy pocas especies muy específicas para las estimaciones.

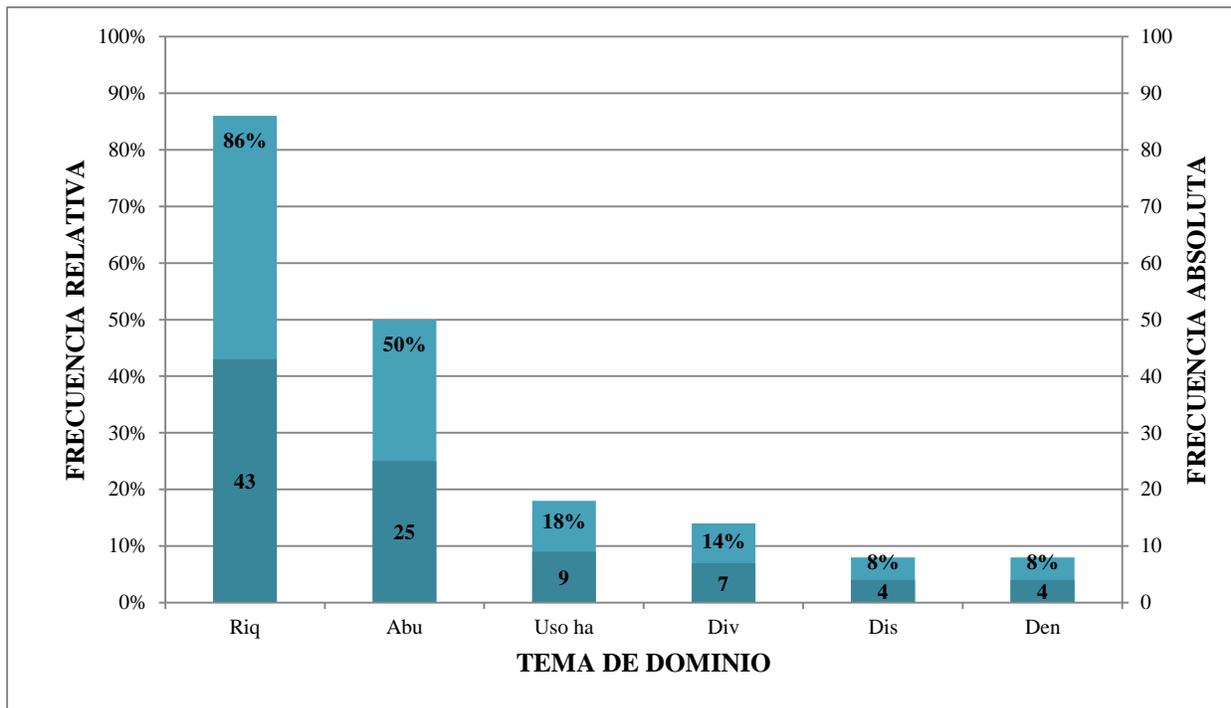
## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de literatura arrojó un total de 276 artículos, que fueron sometidos a verificación del cumplimiento de los criterios de exclusión e inclusión. Se excluyeron 226 artículos de los cuales la metodología usada no era adecuada, presentaban muestreos con duraciones inferiores a 6 meses, no usaban trampas huellas como herramienta metodológica, no se reportaban ventajas, posibilidades, desventajas o limitaciones, o se encontraban repetidos en más de una base de datos. Quedaron 50 los cuales cumplieron con los criterios de inclusión previamente establecidos (**Anexo 2**).

### 6.1 Identificación de los temas de dominio y grupos de mamíferos más útiles para el rastreo y monitoreo.

Del total de artículos analizados (50), las temáticas abordadas (dominios) que utilizan trampa huella para el registro y monitoreo de mamíferos grandes y medianos, tuvieron desigual

representación. Los estudios relacionados con estimaciones de riqueza y abundancia de especies fueron los temas de dominio que más recurrieron al uso de trampas huellas (43 y 25 artículos), mientras que los dominios uso de hábitat, densidad y distribución fueron los temas que menos aplicaron trampas huella para sus estimaciones con menos de 9 artículos registrados (**Fig. 1**).

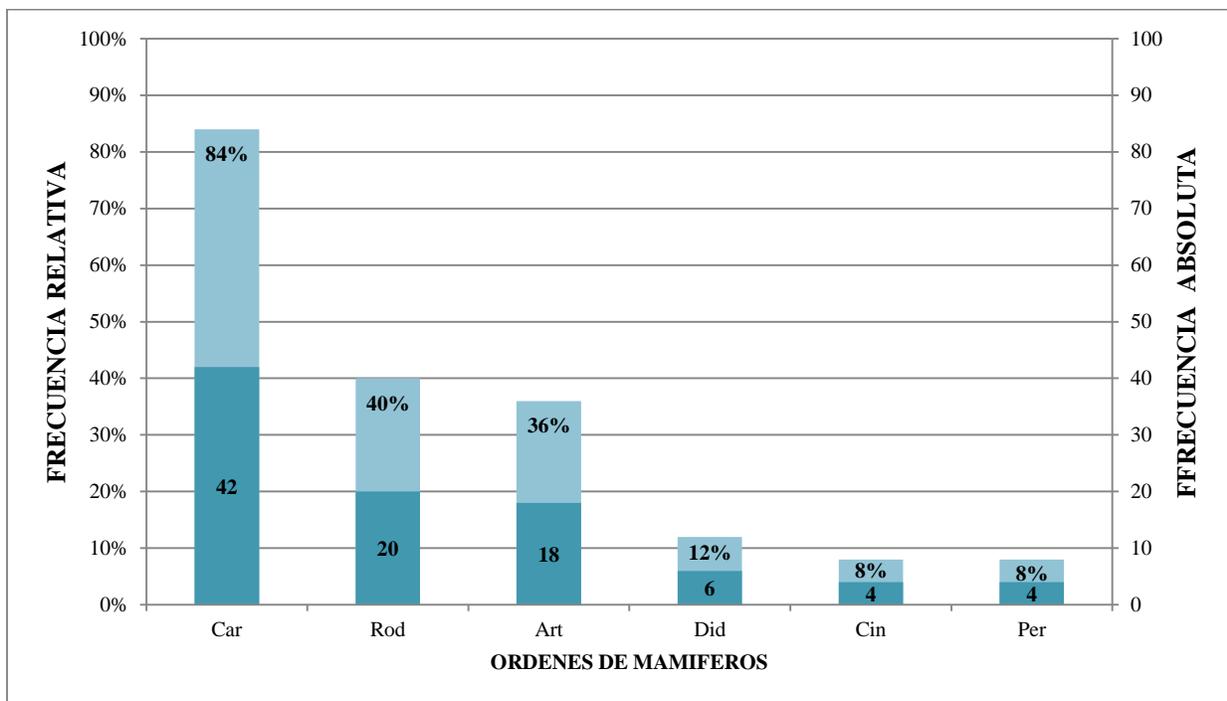


**Figura 1.** Temas de dominio de mayor uso de trampas huella en América Latina. Riq = Riqueza de especies; Abu = Abundancia; Uso ha = Uso de hábitat; Div = Diversidad; Dis = Distribución; Den = Densidad Poblacional.

En términos cuantitativos, es destacable la amplia representación de los estudios de riqueza de especies en comparación con las demás temáticas que utilizan como herramienta metodológica el uso de trampas huellas en América Latina. Esta diferencia en la proporción de artículos analizados, se debe a que el uso de trampas huellas es más eficiente y más fácilmente aplicable para estudios de riqueza y abundancia de mamíferos grandes y medianos que para los demás temas de dominio. En concordancia con Lyra et al (2008), quienes indican, que los censos realizados mediante trampas huella son aplicables únicamente a índices de presencia, abundancia relativa o estimaciones de densidad, siendo aún más exitosos cuando se complementan con otras técnicas de muestro y en estudios con muestreos cortos y presupuestos reducidos.

Por otro lado, el trabajo preliminar en estudios ecológicos en poblaciones y comunidades deben considerar en primera instancia la riqueza de especies, pues la estimación de dicho parámetro es la primera aproximación al conocimiento de la biodiversidad, estructura y composición de los ecosistemas (Southwood & Hendereson et al, 2009). Teniendo en cuenta, que los ecosistemas en América Latina, se encuentran parcialmente inventariados (Tognelli, 2005), se genera la necesidad de aumentar el conocimiento para esta área, lo que incrementa la cantidad de estudios orientados al estudio de riqueza de especies.

En cuanto a los grupos de mamíferos, los órdenes más frecuentes fueron Carnívora, Rodentia y Artiodactyla, todos siendo representativos en 42, 20 y 18 artículos, respectivamente, por otro lado los órdenes Didelphiomorpha, Cingulata y Perissodactyla fueron los menos representados encontrándose solo en 6 y 4 artículos, respectivamente (**Fig. 2**).



**Figura 2.** Ordenes de mamíferos más útiles para el rastreo de mamíferos grandes y medianos en América Latina. Car = Carnívora; Rod = Rodentia; Art = Artiodactyla; Did = Didelphiomorpha; Cin = Cingulata; Per = Perissodactyla.

La diferencia en la frecuencia de uso de grupos de mamíferos puede responder a que las especies exhiben diferentes grados de detectabilidad de acuerdo a su biología, su ecología y las diferencias

en su micro- hábitat en concordancia con Navarro et al, (2012) quien destaca que el tamaño y los hábitos terrestres de algunas especies podrían generar un mayor registro para individuos de gran tamaño y peso permitiendo dejar huellas en el sustrato

## 6.2 Identificación de los aspectos más positivos y negativos dentro de los alcances y limitaciones.

De acuerdo con las características propias de las trampas huella, las principales ventajas están asociadas a su bajo costo y facilidad de implementación, su eficiencia para registrar especies con conductas evasivas, bajas densidades poblacionales y que no son registradas por otros métodos no invasivos como las cámaras trampa. Adicionalmente, permiten la detección de zonas con alta actividad de mamíferos, por lo que son importantes en pre-muestreos permitiendo registrar y monitorear diferentes especies en una gran variedad de hábitats en poco tiempo. Dentro de las desventajas destacan la susceptibilidad de las trampas huella al sustrato, factores abióticos, limitaciones para registrar especies de hábitos terrestres, sesgos generados por la ambigüedad en la identificación e independencia de los registros, así como el uso de cebos y atrayentes (Aranda, 2012; Hill 2005; Southwood & Hendereson et al., 2009; Lyra et al., 2008; Ojasti, 2000; Sanchez, 2004; Hoffman et al, 2010; Gallina & López, 2011) (**Tabla 1.**)

**Tabla 1. Ventajas, Posibilidades, Desventajas y Limitaciones de aplicación de las trampas huella**

<b>Ventajas/ Posibilidades de aplicación</b>	<b>Desventajas/ Limitaciones para la aplicación</b>
1. Permite estimación representativa de los parámetros a evaluar.	1. Variación en el clima: mayor registro de especies en la temporada lluviosa que en la temporada secao en zonas inundables
2. Eficiente en premuestreos- permite la detección de áreas con alta actividad de mamíferos.	2. Se Limita al registro de mamíferos de hábitos terrestres
3. Permite detección de especies no registradas por otras técnicas.	3. Variación en el sustrato: sesgos por el sustrato utilizado limitando la impresión de las huellas.
4. Rápida detección de las especies.	4. Dificultad para determinación de independencia de registros. Puede sesgar información por sobre estimación o subestimación

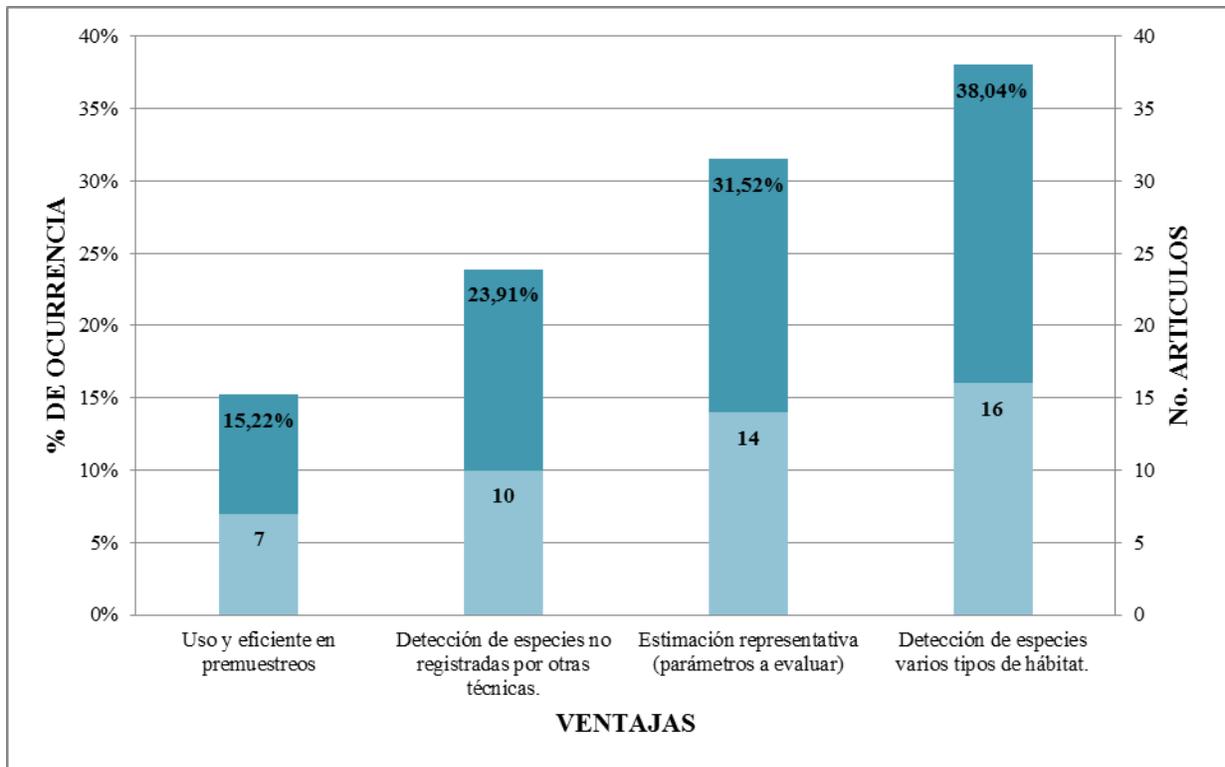
5. Permite la detección de especies e individuos en varios tipos de hábitat.	5. Sesgos por el uso de cebos
6. Bajos costos y facilidad de implementación	6. Sesgos por la interpretación de los datos (experticia de los observadores)
	7. Requiere de otras técnicas para completar el muestreo y monitoreo constante
	8. Ambigüedad en la identificación de especies

### 6.3 Comparación de ventajas y desventajas de acuerdo a cada uno temas de dominio usados en programas de monitoreo.

#### 6.3.1 Ventajas de las trampas huella para el dominio: Riqueza de especies

Según el análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) se rechazó la hipótesis nula, ya que al menos una de las ventajas no se cumplió en los estudios seleccionados ( $F = 11,950$ ;  $gl_1 = 3$ ;  $gl_2 = 8$ ;  $p = 0.003$ ), evidenciando que existen diferencias significativas. Las comparaciones múltiples (Tukey  $p < 0,05$ ) establecieron que la ventaja 5, asociada a la posibilidad de que la técnica es capaz de detectar especies en varios tipos de hábitat sin sesgar la información y la ventaja 1, relacionada con estimaciones representativas para la riqueza de especies, fueron las ventajas que más se cumplieron en los diferentes artículos evaluados. Por otro lado, el uso y la eficiencia para pre-muestreos y la detección de especies registradas exclusivamente por trampas huella fueron las ventajas que menos se presentaron en los estudios.

Las ventajas 5 y 1, son las ventajas con mayor probabilidad de ocurrencia, mientras que las ventajas 2 y 3 son las que presentan menor probabilidad de ocurrencia en los estudios que analizaron la riqueza de especies mediante el uso de trampas huella (**Fig. 3**).



**Figura 3. Probabilidad de ocurrencia de las ventajas de las trampas huella para los estudios de riqueza d especies.**

Las ventaja 5 asociada a la posibilidad de las trampas huella para detectar mamíferos grandes y medianos en varios tipos de hábitat sin sesgar la información, fue la ventaja que más se cumplió en los estudios de riqueza de especie con un porcentaje de ocurrencia de 38,04%, ya que estas trampas constituyen una metodología sencilla y de fácil aplicabilidad en cualquier tipo de hábitat.

Sin embargo para el 61,96% de los artículos analizados no se evidenció esta ventaja lo cual responde a características abióticas como lo es el tipo de suelos, el cual es un factor altamente heterogéneo en los ecosistemas neo-tropicales por lo que no permite que la técnica sea aplicable eficientemente (Navarro et al, 2012), generando sesgos debido a las variaciones en el sustrato que se pueden encontrar dentro y entre los hábitats, influyendo en la correcta impresión de las huellas y limitando el conteo en zonas donde este conserva en detalle la forma y tiempo de impresión para lo cual se demandan suelos arcillosos o arenosos suficientemente húmedos para marcar las pisadas de los individuos (Zúñiga et al., 2004; Lyra et al. 2008; Harmsen et al, 2010; Murani et al, 2011; Navarro et al. 2012). En contraste con Zúñiga & Jiménez quienes destacan

que las trampas huella son ventajosas frente a otras técnicas por su versatilidad y la variedad de contextos en los que se pueden aplicar.

Es por esto que la probabilidad de detectar especies se limita al tipo de suelo de los hábitats, lo que explica la baja probabilidad de ocurrencia encontrada para esta ventaja (38,04%) que solo se presentó en estudios donde los suelos de las áreas muestreadas tuvieron características arcillosas o arenosas y en los estudios en los que se tiene en cuenta el sesgo por la variación en el sustrato usando parcelas con sustratos controlados (Alves et al, 2014; Eduardo & Passamani, 2009; Caceres et al., 2010.)

La posibilidad de las trampa huella para obtener estimaciones representativas en estudios de riqueza (Ventaja 1) es la segunda ventaja que más se cumple en los artículos analizados para riqueza, aunque la probabilidad de ocurrencia fue baja (31,52%). Otros estudios que evalúan la eficiencia mediante la comparación de métodos, sugieren que para estimar riqueza de especies las trampas huella son más eficientes que otros métodos no invasivos, puesto que permiten obtener registros de mamíferos más rápido, conllevando a un mayor número de registros de especies con menor esfuerzo (Gompper et al 2006; Lyra et al 2008). Sin embargo es difícil utilizar los datos disponibles en la literatura para evaluar si estos resultados son congruentes debido a la heterogeneidad de la metodología para evaluar la eficiencia de las trampas huella.

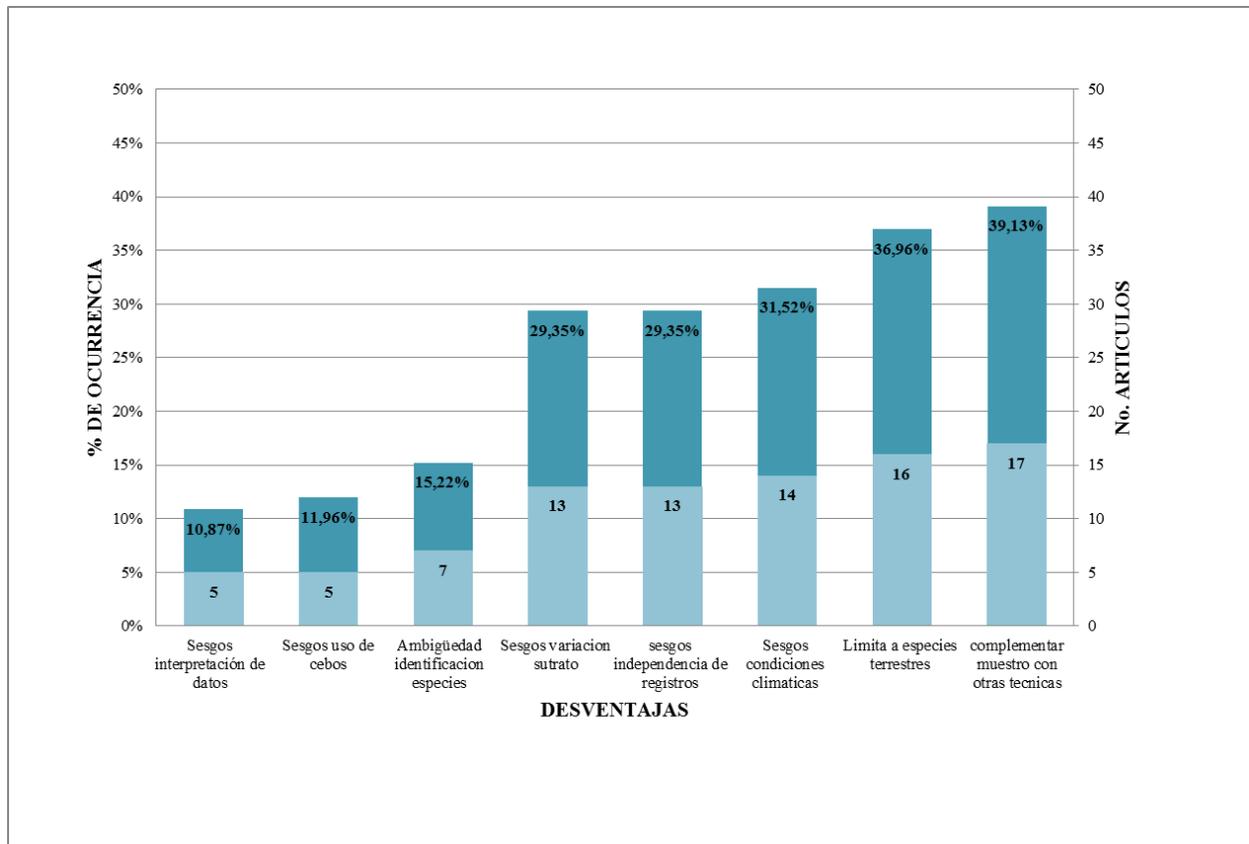
La detección de especies únicamente por trampas huella (Ventaja 3), no se cumplió en todos los artículos analizados para el dominio riqueza y la baja probabilidad de ocurrencia encontrada, se debe a la gran variación de las metodologías utilizadas, el diseño experimental y el posicionamiento de las trampas en campo, la cual es realizada en lugares usados intensivamente por animales conspicuos como lo son senderos, salidas de cuevas, comederos, estaciones de paso y márgenes de pantanos, lo que genera sesgo en el registro de especies menos comunes que utilizan el hábitat de distinta manera y que probablemente se distribuyen por áreas de difícil acceso con amplias coberturas de vegetación, en donde se dificulta la impresión de las huellas, lo anterior indica que el éxito del registro de especies por esta técnica está condicionada a aspectos biológicos y ecológicos de las especies (Murani et al, 2011; Navarro & Muñoz, 2012). En contraposición con Sanchez et al, (2004) quien resalta que la utilización de trampas huellas son

mejores que otros métodos disponibles puesto que el registro del animal no depende de su defectibilidad o capturabilidad, registrando especies evasivas.

En cuanto a la ventaja 2, fue la que menos se cumplió dentro de los estudios evaluados para el dominio riqueza, esto se debe a que son muy pocos los estudios que utilizan pre muestreos antes de realizar estimaciones (Chávez& Zaragoza et al, 2009; Aguilar et al, 2019; Cáceres et al, 2007; 2012; Eduardo et al., 2009; Beruc et al, 2010). Pese a la poca aplicabilidad de los pre-muestreos, estos son de gran importancia al ser una referencia preliminar del área del estudio, pues permiten una previa ubicación espacial y temporal de la comunidad de mamíferos a evaluar, la zonación y respuesta a factores abióticos, la familiarización de niveles taxonómicos posibles y la validación de las técnicas a utilizar, sin embargo por limitaciones en la disponibilidad de tiempo y costos son pocos los estudios que realizan muestreos previos (González, 2006).

### **6.3.2 Desventajas de las trampas huella para el dominio: Riqueza de especies**

Según el análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) hay diferencias significativas entre las desventajas para el dominio riqueza de especies ( $F = 11,950$ ;  $gl_1 = 3$ ;  $gl_2 = 8$ ;  $p = 0.03$ ) y de acuerdo a las comparaciones múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ ) de las 8 desventajas analizadas, las que están relacionadas con la necesidad de utilizar otras técnicas para complementar el muestreo (desventaja 7), la limitación para registro de especies de mamíferos de hábitos terrestres (desventaja 2) y la variación del clima (desventaja 1) fueron los aspectos más negativos y que presentan mayor sesgo para las estimaciones de riqueza de especies mediante el uso de trampas huella. Por otro lado, los sesgos generados por el uso de cebos (desventaja 5), la experticia de los observadores (desventaja 6), la ambigüedad en la identificación de especies (desventaja 8), fueron las desventajas que menos implicaciones tienen sobre los estudios de riqueza de especies (**Fig. 4**).



**Figura 4. Probabilidad de ocurrencia de las desventajas de las trampas huella para los estudios de riqueza de especies.**

La baja probabilidad de que las trampas huella permitan estimaciones representativas de riqueza, requiere que el muestreo sea complementado por otras técnicas, generando mayores costos y despliegue logístico para completar el muestreo (Lyra et al., 2008). En cuanto a la probabilidad de ocurrencia para esta desventaja (39,13%) sugiere que la estimación de parámetros poblacionales como la riqueza de especies no se evalúa eficazmente si solo aplica una técnica de muestreo, en concordancia con Lyra et al., (2008) y Swan et al., (2014) quienes proponen complementar el muestreo con otras técnicas para obtener estimaciones representativas y verídicas de los parámetros a evaluar, potencializando la eficiencia de los métodos utilizados y de esta forma obtener información valiosa en estudios de riqueza, abundancia relativa y diversidad.

Por otro lado una de las principales limitaciones de la técnica está asociada a que se restringe a especies de hábitos terrestres (Aranda, 2012), en este estudio se determinó que la probabilidad de ocurrencia para esta desventaja fue de 36,96%, lo cual se debe a que algunos estudios analizados tenían como objetivo estimar la riqueza de especies de toda una comunidad de mamíferos. Sin

embargo la técnica se restringe únicamente a especies de hábitos terrestres, sesgando la detección de especies con hábitos arborícolas, reflejado en la curva de acumulación de especies (Dotta & Verdade, 2007; Bruna et al, 2010; Caceres 2010; Caceres et al., 2007; Chávez & Zaragoza, 2009; Pessôa et al, 2009; Chinchilla, 2008; Aguilar et al, 2011; Harvey et al, 2006; Hannibal & Neves, 2015; Norris et al., 2008). Es por esto que es importante tener en cuenta las especies de interés para cada una de las investigaciones en las que se pretenda aplicar las trampa huella.

La susceptibilidad de la técnica a condiciones climáticas (desventaja 1), es otra de las desventajas que más influyen en aplicabilidad de la técnica, pues estas modifican características del suelo afectando la calidad del sustrato (desventaja 3), que conllevan a sesgos en la información por la incapacidad para identificar claramente las especies (desventaja 8). Chinchilla (1994) encontró un mayor número de huellas en la época de lluvias en comparación con la época seca, debido a que la disminución de las lluvias seca el barro, que es el sustrato ideal para el registro de huellas, mientras Lyra et al., (2008) sugiere que además de los sesgos generados por sustratos duros y secos las trampas huellas pueden generar ambigüedades para la identificación de las especies por variaciones en el clima, especialmente en las estaciones muy húmedas o excesivamente secas, en concordancia con Navarro et al, (2012) y Aranda (2012), quienes sugieren que los factores abióticos como la humedad, la baja velocidad del viento y los pocos días desde la última lluvia incrementan la calidad del sustrato afectando el número de registros de huellas.

La utilización de cebos en estudios de riqueza de especies tiene una menor probabilidad de ocurrencia, pues la mayoría de los estudios de riqueza analizados no utilizan atrayente. Teniendo en cuenta que el uso de atrayentes genera sesgos como resultado de la alteración del comportamiento de las especies (Chinchilla, 1994; Zúñiga et al, 2004; Hill, 2005).

La dificultad para discernir si las huellas corresponden a un individuo o a varios (desventaja 4), presenta una probabilidad de 29,35% lo cual no es una limitante para los estudios de riqueza, ya que para este tipo de estimaciones se requiere principalmente identificar la presencia o la ausencia de la especie sin importar si los registros corresponden a uno o diferentes individuos.

Las limitaciones generadas por la experticia de los observadores (desventaja 6), presenta una probabilidad de ocurrencia baja de 10,87%. Navarro et al., (2012) sugiere que si bien el número de huellas detectado por los observadores depende de la habilidad de estos, las diferencias encontradas entre la cantidad de huellas registradas por los observadores obedecen más a factores propios del sustrato, como por ejemplo las huellas que sufren un mayor deterioro por el tiempo transcurrido desde la impresión hasta que son registradas así como daños por el sol o el viento que impide la correcta identificación de las especies.

### 6.3.3 Ventajas de las trampas huella para el dominio: Abundancia

Para el tema de dominio, abundancia también se encontró diferencias significativas entre las ventajas ( $F = 60098,520$ ;  $gl_1 = 2$ ;  $gl_2 = 6$ ;  $p = 0.000$ ) evidenciando que al menos una se cumplió en los artículos analizados. Según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) se determinó que la ventaja 5 es la ventaja que más se cumple en todos los artículos analizados, adicionalmente, esta ventaja fue la que presentó la mayor probabilidad de ocurrencia 19,57%, mientras que las ventajas 1 y 2 fueron las que menor probabilidad de ocurrencia tuvieron en los estudios analizados 11,96% y 5,43% (Fig. 5).

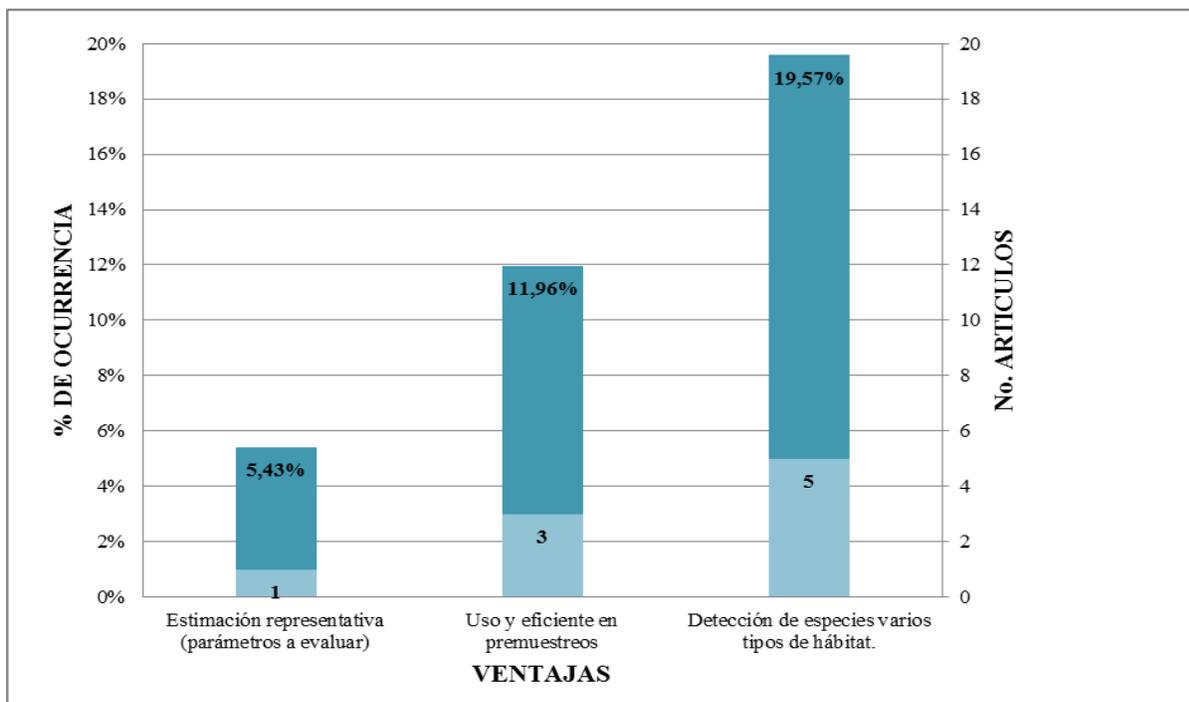


Figura 5. Probabilidad de ocurrencia de las ventajas de las trampas huellas para los estudios de abundancia de especies.

Aunque la ventaja 5 (Detección de especies e individuos en varios tipos de hábitat) corresponde a la ventaja que presenta la mayor probabilidad de ocurrencia en comparación con las demás ventajas dentro de los artículos analizados, el porcentaje de probabilidad de éxito para este evento es muy bajo (19,57%) y la cantidad de artículos en los que se encuentra esta ventaja son muy pocos (5), debido al n muestral utilizado para este dominio, lo que hace que la probabilidad de encontrar la ventaja 5 en los estudios disminuya. Adicionalmente, evaluar la abundancia de especies por este método presenta sesgos, ya que algunas especies de mamíferos se distribuyen en más de un hábitat donde las condiciones abióticas (clima, humedad, viento y tipo de sustrato) varían drásticamente, limitando el registro y comparaciones entre los hábitats, por tanto se requiere estandarizar el método para realizar comparaciones congruentes a nivel espacial entre los resultados (Lyra et al, 2008; Navarro et al, 2012).

Aunque los pre-muestreos son de gran importancia en las estimaciones biológicas pues permiten verificar la ocurrencia de especies en diferentes tipos de hábitats validando la efectividad de la técnica antes de ser implementada, evitando sesgos y estableciendo mejores diseños metodológicos; la ventaja 2 relacionada con la importancia del uso de trampas huellas como técnica de pre-muestreo presenta una baja probabilidad de ocurrencia debido a que no se están realizando los pre-muestreos para las estimaciones de abundancia en América Latina, así como al bajo n muestral utilizado (n=25).

Para los estudios de Abundancia según el porcentaje de probabilidad, la ventaja 1 es la que menos se cumple, lo que indica que la técnica es ineficiente para realizar estimaciones de abundancia, debido a que las trampas huella no permiten tener registros suficientes para estimar índices de abundancia. Adicionalmente se basan en la frecuencia de rastros encontrados para cada una de las especies, lo cual puede ser un indicador de la actividad del animal y de que tan comunes o raras son las especies en un área, pero no necesariamente es un buen indicador de la abundancia de especies (Harvey et al, 2006; Chinchilla, 2008).

Por otro lado no existe estandarización para determinar la independencia de los registros que permita evaluar la presencia de diferentes individuos de la misma especie en diferentes momentos del día, ya que los registros de huellas en el mismo día son contados generalmente como un solo

registro (Lyra et al, 2008), además los sesgos e imprecisiones debido a la ambigüedad que implica la identificación de las especies pueden generar errores en las estimaciones de abundancia (Isasi & Barreto, 2008; Ray & Zielinski 2008; Silveira et al 2003; Gompper et al 2006; Barea-Azcon et al 2007; Lyra et al 2008; Harmsen et al, 2010).

### 6.3.4 Desventajas de las trampas huella para el dominio: Abundancia

Para el tema de dominio abundancia también se encontraron diferencias significativas entre las desventajas ( $F = 6,744$ ;  $gl_1 = 7$ ;  $gl_2 = 16$ ;  $p = 0.001$ ), donde la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) indica que las desventajas que más afectan las estimaciones de abundancia al aplicar la técnica de trampas huella son la dificultad para determinar la independencia de los registros (desventaja 4), la necesidad de usar otras técnicas para complementar el muestro (desventaja 7) y la limitación al registro de especies de hábitos terrestres, mientras que las desventajas 5, 6, 8, 3 y 1 son las desventajas que menos implicaciones negativas tienen sobre los estudios de abundancia (**Fig. 6**)

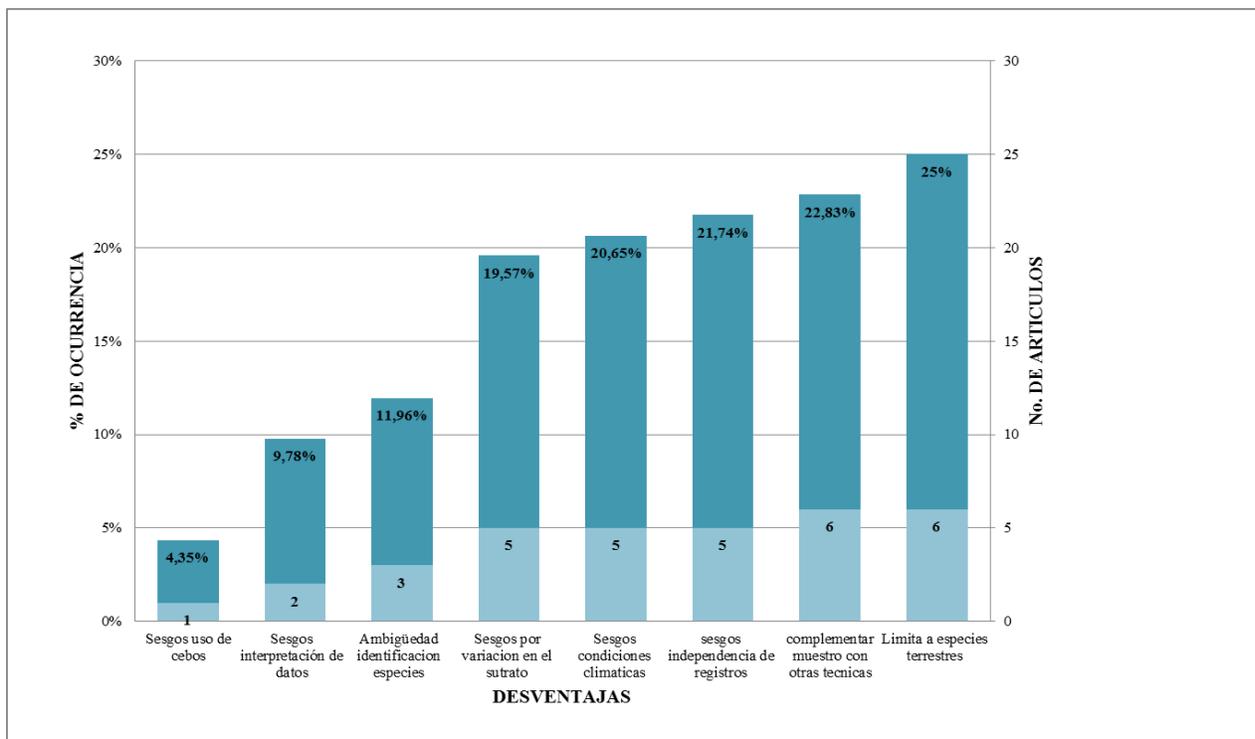


Figura 6. Probabilidad de ocurrencia de las desventajas de las trampas huellas para los estudios de abundancia de especies.

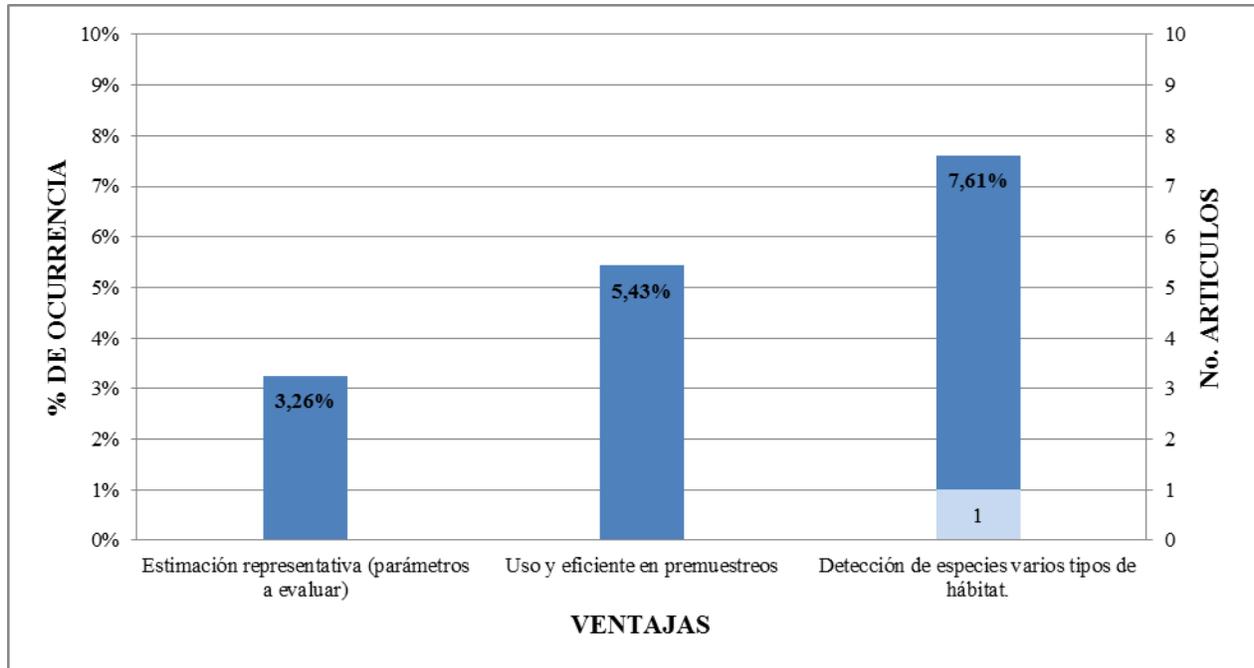
La abundancia de especies es un parámetro poblacional en el que se estima el número de individuos de una especie, pero debido a la dificultad de obtener cuantificaciones de abundancia absoluta se realizan estimaciones de abundancia relativa (Harmsen et al, 2010), que requieren obtener registros suficientes y la certeza de que los individuos no sean cuantificados más de una vez. Sin embargo el registro mediante trampa huella no permite establecer con certeza la independencia entre los registros (Wilson & Delahay 2001), para evitar este sesgo en las estimaciones se consideran las huellas de la misma especie encontradas en un mismo día como un solo registro, esto tiende a llevar a subestimaciones generando sesgos en la estimaciones de abundancia. Esta limitación se encuentra presente en la mayoría de estudios debido a la incapacidad de la técnica para diferenciar entre individuos, por esta razón algunos de los estudios en donde se evalúan la abundancia de especies recurren a otros métodos como el uso de cámaras trampa (Lyra et al, 2008; Gompper et al, 2006; Navarro et al, 2012; Murani et al., 2011).

La baja probabilidad de sesgos producidos por el uso de cebos (desventaja 5), se debe a que para las estimaciones de abundancia se requiere cuantificar la mayor cantidad de individuos que conforman la población de interés, y el uso de cebos permite maximizar la probabilidad de documentar la presencia y abundancia de las especies que se están estudiando (Medellín et al, 2006). En cuanto a la variaciones en los sustratos y el clima (desventajas 1 y 3), para los estudios de abundancia presentan menos implicaciones negativas probablemente a que el sustrato de las trampas huellas fue controlado con monitoreo constante de las trampas huella para evitar sesgos a causa de dichas condiciones abióticas en los estudios analizados (Lyra et al, 2008), de igual manera para los sesgos producidos por las condiciones climáticas son en parte controlables al realizarlos en las temporadas con menor porcentaje de precipitaciones o controlando la humedad del sustrato si el muestreo se realiza en las temporadas secas.

### **6.3.5 Ventajas de las trampas huella para el dominio: Diversidad**

En cuanto a los estudios de diversidad se encontraron diferencias significativas entre las ventajas evaluadas ( $F = 5676,760$ ;  $gl_1 = 2$ ;  $gl_2 = 6$ ;  $p = 0,000$ ), donde la ventaja más frecuente en los estudios según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) fue la 5, en contraste con la 1 y 2. El porcentaje de

probabilidad de ocurrencia para la ventaja 5 fue de 7,61 %. En cuanto a la ventaja 2 y 1 se observo que tenían una probabilidad menores al 6% (**Fig. 7**).



**Figura 7. Probabilidad de ocurrencia de ventajas en estudios de diversidad de especies**

El número de artículos analizados para el tema de dominio diversidad es muy bajo ( $n = 7$ ), presentando sesgos, por lo que se debe ampliar el  $n$  muestral para llegar a conclusiones solidas. Por otro lado las estimaciones de diversidad se realizan con base en índices que permiten comparar agrupaciones biológicas en distintas localidades. El índice de Shannon-Wiener, es uno de los más utilizados, este asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, lo cual permite relacionar la riqueza de especies y la abundancia en un área determinada, sin embargo se requiere de estimaciones precisas de riqueza y abundancia, parámetros que mediante el uso de trampas huellas tiene baja probabilidad de éxito, sesgando la información utilizada y las estimaciones de diversidad.

### 6.3.6 Desventajas de las trampas huella para el dominio: Diversidad

En cuanto a los estudios que abordaron la temática de diversidad no se encontraron diferencias significativas entre las desventajas evaluadas ( $F = 0,372$ ;  $gl_1 = 7$ ;  $gl_2 = 16$ ;  $p = 0,906$ ) y la probabilidad de ocurrencia de las desventajas analizadas es muy baja, lo que se relaciona al bajo n muestral de artículos revisados para esta temática teniendo menos de 7% de probabilidad de ocurrencia (Fig. 8).

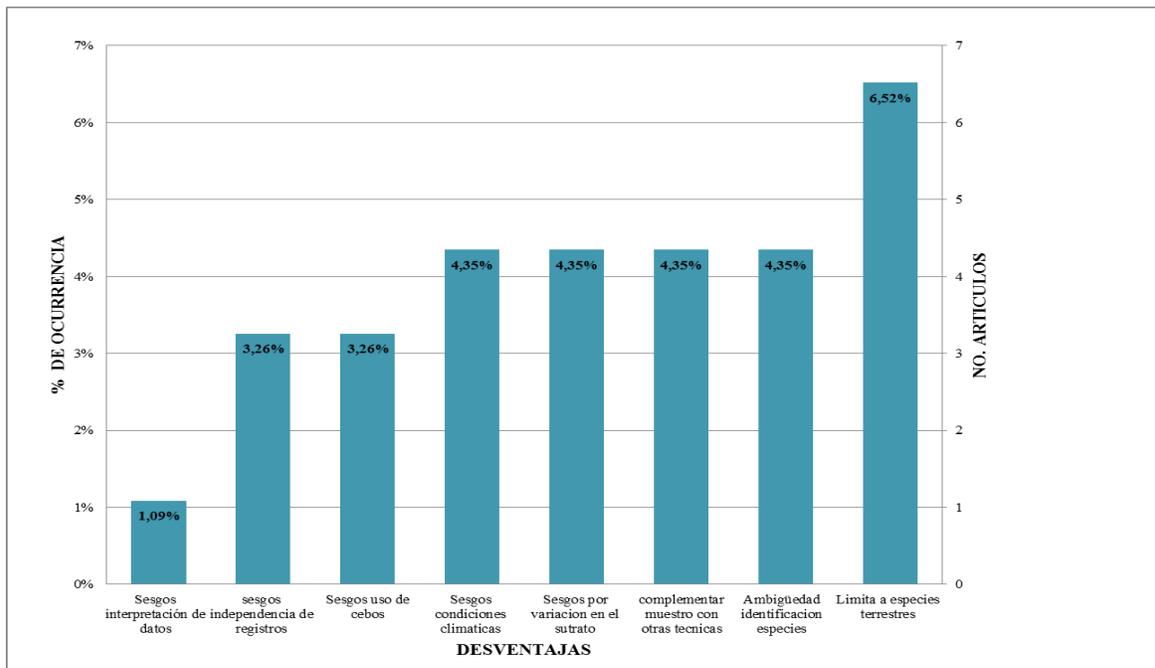
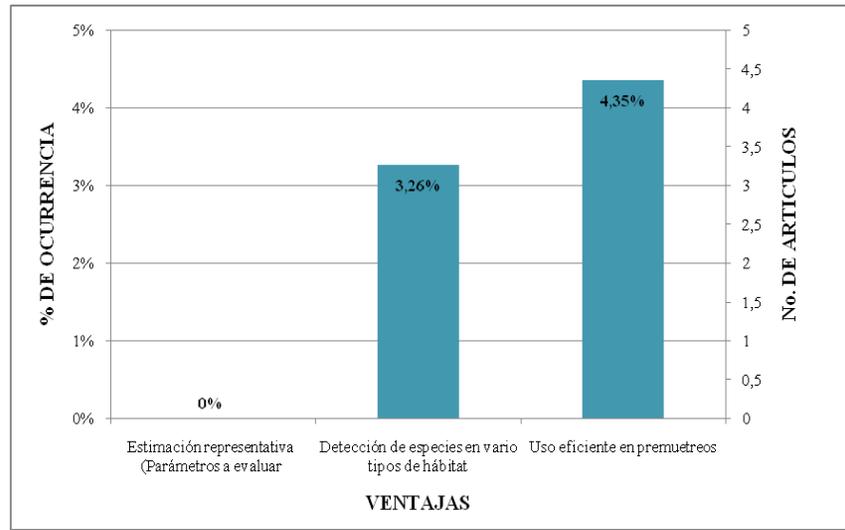


Figura 8. Probabilidad de ocurrencia de las desventajas para el tema de dominio diversidad de especies.

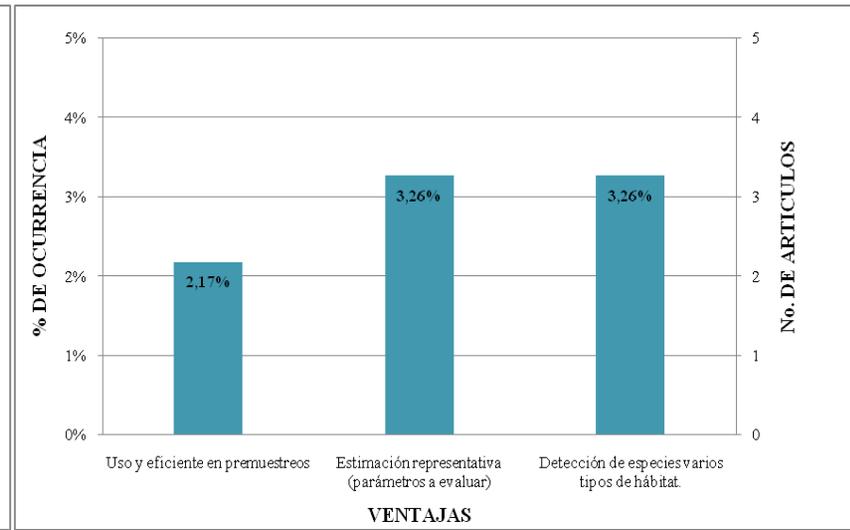
Aunque, el tamaño de la muestra para el tema de dominio diversidad no es suficiente para llegar a conclusiones robustas, se observa que la restricción de la técnica para registrar especies únicamente de hábitos terrestres, es la desventaja que más influye sobre los estudios de diversidad de especies, siendo una limitante, ya que dichos estudios, tienen como supuesto principal, que todas las especies que conforman una comunidad están representadas en la muestra. Sin embargo la técnica solo permite estimar especies de hábitos terrestres, excluyendo otras especies, por ejemplo de hábitos arbóreos que también conforman integran las comunidades de mamíferos dentro de los ecosistemas (Lyra et al, 2008; Gompper et al., 2006).

### 6.3.7 Ventajas de las trampas huella para el dominio: Densidad Poblacional, Distribución de especies y uso de hábitat.

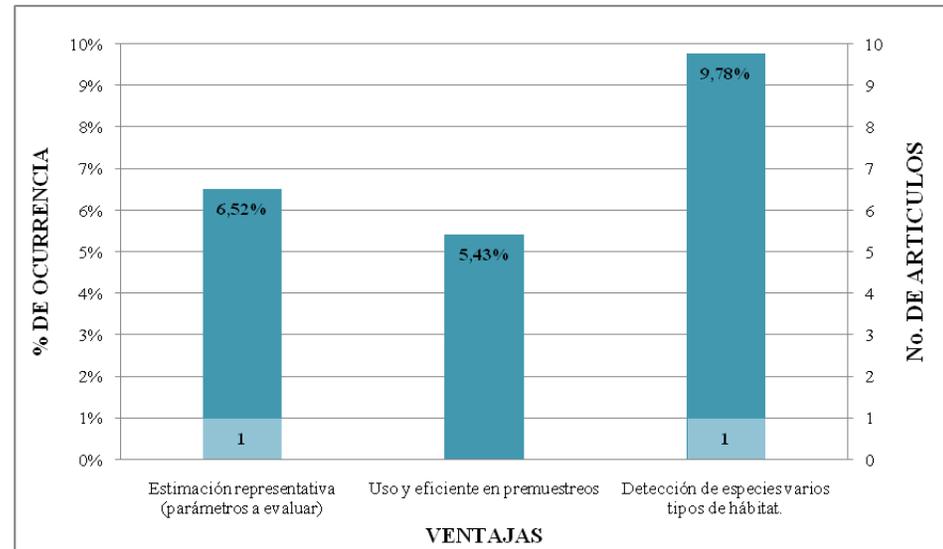
Para los estudios de densidad poblacional se encontraron diferencias significativas para las ventajas evaluadas ( $F = 7839,023$ ;  $gl_1 = 2$ ;  $gl_2 = 6$ ;  $p = 0.000$ ). La ventaja 2 presentó una probabilidad de ocurrencia baja (5,43%). Igualmente la ventaja 5 y 1 presentan porcentajes de ocurrencia, por debajo del 10%, lo que indica que las trampas huellas no permiten la estimación de densidades poblacionales y no son aplicables en diferentes tipos de hábitat (**Fig. 9.a**). En cuanto a los artículos que abordaron temáticas relacionadas con distribución de especies también se encontraron diferencias significativas para las ventajas evaluadas ( $F = 475,240$ ;  $gl_1 = 2$ ;  $gl_2 = 6$ ;  $p = 0.000$ ), donde las ventajas 5 y 1 fueron las que presentaron mayor probabilidad, mientras que la ventaja 2 fue la que menos probabilidad de ocurrencia presentó (**Fig. 9.b**). Finalmente el análisis de varianza para las ventajas de las trampas huella en relación con los estudios que utilizan esta técnica para evaluar uso de hábitat indicaron que al menos una de las ventajas evaluadas no se cumple para los estudios de uso de hábitat ( $F = 6147,640$ ;  $gl_1 = 2$ ;  $gl_2 = 6$ ;  $p = 0.000$ ), donde la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ) indicó que la ventaja que más se cumple en este tipo de estudios fue la 5a diferencia de la 1 y 2, Sin embargo las probabilidades de ocurrencia para todas las ventajas analizadas son menores al 10% (**Fig. 9.c**).



A.



B.



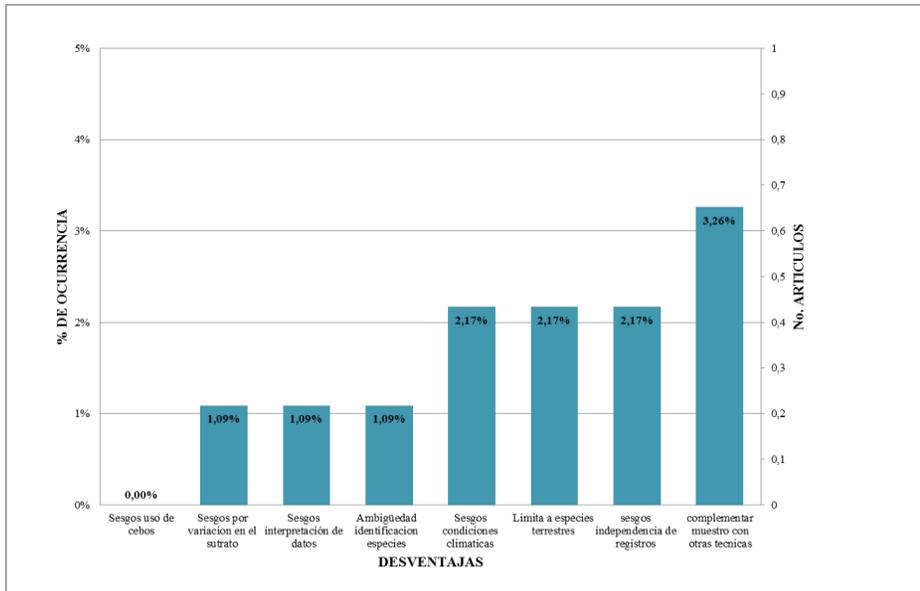
C.

Figura 9. Probabilidad de Ocurrencia de las ventajas para los estudios de A. Densidad Poblacional; B. Distribución de especies; C. Uso de hábitat

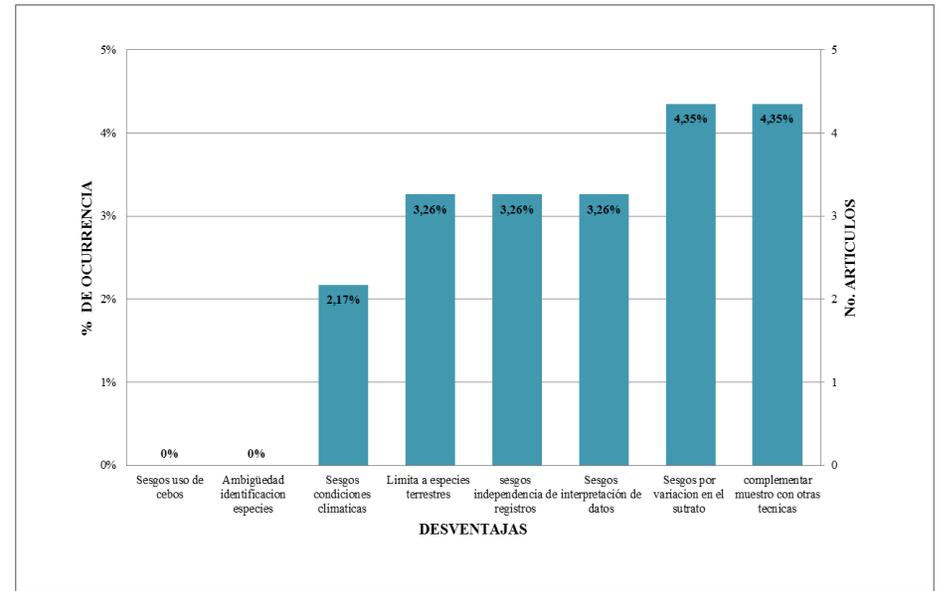
Los temas de dominio de densidad poblacional, distribución de especies y uso de hábitat presentaron porcentajes de ocurrencia de ventajas menores al 10%, indicando que las trampas huella para este tipo de estudios no permiten estimar dichos atributos poblacionales eficientemente, pero se debe tener en cuenta que el n muestral utilizado para evaluar las ventajas de las trampas huellas en estos temas de dominio en América Latina fue en promedio de 6 artículos, lo cual representa un tamaño muestral pequeño para establecer conclusiones verídicas. Se requiere entonces, ampliar el tamaño de la muestra para cada uno de estos dominios, que permita realizar comparaciones y establecer conclusiones. El poco número de estudios encontrados se puede deber a que las trampas huellas no son eficientes para estimar estos atributos poblacionales ya que son parámetros que tienen una amplia variación y que requieren de metodologías más precisas, por lo que las investigaciones encaminadas a la estimación de estos tres parámetros poblacionales están usando otro tipo de técnicas para evaluar estas temáticas (Lyra et al, 2008; Gompper et al., 2006).

### **6.3.8 Desventajas de las trampas huella para el dominio: Densidad Poblacional, Distribución de especies y uso de hábitat.**

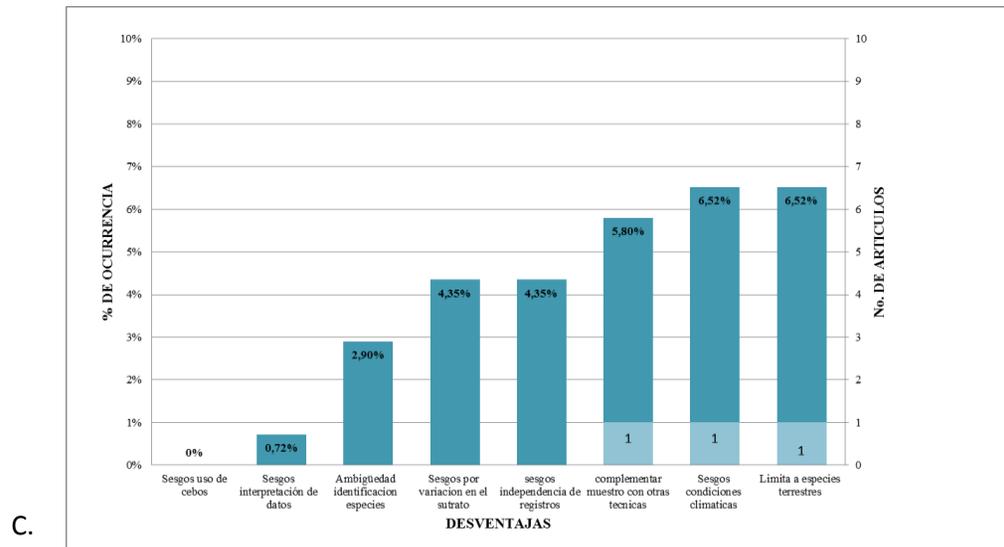
Para las temáticas de densidad poblacional, distribución de especies y uso de hábitat, no se encontraron diferencias significativas para las desventajas evaluadas ( $F = 0,228$ ;  $gl_1 = 7$ ;  $gl_2 = 16$ ;  $p = 0,972$ ), ( $F = 0,097$ ;  $gl_1 = 7$ ;  $gl_2 = 16$ ;  $p = 0,998$ ), ( $F = 0,642$ ;  $gl_1 = 7$ ;  $gl_2 = 16$ ;  $p = 0,716$ ), los tres dominios presentaron probabilidades de ocurrencia menor al 5% para cada una de las desventajas (**Fig. 10**).



A.



B.



C.

Figura 10. Probabilidad de Ocurrencia de las desventajas para los estudios de A. Densidad Poblacional; B. Distribución de especies; C. Uso de hábitat

El bajo número de artículos de diversidad, densidad poblacional, distribución de especies y uso de hábitat que utilizan la técnica de trampas huellas, puede responder a que al evaluar estos parámetros la técnica no es eficiente, lo anterior dificulta establecer conclusiones verídicas sobre las desventajas de esta técnica asociadas a los estudios de diversidad de especies.

Pese al bajo número de estudios analizados para estos dominios, según la probabilidad de ocurrencia la desventaja que más se presenta en los estudios de diversidad, distribución y uso de hábitat es la limitación al registro de especies terrestres, sesgando el registro de especies arborícolas, lo cual es importante tener en cuenta en estudios de diversidad, distribución y uso de hábitat. El método excluye del análisis especies de mamíferos de hábitos típicamente arborícolas, igualmente importantes para los ecosistemas neo tropicales que también cumplen importantes roles ecológicos en la trama trófica, dispersión de semilla estructurando comunidades vegetales y animales en diferentes ecosistemas neo tropicales (Stevenson, 2011).

## 7. CONCLUSIONES

- La técnica permite estimaciones de riqueza y abundancia en cualquier tipo de hábitat terrestre siempre y cuando se tengan cuenta aspectos abióticos (variaciones climáticas y tipo de suelo), las características de la especie de interés, y los requerimientos y supuestos para cada uno de los parámetros a evaluar.
- Los estudios de abundancia, diversidad, densidad poblacional y uso de hábitat, requieren de otros métodos complementarios a las trampas huella para lograr estimaciones confiables.
- La técnica por sí sola no permite evaluar todos los temas de estudios importantes para el manejo y conservación de fauna silvestre, sin embargo es una técnica que en conjunto con otras técnicas no invasivas potencializa sus posibilidades y disminuye sus limitaciones.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Aumentar el tamaño de muestra (n) para todos los temas de dominio a evaluar
- Realizar estudios más detallados en los cuales se evalué las posibilidades, ventajas, limitaciones y desventajas de las trampas huella y las implicaciones de aplicación para cada uno de los temas de dominio (1) Riqueza (2) Abundancia (3) Diversidad (4) Distribución de especies (5) Densidad Poblacional y (6) Uso de hábitat.
- Realizar estudios en los que se evalúe las posibilidades, ventajas, limitaciones y desventajas de las trampas huellas en relación con los grupos de mamíferos grandes y medianos
- Evaluar la especificidad de las trampas huellas para los diferentes grupos de mamíferos grandes y medianos.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Alves, G. B., Junior, O. M., & de Campos Brites, V. L. (2014). Medium and large-sized mammals of a fragment of cerrado in the Triângulo Mineiro region, southeastern Brazil: Mamíferos de médio e grande porte de um fragmento de cerrado na região do Triângulo Mineiro, sudeste do Brasil.

Aguilar-López, M., Rojas-Martínez, A. E., Cornejo-Latorre, C., Vite-Silva, V. D., & Ruano-Escalante, Y. R. (2013). Lista taxonómica y estructura del ensamblaje de los mamíferos terrestres del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Mastozoología neotropical*, 20(2), 229-242.

Aranda, M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Primera edición. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Mexico, Mexico D.F. 255 pp

Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., et al. (2012). Ecosystem services research in latinamerica: The state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56-70.

Balme, G. A., Hunter, L. T., & Slotow, R. O. B. (2009). Evaluating methods for counting cryptic carnivores. *The Journal of wildlife management*, 73(3), 433-441.

Barea-Azcón, J. M., Virgós, E., Ballesteros-Duperon, E., Moleón, M., & Chiroso, M. (2007). Surveying carnivores at large spatial scales: a comparison of four broad-applied methods. *Biodiversity and Conservation*, 16(4), 1213-1230.

Bautista, F., Delfin, H., Palacio, J.L., Delgado, M.C., (2004). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Primera edición. Universidad Autónoma de México. Mexico, Mexico D.F. 507pp.

Berduc, A., Bierig, P., Donello, A., & Walker, C. (2010). Lista actualizada y análisis preliminar del uso de hábitat de medianos y grandes mamíferos en un área natural protegida del espinal con invasión de leñosas exóticas, entre ríos, Argentina. *Fabrizia*, 14(1), 9-27.

Bruna, E. M., Guimarães, J. F., Lopes, C. T., Duarte, P., Gomes, A. C. L., Belentani, S. C. S., & Vasconcelos, H. L. (2010). Mammalia, Estação Ecológica do Panga, a Cerrado protected area in Minas Gerais state, Brazil. *CheckList*, 6(4), 668-675.

Cáceres, N. C., Nápoli, R. P., Casella, J., & Hannibal, W. (2010). Mammals in a fragmented savannah landscape in south-western Brazil. *Journal of Natural History*, 44(7-8), 491-512.

Cáceres, N. C., Bornschein, M. R., Lopes, W. H., & Percequillo, A. R. (2007). Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: an ecological and conservation analysis. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2), 426-435.

Caro, T. (2010). *Conservation by proxy: indicator, umbrella, keystone, flagship and other surrogate species*. Washington: Island Press.

Catalá, E. I., & Barreto, G. R. (2007). Identificación de individuos de jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) a partir de morfometría de sus huellas (Carnivora: Felidae). *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 56(4).

Ceballos & Simonetti (2002). *Diversidad y Conservación de los mamíferos Neotropicales*. CONABIO, Ciudad de México.

Chávez-León, G., & Zaragoza Rivera, S. (2009). Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(1), 95-104.

Chinchilla F A. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), El puma (*Felisconcolor*), El manigordo (*Felispardalis*) (Carnivora, Felidae) y dos métodos de evaluación de su abundancia en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. 1994; 47p

Chinchilla, F. A. (2008). Seed predation by mammals in forest fragments in Monteverde, Costa Rica. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 57(3).

Dallmeier, F., Alonso, A., & Jones, M. (2002). Planning an adaptive management process for biodiversity conservation and resource development in the camisea river basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(1), 1-17.

De Thoisy B, Brosse S, Dubois M (2008) Assessment of large-vertebrate species richness and relative abundance in Neotropical forest using line-transect censuses: What is the minimal effort required? *Biodivers Conserv* 17:2627–2644

Dotta, G., & Verdade, L. M. (2007). Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. *Biota Neotropica*, 7(2), 0-0.

Eduardo, A. A., & Passamani, M. (2009). Mammals of medium and large size in Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, southeastern Brazil. *CheckList*, 5(3).

Gallina, S & C. López- González (2011). Manual de técnicas para el estudio de fauna: Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro – Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, Mexico. 3377pp

García-Grajales, J., Buenrostro-Silva, A., & Escobedo Galván, A. H. (2007). Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (*crocodylia*) en México. *Ciencia y Mar* XI, 31, 23-32.

Gil y Carbó G.E. (2005). La complementariedad de áreas protegidas con base en la diversidad de mamíferos. *Mastozoología Neotropical*, 12:100-102.

Gompper, M. E., Kays, R. W., Ray, J. C., Lapoint, S. D., Bogan, D. A., & Cryan, J. R. (2006). A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern north america. *Wildlife Society Bulletin*, 34(4), 1142-1151.

González, A. R. (2006). Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Pontificia Universidad Javeriana.

González-Maya, J. F., Castaño-Uribe, C., Balaguera-Reina, S. A., Zárrate-Charry, D., Cepeda, A. A., & Jaramillo, C. A. (2011). La importancia de los felinos como especies clave en los procesos de planificación en Colombia: El plan de conservación de los felinos para el Caribe colombiano. *Boletín Alúna Boletín Oficial Del Proyecto De Conservación De Aguas y Tierras ProCAT-Vol, 3, 2*.

Götmark, F. (2013). Habitat management alternatives for conservation forests in the temperate zone: Review, synthesis, and implications. *Forest Ecology and Management*, 306, 292-307.

Guzmán-Lenis, A., & Camargo-Sanabria, A. (2004). Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 9(1), 11-22.

Hannibal, W., & Neves-Godoi, M. (2015). Non-volant mammals of the Maracaju Mountains, southwestern Brazil: composition, richness and conservation. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1), 217-225.

Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S., Ostro, L., & Doncaster, C. P. (2010). Differential Use of Trails by Forest Mammals and the Implications for Camera-Trap Studies: A Case Study from Belize. *Biotropica*, 42(1), 126-133.

Harvey, C. A., Gonzalez, J., & Somarriba, E. (2006). Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica. *Biodiversity & Conservation*, 15(2), 555-585.

Hill, D., M. Fasham., G. Tucker., M. Shewry, & P. Shaw. 2005. Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press 573 p.

Hoffman, D. J., Rattner, B. A., Burton Jr, G. A., & Cairns Jr, J. (Eds.). (2010). *Handbook of ecotoxicology*. CRCpress.

Isasi-Catalá, E., & R Barreto, G. (2008). Identificación de individuos de jaguares (*panthera onca*) y pumas (*puma concolor*) a partir de morfometría de sus huellas (carnivora: Felidae). *Revista De Biología Tropical*, 56(4), 1893-1904.

Jorge, M. L. S. P., Galetti, M., Ribeiro, M. C., & Ferraz, K. M. P. M. B. (2013). Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 163(0), 49-57.

Long R, P Mackay, W Zielinski, J Ray (2008) .Noninvasive survey methods for carnivores: 8-44 Island Press. Washington

Lyra-Jorge M.C, G Ciocheti & Pivello V.R (2008) Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of Sao Paulo, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 17: 1573-1580.

Mandujano, S. (2004). Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana (Ns)*, 20(1), 211-251.

Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., & Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México:¿ una ruta con dirección?. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 1-9.

Medellín R, Azuara D, Maffei L, Zarza H, Bárcenas H, Cruz E, Legaria R, Lira I, Ramos Fernández G, Ávila S. Censos y monitoreos. En: Chávez C, Ceballos G. Memorias del Primer Simposio. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 2006; 88p.

Munari, D. P., Keller, C., & Venticinque, E. M. (2011). An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammal populations in amazonia. *Mammalian Biology - Zeitschrift Für Säugetierkunde*, 76(4), 401-408.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

Navarro, C. Á. S., Desniça, S., & Fernández, F. P. (2012). Nonbiological factors affecting track censuses: implications for sampling design and reliability. *European Journal of Wildlife Research*, 58(1), 117-126.

Navarro, J & J. Muñoz. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Edición de campo. 136p

Norris, D., Peres, C. A., Michalski, F., & Hinchliffe, K. (2008). Terrestrial mammal responses to edges in Amazonian forest patches: a study based on track stations. *Mammalia*, 72(1), 15-23.

Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. Francisco Dallmeier (ed). SIMAB Rockville, Maryland, USA, 290 p.

Pessôa, F. S., Modesto, T. C., Albuquerque, H. G., Attias, N., & Bergallo, H. G. (2009). Non-volant mammals, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Rio das Pedras, municipality of Mangaratiba, state of Rio de Janeiro, Brazil. *CheckList*, 5(3), 577-586.

Ray J & W J Zielinski (2008) Track stations. In: Long R, P Mackay, W Zielinski, J Ray. Noninvasive survey methods for carnivores: 75-109. Island Press. Washington reliability." *European Journal of Wildlife Research* 58.1 117-126.

Ripple, W. J., & Beschta, R. L. (2006). Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biological Conservation*, 133(4), 397-408.

Rumiz, D. I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. Editorial. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Sadler, L. M., Webbon, C. C., Baker, P. J., & Harris, S. (2004). Methods of monitoring red foxes *Vulpes vulpes* and badgers *Meles meles*: Are field signs the answer? *Mammal Review*, 34(1-2), 75-98.

Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., HILTON-TAYLOR, C., Neugarten, R., Butchart, S. H., et al. (2008). A standard lexicon for biodiversity conservation: Unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology*, 22(4), 897-911.

Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P. & Cadena, A. (2004) Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia*, 26(1): 249-309

Selem – Salas C, Macswiney G, Hernandez S (2011) En: Bautista-Zúñiga, F., Delfín-González, H., & Palacio-Prieto, J. L. (ed). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. *México: UADY-CONACYT-INE-UNAM*.

Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., et al. (2008). Top predators as conservation tools: Ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 1-19.

Silveira, L., Jacomo, A. T., & Diniz-Filho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114(3), 351-355.

Stevenson Pr. The abundance of large ateline monkeys is positively associated with the diversity of plants regenerating in neotropical forests. *Biotropica* 2011; 43:512–519

Southwood & Henderson (2009). *Ecological Methods*. Blackwell Science, USA.

Terborgh, J., Lopez, L., Nunez, P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, G., et al. (2001). Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science (New York, N.Y.)*, 294(5548), 1923-1926.

Swan, M., Di Stefano, J., Chistie, F., Steel, E., & York, A. (2014). Detecting mammals in heterogeneous landscapes: Implications for monitoring and management: *Biodiversity and conservation*, 23, 343 -355.

Tobler M.W, J. J. (2010). Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir *Tapirus terrestris* in the Peruvian Amazon. *Biotropica*, 42, 215–222.

Tobler MW, Carrillo-Percegué E, Pitman RL et al (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Anim Conserv* 11:169–178

Tognelli, M. F. (2005). Assessing the utility of indicator groups for the conservation of south American terrestrial mammals. *Biological Conservation*, 121(3), 409-417.

Turner, W. R., Brandon, K., Brooks, T. M., Gascon, C., Gibbs, H. K., Lawrence, K. S., et al. (2012). Global biodiversity conservation and the alleviation of poverty. *Bioscience*, 62(1), 85-92.

Weckel, M., Giuliano, W., & Silver, S (2006). Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *J. zool.* 270: 25 -30.

Wilson, Gavin J. and Delahay, Richard J. (2001) .A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research*, 28, 151–164.

Witmer, G. 2005. Wildlife population monitoring: some practical considerations. *Wildlife Research* 32:259-263.

Zúñiga & Jiménez (2010). Uso de técnicas no invasivas en el estudio ecológico de Carnívoros: un análisis cuantitativo. *Gestión Ambiental*, 19, 67-96.

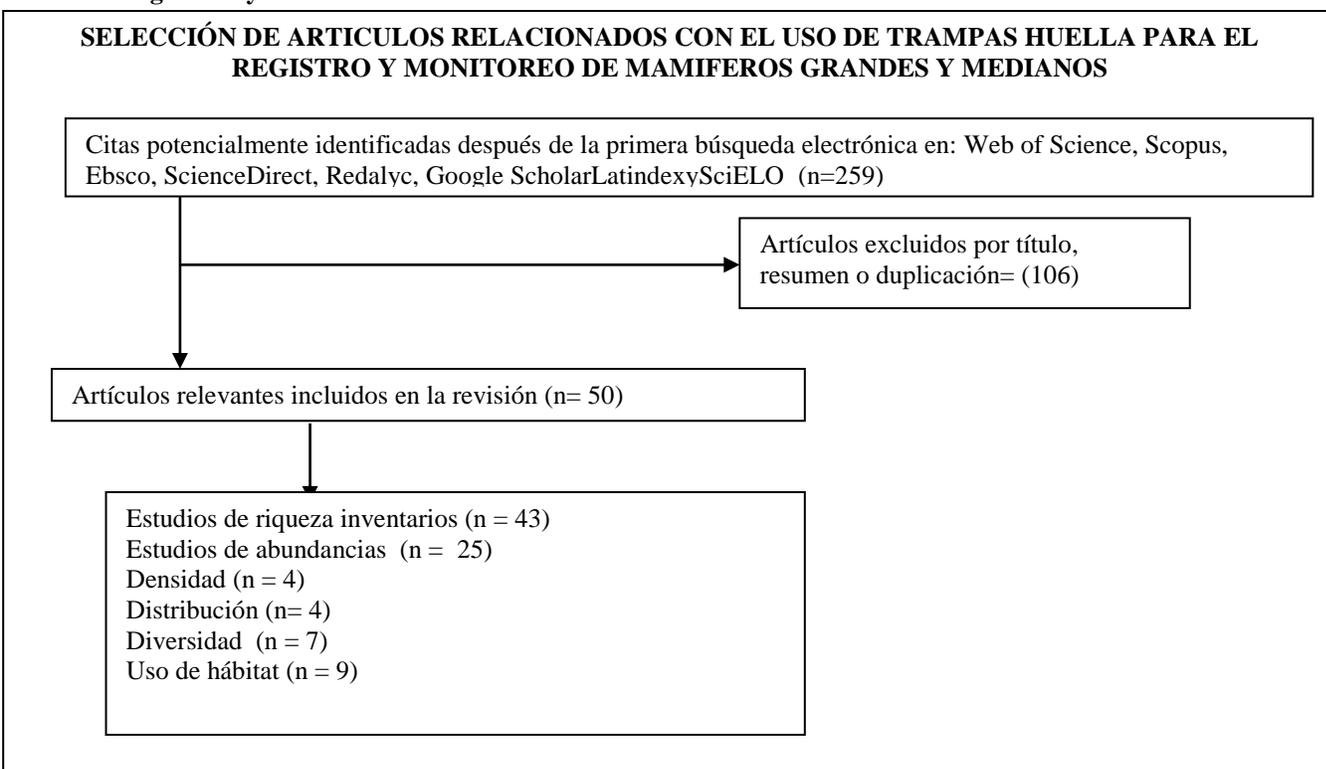
Zúñiga, F. B., González, H., Palacio, J., & Delgado, M. (2004). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales Universidad Nacional Autónoma de México.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y PERTINENCIA DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS

CRITERIO	PREGUNTAS
1	¿La investigación está relacionada con 1. Inventarios, 2.densidad poblacional, 3.abundancia, riqueza (diversidad), 4. Distribución de especies, 5. Uso de hábitat y 6. Disponibilidad de hábitat en mamíferos grandes y medianos en América latina con información relativa a su conservación y manejo?
2	¿La duración de los estudios es mayor a seis meses?
3	¿Se utiliza como herramienta las trampas huellas o el conteo en transectos como herramienta metodológica en el diseño de la investigación?
4	¿Se presenta información relevante sobre ventajas y desventajas asociadas al uso de trampas huellas?
5	¿Las variables de respuesta se miden en todas las unidades de respuesta?
6	¿Se incluyen todos los resultados obtenidos en el análisis estadístico?
7	¿Fueron reportadas las conclusiones hechas por los autores con los datos o análisis reportados en los estudios o revisiones?

### Anexo 2. Selección de artículos acerca del uso de trampas huellas en el manejo y conservación de mamíferos grandes y medianos.



## RIQUEZA

**Tabla 2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL TEMA DE DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	,3200	,05000	,02887	,1958	,4442
ventaja2	3	,1500	,05000	,02887	,0258	,2742
ventaja3	3	,2400	,05000	,02887	,1158	,3642
ventaja4	3	,3800	,05000	,02887	,2558	,5042
Total	12	,2725	,09983	,02882	,2091	,3359

	Mínimo	Máximo
ventaja1	,27	,37
ventaja2	,10	,20
ventaja3	,19	,29
ventaja4	,33	,43
Total	,10	,43

**Tabla 3. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	3	8	1,000

**Tabla 4. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS VENTAJAS DEL TEMA DE DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,090	3	,030	11,950	,003
Intra-grupos	,020	8	,002		
Total	,110	11			

**Tabla 5. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE VENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL TEMA DE DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES**

Riqueza	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3

ventaja2	3	,1500		
ventaja3	3	,2400	,2400	
ventaja1	3		,3200	,3200
ventaja4	3			,3800
Sig.		,202	,278	,496

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000

## DENSIDAD

**Tabla 6. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL TEMA DE DOMINIO DENSIDAD POBLACIONAL**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al	
					95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	,0167	,02887	,01667	-,0550	,0884
ventaja2	3	4,3500	,05000	,02887	4,2258	4,4742
ventaja4	3	3,2600	,05000	,02887	3,1358	3,3842
Total	9	2,5422	1,95246	,65082	1,0414	4,0430

	Mínimo	Máximo
ventaja1	,00	,05
ventaja2	4,30	4,40
ventaja4	3,21	3,31
Total	,00	4,40

**Tabla 7. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,211	2	6	,816

## ANOVA

**Tabla 8. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS VENTAJAS DEL DOMINIO DENSIDAD POBLACIONAL**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	30,485	2	15,243	7839,023	,000
Intra-grupos	,012	6	,002		
Total	30,497	8			

**Tabla 9. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE VENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL TEMA DE DOMINIO DENSIDAD POBLACIONAL**

Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
ventaja1	3	,0167		
ventaja4	3		3,2600	
ventaja2	3			4,3500
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

## USO DE HABITAT

**Tabla 10. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL TEMA DE DOMINIO USO DE HABITAT**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	6,5200	,05000	,02887	6,3958	6,6442
ventaja2	3	5,4300	,05000	,02887	5,3058	5,5542
ventaja4	3	9,7800	,05000	,02887	9,6558	9,9042
Total	9	7,2433	1,96065	,65355	5,7362	8,7504

	Mínimo	Máximo
ventaja1	6,47	6,57
ventaja2	5,38	5,48
ventaja4	9,73	9,83
Total	5,38	9,83

**Tabla 11. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.

	Mínimo	Máximo		
ventaja1	6,47	6,57		
ventaja2	5,38	5,48		
ventaja4	9,73	9,83		
	,000	2	6	1,000

## ANOVA

**Tabla 12. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) VENTAJAS DEL TEMA USO DE HABITAT**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	30,738	2	15,369	6147,640	,000
Intra-grupos	,015	6	,003		
Total	30,753	8			

**Tabla 13. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE VENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL TEMA DE DOMINIO USO DE HABITAT**

Uso	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
ventaja2	3	5,4300		
ventaja1	3		6,5200	
ventaja4	3			9,7800
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

## ABUNDANCIA

**Tabla 14. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL TEMA DE DOMINIO ABUNDANCIA**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	5,4300	,05000	,02887	5,3058	5,5542
ventaja2	3	11,9600	,05000	,02887	11,8358	12,0842
ventaja4	3	19,5700	,05000	,02887	19,4458	19,6942
Total	9	12,3200	6,12890	2,04297	7,6089	17,0311

	Mínimo	Máximo
--	--------	--------

ventaja1	5,38	5,48
ventaja2	11,91	12,01
ventaja4	19,52	19,62
Total	5,38	19,62

**Tabla 15. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	2	6	1,000

## ANOVA

**Tabla 16. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS VENTAJAS DEL DOMINIO ABUNDANCIA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	300,493	2	150,246	60098,520	,000
Intra-grupos	,015	6	,002		
Total	300,508	8			
Abundancia		Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	1	2	3	
ventaja1	3	5,4300			
ventaja2	3		11,9600		
ventaja4	3				19,5700
Sig.		1,000		1,000	1,000

## DISTRIBUCION

**Tabla 18. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA EL TEMA DE DOMINIO DISTRIBUCION**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	3,2600	,05000	,02887	3,1358	3,3842
ventaja2	3	2,1700	,05000	,02887	2,0458	2,2942
ventaja4	3	3,2600	,05000	,02887	3,1358	3,3842
Total	9	2,8967	,54672	,18224	2,4764	3,3169



	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media	
					al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
ventaja1	3	3,2600	,05000	,02887	3,1358	3,3842
ventaja2	3	5,4300	,05000	,02887	5,3058	5,5542
ventaja4	3	7,6100	,05000	,02887	7,4858	7,7342
Total	9	5,4333	1,88410	,62803	3,9851	6,8816

	Mínimo	Máximo
ventaja1	3,21	3,31
ventaja2	5,38	5,48
ventaja4	7,56	7,66
Total	3,21	7,66

**Tabla 23. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
Levene			
,000	2	6	1,000

**ANOVA**

**Tabla 24. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA VENTAJAS DEL DOMINIO DIVERSIDAD**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28,384	2	14,192	5676,760	,000
Intra-grupos	,015	6	,003		
Total	28,399	8			

**Tabla 25. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE VENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL DOMINIO DIVERSIDAD**

Diversidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
		ventaja1	3	3,2600
ventaja2	3		5,4300	
ventaja4	3			7,6100
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

## DESVENTAJAS

## RIQUEZA DE ESPECIES

Tabla 26. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media	
					al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,3200	,05000	,02887	,1958	,4442
desventaja2	3	,3700	,05000	,02887	,2458	,4942
desventaja3	3	,2900	,05000	,02887	,1658	,4142
desventaja4	3	,2900	,05000	,02887	,1658	,4142
desventaja5	3	,1200	,05000	,02887	-,0042	,2442
desventaja6	3	,1100	,05000	,02887	-,0142	,2342
desventaja7	3	,3900	,05000	,02887	,2658	,5142
desventaja8	3	,1500	,05000	,02887	,0258	,2742
Total	24	,2550	,11519	,02351	,2064	,3036

	Mínimo	Máximo
desventaja1	,27	,37
desventaja2	,32	,42
desventaja3	,24	,34
desventaja4	,24	,34
desventaja5	,07	,17
desventaja6	,06	,16
desventaja7	,34	,44
desventaja8	,10	,20
Total	,06	,44

**Tabla 27. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,000	7	16	1,000

**Tabla 28. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) DESVENTAJAS DEL DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,265	7	,038	15,154	,000
Intra-grupos	,040	16	,003		
Total	,305	23			

**Tabla 29. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE DESVENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL DOMINIO RIQUEZA DE ESPECIES**

Riqueza	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
desventaja6	3	,1100		
desventaja5	3	,1200		
desventaja8	3	,1500	,1500	
desventaja3	3		,2900	,2900
desventaja4	3		,2900	,2900
desventaja1	3			,3200
desventaja2	3			,3700
desventaja7	3			,3900
Sig.		,971	,053	,283

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

## ABUNDANCIA

**Tabla 30. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO ABUNDANCIA**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%
--	---	-------	-------------------	--------------	---

					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,2100	,05000	,02887	,0858	,3342
desventaja2	3	,2500	,05000	,02887	,1258	,3742
desventaja3	3	,2000	,05000	,02887	,0758	,3242
desventaja4	3	,2200	,05000	,02887	,0958	,3442
desventaja5	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja6	3	,1000	,05000	,02887	-,0242	,2242
desventaja7	3	,2300	,05000	,02887	,1058	,3542
desventaja8	3	,1200	,05000	,02887	-,0042	,2442
Total	24	,1717	,08192	,01672	,1371	,2063

**Tabla 31. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,002	7	16	1,000

## ANOVA

**Tabla 32. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS DESVENTAJAS DEL ABUNDANCIA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,115	7	,016	6,744	,001
Intra-grupos	,039	16	,002		
Total	,154	23			

**Tabla 33. COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE DESVENTAJAS (PRUEBA DE TUKEY) PARA EL DOMINIO ABUNDANCIA**

Abundancia	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
desventaja5	3	,0433		
desventaja6	3	,1000	,1000	
desventaja8	3	,1200	,1200	,1200
desventaja3	3		,2000	,2000
desventaja1	3		,2100	,2100
desventaja4	3		,2200	,2200
desventaja7	3		,2300	,2300
desventaja2	3			,2500
Sig.		,569	,078	,078

## DENSIDAD POBLACIONAL

**Tabla 34. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DENSIDAD**

### POBLACIONAL

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,0300	,03606	,02082	-,0596	,1196
desventaja2	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja3	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja4	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja5	3	,0167	,02887	,01667	-,0550	,0884
desventaja6	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja7	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja8	3	,0167	,02887	,01667	-,0550	,0884
Total	24	,0325	,03378	,00690	,0182	,0468

**Tabla 35. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,111	7	16	,997

## ANOVA

**Tabla 36. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DENSIDAD**

### POBLACIONAL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,002	7	,000	,228	,972
Intra-grupos	,024	16	,001		
Total	,026	23			

## DISTRIBUCION DE ESPECIES

**Tabla 37. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DISTRIBUCION**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media	
					al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,0300	,03606	,02082	-,0596	,1196
desventaja2	3	,0300	,03606	,02082	-,0596	,1196
desventaja3	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032
desventaja4	3	,0300	,03606	,02082	-,0596	,1196
desventaja5	3	,0167	,02887	,01667	-,0550	,0884
desventaja6	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032
desventaja7	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja8	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032
Total	24	,0267	,02929	,00598	,0143	,0390

**Tabla 38. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,064	7	16	,999

## ANOVA

**Tabla 39. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DISTRIBUCION**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,001	7	,000	,097	,998
Intra-grupos	,019	16	,001		
Total	,020	23			

## USO DE HABITAT

**Tabla 40. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO USO DE HABITAT**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al	
					95%	
					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,0700	,05000	,02887	-,0542	,1942
desventaja2	3	,0700	,05000	,02887	-,0542	,1942
desventaja3	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553

desventaja4	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja5	3	,0167	,02887	,01667	-,0550	,0884
desventaja6	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032
desventaja7	3	,0600	,05000	,02887	-,0642	,1842
desventaja8	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
Total	24	,0454	,04096	,00836	,0281	,0627

**Tabla 41. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,103	7	16	,997

## ANOVA

**Tabla 42. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO USO DE**

### HABITAT

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,008	7	,001	,642	,716
Intra-grupos	,030	16	,002		
Total	,039	23			

## DIVERSIDAD

**Tabla 43. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DIVERSIDAD**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
desventaja1	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja2	3	,0700	,05000	,02887	-,0542	,1942
desventaja3	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
desventaja4	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja5	3	,0367	,04041	,02333	-,0637	,1371
desventaja6	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032
desventaja7	3	,0233	,03215	,01856	-,0565	,1032

desventaja8	3	,0433	,04509	,02603	-,0687	,1553
Total	24	,0400	,03753	,00766	,0242	,0558

**Tabla 44. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,070	7	16	,999

## ANOVA

**Tabla 45. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LAS DESVENTAJAS DEL DOMINIO DIVERSIDAD**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,005	7	,001	,372	,906
Intra-grupos	,028	16	,002		
Total	,032	23			