

**Las perchas artificiales como técnica nucleadora de restauración ecológica: una experiencia en el Palmar de Butiá (*Butia odorata*), Castillos, Rocha, Uruguay. Aportes para la gestión ambiental del ecosistema**



**Sofía Fascioli Machado**

Tesis de grado de la Licenciatura en Gestión Ambiental

Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República

Maldonado, 2025

**Tutora: Matilde Alfaro, Co-tutor: Rafael Bernardi.**

Departamento de Ecología y Gestión Ambiental, CURE, Maldonado

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primer lugar a mi tutora Matilde Alfaro por el compromiso, por su alta dedicación a este trabajo y a todo el proceso que implicó llegar hasta acá. Gracias por enseñarme lo que aprendí en todo este tiempo, por confiar en mí, por la paciencia y la fortaleza que siempre me brindaste. Gracias por darme la oportunidad de realizar esta tesis en uno de los lugares más hermosos e increíbles de nuestro país.

Agradecer el trabajo y los aportes tan valiosos a esta tesis de mi co-tutor Rafael Bernardi que sin duda han hecho enriquecer enormemente este trabajo. Gracias por desafiarme a incorporar nuevas herramientas y conocimientos.

Les agradezco a ambos tutores por siempre motivarme en todo este camino, a no desistir y a superarme en todas las áreas.

Agradezco al tribunal evaluador de esta tesis integrado por Ignacio Lado y Veronica Etchebarne, por su tiempo, dedicación y valiosas observaciones. Su compromiso con la revisión de este trabajo ha sido fundamental para su enriquecimiento y para el fortalecimiento de mi formación profesional. Gracias por sus comentarios, sugerencias, ayuda y bibliografía aportada.

Agradecer especialmente a los especialistas en botánica e identificación de semillas que ayudaron a que este trabajo sea posible, gracias a Eduardo Marchesi, Ary Mailhos, Antonela Pollero, Pedro Pañella y Ana Tardáguila (INASE).

Agradecer los aportes de Matías Arim al diseño metodológico de colocación de perchas.

Quiero agradecer a mis padres Pablo y Gabriela, por acompañarme siempre, en los momentos de mayor felicidad que me dio este trabajo y en aquellos donde necesite apoyo y comprensión. Gracias por siempre confiar en mis capacidades y en mis sueños.

Agradezco el apoyo incondicional de mis amigas y amigos, especialmente de aquellos que me acompañaron a las salidas de campo y que cargaron la escalera por horas. Gracias por haberme escuchado hablar de palmeras tantas veces.

Gracias a todas las personas que me brindaron ayuda en el momento más difícil de esta tesis que fue el robo de las cámaras trampa.

Agradecer a Luca y su familia por siempre brindarnos el espacio en su campo y estar siempre predispuestos a ayudarnos y a colaborar con lo que hiciera falta. Sin su voluntad, este trabajo no hubiera sido posible.

Gracias a mi abuela Teresa, quien me inspira a querer superarme siempre y dar lo mejor de mí en todo lo que me proponga.

Gracias a la Universidad pública por brindarme la oportunidad de formarme en lo que me apasiona y me hace feliz. Al CURE y a todo/as lo/as profesore/as y compañero/as de la LGA por acompañarme en este camino.

## **Resumen**

Los palmares de *Butia odorata* en Uruguay son comunidades vegetales que se extienden en el este del territorio uruguayo, concentrados en el departamento de Rocha y ocupando aproximadamente 70.000 hectáreas. Dada la heterogeneidad de ecosistemas en los que se desarrollan los palmares, éstos conforman comunidades muy valiosas en cuanto a su biodiversidad. El palmar es considerado un ecosistema único por su valor paisajístico y de biodiversidad, y también por sus valores históricos, arqueológicos y culturales. Este ecosistema está casi exclusivamente en tierras privadas y bajo uso productivo lo que determina una de las amenazas a la integridad del ecosistema: la presión ganadera determina la ausencia de regeneración de nuevas palmeras a causa del sobrepastoreo, que provoca el consumo de los renuevos y el pisoteo de los mismos. La restauración ecológica es fundamental para iniciar o acelerar la recuperación de este ecosistema que ha sido degradado y transformado. Este trabajo evaluó el funcionamiento de las perchas artificiales como técnica activa de restauración ecológica para el palmar a través de la comprensión de las dinámicas entre los dispersores y el paisaje. Para esto se construyeron 15 perchas artificiales de madera en forma de cruz, cada una con una cámara trampa para el muestreo de avifauna y una red colectora de semillas por debajo de la cruz. Las perchas fueron colocadas en zonas con diferentes densidades de palmeras con el fin de comprender el efecto de éstas en la dispersión de las semillas por parte de las aves. También se evaluó el efecto de la dispersión aérea y terrestre de las semillas de butiá en las perchas y en los controles. Los resultados de este estudio muestran que las aves del palmar utilizan las perchas artificiales para dispersar semillas sobre todo herbáceas y leñosas, y que la riqueza y abundancia de semillas así como también la riqueza y frecuencia de visitas de aves, es mayor en perchas ubicadas en zonas menos densas de palmar. Por otro lado, este estudio reveló que el butiá se dispersa

principalmente por tierra a través del efecto de dispersores terrestres y que existe un efecto atractor hacia los dispersores que hace que exista más abundancia de semillas en la parte terrestre de las perchas que en los controles. A su vez, esta dispersión terrestre no se encuentra afectada por la densidad de palmar. Por lo tanto, la técnica de perchas artificiales funciona para la recolección de semillas de plantas del pastizal y bosque asociados al palmar y se sugiere ubicar estas perchas en zonas menos densas de palmeras para mayor frecuencia de visitas de aves y riqueza de las mismas, así como también mayor abundancia y riqueza de semillas. Por otra parte, se sugiere implementar otro tipo de técnicas que atraigan a los dispersores terrestres del butiá (como el ñandú, el zorro y el ganado) como pueden ser los refugios de fauna. Se plantean recomendaciones a la gestión que involucran estrategias de conservación y participación de productores/as en la restauración.

**Palabras clave.** Restauración ecológica, palmar de butiá, perchas, dispersión de semillas, técnicas nucleadoras

## **Abstract**

The *Butia odorata* palm groves in Uruguay are plant communities that extend in the east of Uruguayan territory, concentrated in the department of Rocha and occupying approximately 70,000 hectares. Given the heterogeneity of ecosystems in which palm groves develop, they form very valuable communities in terms of their biodiversity. The palmar is considered a unique ecosystem due to its landscape and biodiversity value, and also for its historical, archaeological and cultural values. This ecosystem is almost exclusively on private lands and under productive use, which determines one of the threats to the integrity of the ecosystem: livestock pressure determines the absence of regeneration of new palm trees due to overgrazing, which causes the consumption of the shoots and the trampling them. Ecological restoration is essential to initiate or accelerate the recovery of this ecosystem that has been degraded and transformed. This work evaluated the functioning of artificial perches as an active ecological restoration technique for the butia palm forest through understanding the dynamics between the dispersers and the landscape. For this, 15 artificial wooden perches were built in the shape of a cross, each with a camera trap for bird sampling and a seed collecting net below the cross. The perches were placed in areas with different densities of palm trees in order to understand their effect on seed dispersal by birds. The effect of aerial and terrestrial dispersal of butia seeds in the perches and in the controls was also evaluated. The results of this

study show that palm grove birds use artificial perches to disperse seeds on all herbaceous and woody plants, and that the richness and abundance of seeds, as well as the richness and frequency of bird visits, is greater in perches located in less dense areas of palm grove. On the other hand, this study revealed that the butia disperses mainly on land through the effect of terrestrial dispersers and that there is an attractive effect towards the dispersers that causes a greater abundance of seeds in the terrestrial part of the perches than in the controls. In turn, this terrestrial dispersion is not affected by palm density. Therefore, the artificial perch technique works for collecting plant seeds from the grassland and forest associated with the palm grove and it is suggested to place these perches in less dense areas of palm trees for greater frequency of bird visits and richness of birds, as well as greater abundance and richness of seeds. On the other hand, it is suggested to implement other types of techniques that attract terrestrial dispersers of butia (such as rheas, foxes and cattle), such as wildlife refuges. Recommendations are made for management that involve conservation strategies and participation of producers in restoration.

**Keywords.** Ecological restoration, butia palm forest, perches, seed dispersion, nucleating techniques

## Índice

<b>1. Introducción y marco teórico.....</b>	<b>6</b>
1.1 Introducción.....	6
1.2 Marco teórico.....	7
<b>2. Antecedentes de la restauración ecológica en la región y en Uruguay.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Justificación.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Materiales y métodos.....</b>	<b>19</b>
5.1 Área de estudio.....	19
5.2 Diseño experimental.....	21
5.2.1 Diseño y colocación de perchas.....	21
5.3 Metodología del objetivo específico 1.....	27
5.4 Metodología del objetivo específico 2.....	28
5.5 Metodología del objetivo específico 3.....	30
<b>6. Resultados.....</b>	<b>31</b>
6.1 Riqueza y abundancia de semillas.....	31
6.2 Riqueza y frecuencia de visitas de aves.....	35
6.3 Semillas de <i>Butia odorata</i> dispersadas por aire y por tierra.....	41
<b>7. Discusión.....</b>	<b>43</b>
<b>8- Aportes y recomendaciones para la restauración ecológica del palmar de <i>Butia odorata</i>.....</b>	<b>47</b>
8.1 Aportes de la técnica de perchas a la restauración ecológica del palmar.....	47
8.2 Recomendaciones de técnicas nucleadoras para la dispersión de <i>Butia odorata</i> .....	49
8.3 Recomendaciones para la participación social en la restauración ecológica del palmar.....	52
<b>9. Anexos.....</b>	<b>55</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>60</b>

## 1. Introducción y marco teórico

### 1.1 Introducción

Los palmares de *Butia odorata* en Uruguay son comunidades vegetales que se extienden en el este del territorio, concentrados en el departamento de Rocha y ocupando aproximadamente 70.000 hectáreas (Rivas, 2005). Dada la heterogeneidad de ecosistemas en los que se desarrollan los palmares, conforman comunidades muy valiosas en cuanto a su biodiversidad (Rivas, 2020). El palmar es considerado un ecosistema único por su valor paisajístico y de biodiversidad, y también por sus valores históricos, arqueológicos y culturales (PROBIDES, 1995; Rivas & Barbieri, 2015). En Uruguay se pueden distinguir tres tipos de ecosistemas de palmar con distinta vegetación asociada: palmar asociado a pastizal, palmar de parque y palmar de bosque (Colominas, 2016). El más extenso es el palmar asociado a pastizal, donde los palmares conviven con una gran diversidad de especies herbáceas, así como helechos, briofitas, epífitas, hongos, algas y líquenes (Colominas, 2016; Rivas, 2020). En algunos casos el palmar asociado a pastizal puede desarrollarse en suelos que permanecen encharcados o saturados una parte del año, en este caso se asocia también al ecosistema de humedal (Barreneche & Zarucky, 2017). El palmar de parque, es una transición entre el palmar de pastizales y el palmar de bosque, por lo que presenta especies asociadas a los otros dos ecosistemas (Colominas, 2016). Por último, está el palmar de bosque, que es el más rico en diversidad tanto de flora como de fauna (Colominas, 2016). Esta heterogeneidad de ecosistemas, provee de una gran variedad de hábitats para la fauna sobre todo para mamíferos, aves, reptiles e insectos, entre otros, ya que sus frutos y semillas son consumidos por diversas especies (Geymonat & Rocha 2009; Rodríguez-Mazzini & Molina, 2000; Molina, 2001; Aldabe & Calimares 2009; Turielli, 2020).

Este ecosistema está casi exclusivamente en tierras privadas y bajo uso productivo (Rivas, 2005), lo que determina diversas amenazas. Por un lado, la presión ganadera determina la ausencia de regeneración de nuevas palmeras a causa del sobrepastoreo, que provoca el consumo de los renuevos y el pisoteo de los mismos (Báez & Jaurena 2000; Rivas & Barilani, 2004; Rivas 2014; Rivas et al. 2017). Por otro lado, la producción arrocera, genera conversión de los palmares a arrozales y limita su expansión, en particular en el área de palmares de San Luis (Rivas & Barilani, 2004). Debido a la falta de renuevos las poblaciones actuales de la especie son muy longevas, lo que compromete su viabilidad (Rivas, 2005). En tal sentido, se han desarrollado diversos marcos legales para su protección y manejo, como la figura de Reserva de la Biósfera Bañados del Este de la UNESCO (Pezzani, 2007), la Ley 9872 (año 1939) y Ley Forestal 15939 (año 1987), en las cuales los palmares se ponen bajo la protección y contralor del estado, prohibiendo la tala o destrucción total o parcial del

palmar o ejemplares (Rivas, 2020). Si bien la zona de mayor densidad de palmar (en donde se llevó adelante la investigación de esta tesis) se encuentra dentro de las prioridades de conservación a nivel nacional para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (MVOTMA, 2015), no se encuentra protegida bajo ninguna figura legal de reserva departamental o nacional. A su vez, la especie *Butia odorata* es prioritaria para el SNAP, es decir que su conservación es prioritaria a nivel nacional y que se entiende que su protección podría abordarse desde la gestión del SNAP (Soutullo et al., 2013). Más allá de estas figuras legales, las presiones actuales hacen que sean necesarias estrategias más efectivas para viabilizar el crecimiento de nuevas palmas, incluyendo estrategias de restauración ecológica (Rivas et al., 2017; Sosinski et al., 2019). En este trabajo se propone evaluar una técnica de restauración ecológica en particular: perchas artificiales, como una alternativa a la regeneración del palmar de *Butia odorata*.

## **1.2 Marco teórico**

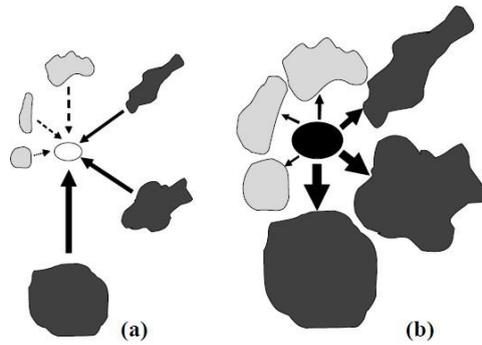
El fin de la restauración ecológica (Ver definición en Tabla 1 de Anexos), es regresar un ecosistema a su estado original o a un ecosistema deseado, sin embargo, restaurar un ecosistema no es exclusivamente copiar con exactitud un modelo de naturaleza, sino también recuperar la estabilidad e integridad biológica de los ecosistemas naturales (Society Restoration Ecology, 1990, 2004; Ceccon, 2013). En todos los casos para llevar a cabo acciones de restauración, se debe describir previamente el ecosistema de referencia (Ver definición en tabla 1 de Anexos) al cual se espera llegar y que servirá para guiar el proceso de restauración (Sánchez et al., 2005). Además de identificar el ecosistema de referencia, es fundamental comprender los patrones y trayectorias sucesionales de los ecosistemas para orientar los procesos de restauración (Avella et al., 2019). Las actividades antropogénicas pueden afectar estos procesos naturales y por lo tanto influir en la sucesión ecológica (Ver definición en tabla 1 de Anexos) de los ecosistemas, resultando en ecosistemas muy diferentes a los que existían anteriormente (Lebrija-Trejos et al. 2010; Santos et al., 2017). De esta forma, es relevante conocer las especies pioneras, especies de sucesión tardía, dominantes, codominantes, raras, nodrizas y especies potenciales para ser utilizadas en programas de restauración (Vargas, 2011). Las técnicas de restauración ecológica se dividen en dos grandes grupos: pasivas y activas (Williams-Linera et al., 2015; Ceccon, 2013; Mola et al., 2018). El tipo de restauración varía según la

extensión y duración de las perturbaciones pasadas, las condiciones culturales que han alterado el paisaje y las oportunidades o limitaciones actuales (SER, 2004). Por un lado, con la restauración pasiva (Ver definición en tabla 1 de Anexos) se quitan aquellas causas que impiden la expresión de mecanismos de regeneración natural (Fernández et al., 2010; Vargas, 2011; González-Espinosa et al., 2012; Ceccon, 2013; Mola et al., 2018) y su uso es recomendable en aquellos sitios donde la perturbación ha sido leve, siempre que exista la presencia de un banco de semillas, o cercanía a bosques que no han sido perturbados, los cuales actúan como fuente de dispersión de especies pioneras (Holl & Aide, 2011). Por otro lado, con la restauración ecológica activa (Ver definición en tabla 1 de Anexos) el ecosistema puede superar las barreras que impiden la regeneración, acelerando los procesos de sucesión ecológica y asegurando el desarrollo de procesos de recuperación (Vargas, 2011). Es recomendable llevar a cabo estrategias de restauración activa en aquellas áreas donde el método de restauración pasiva está asociado a un alto riesgo de fracaso y se requieren acciones inmediatas en la recuperación de los ecosistemas (Sanchún et al., 2016).

Existen diversas técnicas de restauración ecológica activa, entre las cuales podemos encontrar a las técnicas nucleadoras (Ver definición en tabla 1 de Anexos) las cuales se basan en los fundamentos de la nucleación<sup>1</sup> (Ver definición en tabla 1 de Anexos) (Lamb & Gilmour, 2003; Reis et al., 2003; Williams-Linera et al., 2015; López et al., 2017). Estas técnicas promueven la sucesión natural, permitiendo que se expresen los mecanismos de restablecimiento utilizados por la propia naturaleza (Reis et al., 2007; Reis et al., 2010). A medida que pasa el tiempo, estos núcleos se expanden y aumentan la conexión entre el área degradada y los fragmentos de bosques naturales adyacentes (Reis et al., 2010; Ceccon, 2013). En este punto, se restablece una red de conexiones, fundamental para promover la conectividad entre las unidades del paisaje como un todo intrincado (Figura 1) (Reis et al., 2010).

---

<sup>1</sup> El conocimiento de la nucleación se basó en sus inicios en diversos estudios experimentales, en los que se halló que aves y murciélagos utilizaban árboles remanentes aislados en pastizales para protección, para descanso durante el vuelo entre fragmentos, para residencia, para alimentación e incluso como letrinas (Ceccon, 2013). La utilización de estos árboles crea una lluvia de semillas que forma un nuevo banco de semillas en estos sitios y posteriormente crea núcleos de regeneración de alta diversidad, según las condiciones ambientales (Reis et al., 2003).



**Figura 1.** “Dinámica de retroalimentación de conectividad entre paisaje y una zona en proceso de restauración”. Tomado de Reis et al. (2010). (a) Conectividad del receptor: la dirección de los caudales ecológicos es desde los remanentes naturales de la fuente hasta el área que se está restaurando (elipse blanca). (b) Conectividad de donantes: el área en restauración se convierte en un núcleo mayor (elipse negra) insertado en el paisaje. Los remanentes naturales aumentan de tamaño y reducen la distancia al área de restauración. Los diferentes tonos grises representan etapas sucesionales de los remanentes dispersos en una matriz con permeabilidad variable. Las flechas de diferentes espesores representan los diferentes grados de conectividad entre los remanentes y el área en restauración (las flechas más gruesas representan flujos ecológicos más intensos). Las distancias disminuyen desde la (a) a (b).

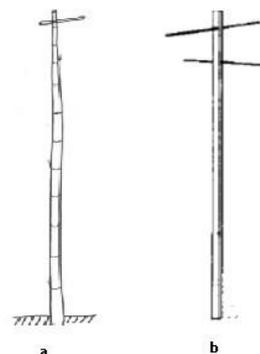
Existen diversas técnicas nucleadoras entre las cuales podemos encontrar: transposición del suelo, perchas, transposición de maleza y restos vegetales de bosques o refugios de fauna, siembra directa de semillas e hidrosiembra, transposición de plántulas germinadas de la lluvia de semillas con variabilidad genética, plantación de plántulas en islas de alta diversidad y especies funcionales en grupos de Anderson (Reis et al., 2003; Espíndola et al., 2003; Bechara, 2006; Reis et al., 2007; Cole et al., 2010; Alves & Pinheiro, 2013; Donato et al., 2020). Es recomendable el uso de una mezcla de técnicas de nucleación en un mismo sitio, cuanto mayor sea la diversidad de formas y funciones de los núcleos, mayor será la eficacia del conjunto de técnicas (Reis et al., 2010). Las técnicas nucleadoras no se caracterizan por implementarse en un área completa, sino en pequeños núcleos, ocupando alrededor del 10% del área, lo que la convierte en una ventaja en términos de superficie abarcada (Reis et al., 2010).

Una de las técnicas nucleadoras más utilizadas y que propone potenciar las interacciones planta-animal, es la de perchas para aves (McDonnell & Stiles 1983; Holl, 1998; Reis et al., 2003; Tres & Reis, 2007). Son estructuras que brindan sitios de reposo, alimentación y/o caza para aves (Tres & Reis 2007). En estas, las aves que se posan pueden expulsar heces o egagrópilas conteniendo semillas que provienen de los bosques remanentes próximos hacia el área a restaurar (Ceccon, 2013; Sanchún

et al., 2016). Esta técnica da como resultado núcleos de diversidad alrededor de las perchas que, con el paso del tiempo, se extienden por toda la zona dañada (Holl, 1998; Reis et al., 2003). Atraer animales dispersores de semillas por medio del uso de perchas artificiales acelera la regeneración natural y aumenta la vegetación en el área degradada con especies vegetales de las zonas adyacentes (Robinson & Handel 1993, Holl, 1998, Guariguata & Ostertag, 2001). La utilización de esta técnica tiene su fundamento en que las aves de ecosistemas boscosos tienden a evitar los espacios abiertos, y si los cruzan usan sitios para posarse (Guevara et al., 1986).

Las perchas pueden ser naturales, como árboles remanentes y árboles muertos, o artificiales, como cercas de postes, perchas secas, perchas vivas, torres de enredaderas o lianas y perchas de cable aéreo (Mcclanahan & Wolfe, 1993; Reis et al., 2003; Bechara, 2006; Espíndola et al., 2003; Días et al., 2014; Athiê & Dias, 2016). Dentro de las diferentes perchas artificiales, están las que se conocen como perchas secas, que son aquellas que imitan las ramas secas de los árboles y pueden estar hechas de postes de madera o bambú embutidos perpendicularmente en el suelo (Figura 2) (Mcclanahan & Wolfe, 1993; Reis et al., 2003; Espíndola et al., 2003). Estas perchas deben presentar ramificaciones terminales laterales para que las aves se posen, ser relativamente altos para proporcionar un buen terreno de caza y estar dispersas en el paisaje (Reist et al., 2003; Espíndola et al., 2003). Los postes pueden medir de 2 a 3 metros de alto y poseer en el extremo dos palos perpendiculares entre sí o en forma de cruz (percha barra cruzada), para que las aves puedan posarse, o simplemente un sólo palo formando 90° con el poste principal (Días et al., 2014; Orozco, 2018). El largo de estos palos puede ir entre 50 a 60 cm (Días et al., 2014; Orozco, 2018).

**Figura 2.** Perchas secas



**Figura 2.** a) percha de bambú b) percha barra cruzada.  
**Fuente:** Mcclanahan & Wolfe (1993), Reis et al. (2003).

## 2. Antecedentes de la restauración ecológica en la región y en Uruguay

En América Latina, la restauración ecológica en las últimas décadas, ha sido impulsada por acuerdos internacionales, tales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Reto de Bonn, Iniciativa 20x20 y recientemente el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (el cual entra en vigencia de 2021 a 2030), con resultados diversos según las políticas asociadas a la restauración de cada país (Meli et al. 2017; Toribio et al., 2017; ONU, 2024). Algunos de los países de Latinoamérica comprometidos con iniciativas de restauración y que cuentan con planes de restauración ecológica son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Guatemala (Toribio et al., 2017; PNRBN, 2019; PNRP, 2021). Los proyectos y actividades de restauración de alguno de estos países, contemplan diferentes ecosistemas boscosos tales como la mata atlántica, el bosque andino-patagónico, chaco seco y húmedo, el espinal, la selva misionera, las yungas, páramo andino, bosque húmedo tropical, entre otros (MADS, 2015; Toribio et al., 2017; De Paz et al., 2019). Entre las técnicas de restauración ecológica más utilizadas están la revegetación o la plantación, siembra directa, la exclusión de animales o herbívoros (restauración pasiva), control de especies exóticas invasoras y algunas técnicas de nucleación (refugios artificiales, transposición de suelo, lluvia de semillas, perchas, plantación en grupos de Anderson) (Reis et al., 2003; Tres et al., 2007; Smith-Ramírez et al., 2015; Rebelato et al., 2017; De Paz et al., 2019). En cuanto al uso de perchas como técnica de restauración, se ha visto su aplicación y evaluación en bosques montanos subtropicales del noroeste de Argentina, en donde se observó que las perchas ubicadas a diferentes distancias de remanentes de bosque, facilitan la dispersión de semillas en zonas afectadas por incendios y sobrepastoreo, y que la diversidad de aves que visitan las perchas varía en función de su diseño (si son perchas artificiales o naturales) (Berrios et al., 2024). Aún así esta experiencia destacó que las aves dispersoras frugívoras características de los bosques andinos subtropicales no hicieron uso de las perchas artificiales (Berrios et al., 2024). Otra experiencia en Argentina, evaluó el rol de perchas naturales (árboles aislados de *Vachellia caven*), en la dispersión de semillas y el establecimiento de renovales leñosos en áreas abiertas y degradadas del Espinal de Córdoba (Marasas, 2020). Este estudio encontró que la abundancia y riqueza de semillas fueron significativamente mayores bajo las perchas naturales en comparación con áreas sin perchas y que éste tipo de perchas favorecen el establecimiento de renovales por efecto de facilitación, destacando así su potencial para la restauración (Marasas, 2020). En Brasil existen varios trabajos que evalúan el efecto de las perchas artificiales en la restauración ecológica de diversos biomas destacando que es una herramienta útil para atraer aves dispersoras de semillas y promover la regeneración en áreas degradadas (Rodrigues et al., 2009; Dias et al., 2014; Ferreira, 2014; Silva et al., 2023).

En Uruguay existen experiencias de restauración ecológica promovidas por instituciones tanto públicas como privadas, así como también por organizaciones de la sociedad civil (ONGS), entre las cuales podemos encontrar las impulsadas por Vida Silvestre, que en conjunto con propietarios/as privados, restauran diferentes ecosistemas como bosque nativo, humedal y pastizal (Fascioli, 2023). Otras experiencias están ligadas a diferentes proyectos promovidos por ONGS y que son financiados por el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD), articulando diferentes instituciones, en donde se llevan adelante acciones de restauración tales como plantación de especies nativas y eliminación de especies exóticas invasoras, en ecosistemas como bosque nativo y campo natural (Fascioli, 2023). Una de estas experiencias fue llevada a cabo en la cuenca del Santa Lucía (articulando intendencia, DINAMA y actores de la sociedad civil), en donde se plantaron diferentes especies nativas arbóreas, se hizo control de especies exóticas invasoras y se colocaron alambres entre postes no sólo con el fin de excluir al ganado, sino también para cumplir la función de perchas para aves (Bernardi et al., 2021).

En cuanto al relevamiento de información acerca de acciones de restauración ecológica que está llevando adelante el Ministerio de Ambiente tanto en áreas protegidas del SNAP, como en otros sitios, se realizó un pedido de acceso a la información pública al MA, a través de la Ley N° 18381, solicitando esta información el día 18 de febrero de 2025, pero hasta el momento no se ha tenido acceso a estos datos.

Existe un trabajo realizado por Etchebarne-Palla et al. (2022) que releva antecedentes de intervenciones para la conservación del bosque en Uruguay, incluyendo actividades de restauración, que demuestra que la mayoría de estas intervenciones se han realizado en los tipos de bosques de mayor extensión en el país (riberaño y serrano). Existen pocas experiencias sobre bosques con poca superficie relativa (ej. pantanoso, de quebrada) (Etchebarne-Palla et al., 2022). Dentro de las diferentes intervenciones, las técnicas de restauración ecológica que han sido más utilizadas son la exclusión del pastoreo (restauración pasiva), plantación de especies nativas y control de especies exóticas invasoras (Etchebarne-Palla et al., 2022). Se ha visto que la exclusión del pastoreo ha sido una técnica efectiva para aumentar la densidad de regeneración dentro del bosque, o fomentarla fuera del bosque (Etchebarne-Palla et al., 2022). Existen experiencias con exclusión de ganado en nuestros bosques nativos que han resultado exitosas (Molina, 2001; Rivas, 2005; Etchebarne & Brazeiro, 2016). Sin embargo, para que el establecimiento de ejemplares jóvenes sea un éxito es necesario el mayor cuidado de los mismos, ya que existen otras especies herbáceas o leñosas, que crecen más rápido que los propios árboles, compitiendo por los recursos en forma desproporcionada (Gonzalez, 2011).

En cuanto a experiencias que estudian el efecto de técnicas de restauración, podemos encontrar

sobre control de especies invasoras de *Ligustrum lucidum* en un bosque parque, la cual muestra efectividad al combinar control mecánico y químico para ejemplares adultos, combinado con manejo de pastoreo (bovino y ovino) para control de renovales y el uso de bovinos como medio de transferencia de semillas de pastizales donantes a la zona a restaurar (Blumetto, 2024). Otros trabajos analizan los efectos de técnicas de restauración pasiva y técnicas de restauración activa en un bosque parque que ha sido talado, observando que no existen diferencias significativas en la recuperación del bosque con ambas técnicas, lo que indica que la plantación de árboles (enriquecimiento), como método de restauración activa, no logró potenciar en este caso el proceso de recuperación (Brazeiro et al., 2018; Barrios, 2022).

En cuanto a experiencias de restauración de pastizales en Uruguay, se ha visto que las técnicas aplicadas fueron: manejo de pastoreo (ej, exclusiones, pastoreo rotativo y carga animal), fuego (como rebrote de vegetación o control de invasoras), control de especies invasoras (mecánico y químico), aporte de propágulos (siembra directa), dispersión de propágulos, fertilización, exportación de nutrientes, manejo hidrológico y trasplante de campo natural (World Resources Institute, 2020, 2021). Se ha visto que la mayor variedad de técnicas de restauración aplicadas fue en pastizales degradados sin antecedentes de cambio de uso de suelo (principalmente afectados por herbivoría) (World Resources Institute, 2020, 2021).

Con respecto a las experiencias en restauración ecológica del palmar de *Butia odorata*, éstas incluyen la exclusión del ganado (permanente y exclusión invernal) y manejo del pastoreo (disminución de la carga animal y pastoreo rotativo) por parte de los productores/as con predios en áreas de palmares en Castillos, Rocha (Rivas, 2020). Dichas experiencias han demostrado que dentro de una exclusión hay regeneración de butiá ya que hay un incremento de las especies de la pradera de alto valor forrajero por lo que los animales dejan de consumir los renuevos de las palmeras (Rivas, 2005). Según Rivas y Mazzella (2007), una posible estrategia de conservación a largo plazo es que este pastoreo se realice en un 5 % o 10 % del campo y de esta forma se estaría conservando el palmar y las pasturas naturales. Existen zonas del palmar donde se ha excluido el ganado y ha existido un éxito parcial, si bien ha crecido un número importante de palmeras juveniles, muchas murieron, por tener un crecimiento más lento que otras plantas herbáceas, no pudiendo competir con ellas, principalmente por la luz del sol (PROBIDES, 1999 b). Hasta el momento se ha visto que las técnicas de restauración ecológica utilizadas para el palmar han sido de restauración pasiva y manejo del ganado.

En cuanto a la utilización de perchas para aves, no se ha encontrado documentado en la bibliografía existente, trabajos de restauración ecológica que evalúen esta técnica en bosques nativos y/o pastizales de Uruguay. Tampoco se ha encontrado documentado en la bibliografía experiencias o estudios sobre el uso de perchas en otros palmares de la región. Esto representa un gran vacío de

información que, por un lado, impide conocer el uso de esta técnica y sus resultados en los ecosistemas de nuestro país, o en otro tipo de palmares, y por otro lado, motiva a impulsar su aplicación e investigación, sobre todo en un ecosistema degradado como el palmar de butiá.

### 3. Justificación

El género *Butia* de palmeras es endémico de la región centro este de Sudamérica, distribuyéndose en los países Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (Velázco & Insaurrealde, 2020). Lo particular de este género, es que dos de sus especies (*Butia yatay* y *Butia odorata*) forman extensas poblaciones conformando así palmares, los cuales se distribuyen, por un lado, en el Litoral Oeste de Uruguay con *B. yatay* (continuando en extensiones más amplias en Argentina) y por otro lado en el Este del país con *B. odorata* (formación que se continúa con el sur de Brasil) (Velázco & Insaurrealde, 2020). Es importante resaltar que la distribución de la especie *Butia odorata* no sólo es muy restringida a nivel regional sino a nivel mundial (Velázco & Insaurrealde, 2020), lo que vuelve a este ecosistema tan único e importante de preservar y tomar medidas de conservación y de restauración. Esto último es particularmente importante, teniendo en cuenta que ambos palmares en nuestro país sufren amenazas a su integridad, tales como el cambio en el uso del suelo (principalmente por la agro-forestación) en los palmares de *Butia yatay* en el Litoral Oeste (Molina, 2001; Schaiani, 2017) y la presión ganadera y arrocera en los palmares de *Butia odorata* en el Este del país (Rivas, 2020).

El palmar de *Butia odorata* se destaca por sus valores ambientales, paisajísticos e histórico-culturales (Rivas, 2020). Son varios los servicios ecosistémicos de provisión relacionados a este ecosistema, los cuales se vinculan a la ganadería, la extracción de frutos de butiá (consumo en fresco y elaboración de amplia gama de productos), la elaboración de miel de palma y los recursos fitogenéticos (ornamental, medicinal, fibra y frutal) tanto de la palma como de su estrato herbáceo, arbóreo y también de las especies epífitas que viven en las palmeras (Rivas, 2005, 2014). El estrato herbáceo de pastizales y pradera al cual está asociado el palmar, es el más extenso, y se pueden encontrar gramíneas de valor forrajero, de uso medicinal y ornamental (Colominas, 2016; Rivas, 2020). Las palmeras inciden en la producción de un mayor volumen y calidad de forraje en el periodo estival para el ganado, gracias a la mayor humedad del suelo y sombreado producido por las palmas (Rivas et al., 2014). Otro de los servicios ecosistémicos que brinda el palmar son los de regulación, el palmar al encontrarse en un ecotono entre bañados y campos más altos, cumple un rol en el ciclo hidrológico, en el reciclaje de nutrientes, la conservación de suelos y la regulación del microclima (Rivas et al., 2014). Además brinda servicios ecosistémicos de soporte, al estar asociado a diferentes

ambientes el palmar presenta gran variedad de nichos y hábitats para la fauna (Colominas, 2016). Se han registrado 86 especies de aves en el palmar y se ha observado que éstas obtienen diferentes recursos de la palmera tales como el alimento, percha (para descanso o acecho) y nidificación (Lado et al., 2024).

Se destaca también el importante valor socio-cultural del palmar, a través del patrimonio histórico (vinculado al uso de la palma por grupos prehistóricos desde hace 5000 años atrás), de los conocimientos tradicionales sobre el uso de palma, las leyendas vinculadas al palmar y las diversas expresiones artísticas en torno a éste (PROBIDES, 1995; Rivas, 2005; Geymonat y Rocha, 2009; Rivas, 2014; Dabezies, 2019). Todos estos valores le confieren identidad cultural a los pobladores/as locales y desde un punto de vista económico, la recolección de frutos para su posterior producción de productos gastronómicos, sustenta y promueve la economía local de varias familias dentro del departamento.

Este emblemático ecosistema de importantes valores ecológicos y culturales, se encuentra en una situación de extrema vulnerabilidad debido a que está formado solamente por un estrato superior de individuos adultos (centenarios con una edad entre 300 y 500 años), incrementándose las tasas de mortalidad de los mismos y con ausencia de regeneración, lo que advierte sobre el peligro de extinción del palmar (Rivas, 2005; González, 2011; Rivas, 2020). Esta situación tiene su origen en actividades agropecuarias, principalmente el sobrepastoreo que ejerce el ganado sobre los renuevos de butiá y la agricultura, mayoritariamente arrocería, que altera o destruye el hábitat para la sobrevivencia del butiá (Rivas, 2020). La palmera butiá (como especie) no corre riesgo de extinción, pero sí el ecosistema de palmar (González, 2011). De no encontrarse alternativas que permitan revertir dicha situación, en poco tiempo, quedarán sólo pequeñas agrupaciones de palmas únicamente en algunos pajonales, bordes de montes nativos, terrenos incomunicados por cursos de agua y en los bordes de las carreteras (González, 2011).

En Uruguay, aproximadamente el 96% de la tierra es de propiedad privada y se encuentra bajo diversos sistemas de producción agropecuaria, mientras que el Sistema Nacional de Áreas Protegidas abarca solo el 1% de la tierra (Cortés-Capano et al., 2017; Cortés-Capano et al., 2020). El palmar se encuentra en tierras de privados (Rivas, 2020), lo que resulta en un desafío articular políticas y estrategias de conservación con la producción e intereses de los propietarios/as de los campos con palmar. Aunque la especie *Butia odorata* sea prioritaria para la conservación del SNAP (Soutullo et al., 2013) no existe actualmente ningún área protegida dentro del sistema que abarque superficie del ecosistema de palmar, ni una estrategia de conservación definida para el mismo. Si bien la Laguna Negra ubicada en el departamento de Rocha, contempla en sus alrededores ecosistema de palmar y es un sitio que se encuentra en proceso de estudio para su ingreso al SNAP como área protegida, no

es un área destinada a la protección propiamente del ecosistema de palmar, además de que la superficie que va a ingresar según el plan estratégico del SNAP 2015-2020, es la del espejo del agua en sí y el área potrerrillo de Santa Teresa (protegida actualmente bajo la gestión de PROBIDES) (MVOTMA, 2015). Teniendo en cuenta la situación de desprotección que enfrenta el ecosistema del palmar, es necesario buscar medidas urgentes frente a su degradación. La exclusión de la actividad productiva en las tierras en las que está inserto el palmar sería inviable en términos prácticos y con consecuencias socio-culturales negativas (Rivas, 2020). Es aquí donde surge una oportunidad para investigar aquellas estrategias que promuevan el cuidado de la naturaleza, compatibilizando los sistemas humanos con la conservación (Cortés-Capano et al., 2017). La restauración ecológica se ha convertido en una actividad prioritaria en ámbitos científicos, ambientalistas y políticos durante la última década (Díaz, 2020). Esto lo reflejan políticas y acuerdos internacionales que la posicionan como estrategia central para enfrentar la crisis ambiental global (Baker et al., 2014). El proceso de restauración inicia o acelera la recuperación de los ecosistemas que han sido degradados, dañados, transformados o totalmente destruidos (SER, 2004), por lo que sería una estrategia de conservación posible frente a la degradación del palmar de *Butia odorata* y su ausencia de regeneración. A su vez permite articular los intereses ecológicos con los económicos y sociales, contemplando en el proceso las aspiraciones e intereses de la comunidad local (incluyendo a los propietarios/as de las tierras, usuarios de los recursos locales, autoridades, etc.) y el desarrollo de oportunidades económicas para la misma (Gann & Lamb, 2006; Baker et al., 2014; Diaz, 2020). La participación de las comunidades locales en los proyectos de restauración forma parte del éxito de la misma (SER, 2004; Vargas, 2011), por lo que sería una gran oportunidad de integrar en el proceso a los diferentes actores sociales en torno al palmar, incluyendo a los productores/as y propietarios/as de tierras con palmar.

Teniendo en cuenta la amenaza que sufre este ecosistema y el contexto socioeconómico en el que se encuentra, la restauración ecológica activa mediante el manejo de núcleos podría ser una herramienta efectiva. En particular, la técnica de restauración de perchas artificiales sería una posible alternativa a la regeneración del palmar. Ésta consiste en la aplicación de perchas dispersas en el ecosistema, acompañadas cada una de ellas por una exclusión por debajo de sí mismas, impidiendo así la entrada del ganado al núcleo de regeneración. Esta técnica se presenta como una alternativa novedosa frente a la restauración pasiva que hasta ahora ha sido implementada en el palmar. Por un lado, porque la restauración pasiva entra en conflicto con la producción agrícola-ganadera y por otro lado puede generar accidentes o disturbios como incendios forestales o invasiones biológicas (Lamb & Gilmour, 2003; Sanchún et al., 2016). Las perchas, al ser una técnica nucleadora aumentan la heterogeneidad en el ambiente dando lugar al establecimiento de un número mayor de procesos ecológicos y flujos naturales (Reis et al., 2007). Las semillas que son dispersadas sobre un área

degradada son esenciales para que ocurra la restauración natural a través de la sucesión secundaria (Bechara, 2003). Es una alternativa principalmente cuando los costos de implementación deben ser reducidos en proyectos de gran escala, ya que los núcleos de regeneración abarcan poca superficie lo que podría generar a su vez mayor aceptación por parte de los productores/as (Reis et al., 2010; Ceccon, 2013). Por otro lado, es una técnica que utiliza a las aves como agente dispersor, las cuales se destacan como el grupo de vertebrados que desempeña un papel fundamental en la dispersión de semillas y en el proceso de sucesión y colonización de áreas degradadas y/o ecosistemas en transformación (Guimarães, 2015). A su vez la utilización de las aves en esta técnica mejora la tasa de germinación de muchas especies de plantas por el proceso de escarificación de las semillas al pasar a través del tracto digestivo de las aves (Ellison et al. 1993; Guerta et al., 2011; Gómez et al., 2014). Otro de los motivos que hacen interesante y atractiva a esta técnica es que la recolección de semillas sería la idónea porque son provenientes de la vegetación circundante que compone al ecosistema del palmar y por lo tanto mantienen su variabilidad genética local (lo que confiere mayor adaptabilidad y viabilidad de las plántulas) (Reis et al., 1999).

En este trabajo se propone evaluar la técnica nucleadora de perchas artificiales en el palmar de butiá como una alternativa a la restauración del ecosistema. Para eso resulta fundamental conocer sus efectos en los procesos de dispersión por aves; cuáles son las especies de aves que utilizan las perchas, en qué zonas del palmar se da una mayor dispersión y qué especies de semillas están dispersando dentro del ecosistema. A partir de esta información se espera generar aportes a la gestión ambiental de este emblemático ecosistema a través de esta técnica de restauración ecológica. Dentro del marco propuesto se plantean las siguientes hipótesis:

Una parte de la dispersión de las semillas de butiá y otras especies de plantas del palmar es realizada por aves.

Dicha dispersión en este paisaje se ve afectada por la oferta de perchas naturales (palmeras) y la distancia a las plantas progenitoras.

Estas aves utilizan tanto perchas naturales como artificiales para descansar y procesar su alimento depositando allí diversas semillas de las especies que consumen.

Las predicciones son:

P1) Un diseño de perchas artificiales en este paisaje de palmar degradado va a promover la llegada de diversas semillas a través de la dispersión por aves en distintos lugares del paisaje, facilitando así núcleos de posible restauración.

P2) A medida que disminuye la densidad de palmeras (perchas naturales) la dispersión se hace menor

#### 4. Objetivos

##### **Objetivo general:**

Comprender las dinámicas de dispersión de semillas por aves que utilizan perchas artificiales en el palmar de *Butia odorata* y evaluar el uso de dichas perchas como técnica de restauración del palmar.

##### **Objetivos específicos:**

- 1) Identificar la riqueza y abundancia de semillas encontradas en las perchas y analizar su vínculo con la densidad de palmeras asociada.
- 2) Identificar la riqueza y frecuencia de visitas de aves que utilizaron las perchas y analizar su vínculo con la densidad de palmeras asociada.
- 3) Comparar la captación de semillas de *Butia odorata* en la percha que fueron dispersadas por aire (en la red) y con la dispersada por tierra debajo de la percha, y analizar su vínculo con la densidad de palmeras asociada.
- 4) Evaluar la contribución de las perchas como técnica de restauración en el palmar y generar aportes a la gestión ambiental del ecosistema.

## 5. Materiales y métodos

### 5.1 Área de estudio

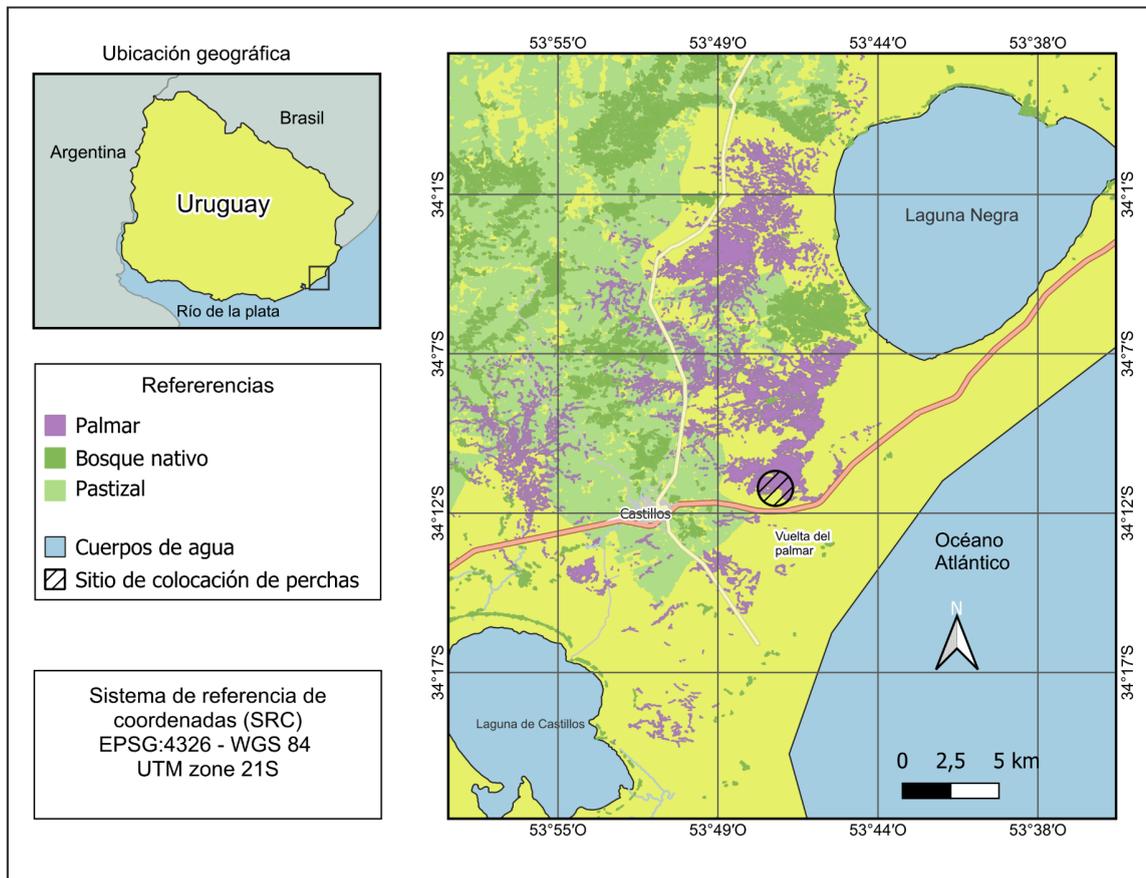
El área de estudio (Figura 3) está localizada en la Vuelta del Palmar, ubicada 6 km de la ciudad de Castillos y 15 km de laguna de Negra, Rocha, Uruguay ( $34^{\circ}10'59,23''S$ ;  $53^{\circ}46'59,98''O$ ) (Molina, 2001; Rivas & Barilani, 2004; Zaffaroni et al., 2005). A lo largo de su distribución, los palmares de Castillos presentan densidad (N° de palmas/ha) variable. Zaffaroni et al. (2005), Rivas (2014) y Rivas et al. (2017) definieron cinco categorías de densidad: Muy Alta ( $\geq 351$  p/ha), Alta (251 – 350), Media (151 – 250), Baja (51 – 150) y Muy Baja ( $\leq 50$ ). De acuerdo a esta clasificación, la localidad de la Vuelta del Palmar está compuesta por palmares de Alta y Muy Alta densidad (Zaffaroni et al. 2005; Rivas 2014).

El palmar presenta varios niveles de composición vegetal, por un lado están asociados a un estrato herbáceo de praderas naturales y pastizales (en ocasiones ocupados por matorrales o bosque), sobre suelos bajos y húmedos, anegables permanente o temporalmente y por otro, en formaciones más aisladas en bosques fluviales y laderas serranas (Colominas, 2016; Rivas, 2020). Según el grado de saturación e inundación del suelo, el palmar puede estar asociado a pastizales uliginosos o pajonales de *Panicum prionitis* (“paja brava”) y *Erianthus angustifolius* (“paja estrelladora”) (Alonso, 1997; Barreneche & Zarucky, 2017). Dentro de las gramíneas asociadas a palmares podemos encontrar especies de diferentes géneros tales como *Andropogon*, *Axonopus*, *Bothriochloa*, *Eragrostis*, *Paspalum*, *Panicum*, *Stenotaphrum*; y leguminosas como *Adesmia bicolor* y otras de menor valor forrajero (ciperáceas y juncáceas) (Colominas, 2016). Hay zonas donde la palma está asociada a *Eryngium*, *Colletia Paradoxa* y *Bromelia antiacantha*, especies de plantas espinosas que dificultan el acceso al ganado y generan condiciones de humedad y semi sombra lo que favorece la germinación de las semillas de la palmera (Colominas, 2016). Estas asociaciones se dan en los límites entre los pastizales y las laderas (Colominas, 2016).

Por otro lado, las palmas se asocian con un estrato arbóreo alto junto con especies como *Ficus luschnathiana* y con un estrato arbóreo de menor altura con especies arbóreas como *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrsine laetevirens*, *Eugenia uniflora*, *Scutia buxifolia* (Colominas, 2016). También se asocia con arbustos como *Colletia paradoxa* y *Daphnopsis racemosa* y por debajo un estrato de gramíneas, herbáceas y helechos (Colominas, 2016).

En los palmares de Castillos se practica ganadería de bovinos y ovinos principalmente, y en algunas zonas se practica la cría de porcinos, ya que los frutos de butiá suponen una importante fuente de alimento (Rivas y Barilani 2004; Zaffaroni, 2004). En el predio donde se colocaron las perchas se

llevan a cabo actividades como la cría de ganado y actividades de ecoturismo, a través de paseos didácticos y degustación de café de butiá.



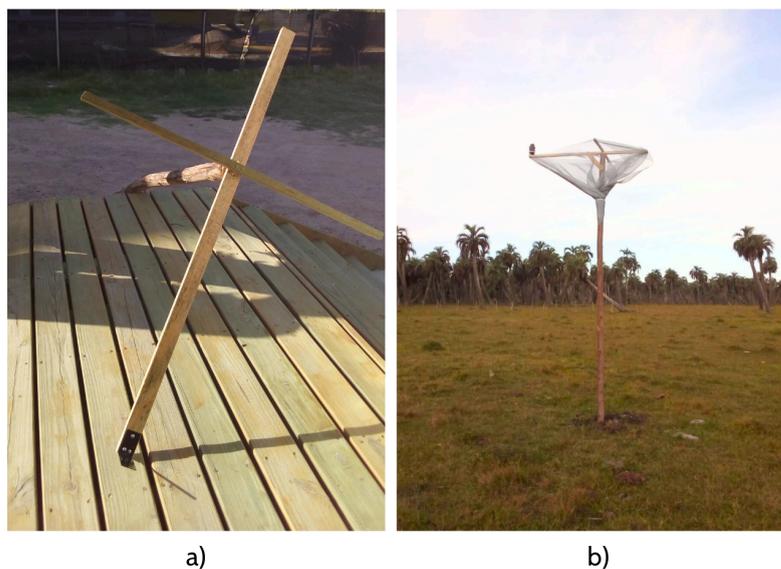
**Figura 3.** Área de estudio con diferentes coberturas de vegetación y el sitio de colocación de perchas. *Fuente:* elaboración propia. Cartografía “Bosque nativo” de Proyecto REDD + Uruguay, 2016 (MGAP - MA) (Capa vectorial formato shape) y cartografía “Palmar”, 2018 (Capa vectorial formato GEOJSON) disponible en: <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/mgap-bosque-nativo>. Cartografía “Pastizal” de MGAP-DGRN y UDELAR, 2017 (Capa vectorial formato raster) disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/tramites-y-servicios/servicios/nu-eva-cartografia-pastizales-del-uruguay>

## 5.2 Diseño experimental

### 5.2.1 Diseño y colocación de perchas

Las perchas se diseñaron siguiendo el modelo de percha artificial de madera en forma de cruz (Días et al., 2014; Orozco, 2018). Para la construcción de cada percha se utilizaron postes de madera de 3 metros de largo y 15 cm de ancho (de Eucalyptus no tratado) y se colocaron en su extremo superior dos listones de madera en forma de cruz (con el fin de que se posen las aves) (Figura 4a). En cada una de las cruces, se incorporó un soporte para la instalación de una cámara trampa (modelo Browning) para monitorear a las aves que utilizaban las perchas. El largo de los listones fue uno de 1 metro y el otro de 1 metro y medio en el cual fue colocada la cámara con el fin de darle suficiente ángulo a la misma.

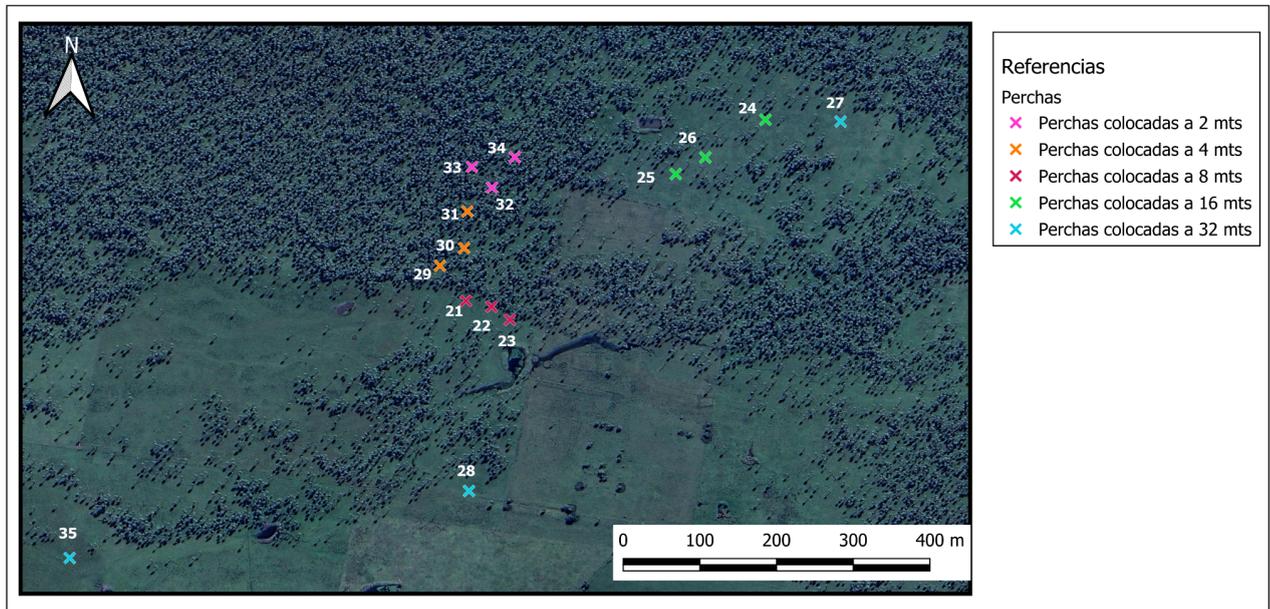
En cada percha se colocó por debajo de los palos en cruz de madera una red mosquitera para la captura del material dispersado por las aves (fecas y egagrópilas) (Figura 4b). En total fueron colocadas 15 perchas y por lo tanto 15 cámaras trampa en cada una de ellas.



**Figura 4.** Construcción y colocación de perchas. 4a) construcción de cruz y soporte para la cámara trampa; 4b) Percha colocada en el palmar con cámara trampa y red.

Estas perchas fueron colocadas siguiendo un diseño estratificado y de escala logarítmica en un gradiente de distancia, con el fin de asociar su ubicación en el paisaje a diferentes densidades de palmar y captar el efecto de la distancia a la planta progenitora sobre la llegada de semillas del butiá y del palmar como sistema para las otras especies de plantas acompañantes (Figura 5). En un total de 15 perchas, 3 de éstas fueron colocadas a dos metros de la palmera más cercana, 3 a 4 metros, 3 a 8

metros, 3 a 16 metros y 3 a 32 metros (Figura 5). Esto con el fin de entender el uso de las perchas por las aves y la distribución de semillas dispersadas respecto a las diferentes densidades de palmar.



**Figura 5.** Sitio de colocación de perchas. Cada percha fue colocada a diferentes distancias de la palmera más cercana (DPC) y a una densidad de palmar (DP) correspondiente a cada distancia. Los números que pueden observarse en la imagen corresponden a cada ID individual de cada percha. *Fuente:* elaboración propia.

Para dar cuenta de la densidad de palmeras asociada a cada percha, posteriormente a la colocación de las mismas se estimaron dos medidas de densidad en un radio de 50 metros alrededor de cada una en cada tratamiento.

Por un lado, se estimó la densidad de palmeras (DP) de la siguiente forma: primero se ubicaron las perchas con las coordenadas en GPS en el sitio y luego se contó el N° de palmeras a través de la geolocalización de las mismas en un buffer circular de 50 mts en torno a cada percha, utilizando Quantum GIS (Qgis 3.38.2) (Figura 6). Una vez generadas las capas de puntos (N° de palmeras) correspondientes a cada una de las perchas, se estimó la densidad de palmar para cada buffer a través de:

$$(N^{\circ} \text{ de palmeras}) / (\text{superficie}) = (N^{\circ} \text{ de palmeras}) / (\pi \times r^2)$$

donde r es el radio de 50 metros del buffer. De esta forma se obtuvieron 15 valores de densidad de palmar asociado a cada percha colocada (Tabla 1). Una vez estimada la densidad de palmeras se procedió a correlacionar esta variable con la distancia a través de un análisis de Spearman en RStudio 4.4.0, que dió como resultado una correlación significativa negativa de -0,98, lo cual confirma que se

correlacionan negativamente, a medida que las perchas están ubicadas a mayor distancia de la palmera más cercana, la densidad de palmeras asociada a esta distancia disminuye.

Por otro lado, la otra medida de densidad que se estimó, fue la densidad focal núcleo o Kernel (KDE). La densidad de Kernel es una técnica de análisis espacial que calcula la densidad de eventos alrededor de cada punto en un conjunto de datos espaciales (QGIS, 2025). En Qgis esta herramienta crea un mapa de calor (raster de densidad) a partir de una capa vectorial de puntos entrantes (en este caso el N°de palmeras en los buffers), que representa la densidad de las entidades puntuales en una región específica, facilitando así la visualización e identificación de zonas con mayor o menor concentración de eventos y patrones espaciales en los datos (QGIS, 2025). Los mapas de calor permiten una fácil identificación de puntos calientes y la agrupación de puntos, permitiendo la visualización de patrones de concentración de densidad de puntos (Caudillo y Coronel, 2017). La densidad de Kernel se calcula de la siguiente forma:

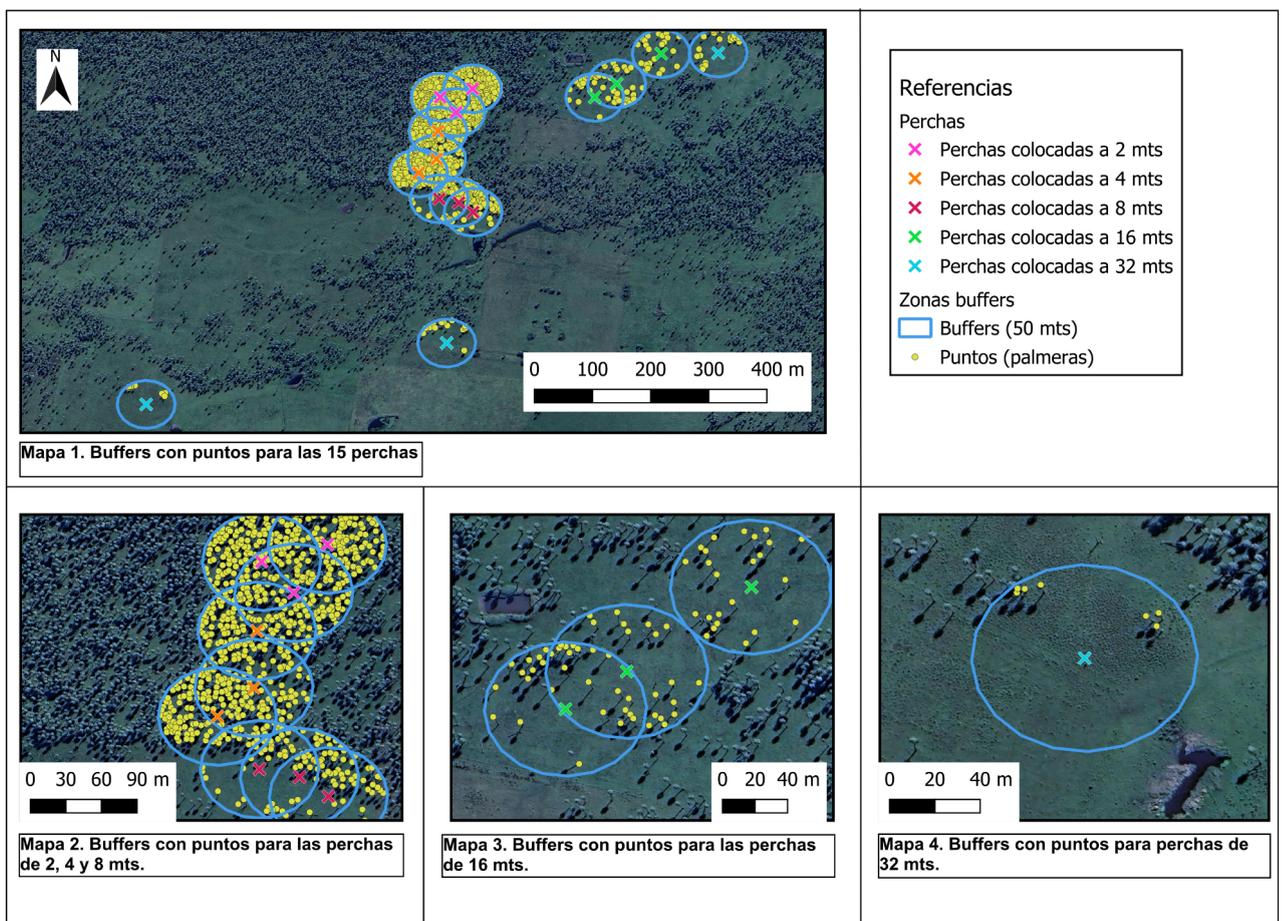
$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K \left( \frac{x - x_i}{h} \right)$$

donde  $f(x)$  es la estimación de densidad en el punto  $x$ , ( $n$ ) número total de puntos, ( $h$ ) ancho de banda o radio de búsqueda, ( $K$ ) función de Kernel (ej. cuártica o gaussiana) y ( $x_i$ ) localización o coordenadas de cada punto (Flores & Reyes, 2019).

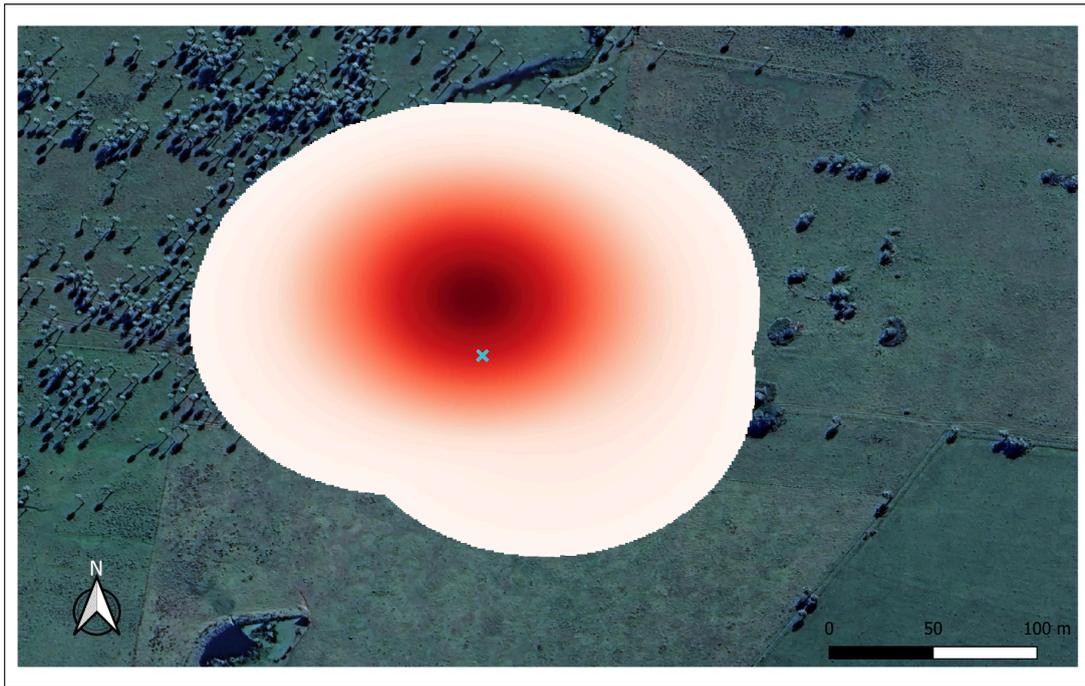
Utilizando el método de estimación de densidad Kernel en Qgis, se determinó el efecto que tiene la densidad de palmeras en cada buffer de 50 mts, sobre cada percha en el palmar. Para estimar el valor de densidad de Kernel de cada percha se generó un mapa de calor para cada una de ellas (Figura 7, Tabla 1). Los parámetros establecidos en Qgis fueron: el N° de palmeras como capa de entrada, un radio de búsqueda ( $h$ ) de 50 metros, un tamaño de celda o píxel de salida de 1 y una función kernel cuártica ( $K$ ). La función Kernel cuártica se utiliza para análisis donde se necesita una transición suave y continua en los bordes, como en estudios ecológicos y de densidad poblacional (Flores & Reyes, 2019). Cuando se utiliza la función Kernel cuártica para la determinación de densidad, los puntos más cercanos tienen mayor influencia, mientras que los lejanos poseen una menor ponderación (Flores & Reyes, 2019). Lo anterior se ajusta a la primera ley de la geografía, que señala que todo está relacionado con todo, pero las cosas que se encuentran cercanas están más relacionadas entre sí, que aquéllas que se ubican más alejadas (Tobler, 1970). Siguiendo esta lógica, el efecto que ejerce cada palmera (punto) sobre la percha, decae con la distancia.

Con el fin de correlacionar las variables distancia (DPC) y KDE, se aplicó nuevamente un análisis de Spearman, dando como resultado una correlación significativa negativa de -0,98, igual que con la

densidad de palmeras (DP). Esto indica que existe la misma relación, a mayor distancia las perchas de las palmeras, la KDE (“efecto palmera”) disminuye, por lo tanto las variables se correlacionan negativamente. De esta forma los análisis estadísticos para analizar las variables de riqueza y abundancia de semillas y de riqueza y frecuencia de visitas de aves, se utilizaron en base a la variable explicativa de KDE, para una medida más representativa del efecto de la densidad de palmeras sobre la llegada de especies y semillas a la percha. La medida de densidad utilizada para analizar las variables de este estudio fue la KDE.



**Figura 6.** Zonas buffers de 50 mts de radio establecidas para cada percha. Dentro de cada buffer se encuentran los puntos que corresponden a palmas individuales. *Fuente:* elaboración propia.



**Figura 7.** Mapa de calor (KDE) generado por percha. En este caso este mapa corresponde a una percha colocada a 32 metros de la palmera más cercana (representada en la figura con una cruz).

*Fuente:* elaboración propia

<b>Tabla 1.</b> Ubicación de las perchas y densidades de palmeras asociadas.					
Percha ID	Coordenada x	Coordenada y	Distancia a la palmera más cercana (mts) (DPC)	DP (Nº de palmeras/buffer de 50 mts)	Densidad (KDE)
34	243056	6214014	2	0,0270	167
33	243029	6213995	2	0,0285	175
32	243029	6213964	2	0,0278	169
29	242968	6213836	4	0,0257	159
31	242999	6213924	4	0,0256	156
30	242998	6213866	4	0,0203	124
22	243039	6213776	8	0,0113	69
21	243005	6213783	8	0,0091	53
23	243064	6213757	8	0,0098	59
25	243267	6214002	16	0,0043	24
26	243304	6214031	16	0,0050	30
24	243379	6214096	16	0,0033	20
27	243477	6214100	32	0,0024	14
35	242512	6213341	32	0,0008	5
28	243026	6213483	32	0,0017	9

**Tabla 1.** En esta tabla se muestran todas las perchas con su identificación correspondiente (ID), su ubicación en sistema de proyección de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 21S, la distancia a la cual fue colocada de la palmera más cercana (DPC), la densidad de palmeras asociada en buffers de 50 mts (DP) y el valor estimado de densidad de kernel (KDE) en buffers de 50 mts.

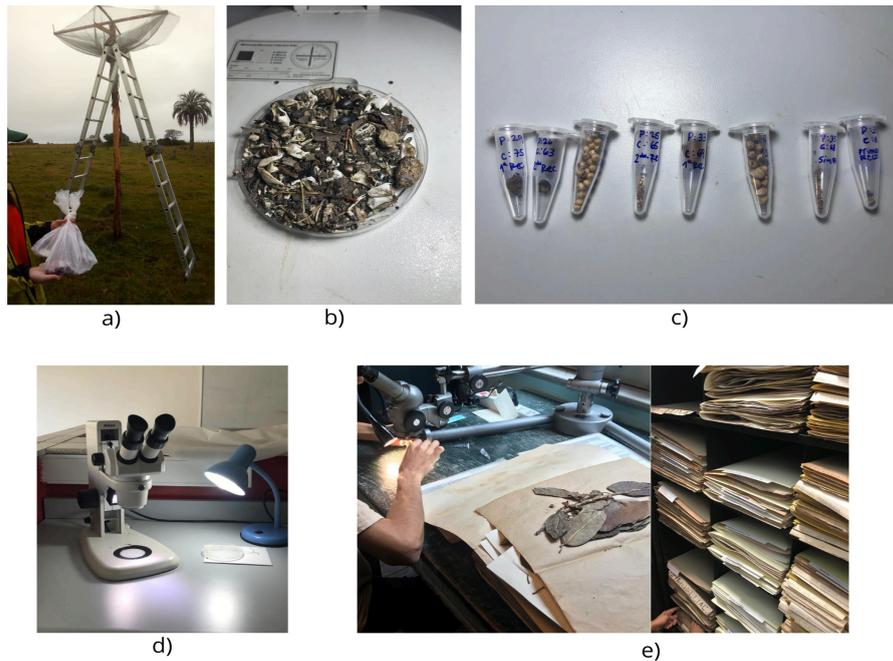
### 5.3 Metodología del objetivo específico 1

Para el muestreo de semillas se recolectó, con la ayuda de una escalera, el material dispersado por las aves que estaba contenido en la red de cada percha correspondiente al período del 20 de septiembre de 2020 al 28 de junio de 2021 (Figura 8a). Este material se analizó en el laboratorio utilizando lupa binocular (microscopio estereoscópico) (Figura 8d), clasificando las egagrópilas y fecas de las aves (Figura 8b). Una vez separado este material se comenzaron a clasificar las diferentes semillas presentes en estos materiales en tubos eppendorf de 1,5 ml (Figura 8c). Las semillas fueron identificadas hasta el nivel taxonómico más fino posible y se cuantificó su riqueza y abundancia en cada percha. Cada semilla fue fotografiada bajo lupa y con regla.

Previo a la identificación de semillas arbóreas, se llevó a cabo una lista preliminar de especies presentes en el área de estudio con la ayuda del libro “Flora arbórea del Uruguay: con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó” de Brussa y Grela (2007), clasificando a las especies según su período de floración y fructificación (asociadas al período de establecimiento de perchas). Esta lista ayudó a generar un primer filtro de las especies arbóreas que podíamos encontrar en la zona de estudio.

Para la identificación de las semillas, se procedió a la consulta con especialistas en botánica provenientes de la Facultad de Agronomía de la UDELAR y también con especialistas en identificación de semillas del Instituto Nacional de Semillas (INASE), acudiendo a las respectivas instituciones. Asimismo, se consultó con el banco de germoplasma y con colecciones de muestras del herbario de la Facultad de Agronomía (Figura 8e).

Para analizar la relación entre la riqueza y abundancia de semillas y la densidad (KDE), se realizaron modelos de regresión lineal generalizado (GLM) con familia de distribución Poisson para estas variables, utilizando el software R.



**Figura 8.** Recolección e identificación de semillas. 8a) recolección de muestras contenidas en la red de la percha; Figura 8b) análisis de las eagrópilas y fecas de las muestras en placas petri. 8c) separación de semillas de las muestras identificadas por percha en tubos eppendorf. 8d) lupa binocular utilizada para observar las semillas. 8e) consulta con especialistas y con muestras del herbario.

#### 5.4 Metodología del objetivo específico 2

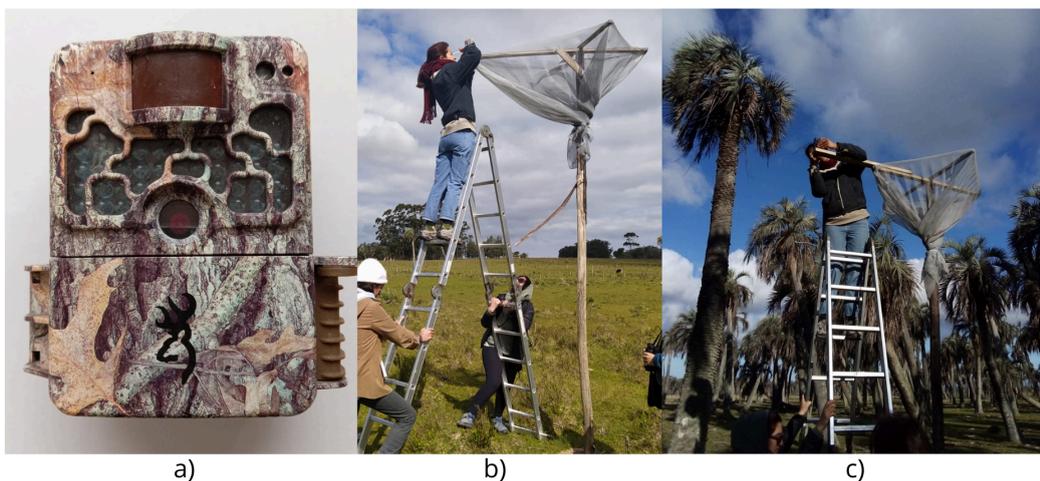
El muestreo de avifauna comenzó con la instalación de cámaras trampa en un primer muestreo piloto, el 20 de setiembre de 2020 hasta el 9 de diciembre de ese mismo año. En esos meses, se acudió al sitio cada 20 días aproximadamente, para chequear las condiciones de las cámaras, las baterías (recambios), memoria disponible para el registro fotográfico, cambio de tarjetas por si la cámara utiliza toda la memoria disponible, chequeo de la existencia de algún desajuste en la configuración, estado de la colocación de la cámara, etc. En un segundo período se volvieron a instalar las cámaras el 17 de marzo de 2021 hasta el 28 de junio de 2021 para registrar especialmente la dispersión del butiá (período de fructificación de la palma). En este período también se acudió al sitio de manera periódica para chequear y/o ajustar condiciones de las cámaras.

De esta forma el período de muestreo abarcó no sólo la temporada de fructificación de *Butia odorata*

sino también el de la mayoría de las especies vegetales que habitan dentro y en zonas próximas al palmar, de manera que se encontrasen disponibles los recursos (alimenticios) para que las aves hicieran uso y las semillas sean dispersadas a las perchas. Este muestreo coincidió a su vez con la presencia en el sitio de aves tanto residentes permanentes como migratorias, ya que el muestreo abarcó las diferentes estaciones.

La determinación de la riqueza y frecuencia de visitas de aves se realizó mediante la observación de las fotos de las cámaras. Dado que son datos de cámaras y no es posible determinar si son individuos distintos los que visitan las perchas, no fue posible determinar su abundancia sino que se trabajó con la "frecuencia de visitas" de cada individuo registrado, que fue tomado como independiente luego de transcurridos 5 minutos entre registros.

La riqueza y frecuencia de visitas de aves a cada percha se la relacionó con la densidad (KDE), mediante GLM con familia de distribución Gaussian, utilizando el software R.



**Figura 9.** Colocación de cámaras trampa. 9a) cámara trampa utilizada para registrar las aves (modelo Browning); 9b) instalación de cámara trampa en perchas ubicadas en menor densidad; 9c) instalación de cámara en perchas ubicadas a mayor densidad.

### 5.5 Metodología del objetivo específico 3

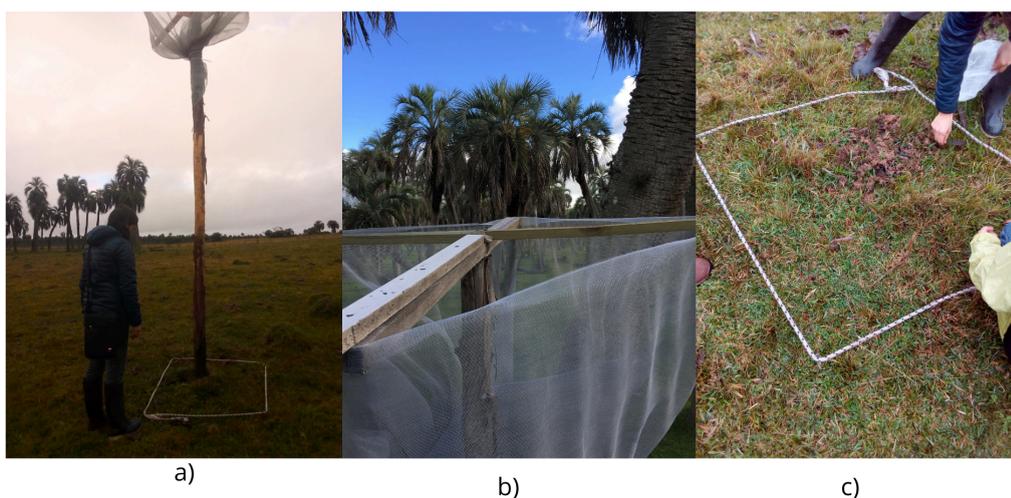
El muestreo de semillas de *Butia odorata* se llevó a cabo el 12 de junio de 2020 con el fin de contabilizar las semillas dispersadas al final de la temporada de fructificación de las palmas.

Además de la información de las semillas capturadas en la red (para conocer el efecto de dispersores aéreos) (Figura 10b), se relevaron las semillas en el suelo bajo de la red (para conocer el efecto de dispersores por tierra), de cada percha. El conteo de semillas en el suelo se realizó en un cuadrante de 1m x 1m centrado debajo de la red. Se utilizó esta medida ya que corresponde al área aproximada cubierta por la red arriba (Figura 10a).

Además se establecieron controles en cuadrantes de 1x1 metro a diferentes distancias de cada una de las perchas y se contabilizaron las semillas encontradas (Figura 10c). Los controles fueron establecidos siguiendo la misma lógica de escala logarítmica de distancia y diferentes densidades de palmar al igual que las perchas.

Se aplicó un análisis estadístico en RStudio de Mann Whitney Wilcoxon para determinar si existen diferencias en el promedio de cantidad de semillas de butiá encontradas entre muestras. Este análisis fue aplicado entre las muestras de semillas de butiá encontradas en el suelo de la percha (por debajo de la red) y las encontradas en la red de la percha, entre las encontradas en la red y en el control, y entre las encontradas en el suelo y en el control.

Para analizar el vínculo entre la abundancia de semillas de butiá encontradas en las perchas y la densidad (KDE), se realizó un GLM con familia de distribución Poisson para estas variables.



**Figura 10.** Muestreo de semillas de butiá. 10a) Conteo de semillas dispersadas por tierra debajo de la percha; 10b) conteo de semillas dispersadas por aire en la red; 10c) conteo de semillas en controles.

## 6. Resultados

### 6.1 Riqueza y abundancia de semillas

Los resultados de este estudio evidencian que la abundancia y riqueza de semillas en la parte aérea (red) de las perchas fueron mayores en sitios con menores densidades de palmeras. En el caso de las semillas de butiá, el valor de abundancia fue muy poco.

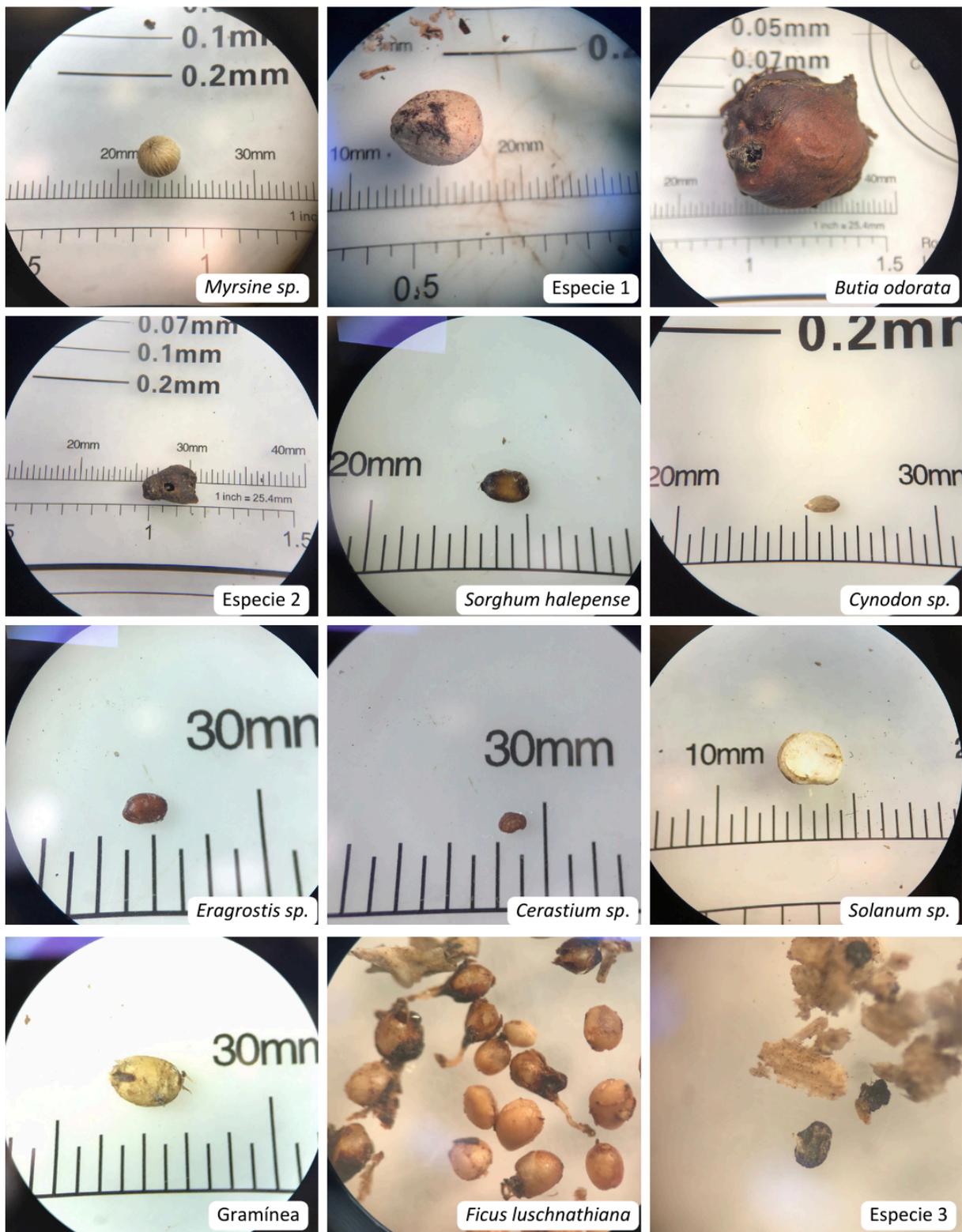
El total de especies vegetales identificadas en las perchas fue de 12 (Tabla 2, Figura 11). En la tabla 2 se exponen como “Especie 1”, “Especie 2” y “Especie 3” a aquellas especies de semillas que no pudieron ser determinadas de qué especie vegetal provienen. En el caso de la “Especie 1” se asume que podría pertenecer a una especie leñosa. En el caso de la especie identificada como “Gramínea” se identificó a esta semilla como proveniente de la familia de las gramíneas dentro de las herbáceas. Las especies más abundantes fueron *Ficus luschnathiana*, *Myrsine sp.* y *Eragrostis sp.* que fueron detectadas en perchas ubicadas en la periferia del palmar a densidades bajas (Tabla 2).

Las especies de mayor riqueza fueron las herbáceas y dentro de este grupo el mayor valor de abundancia y riqueza de semillas corresponde a las especies de la familia de las gramíneas (Poaceae). Las semillas de *Butia odorata* solo fueron detectadas en perchas con alta densidad de palmeras, a distancias cercanas a sus progenitores y con una abundancia muy baja.

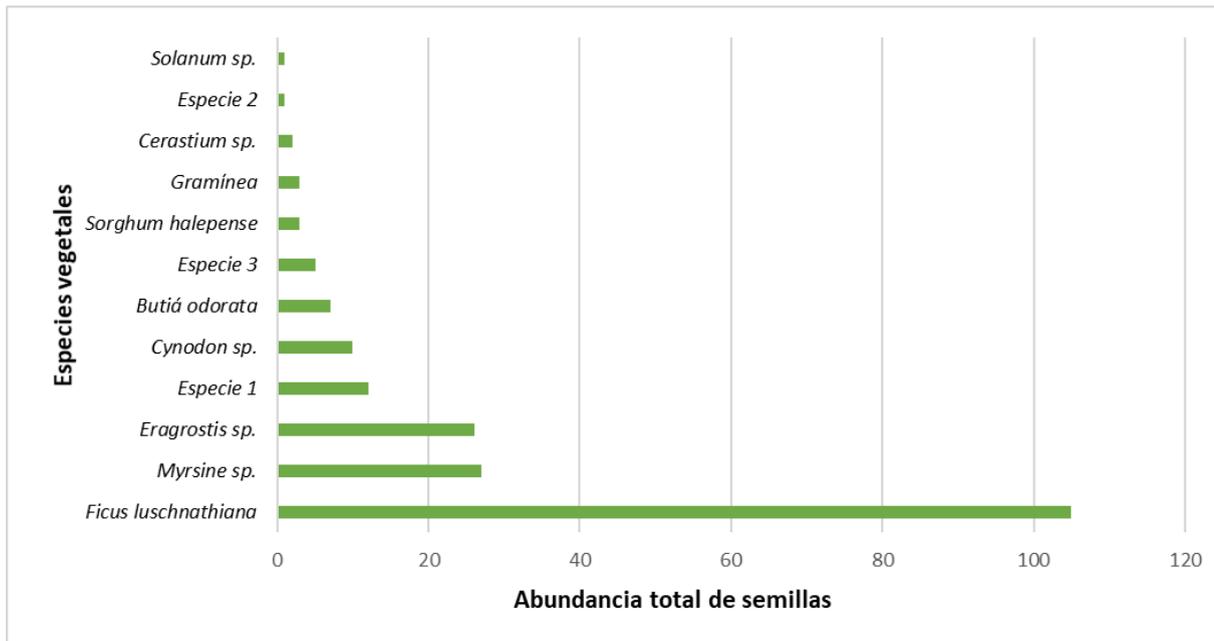
En cuanto a la relación entre la riqueza de semillas y la densidad (KDE) se observó una relación significativa negativa ( $p$  valor=0,05 y pseudo  $R^2=0,15$ ) (Figura 13). La misma relación significativa negativa sucedió entre la abundancia de semillas y la densidad ( $p$  valor=  $<2e-16$  y pseudo  $R^2= 0,48$ ) (Figura 14). Estos análisis muestran que hay mayor diversidad y abundancia de semillas en densidades más bajas hacia la periferia del palmar.

<b>Tabla 2.</b> Especies vegetales identificadas en las perchas.			
<b>Especie</b>	<b>Hábito</b>	<b>Densidad (KDE)</b>	<b>Abundancia total</b>
Especie 1	Leñosa	30	12
<i>Ficus luschnathiana</i>	Leñosa	5	105
<i>Myrsine sp</i>	Leñosa	5	27
<i>Cerastium sp.</i>	Herbácea	24	2
<i>Cynodon sp.</i>	Herbácea	24	10
<i>Eragrostis sp.</i>	Herbácea	24 y 5	26
Gramínea	Herbácea	24	3
<i>Solanum sp.</i>	Herbácea	5	1
<i>Sorghum halepense</i>	Herbácea	24	3
<i>Butia odorata</i>	Palmera	159, 124, 175 y 167	7
Especie 2	s/i	30	1
Especie 3	s/i	5	5

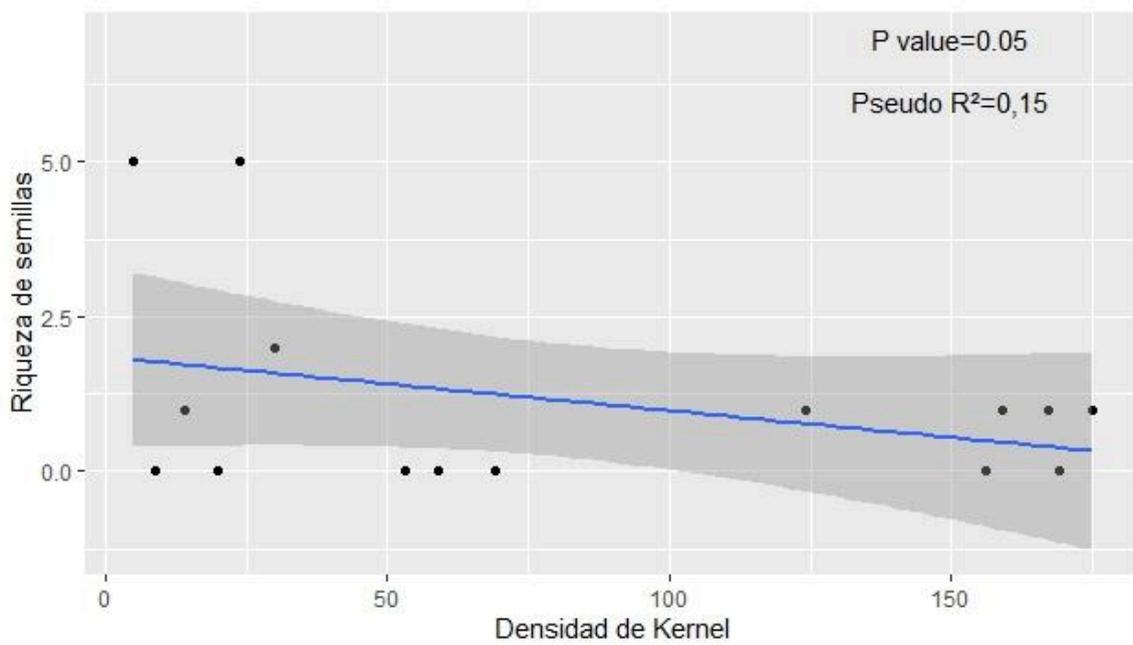
**Tabla 2.** En esta tabla se muestran las especies vegetales identificadas en las perchas, incluyendo el hábito de vida de cada una, la densidad (KDE) y su abundancia total de semillas. S/i (sin identificar). La información de hábito de especies fue tomada de Altesor et al. (1998), Brussa y Grela (2007), De los Santos et al. (2013) y Vélez (2024).



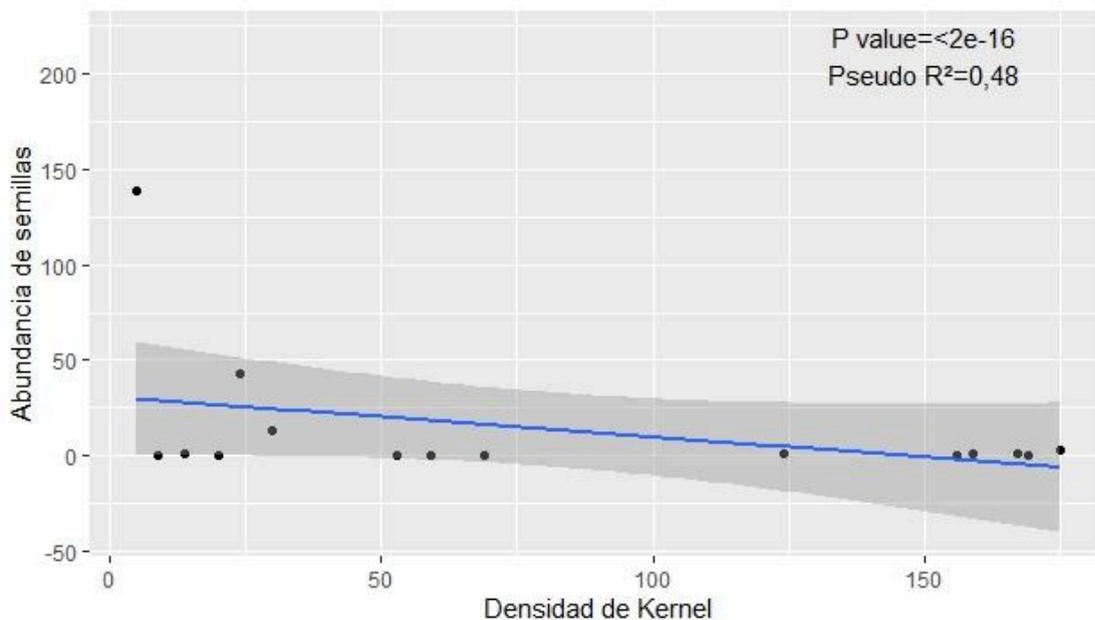
**Figura 11.** Registro fotográfico de las semillas de todas las especies vegetales identificadas. Tanto las semillas de *Ficus luschnathiana* como las de la Especie 3, fueron difíciles de manipular para fotografiar individualmente por su tamaño y adhesión al material biológico.



**Figura 12.** Abundancia total de semillas de cada especie vegetal presente en las perchas.



**Figura 13.** Riqueza de semillas encontradas en las perchas en función de la KDE.



**Figura 14.** Abundancia de semillas por percha en función de la KDE.

## 6.2 Riqueza y frecuencia de visitas de aves

Se analizó un total de 315.842 fotos registrándose 16 especies de aves presentes en las perchas (Figura 15, Tabla 3). Se encontró que tanto la riqueza como la frecuencia de visitas de aves fue mayor en perchas ubicadas en zonas menos densas de palmar. Las especies *Falco sparverius* y *Xolmis irupero* fueron más frecuentes en las perchas ubicadas en zonas de menor densidad de palmeras (Figura 16, Tabla 3). En cuanto a la relación entre la riqueza de aves y la densidad se observó una relación significativa negativa ( $p$  valor=0,028 y pseudo  $R^2=0,32$ ) (Figura 17). La misma relación significativa negativa se dió entre la frecuencia de visitas de aves y la densidad ( $p$  valor=0,016 y pseudo  $R^2=0,37$ ) (Figura 18). Estos análisis muestran que hay mayor diversidad y frecuencia de visitas de aves en densidades más bajas hacia la periferia del palmar.

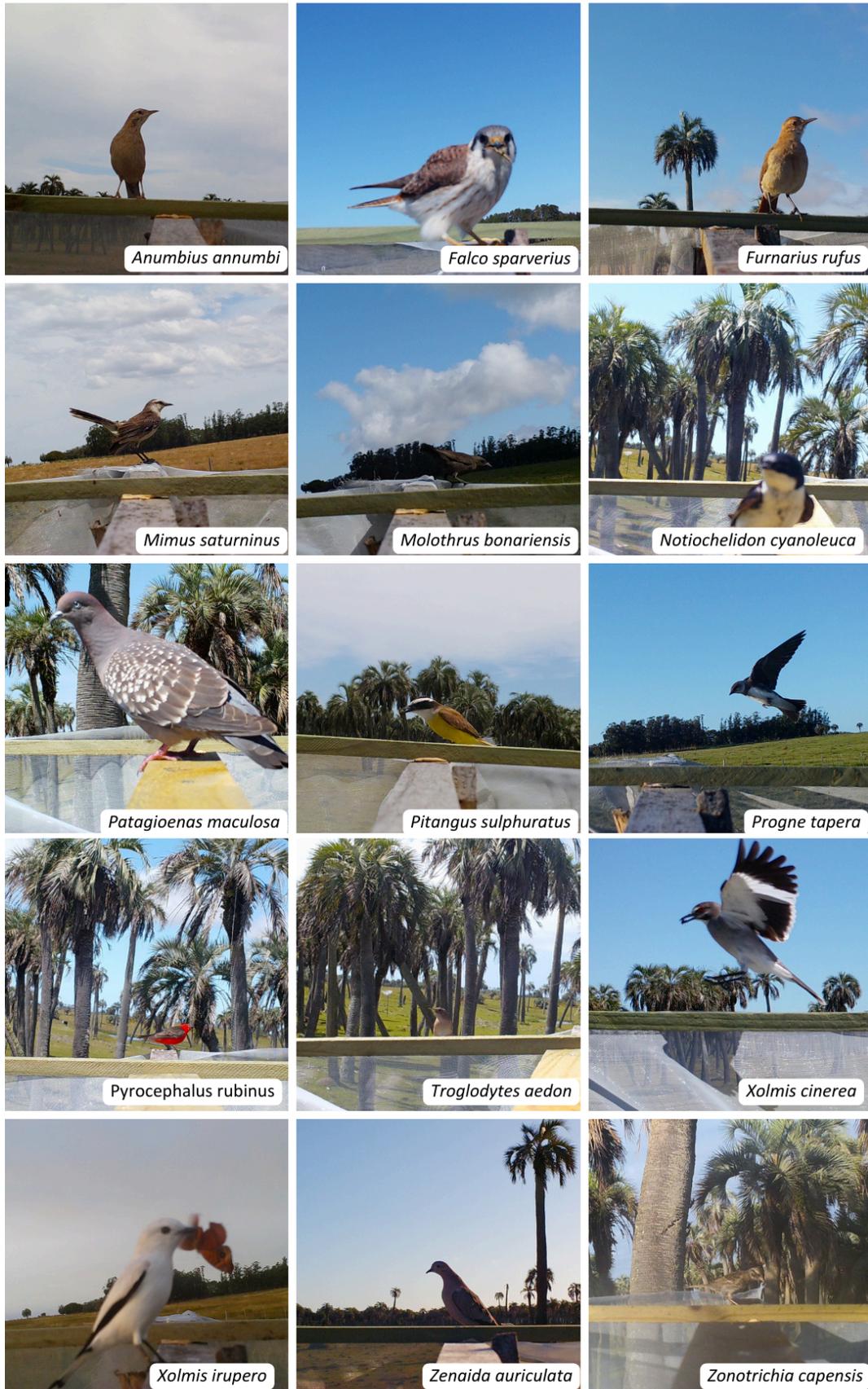
Con respecto a la relación entre la riqueza de semillas y la riqueza de aves en las perchas, no se observó una relación significativa ( $p$  valor=0,42 y pseudo  $R^2=0,043$ ) (Figura 19a). Distinto es el resultado en la relación entre la abundancia de semillas y la frecuencia de visitas de aves, en la cual se observó que existe una relación significativa positiva ( $p$  valor= 0,01 y pseudo  $R^2=0,45$ ) (Figura 19b)

**Tabla 3.** Especies de aves identificadas en las perchas.

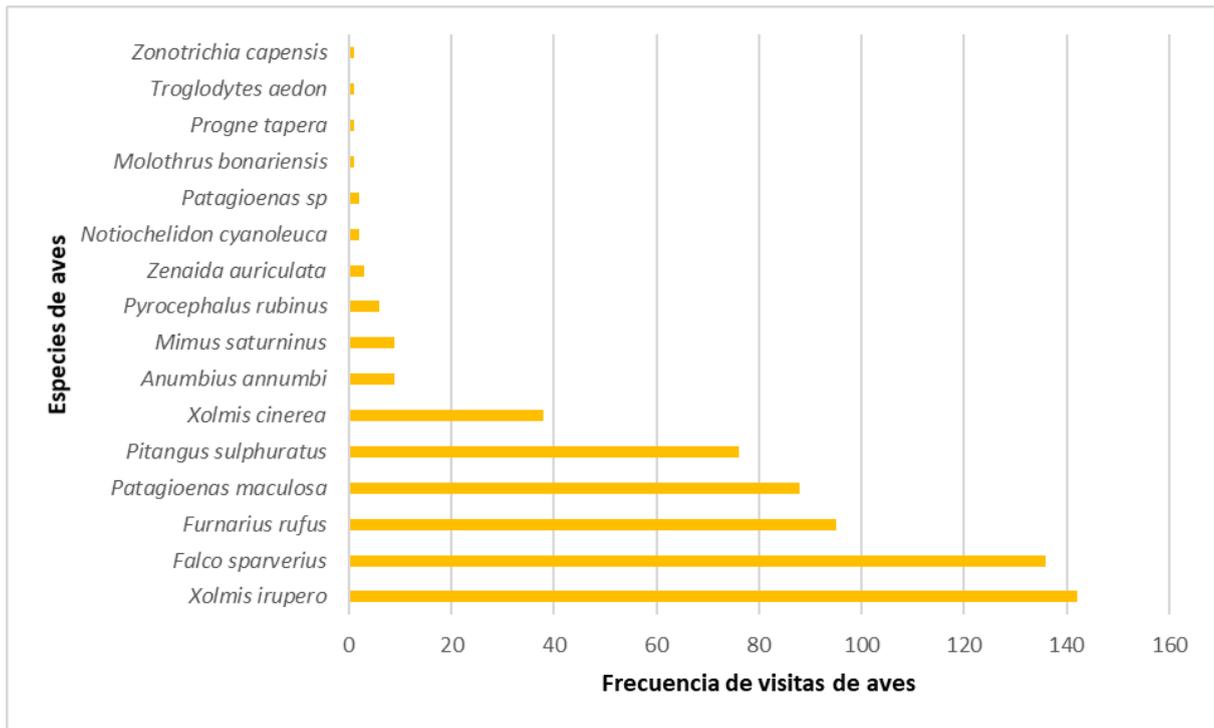
<b>Especie</b>	<b>Dieta principal</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Densidad (KDE)</b>	<b>Frecuencia de visitas total</b>
<i>Anumbius annumbi</i>	Invertívora	Pastizal	24, 9 y 5	9
<i>Falco sparverius</i>	Omnívora	Pastizal	20, 24, 30, 14, 9 y 5	136
<i>Furnarius rufus</i>	Invertívora	Bosques y bordes de bosques	53, 69, 14, 156 y 169	95
<i>Mimus saturninus</i>	Omnívora	Bosques y bordes de bosques	9 y 5	9
<i>Molothrus bonariensis</i>	Invertívora	Zonas agrícolas con árboles o matorrales	9	1
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Invertívora	Zonas agrícolas con árboles	159	2
<i>Patagioenas sp</i>	Omnívora	Bordes de bosques y áreas arboladas	159	2
<i>Patagioenas maculosa</i>	Granívora	Bordes de bosques y áreas arboladas	53, 69, 59, 9, 159, 124, 156, 169, 175 y 167	88
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Omnívora	Bosques	20, 24, 30, 14, 9, 169, 167 y 5	76
<i>Progne tapera</i>	Invertívora	Pastizal y zonas semiabiertas con árboles	9	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Invertívora	Bosques abiertos, bordes y pastizal	159 y 124	6
<i>Troglodytes aedon</i>	Invertívora	Bosques y pastizales altos	159	1
<i>Xolmis cinerea</i>	Invertívora	Pastizales y bosques abiertos	29, 24, 30, 14 y 167	38
<i>Xolmis irupero</i>	Invertívora	Pastizales con árboles y arbustos dispersos	53, 69, 59, 9 y 5	142

<b>Tabla 3.</b> Especies de aves identificadas en las perchas.				
<b>Especie</b>	<b>Dieta principal</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Densidad (KDE)</b>	<b>Frecuencia de visitas total</b>
<i>Zenaida auriculata</i>	Granívora	Bosques	30 y 14	3
<i>Zonotrichia capensis</i>	Omnívora	Diversos ambientes con árboles	124	1

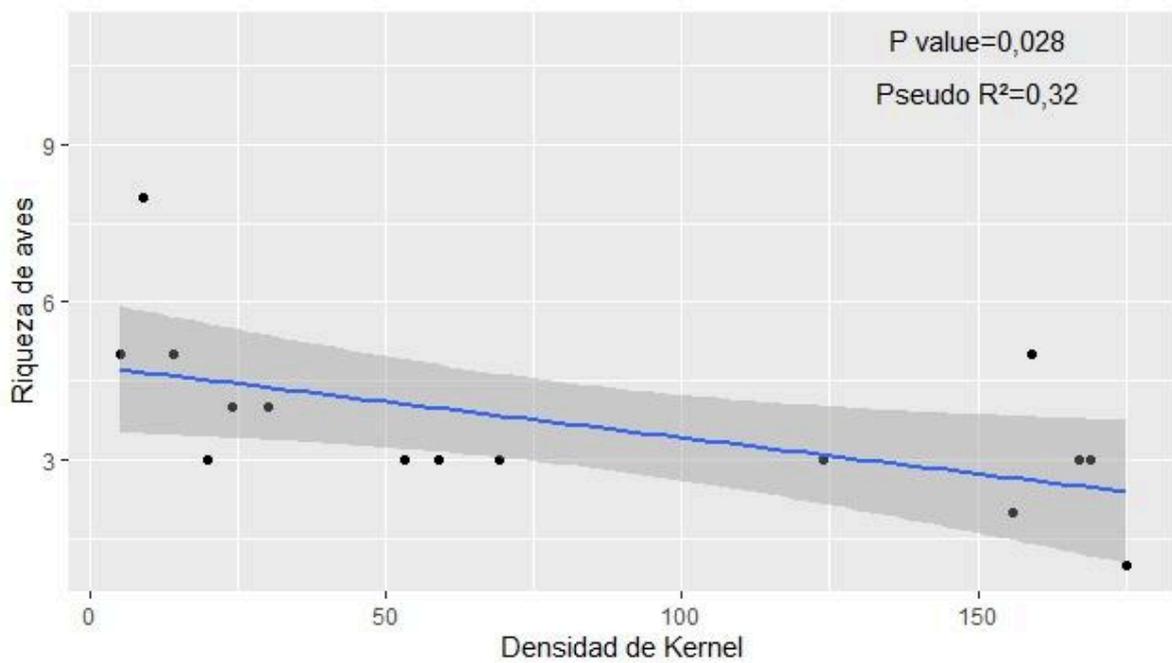
**Tabla 3.** Lista de especies de aves identificadas en las perchas, incluyendo la dieta principal, el hábitat que utilizan, la densidad (KDE) y su frecuencia de visitas total. Los datos de dieta principal fueron tomados de la base de datos de AVONET en Tobías et al. (2022). Los datos del hábitat fueron tomados del sitio Cornell Lab of Ornithology (2025) y Azpiroz (2012).



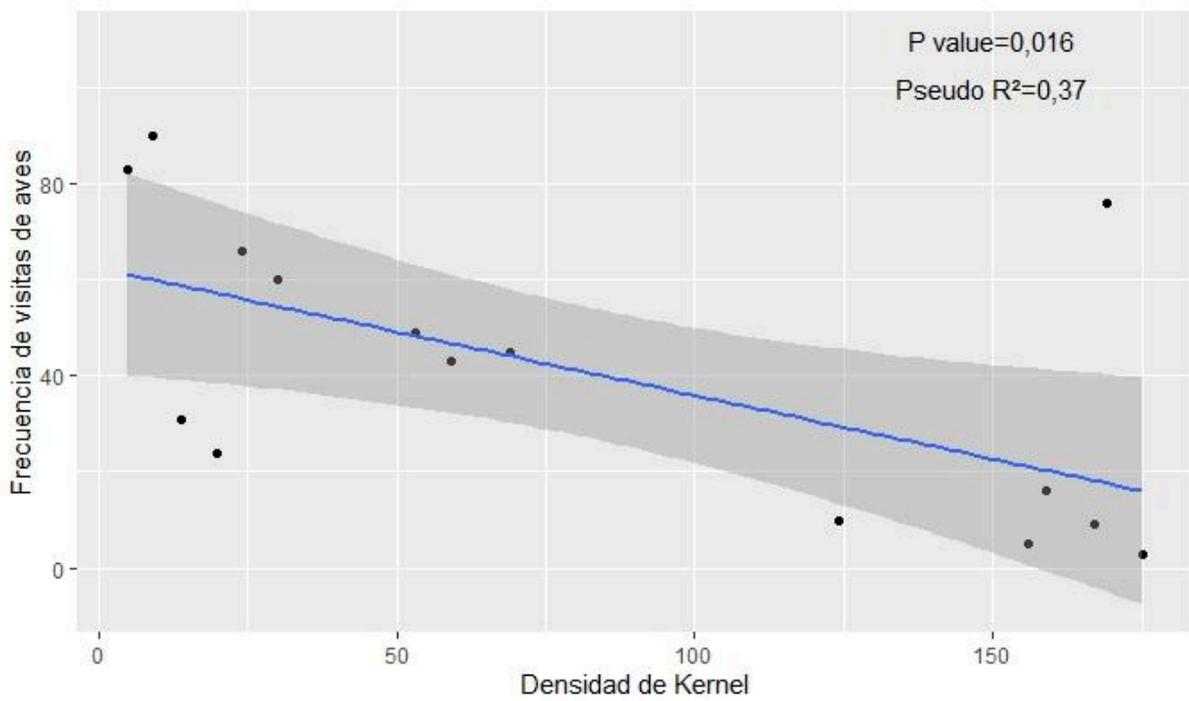
**Figura 15.** Registro fotográfico de algunas de las especies registradas por las cámaras trampa.



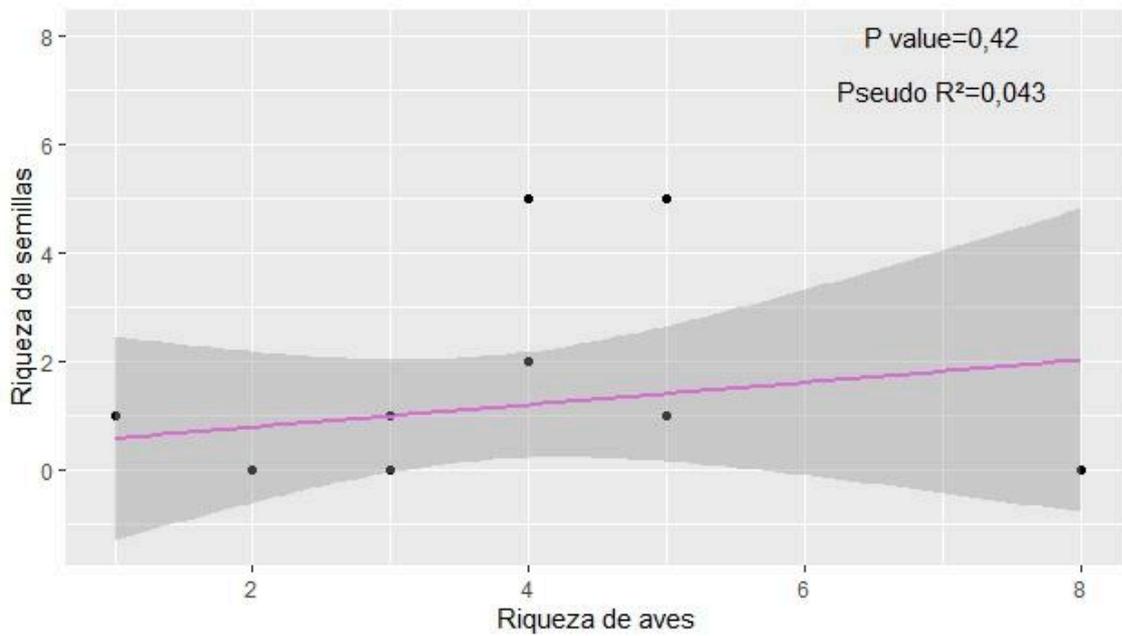
**Figura 16.** Frecuencia de visitas total de especies de aves registradas en las perchas.



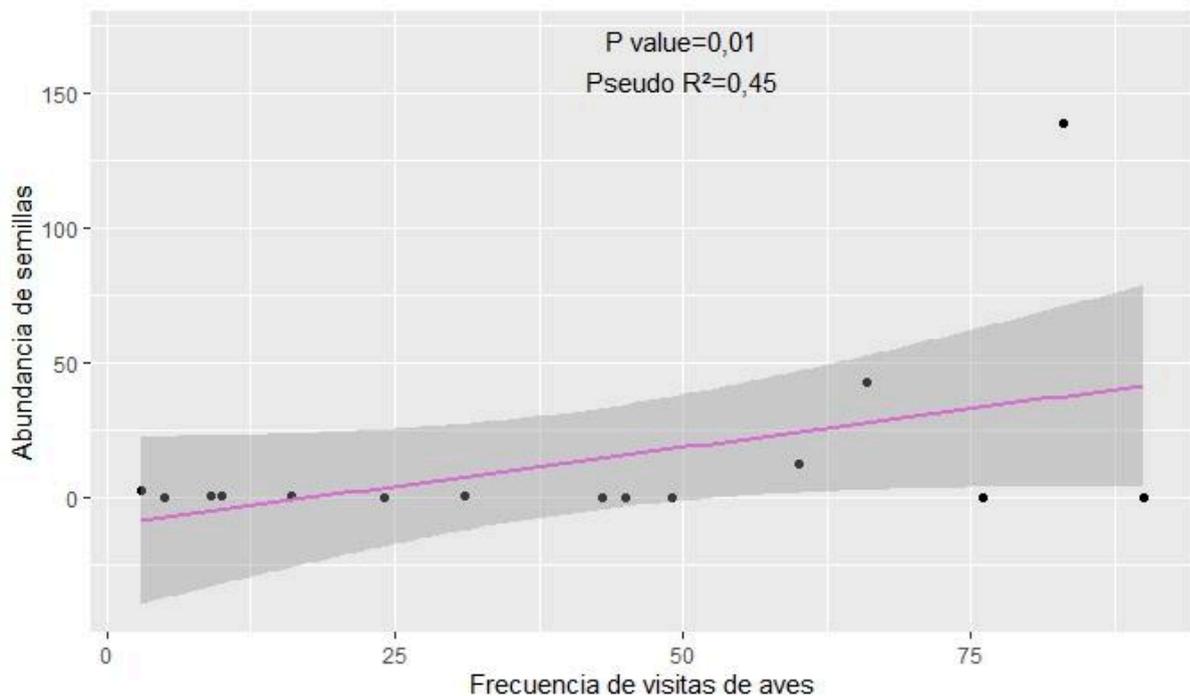
**Figura 17.** Riqueza de aves por percha en función de la KDE.



**Figura 18.** Frecuencia de visitas de aves por percha en función de la KDE.



**Figura 19a.** Riqueza de semillas y riqueza de aves en las perchas.

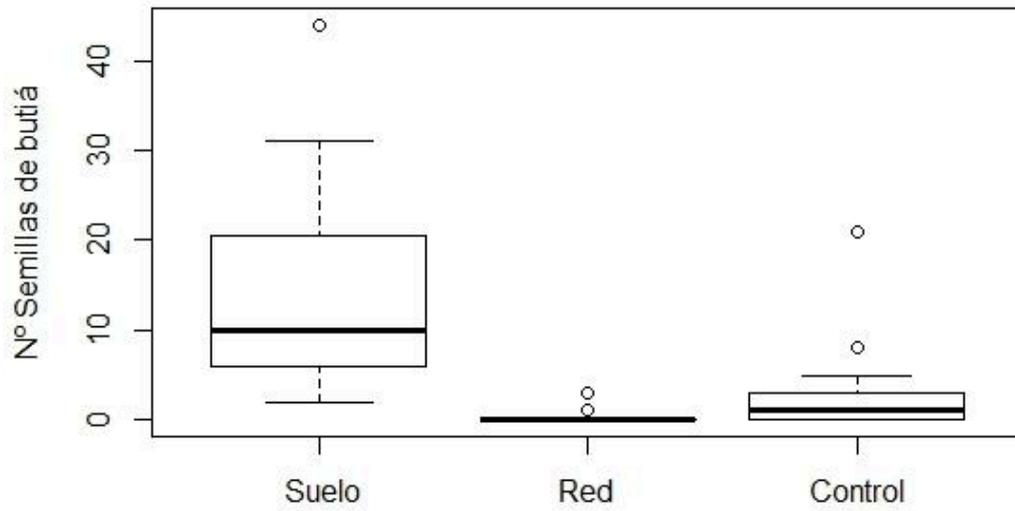


**Figura 19 b.** Abundancia de semillas y frecuencia de visitas de aves en las perchas.

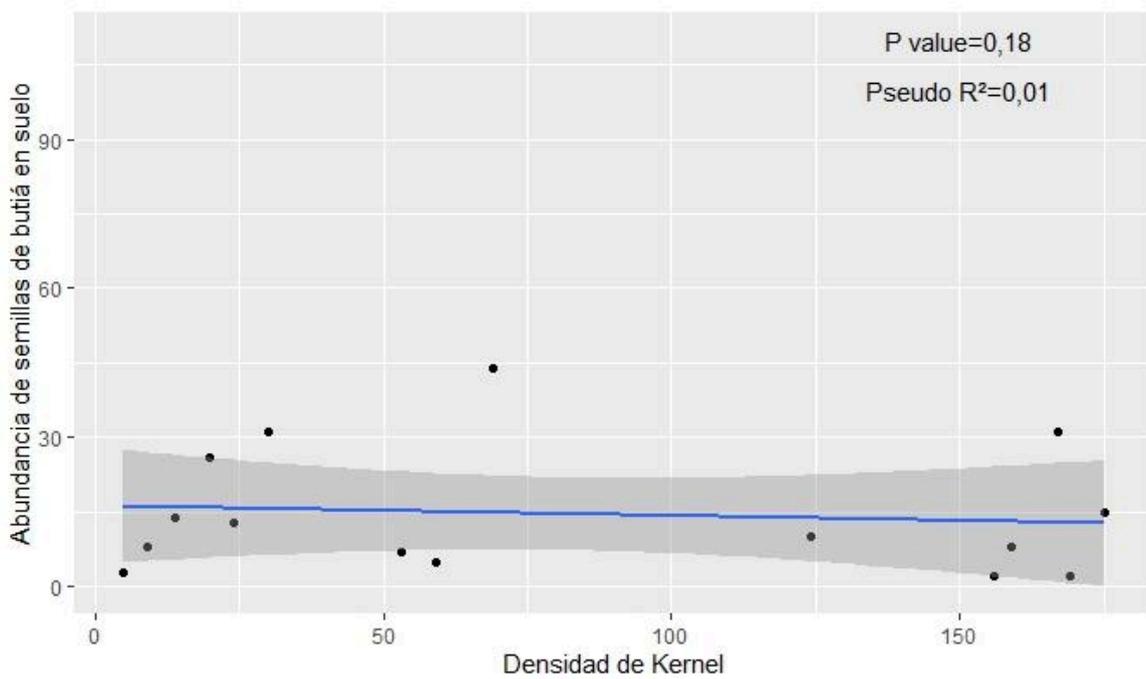
### 6.3 Semillas de *Butia odorata* dispersadas por aire y por tierra

Los resultados muestran diferencias en cuanto a la abundancia de semillas de butiá presentes entre las diferentes muestras (suelo, red y control) (Figura 20). Este estudio mostró que el butiá se dispersó principalmente por tierra. La abundancia de semillas de butiá encontradas en la red fue muy baja respecto a las encontradas en el suelo, y reafirma que no existió una dispersión aérea significativa del butiá en las perchas.

Los tres análisis estadísticos con el test de Man Whitney Wilcoxon entre las diferentes muestras, muestran diferencias significativas. El test de Mann Whitney Wilcoxon entre las muestras de semillas de butiá del suelo y de semillas de butiá de la red de las perchas, arrojó un p valor = 2.137e-06 y un W = 222.5. El test de Mann Whitney Wilcoxon entre las muestras de semillas de butiá de la red de la percha y las semillas de butiá del control, arrojó un p valor= 0.00877 y un W = 57.5. El test de Mann Whitney Wilcoxon entre las muestras de semillas de butiá del suelo y de semillas del control, arrojó un p valor= 0.0003062 y un W = 199.5. En cuanto a la relación entre la cantidad de semillas de butiá presentes en el suelo y la densidad (KDE), se observó que no hay una relación significativa entre estas variables (p valor=0,18 y pseudo R<sup>2</sup>=0,01) (Figura 21).



**Figura 20.** Gráfico de boxplot para la abundancia de semillas de butiá encontradas en cada muestra.



**Figura 21.** Abundancia de semillas de butiá en suelo en función de la KDE.

## 7. Discusión

De acuerdo a la hipótesis planteada, los resultados de este estudio muestran principalmente que las varias especies de aves presentes en el palmar utilizan las perchas artificiales dispersando gran diversidad de especies de semillas y esta dispersión ocurre de forma diferente según la densidad de palmeras siendo más pronunciada en zonas menos densas de palmar. En cuanto a la diversidad de semillas, fueron dispersadas en su mayoría especies herbáceas de la familia de las gramíneas y también especies leñosas que componen el ecosistema del palmar, lo que estaría evidenciando la complejidad de las diferentes asociaciones biológicas que forman este ecosistema.

En relación a la dispersión aérea del butiá se pudo observar que sorprendentemente no hubo una dispersión significativa por parte de las aves que utilizaron las perchas. Los valores de abundancia de butiá encontrados en la red fueron muy bajos y están presentes en perchas ubicadas en zonas de mayor densidad de palmar, lo cual indica que su dispersión aérea se dió a menor distancia de las palmeras madre o progenitoras. Esto podría deberse al tipo de percha en cuanto a su diseño estructural que hace que atraiga a ciertas especies de aves que dispersan otro tipo de semillas y también a que la dispersión del butiá no se daría mayoritariamente por vía aérea y, si ocurre, se daría en distancias cortas probablemente por el gran tamaño del fruto. Por otro lado, se observó que si hubo una gran dispersión del fruto por vía terrestre en donde las perchas pueden generar un efecto atractor sobre los dispersores terrestres independiente de la densidad de palmeras en el ambiente. La diversidad de semillas presentes en las perchas incluyó variedad de especies leñosas y herbáceas de diferentes niveles de composición vegetal del palmar. Se observó que a las perchas están llegando mayoritariamente semillas de especies herbáceas demostrando una dispersión aérea de semillas de especies del pastizal asociado al palmar. Dentro de las herbáceas, la familia de las gramíneas (Poaceae) es la que predomina tanto en abundancia de semillas como de riqueza de especies. Algunas de las gramíneas encontradas se destacan por ser especies pioneras colonizadoras en sitios degradados, mejorando las condiciones del suelo y favoreciendo la sucesión ecológica de otras especies más tardías en la restauración, lo que podría ser un aspecto favorable (Barton & Yates, 2007). A su vez dentro de la familia de las gramíneas se registró en este estudio la presencia de especies de origen invasor para los pastizales nativos, como son *Cynodon sp* y *Sorghum halepense* (MGAP, 2018) por lo que habría que tener especial atención con estas especies. La especie de semilla más abundante en las perchas fue *Ficus luschnathiana*, la cual compone el estrato arbóreo de mayor altura asociado al palmar y es de hábito epífita (asociada a la palma butiá) (Molina, 2001). Esto puede deberse a que su fruto es muy atractivo para las aves, lo que explica también su fuerte presencia como epífita en el ecosistema de palmar. Además esta especie es considerada pionera en la sucesión ecológica al crecer rápidamente en áreas abiertas y degradadas y también como especie

facilitadora de otras especies de plantas al mejorar las condiciones ambientales y servir de hábitat para otros dispersores, favoreciendo de esta forma la restauración ecológica (Lorenzi, 2009; Vargas & Sandoval, 2014; Santos & Oliveira, 2017). En el caso de *Myrsine sp* (perteneciente al estrato arbóreo de menor altura) y *Eragrostis sp* del estrato gramíneo, que también presentaron valores altos de abundancia, demuestra que presentan dispersión aérea por aves y que, para el caso de *Myrsine sp.*, claramente están presentes en el paisaje pero no llegan a desarrollarse en abundancia posiblemente por la acción del ganado. En cuanto a *Myrsine sp.* es una especie que puede actuar tanto de facilitadora como de nodriza, creando un ambiente propicio para que otras especies germinen y crezcan bajo su copa, favoreciendo así la restauración (Callaway & Walker, 1997; Suding & Hobbs, 2009). Tanto la riqueza como la abundancia de semillas fue mayor en zonas menos densas del palmar. Este resultado puede deberse a que la circulación de semillas está siendo mayor en zonas periféricas, posiblemente porque las semillas provienen de otros ecosistemas circundantes, como bosques ribereños o serranos, o las traen aves de pastizal que no entran en zonas de alta densidad de palmeras. En relación a las semillas que no han podido ser identificadas, resulta interesante destacar la dificultad en la identificación, ya que no se cuenta con la totalidad de registros previamente realizados sobre las semillas nativas de nuestros bosques y pastizales nativos. Si bien la experiencia en identificación con especialistas ha sido sumamente relevante para este estudio, existe este gran vacío de información y de sistematización para ayudar a identificar correctamente las especies.

Las perchas fueron utilizadas por gran diversidad de especies de aves que fueron observadas descansando en ellas, realizando despliegues reproductivos o procesando el alimento. Resulta interesante destacar que las cámaras trampa también registraron otros comportamientos además de la dispersión, como fue el cortejo de apareamiento e interacción entre varios individuos de la misma especie en la misma percha, así como también la llegada de otro tipo de alimento como parte de dietas carnívoras en algunas aves.

Diversos estudios demuestran que las perchas artificiales atraen especies de aves depredadoras por tener estructuras altas para posarse, lo que les proporciona una mejor visibilidad del espacio aéreo (Ferreira, 2014; Athiê & Dias, 2017). Esto explicaría la visita a las perchas artificiales instaladas en el palmar de especies como por ejemplo: *Falco sparverius*, *Pitangus sulphuratus*, *Furnarius rufus*, *Xolmis irupero*, *Xolmis cinerea*, las cuales algunas a pesar de su alimentación omnívora, son principalmente cazadoras de presas como invertebrados, insectos e incluso otras aves. En el material analizado en el laboratorio se hallaron restos óseos y gran diversidad de insectos. En cuanto al hábitat de las especies que visitaron las perchas son especies que habitan principalmente en pastizales o bosques, lo cual es acorde con los ambientes presentes dentro del palmar.

La abundancia de semillas de *Butia odorata* presentes en las perchas, fue considerablemente menor

respecto a otras especies de leñosas y/o herbáceas (particularmente gramíneas), lo cual puede indicar que este diseño de percha no sería el más adecuado para atraer especies de aves dispersoras del butiá (como la *Myiopsitta monachus* comúnmente llamada “Cotorra”) (Lado et al., 2024). Otro aspecto que podría estar influyendo en la no utilización de las perchas, es el tiempo de acostumbramiento a las mismas, que tal vez sea mayor para algunas especies. En este caso estaríamos hablando de un período de adaptación que necesitan ciertas especies de aves con las perchas, por lo que podría pensarse en períodos de muestreo de perchas más prolongados que los de este estudio, para evaluar el uso por parte de otras especies.

Los resultados indicaron que las perchas ubicadas en la periferia del palmar (con baja densidad de palmeras) contaron con mayor riqueza y frecuencia de visitas de aves y por tanto mayor cantidad de semillas. Un aspecto que puede estar determinando esto es que en las perchas ubicadas en las zonas más periféricas del palmar hay menor densidad de palmeras y por lo tanto menor cantidad de sitios para las aves posarse, de forma que las perchas son un atractivo mayor en lugares donde existe baja densidad de palmeras. Las aves de ecosistemas boscosos, tienden a evitar los espacios abiertos, y si los cruzan usan sitios para posarse (Guevara et al., 1986). Diversos estudios muestran que las aves utilizan las perchas entre fragmentos de bosque, para protección, descanso durante el vuelo, residencia, alimentación o como letrinas, recomendando así el uso de las perchas para restaurar grandes áreas abiertas (Guevara et al., 1986; Holl, 1998; Reis et al., 2003; Tres et al., 2007).

Por otro lado, la riqueza de semillas presentes en las perchas no mostró una relación significativa con la riqueza de aves. Cuando analizamos las dietas principales de las aves que se registraron en perchas de menor densidad de palmar, observamos que son dietas variadas incluyendo granívoras, omnívoras e invertívoras (Tobias et al., 2022). Sin embargo, la mayoría de las aves presentes en estas perchas son invertívoras, lo que probablemente explique el hecho de que a mayor riqueza de aves no necesariamente mayor riqueza de semillas en las perchas, por el tipo de dieta principal en las aves registradas. Por otro lado, al no tratarse de dietas frugívoras, esto explicaría el por qué no se observó dispersión aérea de butiá en las perchas de menor densidad. Esta discusión es una primera aproximación, pero hacen falta más estudios sobre el uso de las perchas por las aves y los tipos de perchas.

Respecto a la dispersión de semillas de butiá, se observó que el mayor número de semillas dispersadas se encontraron en el suelo debajo de la percha, en comparación con la red sobre la percha y el control (Figura 20). Esto estaría indicando que probablemente el butiá es dispersado principalmente por tierra y gracias a la acción de dispersores terrestres como por ejemplo el ganado, el zorro o el ñandú (Alonso Paz et al., 1995; Molina, 2001; Rodríguez-Mazzini & Molina, 2000). Durante el trabajo de campo se observaron restos de materia fecal de estas especies, así como

también regurgites del ganado conteniendo gran cantidad de semillas de butiá.

Lo interesante de este resultado es el efecto atractor que produjo la percha hacia los dispersores terrestres. Este efecto sobre los dispersores terrestres puede ser un efecto visual o de utilización que esté produciendo la misma percha. Una posible explicación es que el palo de la percha actúe como un “rascador” para el ganado, ya que las vacas utilizan superficies rugosas como las cortezas de los árboles para rascarse (McConnachie et al., 2018), pero desconocemos cuál podría ser el atractivo para otras especies de dispersores en el caso de que las haya.

Otro aspecto a tener en cuenta sobre la percha, es que puede existir un sesgo que esté afectando el registro de semillas de butiá en la red y debajo de la red. Este sesgo podría deberse a que algunas aves al posarse sobre el borde de la percha hayan depositado semillas en el suelo y no en la red. Aunque esto sería poco probable ya que las especies que visitan las perchas son pequeñas y no ingieren la semilla, la traen en el pico y en ese caso deberían haber sido detectadas por la cámara trampa.

El hecho de que en la red haya habido una muy baja o casi nula dispersión del butiá, reafirma la idea de que las aves que utilizan la parte aérea de la percha (cruz-red), no son las más adecuadas para dispersar grandes cantidades de semillas de butiá. Por otro lado, la información que nos brinda el control indica que existe una dispersión natural terrestre relevante del butiá en el ecosistema, aunque es menor que la que se da en la parte terrestre de la percha. La dispersión terrestre del butiá no tuvo una relación significativa con la densidad de palmeras asociada a la ubicación de la percha. Por lo tanto la densidad de palmeras no estaría afectando la llegada de las semillas por dispersores terrestres a las perchas. Entra en discusión que otros aspectos del paisaje estarían afectando este tipo de dispersión. Si tenemos en cuenta que probablemente la especie dominante en abundancia y biomasa en este ecosistema es el ganado, la dispersión del butiá va a estar condicionada por el movimiento que hace este dispersor en el sistema. Este movimiento a su vez está determinado por el manejo que haga el productor del ganado, condicionando también esta dispersión.

La implementación de perchas en el palmar mostró, a través de los resultados obtenidos en este estudio, que existe flujo aéreo de semillas dispersadas por aves y por tanto tiene potencial como herramienta de restauración en el palmar siempre que estén asociadas con exclusiones puntuales de la ganadería. Este estudio demostró que las perchas artificiales tienen potencial como técnica para restaurar ecosistemas como pastizales, bosques y palmares, debido a la llegada de dispersores que transportan semillas al núcleo de regeneración.

Estos resultados son un gran aporte no solo para la restauración del palmar de butiá sino para la aplicación de la técnica de perchas en otros palmares como el de *Butia yatay*, pudiendo generar así

un primer antecedente a pesar de ser otro tipo de ecosistema y de sufrir otras perturbaciones.

## **8- Aportes y recomendaciones para la restauración ecológica del palmar de *Butia odorata***

### **8.1 Aportes de la técnica de perchas a la restauración ecológica del palmar**

Los resultados de este trabajo nos permiten conocer parte de la dinámica ecosistémica del palmar, evidenciando parte del flujo de las especies vegetales dentro del mismo y su conexión con los dispersores y la estructura del paisaje.

El ecosistema de palmar se encuentra muy degradado y en cuanto a la vegetación acompañante, probablemente gran parte haya desaparecido, siendo el palmar actual un relicto de una asociación biológica aún más compleja (Báez & Jaurena, 2000). Cuando un ecosistema está muy alterado, se recomienda escoger como ecosistema de referencia, a una trayectoria sucesional dentro de otras trayectorias que ofrece el paisaje, los parches o relictos de vegetación original pueden indicar estas trayectorias sucesionales del ecosistema original (Vargas, 2007; Vargas, 2011). En este sentido las perchas artificiales además de tratarse de una técnica de restauración ecológica, permiten comprender cómo funciona la sucesión natural del ecosistema, conocer cuáles son las especies vegetales que componen la misma y orientar la restauración (Reis et al., 2003).

La utilización de las perchas, con exclusiones debajo o en potreros excluidos, permite iniciar un proceso sucesional y la regeneración natural, aumentando la riqueza de las especies en los núcleos con especies vegetales de las zonas adyacentes y la conectividad ecológica del paisaje (Robinson & Handel 1993, Holl, 1998, Guariguata & Ostertag, 2001; Reis et al., 2003). Este estudio demostró el potencial de las perchas artificiales en forma de cruz como herramienta de restauración del palmar al capturar diversidad de semillas provenientes de diferentes ecosistemas asociados a palmar como el pastizal y bosque.

El diseño de las perchas debe incluir también una exclusión terrestre por debajo de la cruz de 1m x 1m y medio con el fin de excluir el núcleo de regeneración y permitir que se regeneren las especies dispersadas, sin el efecto de la herbivoría por parte del ganado. Por lo tanto, la red que se utilizó para capturar el material dispersado no estaría en el proceso de implementación de la técnica en campo, ya que la red fue utilizada especialmente para el experimento de esta tesis.

El mayor valor de riqueza y abundancia de semillas, así como el mayor valor de riqueza y frecuencia de visitas de aves, se registró en perchas ubicadas en zonas de menor densidad de palmeras. Por lo tanto, se sugiere instalar las perchas en este tipo de zonas donde al menos las perchas estén ubicadas a 32 metros de distancia de la palmera más cercana.

En cuanto a la cantidad de perchas, va a depender de la disponibilidad de recursos en el sitio

(Sanchún et al., 2016) tales como: presencia de ecosistemas aledaños o vegetación adyacente en el área (fuente de semillas), presencia de avifauna que utilice las perchas y su conectividad con el paisaje (distancia entre percha y parche) (McDonnell & Stiles 1983; Robinson & Handel 1993). Hay trabajos que recomiendan distribuir 10 a 30 perchas por hectárea y que la distancia entre perchas debe variar entre 18 a 32 metros (Sanchún et al., 2016). La cantidad de perchas a instalar en el palmar dependerá de la densidad de palmar por hectárea en la propiedad del productor y de la proximidad y presencia de ecosistemas adyacentes, como pastizales o bosques asociados al palmar. Además se aconseja fomentar la implementación de perchas en los predios de productores que poseen hectáreas de palmar para conectar áreas fragmentadas y aumentar así la efectividad de la restauración a escala paisajística.

El estudio de la regeneración de las especies en estas exclusiones es importante incluirlo en el monitoreo y control del proceso de restauración una vez instaladas las perchas y se debe tener especial atención a la regeneración de aquellas semillas de especies consideradas invasoras que este estudio reveló (*Cynodon sp* y *Sorghum Halepense*) que podrían afectar la supervivencia de las plántulas de especies nativas, lo cual es una desventaja a la hora de utilizar esta técnica.

No se ha encontrado hasta el momento documentado en la bibliografía existente, trabajos con perchas que afirmen que la implementación de variedad de perchas en cuanto a su diseño aumenta la efectividad en la restauración, aún así este estudio ha demostrado que un diseño específico atrae cierto tipo de aves que utilizan determinados ambientes y consumen ciertas especies de semillas, por lo que se recomienda instalar y evaluar el funcionamiento de otro tipo de perchas en el palmar para conocer qué otras especies de aves y de semillas pueden llegar. Esto con el fin de aumentar la diversidad de especies vegetales en los núcleos de regeneración y aprovechar los recursos disponibles en el sitio. De esta forma se sugiere instalar perchas naturales, como la percha “árbol muerto”, donde los propios árboles muertos funcionan como perchas, acelerando la sucesión y aumentando la riqueza y abundancia de semillas, especialmente pioneras (McClanahan y Wolfe, 1993). En este caso sería una buena opción utilizar las mismas palmas que se encuentran muertas en pie como perchas, las cuales han sido registradas en el ecosistema. Las perchas naturales también pueden ser las propias palmeras vivas durante la temporada de fruto, alrededor de las cuales se generen núcleos de regeneración con exclusiones, actuando como posibles especies facilitadoras y nodrizas (favorecer el establecimiento de renovales bajo su copa). Otra de las opciones o sugerencias, son las perchas vivas, las cuales imitan árboles vivos de diferentes formas y poseen atractivos alimenticios o de refugio para los dispersores, con el fin de atraer animales con distinto comportamiento, como el de las aves frugívoras que puedan ser atraídas por el alimento ofrecido en las perchas (Reis et al., 2003; Espíndola et al., 2003). De esta forma se sugiere instalar este tipo de

perchas, las cuales pueden ser como las perchas en forma de cruz pero con frutos de butiá como atractivo o como cebo para las aves dispersoras de esta especie o incluso de otras especies arbóreas nativas que ofrecen frutos palatables para las aves, en la parte aérea de la percha como también en la base terrestre de la misma. Este diseño de perchas sugiere también la siembra de especies nativas como epífitas (que permitan crecer sobre sustratos no vivos), bromeliáceas o rastreras de rápido crecimiento que generen follaje en la percha y sirva como atractivo y refugio para las aves (Espíndola, 2003). En el caso de las bromelias, se sugiere plantarlas en la base de la percha para generar exclusiones naturales. Un tipo de estas especies de plantas y que se ha observado en campo, podría ser la *Bromelia antiacantha*, especie de bromelia espinosa que se encuentra presente en el ecosistema del palmar formando a su vez núcleos naturales de exclusión que permiten la regeneración de palmas así como de otras especies vegetales en el interior del núcleo. Incluso en estos núcleos o parches naturales de exclusión presentes en el paisaje, se podrían instalar las perchas si no hay presentes palmas de butiá adultas dentro que cumplan la función de percha natural.

## **8.2 Recomendaciones de técnicas nucleadoras para la dispersión de *Butia odorata***

Este trabajo encontró que las semillas de *Butia odorata* se dispersan principalmente por tierra posiblemente a través del efecto de dispersores terrestres como el ganado, el zorro y el ñandú.

El ganado es un importante dispersor dentro del palmar, sin embargo, es crucial encontrar métodos que permitan aprovechar este potencial sin que la herbivoría interfiera en la regeneración de las palmas. Para esto se podría poner a prueba la implementación de postes en el campo en donde las vacas se acerquen a rascarse y evaluar su funcionamiento como efecto atractor para la dispersión, complementando esta técnica con el manejo del ganado entre diferentes parcelas para dar tiempo a las especies a regenerarse. Otra opción podría ser establecer exclusiones en núcleos alrededor del poste una vez se hayan dispersado las semillas, para que el ganado no tenga acceso y asegurar la regeneración sin presión de la herbivoría. En este último caso se requiere del monitoreo periódico para garantizar un correcto funcionamiento de las técnicas.

En cuanto a los dispersores terrestres como el zorro o el ñandú, se sugiere implementar otro tipo de técnica de restauración como lo es la transposición de restos vegetales o también llamados refugios de fauna. Esta técnica de restauración nucleadora consiste en transferir restos vegetales de bosques de un área de vegetación nativa a un área degradada, acumulándolos en núcleos que son utilizados por los animales como refugio, facilitando así la llegada de semillas de los fragmentos adyacentes (Reis et al., 2003; Tres & Reis, 2007; Benetton et al., 2013; Sanchún et al., 2016; Fascioli, 2023). Para esta técnica se recomienda utilizar cualquier fuente de material orgánico disponible en la región,

especialmente aquellas con nutrientes inmovilizados, de preferencia leñoso (Reis et al., 2003; Bechara, 2006). Una opción podría ser utilizar las hojas de las palmas que se caen al suelo así como también los restos del tronco o las bases de las mismas hojas que constituyen un material sólido y espinoso. Este material apilado puede constituir núcleos de biodiversidad en su interior, generando un ambiente favorable para el establecimiento de las semillas dispersadas naturalmente, imprescindibles para procesos sucesionales secundarios en la zona dañada (Reis et al., 2003; Carpanezzi & Nicodemo, 2009). También se sugiere para la implementación de esta técnica la utilización de las palmas que se encuentran caídas y huecas en su interior y que favorecen el refugio de la fauna, así como también el ambiente idóneo para la germinación de las plántulas debido a la acumulación de humedad y material orgánico fibroso propio de la palma en descomposición (lo cual a su vez mejora las condiciones del suelo). Algunos trabajos que utilizaron esta técnica, recomiendan dar prioridad a la altura de los refugios de ramas y restos vegetales de bosques sobre la longitud, ya que las pilas más altas con 2 o 3 metros de altura tienden a proporcionar refugios más protegidos y duraderos para la fauna, e irán descomponiéndose atrayendo una serie de animales al área de diferentes niveles tróficos (Bechara, 2006; Guimarães, 2015). Incluso con esta misma altura recomendada (2 a 3 metros), esta técnica puede ser usada para impedir la entrada de ganado en áreas de restauración, sin inhibir el pasaje de la fauna nativa (Bechara, 2006). En cuanto a la cantidad de estos refugios, algunos/as autores/as recomiendan construir cinco refugios por hectárea, y deben ser colocados en sitios donde los animales colonizan con mayor facilidad, como zonas cercanas a riberas de ríos, espacios entre fragmentos de bosque y lugares de ladera donde existan condiciones de protección (Sanchún et al., 2016). El presente trabajo reveló que la densidad de palmeras asociada a la dispersión terrestre del butiá, no estaría generando un efecto marcado en la dispersión, por lo tanto la ubicación de estas técnicas en el paisaje es independiente de la densidad de palmar.

En todos los casos, la implementación de variedad de técnicas de restauración sería lo más adecuado para el palmar, debido a las diferentes relaciones entre los dispersores y las especies de semillas vegetales. Algunos estudios demostraron que cuanto mayor sea la diversidad de formas y funciones de los núcleos (mezcla de técnicas nucleadoras) mayor será la eficacia del conjunto de las técnicas y mayores beneficios a la regeneración y restauración del ecosistema (Holl et al. 2002; Reis et al., 2010).

La aplicación de las técnicas va a depender de diversas variables, entre ellas de los recursos con los que disponga el proyecto (Reis et al., 2003; Bechara, 2006; Tres & Reis, 2007; Santos et al., 2012; Ceccon, 2013; Sanchún et al., 2016). Esto es particularmente importante, ya que algunas técnicas son más costosas que otras, o poseen más desventajas, generalmente asociadas a sus costos (Reis et al., 2003; Gutiérrez, 2006; Verdejo et al., 2006; Valladares et al., 2011; Ceccon, 2013). En general, las

técnicas nucleadoras permiten optimizar recursos y tiempo, y son más baratas por ejemplo que las técnicas convencionales de implantación (Bechara, 2003; Prado et al., 2018). Reproducir palmas y luego trasplantarlas al sitio aumentaría no sólo los costos económicos (producción ex-situ en viveros y traslados), sino también de recursos humanos y de tiempo, ya que el índice de crecimiento de *Butia odorata* es lento. En el caso de las perchas artificiales en forma de cruz, se ha visto que son las más implementadas por razones de costo, instalación y efectividad, ya que que han demostrado mejores resultados en cuanto al número de visitas, de semillas y de plántulas reclutadas bajo ellas, en comparación con otras perchas (Graham & Page, 2011; Dias, et al., 2014; Athiê & Dias; 2016; Vogel, et al., 2016). Por lo tanto puede ser una alternativa interesante, principalmente cuando los costos de implantación deben ser reducidos y en proyectos de gran escala como sucede con el palmar.

A continuación se muestran en la tabla 4, en forma de síntesis, los principales aprendizajes obtenidos en este estudio y las recomendaciones para la restauración del palmar en base a esos aprendizajes.

<b>Tabla 4. Recomendaciones para la restauración ecológica del palmar de <i>Butia odorata</i></b>	
<b>Aprendizaje</b>	<b>Recomendación</b>
Las aves que utilizaron las perchas artificiales dispersaron una variedad de semillas de pastizal y bosque asociados a palmar.	Las perchas artificiales en forma de cruz con exclusión del ganado, tienen el potencial de contribuir a restaurar el palmar asociado a pastizal y palmar asociado a bosque.
El mayor valor de riqueza y abundancia de semillas, así como el mayor valor de riqueza y frecuencia de visitas de aves, se registró en perchas ubicadas en zonas de menor densidad de palmeras.	Para restaurar pastizal y bosque asociado a palmar, se sugiere instalar las perchas en zonas de baja densidad de palmar, donde al menos las perchas estén ubicadas a 32 metros de distancia de la palmera más cercana.
Las aves dispersaron semillas exóticas invasoras en las perchas.	Es necesario el monitoreo y control de especies que nucleen las perchas para evitar la proliferación de especies exóticas invasoras.
El diseño de perchas artificiales atrajo 16 de las 86 especies de aves que habitan en el palmar, dispersando 12 especies de semillas.	Implementar otro diseño de perchas como las perchas naturales y perchas vivas para evaluar que otras especies de aves y de semillas llegan a estas perchas.

**Tabla 4.** Recomendaciones para la restauración ecológica del palmar de *Butia odorata*

<p>Las aves del palmar dispersan principalmente semillas de especies de pastizal y bosque asociados a palmar a través de la vía aérea, mientras que las semillas de <i>Butia odorata</i> son dispersadas principalmente por vía terrestre gracias al efecto de dispersores terrestres.</p>	<p>Implementar variedad de técnicas de restauración sería lo más adecuado para restaurar el palmar, debido a las diferentes relaciones entre los dispersores (aéreos y terrestres) y las especies de semillas.</p> <p>Para la dispersión terrestre de butiá se sugiere implementar postes en el campo (“rascadores”) para atraer al ganado, complementandose con el manejo rotativo del mismo y estableciendo exclusiones en núcleos alrededor de los rascadores una vez se hayan dispersado las semillas. También se sugiere la implementación de refugios para fauna como técnica nucleadora, con el fin de atraer a los zorros.</p>
--	--

### 8.3 Recomendaciones para la participación social en la restauración ecológica del palmar

Este estudio genera un aporte a la búsqueda de alternativas para la conservación del palmar a través de la evaluación del funcionamiento de una técnica de restauración ecológica. La viabilidad o eficacia de esta técnica de restauración va a depender no sólo de los aspectos ecológicos evaluados en este trabajo, sino también de la aceptación, voluntad y participación de los actores locales (la cual determinará el éxito de la restauración). Para esto, se plantean recomendaciones a la gestión y participación de la comunidad local en la restauración ecológica con el uso de técnicas nucleadoras. Se sugiere promover la participación de los productores/as en todas las etapas del proceso de la restauración, tanto en el diseño (incluyendo elección de las técnicas), así como también en las etapas de ejecución y monitoreo para garantizar la continuidad (Mola et al., 2018). Para lograr participación es importante generar el interés de los productores/as acerca de las técnicas para que sean incluidas en sus predios, resaltando los bajos costos de implementación y de intervención que tienen las perchas y los refugios de fauna respecto a otras técnicas más costosas (Reis et al., 2010; Ceccon, 2013). Resaltar también que este tipo de técnicas tienen la ventaja de que abarcan poca superficie del área (algunos metros) a diferencia de las técnicas pasivas como las exclusiones del ganado a grandes escalas (como hectáreas), las cuales pueden generar disconformidad en el productor por

diversos motivos (manejo del ganado, productivos, etc.) (Reis et al., 2010). Además de generar el interés en los productores/as se debe tener en cuenta cuáles son sus propios intereses para alinear los objetivos de la restauración con los suyos (tanto si es un interés de valoración intrínseco del ecosistema como de uso económico, productivo, turístico, etc.) y generar así mayor involucramiento (Useche et al., 2011). Para esto se deben promover instancias de diálogo para intercambiar diferentes saberes (locales y científicos) basándose en la sinergia de los mismos e incorporar aquellas prácticas locales de conservación del palmar.

Promover instancias de educación ambiental participativa es una herramienta fundamental para generar la comprensión de la importancia de restaurar el palmar desde sus diferentes valoraciones: sociales, culturales, económicas y ecológicas, sobre todo porque es un ecosistema que confiere identidad cultural a la población (PROBIDES, 1995; Rivas, 2005; Geymonat y Rocha, 2009; Rivas, 2014; Dabezies, 2019).

Se propone también generar la participación y el apoyo institucional a la restauración, tanto de organizaciones estatales, como de asociaciones de productores/as, propietarios/as, ONGS, academia e institutos de investigación. Para esto se sugiere la aplicación de estrategias como las redes de conservación, las cuales fomentan la conservación en tierras privadas, promoviendo la articulación de los intereses de los diferentes actores (incluyendo el de los propietarios/as) y permiten crear lazos entre éstos (Kamal et al., 2015). Este tipo de estrategias, permiten unir esfuerzos, compartir experiencias y desafíos, e involucrar un componente social muy fuerte como es el de las ONGS y la voluntad de conservar por parte de los propietarios/as de las tierras (Gross, 2006; Baker et al., 2014). Estas redes podrían estar tituladas como “Red de productores/as en restauración del palmar”, en donde puedan fortalecerse las prácticas de restauración, sus beneficios, el intercambio de experiencias y la búsqueda de mecanismos financieros. En todos los casos, se sugiere incorporar estrategias de conservación voluntarias (voluntad de los propietarios/as en conservar), como por ejemplo aquellas orientadas a incentivos económicos y de asesoramiento legal y técnico, ya que se ha visto que son estrategias que promueven la participación de los propietarios/as en la conservación (Fascioli, 2023). La experiencia de Refugios de Vida Silvestre, es la que más áreas de conservación en tierras privadas abarca hasta el momento en nuestro país, utilizando en su mayoría este tipo de estrategias de conservación (Fascioli, 2023). Los incentivos pueden ser no económicos como el reconocimiento formal, asesoramiento legal o técnico, capacitaciones, como económicos como compartir costos asociados a la implementación de las técnicas o al proyecto de restauración en sí. Se sugiere generar programas de incentivos orientados a productores/as que restauren palmar, en donde éstos lleven a cabo acciones de restauración a cambio de pagos que tengan que ver con aquellos que involucren por ejemplo mayor diversidad de técnicas de restauración (perchas, refugios

de fauna, exclusiones) y también lleven adelante acciones de monitoreo de las mismas. Otra opción puede ser programas de incentivos económicos orientados al ecoturismo y la educación ambiental, el palmar forma parte del interés cultural de la población y acceder a este ecosistema es solo posible gracias a la voluntad del productor, por lo tanto incentivar este tipo de acciones se vuelve fundamental para darle visualización y continuidad a los proyectos de este tipo.

## 9. Anexos

**Tabla 1. Términos y definiciones**

Término	Definición	Referencias bibliográficas
<b>Ecosistema de referencia</b>	Ecosistema real (lo más parecido posible al ecosistema original del sitio a restaurar) o una aproximación conceptual detallada (o incluso ambos), que sirve de modelo para planear un proceso de restauración y más adelante sirve para su evaluación.	<p>Mola, I., Magro, S., &amp; de Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica.</p> <p>Society for Ecological Restoration (SER), Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson, Arizona. <a href="http://www.ser.org">www.ser.org</a></p> <p>Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana, 16(2), 221-246.</p>
<b>Nucleación</b>	<p>Consiste en la formación de microhábitats como núcleos facilitadores para la llegada de especies animales y vegetales que aumentan la conectividad del paisaje, facilitando las interacciones entre los organismos.</p> <p>La nucleación funciona como un mecanismo de retroalimentación, en donde hay un donador y un receptor, permitiendo la formación de esos núcleos de regeneración y promoviendo la formación del banco de semillas en los sitios elegidos. De esta forma el sistema nucleador es efectivo en el paisaje y promueve la conectividad, siempre que los flujos biológicos y energéticos se den en dos sentidos: “de los fragmentos al área en restauración” y “del área restaurada al paisaje”.</p>	<p>Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Díaz de Santos.</p> <p>Reis, A., Bechara, F., Bazzo de Espíndola, M., Koehntopp Vieira, N., &amp; Lopes de Souza, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. <i>Natureza &amp; Conservação</i>, 1(1), 85-92.</p> <p>Reis, A., Bechara, F., &amp; Tres, D. R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. <i>Scientia Agricola</i>, 67(2), 244-250.</p> <p>Sanchún, A., Botero, R., Morera Beita, A., Obando, G., Russo, R. O., Scholz, C., &amp; Spinola, M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica</p> <p>Tres, D. R., &amp; Reis, A. (2009). Técnicas nucleadoras na restauração de</p>

		<p>floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. <i>Biotemas</i>, 22(4), 59-71.</p> <p>Yarranton, G. A., &amp; Morrison, R. G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. <i>Journal of Ecology</i>, 62(2), 417-428.</p>
<b>Restauración ecológica</b>	<p>Actividad intencional que comienza o acelera la recuperación de un ecosistema en cuanto a su salud, integridad y sostenibilidad. El ecosistema que necesita de este proceso, se ha degradado, dañado, transformado o destruido en su totalidad por las actividades (directas e indirectas) del hombre.</p>	<p>Society for Ecological Restoration (SER), Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson, Arizona. <a href="http://www.ser.org">www.ser.org</a>.</p>

<p><b>Restauración activa o sucesión asistida</b></p>	<p>Es aquella que implica la intervención humana en el ecosistema y es aplicada cuando éste está muy degradado y ya no cuenta con sus mecanismos de regeneración naturales. Involucra además de la protección, la intervención por medio de manejo de la sucesión secundaria (enriquecimiento de bosques o eliminación de especies exóticas), implantación y una diversidad de técnicas nucleadoras.</p>	<p>Lamb, D., &amp; Gilmour, D. (2003). Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland.</p> <p>López-Barrera, F., Bonilla-Moheno, M., &amp; Toledo-Aceves, T. (2017). Restauración del bosque de niebla con un enfoque de paisaje. <i>Agroproductividad</i>, 10(1), 29-36. ResearchGate.</p> <p>Reis, A., Bechara, F., Bazzo de Espíndola, M., Koehntopp Vieira, N., &amp; Lopes de Souza, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. <i>Natureza &amp; Conservação</i>, 1(1), 85-92.</p> <p>Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. <i>Acta Biológica Colombiana</i>, 16(2), 221-246.</p> <p>Williams-Linera, G., López-Barrera, F., &amp; Bonilla-Moheno, M. (2015). Estableciendo la línea de base para la restauración del bosque de niebla en un paisaje periurbano. <i>Madera y Bosques</i>, 21(2), 89-101.</p>
---	--	---

<p><b>Restauración pasiva o sucesión natural</b></p>	<p>Consiste en eliminar aquellas barreras que imposibilitan que los ecosistemas se recuperen por sí mismos, como cerrar el área que se pretende restaurar a cualquier tipo posible de perturbación antrópica.</p>	<p>Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Díaz de Santos.</p> <p>Fernández, I. C., Olivares, L., orales San Martin, N., &amp; Gomez, M. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales (L. Olivares Dávila &amp; I. Fernandez Chicharro, Eds.).</p> <p>González-Espinosa, M., Meave, J. A., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, F. G., &amp; Ibarra-Manríquez, G. (2012). Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. <i>Ecosistemas</i>, 21(1-2), 36-52.</p> <p>Mola, I., Magro, S., &amp; de Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica.</p> <p>Sánchez, Ó., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., &amp; Valdez, M. (Eds.). (2005). Temas sobre restauración ecológica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología.</p> <p>Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. <i>Acta Biológica Colombiana</i>, 16(2), 221-246.</p>
<p><b>Sucesión ecológica</b></p>	<p>Secuencia de colonización de un espacio geográfico por especies vegetales, dentro de un proceso de desarrollo del ecosistema hacia una mayor productividad, biomasa, complejidad, estabilidad y control del ambiente por los seres vivos.</p>	<p>Zuluaga &amp; Espinosa. (2005). Las aves como dispersoras de semillas en la sucesión secundaria de un sector quemado del S. F.F. Iguaque, Boyacá.</p>

<p><b>Sucesión ecológica secundaria</b></p>	<p>Proceso ecológico por el cual se recupera la cobertura boscosa en lugares que anteriormente estuvieron sometidos a algún tipo de perturbación natural o antrópica.</p>	<p>Yepes, A. P., del Valle, J. I., Jaramillo, S. L., &amp; Orrego, S. A. (2010). Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). <i>Revista de Biología tropical</i>, 58(1), 427-445.</p>
<p><b>Técnicas nucleadoras</b></p>	<p>Son aquellas que se enfocan en modelos de manejo de la biofuncionalidad de los ecosistemas que buscan su integración con el paisaje natural que los rodea. La principal idea de estas técnicas es promover “gatillos ecológicos” que logren aumentar la probabilidad de formación de diversidad de rutas o estadíos sucesionales, y reduzcan el tiempo de recuperación.</p>	<p>Bechara, F. (2006). Unidades demostrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.</p> <p>Guevara, S., &amp; Laborde, J. (1993). Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. In T.H. Fleming &amp; A. Estrada (Eds.), <i>Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects</i> (pp. 319-338). Springer Netherlands.</p> <p>Reis, A., Bechara, F., Bazzo de Espíndola, M., Koehntopp Vieira, N., &amp; Lopes de Souza, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. <i>Natureza &amp; Conservação</i>, 1(1), 85-92.</p> <p>Sanchún, A., Botero, R., Morera Beita, A., Obando, G., Russo, R. O., Scholz, C., &amp; Spinola, M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica.</p>

## 10. Bibliografía

- Aldabe, J. y Calimares, C. 2009. Avifauna de los palmares de *Butia capitata* y ambientes asociados en el departamento de Rocha, Uruguay. 152-157 pp. En: Geymonat, G. y Rocha, N. (eds) "M'botiá: ecosistema único en el mundo". Casa Ambiental, Castillos, Rocha, Uruguay. 450pp.
- Alonso Paz, E., R. Rodríguez-Mazzini y M. Clara. 1995. Dispersión de la palma butiá (*Butia capitata*) por el zorro de monte (*Cerdocyon thous*) en montes nativos de la Reserva de la Biosfera, Bañados del Este, Uruguay. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 104: 1-4
- Alonso Paz, E. 1997. Plantas acuáticas de los Humedales del Este. Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este PROBIDES. 240pp.
- Altesor, A., Di Landro, E., May, H., & Ezcurra, E. (1998). Long-term species change in a Uruguayan grassland. *Journal of Vegetation Science*, 9(2), 173-180.
- Alves, M. V. P., & Pinheiro, L. B. A. (2013). Restauração de Unidade Demonstrativa com o uso de Técnicas Nucleadoras em Mata Atlântica Estacional Semidecidual. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(2), 210 - 217.
- Athiê, S., & Dias, M. M. (2016). Use of perches and seed dispersal by birds in an abandoned pasture in the Porto Ferreira state park, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76(1), 80-92.
- Avella, A., García, N., Gutiérrez, F., & González, A. Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: implicaciones para la restauración ecológica. *Caldasia*, 41(1), 12-27.
- Bález, F.; Jaurena, M. 2000. Regeneración del palmar de Butiá (*Butia capitata*) en condiciones de pastoreo. Relevamiento de establecimientos rurales de Rocha. PROBIDES. Documento de trabajo nº 27. 34 p.
- Baker, S., Eckerberg, K., & Zachrisson, A. (2014). Political science and ecological restoration. *Environmental Politics*, 23(3), 509-524.
- Barreneche, J. M., & Zarucki, M. (2017). Mapeo y clasificación de formaciones vegetales del sitio Ramsar Bañados del Este y Franja Costera. PROBIDES. *Documentos de Trabajo N, 52*.
- Barrios, M. (2022). Restauración activa y pasiva de bosque parque talado en el litoral oeste de Uruguay. Tesina de grado de la licenciatura en Ciencias Biológicas.
- Barton, D. E., & Yates, R. A. (2007). *Restoration of degraded ecosystems: The role of pioneer species. Ecological Management & Restoration*, 8(2), 124-131.
- Bechara, F. (2006). Unidades demostrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Benetton, P. C., Naschenveng, F. d. R., da Silva Mariano, D., & Dinardi, N. M. (2013). Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in a cerrado area. *Brasil Ciencia*, 37(5), 1158-1163.

- Bernardi et al. (2021). Restoring riparian areas of Paso Severino reservoir, Uruguay with citizen's participation. En: Ingrid Chorus, Martin Welker (Eds). Toxic Cyanobacteria in Water. CRC Press, Florida.
- Berrios, V. S., Tálamo, A., & Derlindati, E. J. (2024). ¿ Pueden las perchas artificiales atraer aves dispersoras de semillas en bosques secos de montaña disturbados?. *Ecología Austral*, 34(1), 096-105.
- Cornell Lab of Ornithology. (2025). Birds of the World. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- Blumetto, O. (2024). Manejo de invasiones de especies exóticas en procesos de restauración de Monte Parque en la región sur de Uruguay: Management of exotic species invasions in Monte Parque restoration processes in the southern region of Uruguay. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(1), 764–769. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n1-059>
- Brazeiro, A., Haretche, F. y Toranza, C. (2018) Monitoreo de la sucesión secundaria en bosques parque talados: Aprendizajes para la restauración. RECIENTES AVANCES EN INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL BOSQUE NATIVO DE URUGUAY, Facultad de Ciencias, MGAP, BMEL. Montevideo. 101 pp
- Brussa, C y Grela, I. (2007). Flora arbórea del Uruguay : con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó
- Carpanezzi, A. A., & Franceschi Nicodemo, M. L. (Eds.). (2009). Recuperação de mata ciliar e reserva legal florestal no noroeste paulista. São Carlos, SP.
- Callaway, R. M., & Walker, L. R. (1997). *Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions between plants*. *Ecology*, 78(7), 1958-1965.
- Caudillo, C., & Coronel, C. (2017). Densidad de Kernel. Documento de trabajo. Centro de Investigación en Geografía y Geomática. México.
- Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Díaz de Santos.
- Cole, R. J., Holl, K. D., & Zahawi, R. A. (2010). Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. *Ecological Applications*, 20(5), 1255–1269.
- Colominas, G. 2016. Palmares de *Butia odorata* en los bañados del este de Uruguay. Capítulo 23. Pp. 471-486. En: Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Editores), XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Cortés-Capano, G., Dimitriadis, C., Fernández, A., Carabio, M., & Etchebarne, V. (2017). Conservación voluntaria de la naturaleza en Uruguay: perspectivas de productores rurales de las Quebradas del Norte.
- Cortés-Capano, G., Toivonen, T., Soutullo, A., Fernández, A., Dimitriadis, C., Garibotto-Carton, G., & Di Minin, E. (2020). Exploring landowners' perceptions, motivations and needs for voluntary conservation in a cultural landscape. *People and Nature*, 2, 840-855.

- Dabezies, J. M. (2019). Negotiating the Taskscape. Relocating Human–Environmental Relationships in Conservation Proposals around Palm Forests in Uruguay. *Conservation and Society*, 17(3), 236-249.
- De los Santos María Cecilia, M., Patricia, P. V., Piñeiro Verónica, R. A., & Souza Mercedes, Z. M. (2013). Caracterización de los parches de matorral y bosque psamófilo de Punta Negra y Santa Mónica, Maldonado.
- De Paz, Manuel, Gobbi, Miriam, Raffaele, Estela. (2019). Revisión de las experiencias de revegetación con fines de restauración en bosques de la Argentina. *Ecología austral*, 29(2), 194-207.
- Dias, C. R., Umetsu, F., & Breier, T. B. (2014). Contribuição dos poleiros artificiais na dispersão de sementes e sua aplicação na restauração florestal. *Ciência Florestal*, 24(2), 501-507.
- Díaz, R. M. (2020). Discursos científicos sobre la restauración ecológica en México. *Sociedad y ambiente*, 23, 1-24.
- Donato, L., Moreira Rovedder, A. P., Hummel, R. B., Peccatti, A., de Araújo, E. F., Marostega Felker, R., Corrêa da Silva Junior, J. C., & Neuenschwander, F. (2020). Fauna Associated with Brushwood Transposition in a Mining Area in the South of Brazil. *Floresta e Ambiente*, 27(3), 2-9.
- Ellison, A. M., Denslow, J. S., Loiselle, B. A., & Brenes, D. (1993). Seed and Seedling Ecology of Neotropical Melastomataceae. *Ecology*, 74(6), 1733-1749.
- Espíndola, M. B., Vieira, N. K., & Reis, A. (2003). Poleiros artificiais: formas e funções. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/228520454\\_Poleiros\\_artificiais\\_formas\\_e\\_funcoes](https://www.researchgate.net/publication/228520454_Poleiros_artificiais_formas_e_funcoes)
- Etchebarne, V., & Brazeiro, A. (2016). Effects of livestock exclusion in forests of Uruguay: Soil condition and tree regeneration. *Forest Ecology and Management*, 362, 120-129.
- Etchebarne-Palla, V., Rodríguez-Silveira, P., López, L., Martino, D., Benavidez, V., & Porzio, J. (2022). Experiencias de conservación del bosque nativo de Uruguay: Oportunidades y desafíos del uso de los bosques nativos integrados a la producción ganadera de Uruguay.
- Fascioli, S. (2023). Restauración ecológica de bosques y los desafíos de la conservación en tierras privadas (monografía no publicada). CURE, Universidad de la República.
- Fernández, I. C., Olivares, L., orales San Martin, N., & Gomez, M. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales (L. Olivares Dávila & I. Fernandez Chicharro, Eds.). ResearchGate.
- Ferreira, G. Â. (2014). Poleiros artificiais como núcleos de dispersão de sementes e fatores que influenciam este processo em área de Cerrado sensu stricto no triângulo mineiro. Uberlândia. Ferreira, R. A., Davide, A. C., Antonio, C., Bearzoti, E., & Souza Motta, M.
- Flores Garnica, J. G., & Reyes Cárdenas, O. (2019). Distribución espacial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. mediante la estimación de la densidad Kernel. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(53), 21-40.

- Gann, G. D., & Lamb, D. (Eds.). (2006). *Ecological Restoration: A mean of conserving biodiversity and sustaining livelihoods*. Society for ecological restoration international, Tucson, Arizona, USA and IUCN, Gland, Switzerland.
- Geymonat, G. y N. Rocha. (2009). *M`botia. Ecosistema único en el mundo*. Rocha, Uruguay, Casa Ambiental. 405 pp.
- Gomes, VGN., Quirino, ZGM y Araujo, HFP. (2014). Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 74: 32-40.
- González Jiménez, T. (2011). *Aportes a la restauración del paisaje forestal*. Tesis para la obtención del título de Ingeniero agrónomo. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9729/1/3739gon.pdf>
- González-Espinosa, M., Meave, J. A., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, F. G., & Ibarra-Manríquez, G. (2012). Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, 21(1-2), 36-52.
- Graham, L., & Page, S. E. (2011). Artificial Bird Perches for the Regeneration of Degraded Tropical Peat Swamp Forest: A Restoration Tool with Limited Potential. *Restoration Ecology*.
- Gross, M. (2006). Beyond expertise: Ecological science and the making of socially robust restoration strategies. *Journal for Nature Conservation*, 14, 172-179.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148, 185-206.
- Guerta R. S, Lucon, L. G., Motta-Junior, J. C., da Silva Vasconcellos, L. A. y de Figueiredo, R. A. 2011. Bird frugivory and seed germination of *Myrsine umbellata* and *Myrsine lancifolia* (Myrsinaceae) seeds in a cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 11: 59-65
- Guevara, S., Purata, S. E., & Van der Maarel, E. (1986). The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetation*, 66(2), 77-84.
- Guimarães, A. F. (2015). *Restauración de ambientes degradados por la actividad pecuaria*. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/103729>.
- Gutiérrez, F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 156 p.
- Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology*, 9(2), 239-246.
- Holl, K. D. (1998). Do Bird Perching Structures Elevate Seed Rain and Seedling Establishment in Abandoned Tropical Pasture? *Restoration Ecology*, 6(3), 253-261.
- Holl, K. D. (2002). Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology*, 90(1), 179–187.
- Holl, K.D. & Aide, T.M. (2011). When and where to actively restore ecosystems?. *Forest ecology and management*, 261(10), 1558-1563.

- Kamal, S., Grodzińska-Jurczak, M., & Brown, G. (2015). Conservation on private land: a review of global strategies with a proposed classification system. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(4), 576–597.
- Lado, I., Alfaro, M., Arim, M., Borthagaray, A. I., Fascioli, S., Illarze, M., Liguori, L., Peña, M., Rodríguez-Tricot, L., Turielli, A., & Zarucki, M. (2024). Aves de los palmares de Butiá (*Butia odorata*) en Uruguay: datos de cinco años de muestreos: . *Ecosistemas*, 33(3), 2795.
- Lamb, D., & Gilmour, D. (2003). *Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests*. IUCN, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland.
- Lebrija-Trejos, E., Meave, J. A., Poorter, L., Pérez-García, E. A., & Bongers, F. (2010). Pathways, mechanisms and predictability of vegetation change during tropical dry forest succession. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12(4), 267-275.
- López-Barrera, F., Bonilla-Moheno, M., & Toledo-Aceves, T. (2017). Restauración del bosque de niebla con un enfoque de paisaje. *Agroproductividad*, 10(1), 29-36. ResearchGate.
- Lorenzi, H. (2009). *Árvores Brasileiras. Volume 3*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- MADS-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. 98 p.
- Marasas, M.S. (2020). El rol de las perchas naturales para favorecer la dispersión de semillas y el establecimiento de renovales en un bosque del Espinal de Córdoba (Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba). Repositorio Institucional UNC. [https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC\\_7b62a8d97208deafcc42eb5d1dca73ab](https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC_7b62a8d97208deafcc42eb5d1dca73ab)
- MGAP. (2018). Actualización del manual de bosque nativo en Uruguay. Ministerio de ganadería, agricultura y pesca.
- McClanahan, T. R., & Wolfe, R. W. (1993). Accelerating Forest Succession in a Fragmented Landscape: The Role of Birds and Perches. *Conservation Biology*, 7(2), 279-287.
- McConnachie, E., Smid, A. M. C., Thompson, A. J., Weary, D. M., Gaworski, M. A., & von Keyserlingk, M. A. (2018). Cows are highly motivated to access a grooming substrate. *Biology letters*, 14(8)
- McDonnell, M. J., & Stiles, E. W. (1983). The Structural Complexity of Old Field Vegetation and the Recruitment of Bird-Dispersed Plant Species. *Oecologia*, 56(1), 19-116.
- Meli, P., K. D. Holl, J. M. Rey Benayas, H. P. Jones, P. C. Jones, D. Montoya, and D. Moreno. 2017. A global review of past land-use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery. *PLOSOne* 12:e0171368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171368>.
- Mola, I., Magro, S., & de Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. ResearchGate.
- Molina Espinosa, B. (2001). Biología y conservación del palmar de Butiá (*Butia capitata*) en la Reserva de Biosfera de Bañados del Este. PROBIDES, Rocha, UY. (Documentos de Trabajo; 34).
- MVOTMA 2015. Plan Estratégico 2015- 2020. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Montevideo, Uruguay.

- ONU. (2024). Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas. <https://www.decadeonrestoration.org/es/sobre-el-decenio-de-las-naciones-unidas>
- Orozco Romero, D. (2018). ¿Las perchas artificiales simples para aves aumentan la lluvia de semillas en un pastizal del Bosque Seco Tropical en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia? Pontificia Universidad Javeriana Facultad De Estudios Ambientales y Rurales Carrera de Ecología.
- Pezzani, F. (2007). Reserva de Biosfera Bañados del Este, Uruguay. UNESCO. Programa de cooperación Sur-Sur. Documentos de trabajo; 37).
- PNRBN. (2019). Plan Nacional de Restauración de Bosques Nativos. Resolución 267 / 2019. Secretaria de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina. URL: [tinyurl.com/2cecsjn4](http://tinyurl.com/2cecsjn4)
- PNRP. (2021). Plan Nacional de Restauración de Paisaje 2021-2030. Obtenido de <https://mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2021/11/Plan-Nacional-de-Restauracion-de-Paisajes-2021-2030.pdf>
- Prado-Castillo, L. F., Gil- Leguizamón, P. A., Sabogal-González, A., & Morales-Puentes, M. E. (2018). Restauración de ecosistemas de montaña: cultura y ecología desde el páramo y el piedemonte llanero. UPTC.
- PROBIDES. (1995). El palmar, la Palma y el Butiá. Montevideo: Productora Editorial. Ficha didáctica 4, p. 23.
- PROBIDES. (1999b). Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay- Rocha. Rocha Uruguay. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 159 p.
- QGIS Development Team. (2025). *Interpolación en QGIS*. Recuperado el 21 de febrero de 2025, de [https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/interpolation.html](https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/interpolation.html)
- Rebelato, B. F., Ventura, J. P., Skorupa, L. A., Colombo, G. R. G., & Alencar, M. (2017). Contribuições para a adequação do meio ambiente rural: estratégias de recuperação, experiências e espécies. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, v. 13, p. 258-270.
- Reis, A., Bechara, F., Bazzo de Espíndola, M., Koehntopp Vieira, N., & Lopes de Souza, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. *Natureza & Conservação*, 1(1), 85-92.
- Reis, A., Bechara, F., & Tres, D. R. (2010). Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola*, 67(2), 244-250.
- Reis, A., Tres, D. R., & Scariot, E. C. (2007). Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. *Pesquisa Florestal Brasileira*, (55), 67-73. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/120>
- Rivas, M. and A. Barilani. (2004). Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (MART.) BECC de Uruguay. *Agrociencia* 1: 11-20.
- Rivas, M. (2005). Desafíos y alternativas para la conservación in situ de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. *Agrociencia* 2: 161-168.

- Rivas, M., Mazella, C. (2007). Proyecto Conservación y sustentabilidad de los palmares de Butiá. (en línea). Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía/Grupo Palmar/PROBIDES. s.p. Consultado ago. 2008. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~butia/>
- Rivas, M., Jaurena, M.; Gutiérrez, L.; Barbieri, R.L. (2014). Diversidad vegetal del campo natural de *Butia odorata* (Barb.Rodr.) Noblick en Uruguay. *Agrociencia* (Uruguay) 18: 2, p.: 14 – 27.
- Rivas, M., Barbieri, R.L. (2015). Buenas prácticas para el manejo sostenible del Palmar de Butiá. 65p, Editorial: Embrapa, Brasilia.
- Rivas, M., Filippini, J.M., Cunha, H., Hernández, J., Resnichenko, Y., Barbieri, R.L. (2017). Palm forest landscape in castillos (Rocha, Uruguay): contributions to the design of a conservation area. *Open J. For.* 07, 97–120.
- Rivas, M. (2020). Desde el butiá al palmar y su gente: un viaje de construcción interdisciplinaria. *Plantae*, N°3.
- Robinson, G. R., & Handel, S. N. (1993). Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal. *Conservation Biology*, 7(2), 271-278.
- Rodrigues, S. B. M., Silva, L. A. C., & Mendes, L. (2009). Utilização de poleiros artificiais para a recuperação da vegetação em uma área de pastagem abandonada nas margens da represa de Itupararanga, Votorantim-SP. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/309567058\\_Utilizacao\\_de\\_poleiros\\_artificiais\\_para\\_a\\_recuperacao\\_da\\_vegetacao\\_em\\_uma\\_area\\_de\\_pastagem\\_abandonada\\_nas\\_margens\\_da\\_represa\\_de\\_Itupararanga\\_Votorantim-SP](https://www.researchgate.net/publication/309567058_Utilizacao_de_poleiros_artificiais_para_a_recuperacao_da_vegetacao_em_uma_area_de_pastagem_abandonada_nas_margens_da_represa_de_Itupararanga_Votorantim-SP)
- Rodríguez-Mazzini, R. y Molina Espinosa, B. 2000. El zorro de monte (*Cerdocyon thous*) como agente dispersor de semillas de palma. Estudios realizados en la Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa. Reserva de Biosfera Bañados del Este. PROBIDES, Rocha, UY. (Documentos de Trabajo; 30).
- Sánchez, Ó., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., & Valdez, M. (Eds.). (2005). Temas sobre restauración ecológica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología.
- Sanchún, A., Botero, R., Morera Beita, A., Obando, G., Russo, R. O., Scholz, C., & Spinola, M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica.
- Santos, F. C., & Oliveira, D. M. (2017). *El impacto de las especies pioneras y facilitadoras en la restauración de bosques tropicales*. *Ecología y Restauración*, 18(1), 52-60.
- Santos, P. L., Ferreira, R. A., Aragão, A. G. D., Amaral, L. A., & Oliveira, A. S. (2012). Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. *Revista Árvore*, 36, 237-245.
- Schiaiani, V. (2017). Distribución, abundancia y estado de conservación de los palmares de Butia yatay en Uruguay: efectos de las actividades agroforestales del cambio en el uso del suelo.[Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad de la República].
- Silva, M. P. K. L. D., Rovedder, A. P. M., Behr, E. R., Felker, R. M., Dreyer, J. B. B., & Procknow, D. (2023). Efeito de poleiros artificiais e a avifauna envolvida na restauração ecológica de área minerada no sul do Brasil. *Ciência Florestal*, Vol 33.

- Smith-Ramírez, Cecilia, González, Mauro E, Echeverría, Cristian, & Lara, Antonio. (2015). Estado actual de la restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos: Current state of ecological restoration in Chile: Perspectives and challenges. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 43(1), 11-21.
- Society for Ecological Restoration (SER). (1990). Minutes of the annual meeting of the Board of the Directors. Society for Ecological Restoration. Madison, Wisconsin.
- Society for Ecological Restoration (SER), Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson, Arizona. [www.ser.org](http://www.ser.org)
- Sosinski Jr., E.E., L. Marquez Urruth, R. L. Barbieri, M. Machado Marchi and S. G. Martens. 2019. On the ecological recognition of *Butia* palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches?. *Land Use Policy* 81: 124-130.
- Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). (2013). Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. SNAP/DINAMA/MVOTMA y DICYT/MEC, Montevideo. 222 pp.
- Suding, K. N., & Hobbs, R. J. (2009). *Thresholds and multiple states in restoration ecology*. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(1), 40-49.
- Tobias, J. A. et al. 2022. AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters* 25: 581-597.
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240.
- Toribio, M. M., Martínez, C., Ceccon, E., & Guariguata, M. R. (2017). Planes actuales de restauración ecológica en Latinoamérica: Avances y omisiones. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 1-30.
- Tres, D. R., & Reis, A. (2007). La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. In Simposio Internacional sobre restauración ecológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia Florestal, Campus Universitário, Trindade.
- Turielli, A. (2020). Comunidad de aves de los palmares (*Butia odorata*) de Rocha, Uruguay, y su relación con los recursos que ofrece.
- Useche, D., Harvey, C. A., & DeClerck, F. (2011). Conservación de bosques tropicales en fincas ganaderas privadas de Centroamérica Estudio de caso: Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 48, 76-83.
- Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., & Alfaya, V. (Eds.). (2011). Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad.
- Vargas, O. (Ed.). (2007). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Restauración Ecológica y Departamento de Biología.

- Vargas Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246. Scielo.
- Vargas, F. A., & Sandoval, S. (2014). *El papel de las especies facilitadoras en los procesos de restauración ecológica en bosques secos*. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 25(2), 210-220.
- Velázco, S., & Insaurralde, J. (2020). *Butia*, un género endémico de Sudamérica en Hilgert, I., Pochettino, L., y Hernández, J. (Eds), *Palmeras NUS al sur de la América austral* (pp 117-122). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Velez-Gavilán, J. (2024). *Sorghum Halepense* (Johnson Grass). *CABI Compendium*.
- Verdejo, E., Palmerín, J. A., Aibar, A., Cirujeda, A., Taberner, A., & Zaragoza, C. (2006). Plantas invasoras. El lirio del Agua. *Eichornia crassipes* (Martius) Solms & Laubach. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Vogel, H. F., Spotswood, E., Batista Campos, J., & Campanha Bechara, F. (2016). Annual changes in a bird assembly on artificial perches: Implications for ecological restoration in a subtropical agroecosystem. *Biota Neotropica*, 16(1), 1-9.
- Williams-Linera, G., López-Barrera, F., & Bonilla-Moheno, M. (2015). Estableciendo la línea de base para la restauración del bosque de niebla en un paisaje periurbano. *Madera y Bosques*, 21(2), 89-101.
- World Resources Institute. (2020). Iniciativa 20x20. Opciones de restauración de campo natural en Sierras y Lomadas del Este [Informe de consultoría]. Disponible en: <https://onewri.sharepoint.com/:b:/t/Projects/Restoration/ESTdGtHQvhFPiH17PY0i7JMBQrv0yakA-TH20im3u6cflA?e=dHnW9L>
- World Resources Institute. (2021). Iniciativa 20x20. "Evaluación de Oportunidades de Restauración de Campo Natural en Sierras y Lomadas del Este" [Informe de consultoría].
- Zaffaroni, C. (2004). Distribución y mapeo de cinco categorías de densidades de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Castillos (Rocha). Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Zaffaroni C, Rivas M, Resnichenko Y, Hernández J. 2005. Aporte para la conservación de paisajes singulares : el caso de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc., en el departamento de Rocha, Uruguay. En: *Anales X Encuentro de Geógrafos de América Latina*; São Paulo, USP. pp. 16611-16622.