



RES - 2026 - 328 - CD-EXA # UNNE

VISTO:

El Expediente EXP - 2026 - 3102 por el cual Florencia Elisabet Ayala eleva la solicitud de inscripción a la carrera de Doctorado en Biología de la UNNE, adjuntando el Plan de Tesis "*Spathodea campanulata*: desafíos ecológicos y potencial impacto negativo para abejas nativas sin aguijón en la Mesopotamia Argentina", y;

CONSIDERANDO:

Que la solicitante posee título de Licenciada en Ciencias Biológicas otorgado por esta casa de estudios;

Que posee antecedentes en el tema en que desarrollará su tesis;

Que el Plan de Tesis se encuadra en la reglamentación vigente;

Que el Director, el Codirector y el Subdirector, cuyos CVs se adjuntan, cuentan con los antecedentes necesarios para orientar el desarrollo de la presente tesis;

Que la aspirante no presenta certificado que acredite competencia (nivel intermedio) en el manejo de la lengua inglesa (Art. 3.3 inc. f), debiendo presentar dicho certificado en un plazo no mayor a los dos años (Art. 3.8) a partir de la fecha de aprobación del Plan de Tesis;

Que el Comité Académico del Doctorado en Biología evaluó la documentación presentada por la aspirante y recomienda su inscripción a la Carrera de Doctorado en Biología;

Que el Secretario de Investigación y Posgrado eleva en conformidad el presente expediente;

Lo aconsejado por la Comisión de Ciencia y Tecnología, criterio compartido por este cuerpo en la sesión del día 09/04/2026;

Por ello:



EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA
RESUELVE:

ARTICULO 1° - Inscribir a la Lic. Florencia Elisabet Ayala (DNI: 37.466.121), en la carrera de Doctorado en Biología de la Universidad Nacional del Nordeste.

ARTICULO 2° - Aprobar el Plan de Tesis que lleva por título "*Spathodea campanulata*: desafíos ecológicos y potencial impacto negativo para abejas nativas sin aguijón en la Mesopotamia Argentina", cuyo texto se transcribe en el Anexo de la presente.

ARTICULO 3° - Designar al Dr. Juan Pablo Torretta como director, al Dr. Rodrigo Cajade como codirector y al Dr. Adán Alberto Avalos como subdirector de la tesis doctoral de la Lic. Florencia Elisabet Ayala.

ARTICULO 4° - Constituir la Comisión Asesora, la que estará conformada por los siguientes miembros:

Dr. Juan Pablo TORRETA (UBA, CONICET)

Dr. Matias Daniel MAGGI (IIPROSAM, CONICET-UNMDP)

Dra. Cristina SALGADO LAURENTI (FCA y FACENA-UNNE)

ARTICULO 5° - Regístrese, comuníquese y archívese.

Dr. Víctor José Toranzos
Secretario de Investigación y Posgrado

Dr. José Luis Fontana
Decano

Anexo

7. PLAN DE TESIS

7.1. Título

Spathodea campanulata: desafíos ecológicos y potencial impacto negativo para abejas nativas sin aguijón en la Mesopotamia Argentina

7.2. Resumen

El Tulipanero africano (Bignoneaceae) es una especie arbórea cultivada como ornamental, cuyas flores secretan sustancias tóxicas que causan la mortalidad de abejas nativas sin aguijón (ANSA). Es reportada como una especie exótica invasora que causa impactos económicos y ecológicos. El objetivo general es estudiar en tres gradientes (urbano, temporal y latitudinal) los efectos adversos de *Spathodea campanulata* una especie exótica dañina sobre la mortalidad de visitantes florales y potencial invasión biológica en la Mesopotamia Argentina y precisar medidas de manejo para esta especie. *Spathodea campanulata* representa riesgo ecológico para los ecosistemas de la Mesopotamia argentina debido a dos efectos adversos: (1) la mortalidad de abejas sin aguijón nativas causada por su néctar tóxico y/o mucílago pegajoso, y (2) su potencial para establecerse como especie invasora en ambientes naturales. Por ello, los objetivos específicos son: caracterizar el rol del tulipanero africano como amenaza para las abejas nativas y su variación en tres gradientes diferentes: urbano, temporal y latitudinal; determinar el éxito reproductivo materno natural y potencial en relación a los polinizadores efectivos; evaluar el rol de la oferta de floración simultánea al tulipanero africano como herramienta en la mitigación de los efectos de mortalidad en áreas verdes urbanas; determinar la cantidad de semillas en el banco de semillas del suelo en gradientes decrecientes de urbanización, a fin de estimar el riesgo de su establecimiento en áreas naturales; e inferir posibles factores limitantes que impiden que el tulipanero africano se convierta en una especie invasora de ambientes naturales evaluando el poder germinativo de semillas bajo diferentes condiciones ambientales. El área de estudio abarcará tres poblaciones a lo largo de un extenso gradiente latitudinal: Puerto Rico (Misiones), Corrientes (Corrientes) y Concordia (Entre Ríos). Se colectarán y analizarán flores caídas del suelo. Se harán observaciones de visitantes florales, polinizaciones cruzadas manuales y se evaluará la limitación polínica. Se cuantificará la abundancia y diversidad de abejas nativas asociada a las flores del tulipanero y se determinará la tasa de visitas en plantas nativas y exóticas. Se realizarán estudios de dispersión en zonas rurales próximas a ambientes naturales. Se colectarán semillas de tulipanero de cápsulas maduras seleccionadas al azar para los tratamientos de germinación.

7.3. Antecedentes y fundamentos. Aporte original proyectado

La colonización y expansión de especies más allá de su rango de distribución natural constituyen uno de los principales componentes del cambio global y amenazas para la biodiversidad inducidos por actividades humanas [1-2]. La invasión y consiguiente desestabilización del ecosistema nativo por una planta exótica, plantea una serie de problemas ecológicos y económicos [3]. Tal es el caso de la especie *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Bignoniaceae), conocida popularmente como tulipanero africano (de aquí en adelante tulipanero), nativa de África Occidental, e introducida en América del Sur por su valor ornamental [4]. Sus flores secretan sustancias tóxicas que causan la mortalidad de insectos, principalmente de abejas [5]. Algunos autores atribuyen la causa de esta mortalidad por atrapamiento o ahogamiento debido a la presencia de mucílago pegajoso contenido en las flores [6-7]. Este sistema mucilaginoso convierte a las flores del tulipanero en trampas mortales para los insectos [8]. Se sugiere que este sistema de defensa podría ser de naturaleza química o mecánica [6], habiéndose demostrado experimentalmente la toxicidad del néctar [9]. El tulipanero se encuentra reportado como una especie exótica invasora en numerosos países donde logró establecerse invadiendo y ampliando su rango de distribución natural [10]. Se ha documentado que en los sitios donde invade causa impactos económicos atribuidos a la reducción de áreas agrícolas y pastoriles; y ecológicos por impedir la sucesión natural de los bosques y ocupar el espacio de especies nativas [11]. Además, se encuentra en la lista de las “100 especies exóticas más dañinas del mundo” [12], y en el Compendio Global de Malezas [13]. Estos hechos se le pueden atribuir a su tolerancia a la heterogeneidad

ambiental, al rápido crecimiento desde etapa de plántula hasta la edad adulta, sumado a su alta capacidad de producción de semillas (cada fruto contiene entre 300 a 1200 semillas aladas), fácil dispersión por el viento y a la alta tasa de germinación [14]. Estudios de germinación han determinaron tasas de germinación del 100% a temperaturas de 25°C, de 96% entre 20° y 30° C, y alrededor de 59% a 18°C, aunque no se observó germinación en temperaturas inferiores de 15°C [15]. Se ha mencionado que las semillas del tulipanero no requieren indecencia lumínica directa para su germinación, pudiendo crecer en condiciones de sombra o media sombra [14]. Estudios de dispersión en ecotonos y sotobosque en sitios invadidos indican gran número de semillas en el suelo (ca. 100 semillas/m²), resaltando la capacidad de superar el efecto de barrera de los árboles para dispersar sus semillas [3]. Asimismo, el tulipanero tiene gran adaptabilidad a una variedad de suelos presentando alta regeneración natural [16], pudiendo desarrollarse en arenas margosas o arcillas, suelos salinos pobres o áreas rocosas, y desde áreas húmedas a secas e inclusive sitios erosionados [4-3]. Su reproducción puede ser sexual o asexual (pudiendo rebrotar de vástagos subterráneos y ramas rotas) [14]. Estudios de polinización lo han reportado como una especie xenógama [17], debido a que presenta auto-incompatibilidad de acción tardía (LSI) [18]. Aunque el tulipanero muestra una notable capacidad de invasión, estudios sobre plantas invasoras identifican varios factores que podrían influir el establecimiento en el ecosistema receptor, entre ellos las condiciones climáticas locales, dispersión eficaz a corta y larga distancia, e interacciones con polinizadores y agentes de dispersión [19]. Por ello, conocer cómo se comporta el tulipanero en relación a estas características resulta crucial para determinar si favorecen su establecimiento y potencial rasgo de invasión en Argentina.

La introducción del tulipanero en la Argentina se remonta hacia finales del siglo XIX para fines paisajístico y ornamental de plazas y jardines. Sin embargo, su uso es controversial debido a los efectos sobre la comunidad de polinizadores nativos [20]. Un reciente estudio exploratorio en la ciudad de Corrientes sobre los efectos de mortalidad del tulipanero en una matriz urbana reportó 151 visitantes florales muertos en el interior de sus flores, siendo las abejas nativas de la tribu Meliponini las más afectadas [20], en concordancia con estudios realizados en Brasil [6-21]. La tribu Meliponini agrupa a las “abejas sin aguijón” [22]. Estas abejas habitan en regiones tropicales y subtropicales, y son eficientes polinizadores de la flora nativa, asegurando la formación frutos y semillas [23]. En nuestro país, algunas especies de abejas sin aguijón en especial aquellas de pequeño tamaño, generalistas y que nidifican en cavidades pre-existentes (es decir, no en el suelo) habitan en áreas urbanas y periurbanas [24], las cuales forman colonias perennes y están activos todo el año [22]. Entre las muchas amenazas que enfrentan las abejas sin aguijón, se puede asociar la toxicidad de las flores del tulipanero como una nueva amenaza potencial para aquellas abejas que visitan las flores del tulipanero en busca de néctar, polen u otro recurso. En un contexto urbano, los espacios verdes cumplen un rol fundamental como refugio para numerosas especies de abejas [25]. Si bien es sabido que en algunos casos su diversidad y abundancia suele disminuir con el aumento de la urbanización [26], la abundancia/riqueza de plantas nativas ofrece importantes recursos para el desarrollo de estos polinizadores. La presencia de especies vegetales nativas en floración simultánea con el tulipanero podría ser una medida para la subsistencia de la comunidad de abejas nativas en un entorno urbano donde los ejemplares de tulipanero africano no logren ser removidos en el marco de políticas de manejo en conservación de la naturaleza. El tulipanero es descrito como una especie “dañina” para los ecosistemas nativos en los que se establece, sobre la cual deben implementarse acciones de control. Por ello, muchas ciudades brasileñas han aprobado medidas legislativas para prohibir su siembra, producción y comercialización [27-28]. En la Mesopotamia argentina y otras provincias y ciudades del país, el tulipanero se cultiva y comercializa libremente casi sin ningún tipo de regularización [20]. Como excepciones, en la provincia de Misiones fue prohibida en todo su territorio, con extracción inmediata de ejemplares y su remplazo por especies nativas [29], y en Goya, provincia de Corrientes, se elaboró una ordenanza prohibiendo su venta [30]. Sin embargo, estas prohibiciones fueron realizadas sin estudios previos que permitan comprender en mejor medida el impacto del tulipanero como una amenaza para las abejas nativas sin aguijón en la región, su relación con diferentes niveles de urbanización, sus efectos a diferentes latitudes o en diferentes épocas del año, su relación con la oferta floral simultánea de otras plantas y su potencialidad como especie invasora. Considerando los conflictos de intereses que se plantean con los productores viveristas por la suspensión de su uso y comercialización como especie ornamental y el que se plantea con los vecinos por la remoción de

los árboles en parques urbanos y árboles en veredas de frentistas, resulta de vital importancia ampliar el conocimiento de esta especie como amenaza al momento de aplicar políticas de conservación que promuevan una mejor concientización y/o brinden alternativas para la solución de conflictos.

7.4. Objetivos, hipótesis y predicciones

Objetivo general

Estudiar en tres gradientes (urbano, temporal y latitudinal) los efectos adversos de *Spathodea campanulata* una especie exótica considerada dañina sobre la mortalidad de visitantes florales y potencial invasión biológica en la Mesopotamia Argentina y precisar medidas de manejo para esta especie.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el rol del tulipanero africano como amenaza para las abejas nativas y su variación en tres gradientes diferentes: urbanización, temporal y latitudinal.
2. Determinar el éxito reproductivo materno natural y potencial del tulipanero africano en relación a los polinizadores efectivos que lo visitan.
3. Evaluar el rol de la oferta de floración simultánea al tulipanero africano como herramienta en la mitigación de los efectos de mortalidad en áreas verdes urbanas.
4. Determinar la cantidad de semillas del tulipanero africano en el banco de semillas del suelo en gradientes decrecientes de urbanización, a fin de estimar el riesgo de su establecimiento en áreas naturales.
5. Inferir posibles factores limitantes que impiden que el tulipanero africano se convierta en una especie invasora de ambientes naturales evaluando el poder germinativo de semillas bajo diferentes condiciones ambientales.

Hipótesis específicas

Hipótesis 1 (ecológica): La mortalidad de abejas nativas sin aguijón causada por *Spathodea campanulata* varía en función de gradientes ambientales (urbanización, latitud y temporalidad) y puede ser mitigada por la oferta floral simultánea de otras especies ornamentales. Predicción 1: En un gradiente de urbanización (urbano > periurbano > rural), se espera encontrar una relación inversa entre la diversidad de abejas sin aguijón muertas en las flores y el nivel de urbanización. Predicción 2: En un gradiente latitudinal, se espera encontrar una relación inversa entre la diversidad de esta tribu de abejas sin aguijón muertas en las flores y la latitud, debido a una disminución en la riqueza específica de abejas (Meliponini). Predicción 3: En un gradiente temporal, se espera que la mortalidad de abejas varíe estacionalmente y aumente con la tasa de visita de las abejas sin aguijón a las flores del tulipanero, siendo mayor en primavera-verano (periodo de mayor actividad de las abejas). Predicción 4: En una configuración aleatoria de paisajismo realizado en áreas verdes de centros urbanos donde se encuentran cultivados el tulipanero africano y otras plantas de floración simultánea (ej. *Handroanthus heptaphyllus*, lapacho rosado) se espera hallar una relación inversamente proporcional entre los valores de mortalidad de abejas nativas y la oferta de floración simultánea.

Hipótesis 2 (potencialidad de invasor). El éxito reproductivo y el establecimiento potencial de *Spathodea campanulata* dependen de la interacción con polinizadores y de la capacidad de sus semillas para germinar bajo distintas condiciones ambientales. Predicción 1: La formación de frutos y semillas será mayor en sitios con mayor riqueza y abundancia de polinizadores (= mayor tasa de visitas). Predicción 2: Se espera que la densidad de semillas de tulipanero africano en áreas rurales próximas a áreas de bosque nativo sea igual o mayor a las áreas urbanas. Predicción 3: Tasa de germinación elevada en condiciones de media sombra y suelos heterogéneos, lo que favorece su potencial invasor.

Hipótesis general de trabajo

Spathodea campanulata representa riesgo ecológico para los ecosistemas de la Mesopotamia argentina debido a dos efectos adversos: (1) la mortalidad de abejas nativas sin aguijón causada por su néctar tóxico y/o mucílago pegajoso, y (2) su potencial para establecerse como especie invasora en ambientes naturales.

7.5. Metodología y plan de actividades

Especie focal: El tulipanero es un árbol perenne de gran porte, pudiendo alcanzar hasta 25 metros de altura [4], con una raíz pivotante que penetra profundamente en los suelos [31]. Puede encontrarse a una altitud máxima de 1220 m.s.n.m [3], y crece habitualmente en climas cálidos y húmedos con abundantes precipitaciones, y temperatura media mensual de 26°C [4]. Presenta flores de color rojo anaranjado agrupadas en grandes racimos terminales [4]. El abundante néctar de sus flores atrae a sus polinizadoras comúnmente aves [32], aunque también a diversos insectos que no intervienen en su polinización [33]. El néctar está constituido por una mezcla de carbohidratos, compuestos volátiles, proteínas y compuestos secundarios como terpenos y esteroides, estos últimos le brindan su toxicidad [34-35]. Los frutos son cápsulas con numerosas semillas en los extremos de las ramas que facilita la dispersión de las semillas [14]. Las semillas son anemócoras y presentan una membrana higroscópica que favorece la retención de agua y su germinación [14]. Área de estudio: Se estudiarán tres poblaciones a lo largo de un gradiente latitudinal de ca. 600km de distribución N-S en Argentina: Puerto Rico (Misiones), Corrientes (Corrientes) y Concordia (Entre Ríos), donde se ha constatado la presencia de ejemplares de tulipanero. Puerto Rico (S26°48, W55°00), presenta un clima subtropical cálido marcado por abundantes precipitaciones, con temperaturas medias anuales altas, cuyos valores superan los 26°C en verano, y alrededor de 14°C en invierno [36]. Los suelos lateríticos caracterizan la región misionera, destacando el predominio de coloraciones rojizas producto de la meteorización de las rocas y acumulación de óxido de hierro y aluminio [36]. Corrientes (S27°28, W58°49), presenta un clima mesotermal, con escasa variación anual entre la temperatura de los meses estivales (media de 26°C) e invernales (media de 16°C), [37]. Presenta una gran heterogeneidad de suelos, siendo más comunes en esta región los suelos alfisoles, pobres en materia orgánica y con un horizonte arcilloso [38]. Concordia (S31°21, W55°00), presenta un clima templado cálido sin estación seca, con temperatura media anual de 25°C para los meses estivales y de 12°C invernales, con mínimas registradas de -5°C [39]. Predominan los suelos vertisoles de coloración negros oscuros con alto contenido de arcilla [40].

Actividades: Las áreas de muestreo serán elegidas siguiendo un gradiente de urbanización: sitio urbano (U), cascos urbanos con viviendas contiguas y parques aislados; sitio periurbano (P) constituidos por el cinturón exterior aledaño al casco urbano caracterizado por la intermitencia de pequeños barrios sin continuidad de urbanización, con parques y áreas baldías de gran extensión, y sitio rural (R), constituida por edificaciones aisladas rodeadas de una leve parquización alrededor de las viviendas, seguido de una matriz de vegetación continua conformada por bosques rurales donde coexisten elementos nativos y exóticos. En cada sitio se registrará la fenología reproductiva, la colecta de flores, frutos y semillas y la observación de polinizadores y visitantes florales. Se harán seguimientos [a nivel individual (mínimo n=10 árboles en cada sitio) y poblacional] de la floración hasta la maduración de frutos y liberación de las semillas para determinar sus picos de floración, fructificación y diseminación de semillas. Además, se registrará la diversidad de especies entomófilas co-florecidas (de floración sincrónica) en los sitios de muestreo para comparar la abundancia y riqueza por tipo, y observar su posible efecto diluyente del efecto de mortalidad de las flores del tulipanero. De cada localidad se tomarán muestras de suelo donde la especie esté presente para replicar las condiciones de germinación bajo diferentes tipos de suelo en el laboratorio. Obj 1: Mortalidad de abejas nativas sin aguijón en las flores: el tulipanero florece y fructifica varias veces en el año. Se evaluará la mortalidad de las flores durante las cuatro estaciones del año. Siguiendo la metodología de muestreo aplicada por [20] se colectarán y analizarán flores (n=20-40) recientemente caídas en el suelo. El procedimiento de colecta, obtención y acondicionamiento de muestras seguirá la metodología realizada por [20]. Las muestras se analizarán bajo microscopio estereoscópico (LEICA EZ4E) y se identificarán las abejas nativas sin aguijón utilizando claves entomológicas [41-22] y material de referencia de diversas colecciones entomológicas (MACN, MLP, CAUNNE, Colección Entomológica de Polinizadores, IBONE). También, en caso de ser necesario, se consultarán especialistas (Leopoldo Álvarez, Arturo Roig-Alsina). Todas las abejas nativas sin aguijón se determinarán hasta el nivel de especie [20]. Para las comparaciones de cada sitio según cada gradiente estudiado: se calculará la completitud del inventario mediante el uso de dos estimadores no paramétricos apropiados según el tipo de ajuste de los datos a ser observados [20]: ACE (del inglés abundance based coverage estimator) [42] y Chao 1 [43]. Para analizar la diversidad, construiremos matrices de abundancia y calcularemos la diversidad alfa a partir de la riqueza total de

especies (S) de cada tratamiento en cada gradiente. Estos análisis serán realizados con el programa EstimateS v9.1.0 [44], aleatorizado 1000 veces. Para indicar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar la riqueza de especies, estimaremos la cobertura de la muestra en función del número de individuos (datos de abundancia) o del tamaño de la muestra (datos de incidencia) con el índice de cobertura, siguiendo a [45]. Calcularemos los números de Hill (q_0 , q_1 y q_2) con intervalos de confianza del 95% basados en un método de remuestreo con 1000 réplicas [46], para comparar la diversidad alfa entre tratamientos dentro de los gradientes. Siguiendo la metodología aplicada por [20] realizaremos curvas de abundancia de rangos utilizando promedios incondicionales [47], para caracterizar la estructura de las comunidades de abejas sin aguijón muertas de cada tratamiento en cada gradiente. Los análisis estadísticos se realizarán con el paquete iNEXT (iNterpolation/EXTrapolation) [48] en R [49].

Obj 2: Polinización y fructificación: Para determinar los polinizadores se harán observaciones de visitantes florales para determinar el contacto con órganos reproductivos. Se evaluará si la especie presenta limitación polínica, para ello se calculará el éxito reproductivo como el número de frutos formados por número de flores en polinización libre (PL) (flores no manipuladas expuestas naturalmente a los polinizadores) y se harán polinizaciones cruzadas manuales (PC) (sobre flores vírgenes embolsadas con bolsas de tela y posteriormente polinizadas a mano utilizando una mezcla de polen de flores de varios individuos ($n=4$), para una polinización óptima. Para calcular la polinización libre (PL) se marcarán ramas con un número conocido de flores y posteriormente se calculará el éxito reproductivo. También, se realizarán polinizaciones cruzadas manuales (PC) para asegurar la polinización. Con los valores obtenidos de PL y PC se estimará el porcentaje de limitación polínica como $= (100 * (PC - PL) / PO)$ [50]. Para testear diferencias entre los tratamientos de polinización, entre sitios y/o entre poblaciones se realizarán modelos lineales generalizados mixtos con el paquete “lme4” del software estadístico R [51-52].

Obj 3: Floración simultánea de nativas y exóticas con el tulipanero: Para determinar si la oferta floral de nativas y exóticas en floración simultánea con el tulipanero tiene una variación en la mitigación de la mortalidad, se cuantificará la abundancia y diversidad de visitantes florales del tulipanero y se la relacionará con la abundancia de flores de otras especies. Para ello, se medirá la abundancia floral de plantas nativas y exóticas en co-floración con el tulipanero y su fenología de floración. En cada sitio se seleccionarán árboles focales de tulipanero, los cuales constituirán las unidades de muestreo biológicas. Para cada árbol focal se definirá una estación de muestreo como un área circular de 100 m de diámetro centrada en el individuo observado. En aquellos casos en que dos o más árboles focales se encuentren dentro de una misma estación de muestreo, estos serán considerados unidades focales independientes que comparten el mismo contexto de oferta floral. Dentro de cada estación de muestreo se determinará la riqueza y abundancia floral de cada especie entomófila co-floreceda, registrando tanto especies nativas como exóticas en floración simultánea con el tulipanero. Los muestreos se realizarán a lo largo de todo el año para determinar cómo varía la floración del tulipanero y el efecto de mortalidad. Los sitios de muestreos son en área urbana, periurbana y rural. Las diferencias entre sitios, poblaciones y gradientes ambientales se evaluarán mediante pruebas paramétricas (Test de Student, ANOVA, ANCOVA) o no paramétricas (Kruskal–Wallis, entre otros) según el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. En aquellos casos en que la estructura del muestreo implique observaciones no independientes (por ejemplo, árboles focales que compartan una misma estación de muestreo), se emplearán modelos que contemplen dicha estructura jerárquica. Cuando se analicen múltiples variables de forma conjunta, se emplearán análisis multivariados. También se utilizarán test de correlaciones simples y parciales, este último en los casos en que se desee corregir el efecto de alguna variable sobre la relación a ser testada. Todos los análisis se realizarán con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando los programas Statistica 6.0, XLSTAT 7.5 y PERMANOVA+.

Obj 4: Estudios de dispersión: Durante los períodos de fructificación se realizarán estudios de dispersión en zonas rurales próximas a ambientes naturales siguiendo el método descrito por [31]. Se contabilizará la totalidad de semillas diseminadas de forma natural a través del viento, que se encuentren por metro cuadrado en el suelo y se estimarán distancias de dispersión de semillas mediante la medición de posiciones georreferenciales utilizando GPS y herramientas de imágenes satelitales por Google earth. Se aplicarán pruebas paramétricas (Test de Student, ANOVA o ANCOVA) o no paramétricas (Kruskal–Wallis), de

acuerdo con la distribución de los datos. Cuando se evalúen patrones espaciales y multivariados de dispersión se utilizarán análisis multivariados.

Adicionalmente, se realizarán análisis de correlación simple y parcial para explorar la relación entre la dispersión de semillas y variables ambientales. Todos los análisis se efectuarán con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando Statistica 6.0, XLSTAT 7.5 y PERMANOVA+Obj 5: Poder germinativo: Para conocer el poder germinativo y determinar la cantidad de semillas viables, se colectarán semillas de tulipanero de cápsulas maduras seleccionadas al azar recolectadas de 90 árboles adultos (3 poblaciones, 3 niveles de urbanización, 5 árboles, 2 frutos por árbol). De cada cápsula se extraerán 50 semillas elegidas al azar para los tratamientos de germinación. Grupos de 5 semillas se plantarán en semilleros de 54cm por 28cm por 4cm (largo x ancho x profundidad) y correctamente rotulados. Los semilleros serán expuestos a diferentes tratamientos replicando las condiciones de luz: semisombra (50% de luz, 50% de sombra), sombra y exposición total al sol [31]; y diferentes condiciones de temperatura seleccionadas según la temperatura media anual de las tres localidades. Además, estarán provistos de tierra colectada de cada localidad, y con humedad constante durante el proceso de germinación. Las semillas se controlarán todos los días luego de su siembra, hasta la emergencia de los dos primeros nomófilos. Dependiendo del cumplimiento de las asunciones estadísticas, se aplicarán pruebas paramétricas (ANOVA o ANCOVA) o no paramétricas (Kruskal–Wallis). Cuando se analicen múltiples variables de respuesta de manera simultánea, se utilizarán análisis multivariados (MANOVA o PERMANOVA). Además, se emplearán análisis de correlación simple y parcial para evaluar la relación entre el poder germinativo y las variables ambientales. Todos los análisis se realizarán con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando los programas Statistica 6.0, XLSTAT 7.5 y PERMANOVA+.

7.6. Lugar de trabajo

Laboratorio de Investigación de Diversidad, Ecología y Conservación de Vertebrados (LABIDECOV). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

7.7. Disponibilidad de infraestructura, equipamiento y factibilidad de desarrollo del trabajo y su financiamiento

Se dispone de semilleros (54cmx28cmx4cm); bolsas de tela; tubos Eppendorf y todo el material necesario para la colecta; microscopio estereoscópico (LEICA EZ4E), claves entomológicas; GPS y herramientas de georreferenciación, y todos los programas para realizar los análisis estadísticos. El lugar de trabajo propuesta cuenta con instalaciones apropiadas y un laboratorio con el equipo óptico necesario (microscopio estereoscópico y microscopio óptico compuesto), una heladera y un freezer para depositar el material a analizar, espacio físico para albergar las muestras, así como el equipamiento necesario para procesar las muestras. El director propuesto dirige el proyecto PICT “Estudio integral de interacciones entre flores y abejas silvestres en ambientes naturales y urbanos: polinización, ecología y conservación”, y codirige el UBACyT “Estudios de biología reproductiva en especies de Angiospermas con valor económico” (UBACyT: 20020190100183BA). El proceso efectivo del desarrollo de este plan se halla garantizado por la experiencia previa de la postulante y su equipo de dirección.

7.8. Cronograma

Actividades	1° Año	2o Año	3o Año	4o Año
Objetivo 1	X	X		
Objetivo 2	X	X		
Objetivo 3	X	X		
Objetivo 4		X	X	
Objetivo 5		X	X	

Organización datos de campo	X	X		
Análisis estadísticos de los datos	X	X	X	
Redacción Tesis Doctoral				X

7.9. Bibliografía

- [1] Sala OE, Chapin FS, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, et al. (2000). *Science*, 287(5459), 1770-1774.
- [2] Rodríguez, JP (2001). *Interciencia*, 26 (10), 479-483.
- [3] Labrada R, Medina, AD (2009). *Biodiversity*, 10(2-3), 79-82.
- [4] Francis, JK (1990). US Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. Pp. 5.
- [5] Portugal-Araújo, V (1963). *Chacaras e Quintais* 107:562
- [6] Trigo, JR, WF. Santos (2000). *Brazilian Journal of Biology* 60(3):537-538.
- [7] Souza, ES, Souza, BO, Polatto, LP (2021). *Brazilian Journal of Development*, 7(10), 99157–99168.
- [8] Portes KDP, Mendes VM, Duarte LL, Zaluski R (2019). XII mostra famez & I mostra regional de ciências agrarias. Mato Grosso do Sol. Brasil. 5 pp.
- [9] Queiroz ACM, Contrera FAL, Venturieri GC (2014). *Sociobiology*, 61(4), 536–540.
- [10] Herrera A, Sierra, C (2005). International Union for Conservation of Nature (IUCN) and Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO).
- [11] Base de Datos Nacional de Espécies Exóticas Invasoras (2004). Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis – SC.
- [12] Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M (2000). The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (ICN).
- [13] Randall RP (2017). *A Global Compendium of Weeds*. 3rd Edition.
- [14] Medina AD, Medina AR, Filgueiras NA, Hernadez, AER (2017). En: García-Lahera, JP, Rodríguez Farrat LF, Salabarría Fernández DM (eds.). *Protocolos para el monitoreo de especies exóticas invasoras en Cuba*. Editorial GAIA, La Habana, Cuba. 324pp.
- [15] Larrue S, Meyer JY, Fumanal B, Daehler C, Chadeyron J, Flores M, Mazal L (2021). *Pacific Science*, 74(4), 405-417.
- [16] García Lara JK (2017). Tesis Doctoral Universidad Nacional Agraria.
- [17] Rangaiah K, Purnachandra RS, Solomon RAJ (2004). *Beitrag zur Biologie der Pflanzen*, 73(3), 395.
- [18] Bittencourt Jr NS, Gibbs PE, Semir J (2003). *Annals of Botany*, 91(7), 827-834.
- [19] Theoharides, K.A, Dukes J.S (2007). *New phytologist*, 176(2).
- [20] Ayala FE, Avalos AA, Cajade R (2024). *Ecología Austral*, 322–329.
- [21] Castagnino GLB, Cutuli de Simón MT, Meana A, Pinto LFB (2024). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 25, e20230031.
- [22] Zamudio F, Álvarez LJ (2016). Universidad Nacional de Córdoba.
- [23] Baquero L, Stamatti G (2007). Ediciones del 17.694. Subtrópico.
- [24] Álvarez LJ, Lucía M (2018). *Caldasia* 40(2):232-245. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.70870>.
- [25] Domínguez González CG (2024).
- [26] Bates AJ, Sadler JP, Fairbrass AJ, Falk SJ, Hale JD, Matthews TJ (2011). *PLoS One* 6: e23459.
- [27] Portaria IAP N° 095. URL: tinyurl.com/2s3hahc3.
- [28] Lei N° URL: leis.ale.sc.gov.br/html/2019/17694_2019_Lei.html
<http://www.diputadosmisiones.gov.ar/nuevo/archivos/digesto/leyes/2122.pdf>.
- [30] [29] Ley Ordenanza XVI-N°149. N° 2.205 URL: <https://goyahcd.gov.ar/index.php/ordenanzas/5821-ordenanza-n-2-205>.
- [31] Medina AD, Ravelo HG, Puente RJÁ, Isla LH, Pérez CS (2009). *Centro Agrícola*, 36(1), 67-70.
- [32] Gentry AH (1974). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61(3):728 759.

- [33] Noguera RA, Carrillo JGP (2013). Revista Tecnología en Marcha, 26 (3), 38–48.
- [34] Flach A (2005). Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. URL: repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/350366.
- [35] Franco DP, Guerreiro JC, Ruiz MC, Da Silva RMG (2015). Revista Colombiana de Entomología 41(1):63-67.
- [36] Pereyra FX (2011). Ed. INTA-SEGEMAR-AACS, 178 págs. Buenos Aires. Ilustraciones y cuadros.
- [37] Carnevali R (1994). Gobierno de la Provincia de Corrientes. Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria. 324 pp.
- [38] Santa Cruz JN, Orfeo O, Gulisano F (2020). Moglia Ediciones.
- [39] Tasi HAA, Bedendo DJ, Pausich GM, López LO, Schulz G, Garran SM, Garin OR (2011). Ediciones INTA.
- [40] Tasi HAA (2009).
- [41] Alvarez LJ (2016). Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata.
- [42] Chao A, Lee SM (1992). Journal of the American Statistical Association 87(417):210-217.
- [43] Chao A (1984). Scandinavian Journal of Statistics 11(4):265-270.
- [44] Colwell RK (2013). EstimateS 9.1.0. University of Connecticut, Storrs, U.S.A. URL: purl.oclc.org/estimates.
- [45] Chao A, Jost L (2012). Ecología, 93(12), 2533–2547.
- [46] Felsenstein J (1985). Syst. Zool. 34, 152-161
- [47] Chao A, Chiu, CH, Hsieh, TC, Davis T, Nipperess DA, Faith DP (2015). Métodos en ecología y evolución, 6 (4), 380-388.
- [48] Hsieh TC, Ma KH, Chao A (2016). Methods in Ecology and Evolution 7(12):1451-1456.
- [49] R Development Core Team. (2011). R: A Language and Environment for Statistical Computing Version 2.13.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: rproject.org.
- [50] Jules ES, Rathcke BJ (1999). Conservation Biology 13(4):784-793.
- [51] Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S, Christensen RHB, Singmann H, Dai B, Scheipl F, Green P (2018) Package ‘lme4’. Version, 1, 17. CRAN. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- [52] R Development Core Team (2018) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena.

Hoja de firmas