



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
INSTITUTO DE ENTOMOLOGÍA



Tesis: “Análisis de patrones distribucionales de especies-plaga de Pseudococcidae
(Insecta: Hemiptera) ausentes en Chile.”

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
ENTOMOLOGÍA

Por:

Marco Antonio Chandía Pino

Director/a de Tesis

Patricia Edith Estrada Mancilla

Codirector/a de Tesis

Rodrigo Andrés Soto Andrades

SANTIAGO – CHILE

INSTITUTO DE ENTOMOLOGÍA UMCE
INFORME DE APROBACIÓN
TESIS DE MAGÍSTER

Se informa al Instituto de Entomología que la Tesis de Magíster presentada por el candidato,

Marco Antonio Chandía Pino

Ha sido aprobada por la comisión de evaluación de la tesis como requisito para optar al Grado de Magíster en Ciencias con Mención en Entomología en el examen de Defensa de Tesis rendido el día 30, de abril del 2025

Directora de Tesis:

Patricia Estrada M.

Calificación:

Firma:

Co-director de Tesis

Rodrigo Soto A.

Calificación:

Firma:

Comisión evaluadora de Tesis:

Paul Amouroux

Calificación:

Firma:

Christian González A.

Calificación:

Firma:

Marzo 2025

INDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
3. CAPÍTULO 1.....	3
Resumen.....	3
Abstract.....	3
Introducción.....	4
Materiales y Método.....	8
Selección de especies de Pseudococcidae.....	15
Análisis distribucional de Pseudococcidae seleccionados.....	19
Conclusiones.....	42
Referencias.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución potencial de <i>Pseudococcus jackbearsdleyi</i> , modelado con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).....	22
Figura 2. Distribución potencial de <i>Nipaeococcus nipae</i> , modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).	23
Figura 3. Distribución potencial de <i>Planococcus ficus</i> , modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).	24
Figura 4. Distribución potencial de <i>Dysmicoccus brevipes</i> , modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).	25
Figura 5. Distribución potencial de <i>Ferrisia virgata</i> , modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).	26
Figura 6. Distribución potencial de <i>Pseudococcus elisae</i> , modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).	27
Figura 8. Mapa con contraste de áreas de distribución potencial de <i>Pseudococcus jackbearsdleyi</i> (escala de verde a rojo) y de cultivos de tomate (<i>Solanun lycopersicum</i>) (blanco).	33
Figura 9. Acercamiento de la distribución potencial de <i>Nipaeococcus nipae</i> , modelado con MaxEnt, con puntos rojizos señal de alta probabilidad de distribución geográfica potencial en las diferentes regiones de Chile.	34

Figura 10. Mapa con contraste de áreas de distribución potencial de <i>Nipaeococcus nipae</i> (escala de verde a rojo) y de cultivos de cítricos (blanco).....	36
Figura 11. Acercamiento de la distribución potencial de <i>Planococcus ficus</i> , modelado con MaxEnt, con tonos rojizos señal de alta probabilidad de distribución geográfica potencial en las diferentes regiones de Chile central.	39
Figura 12. Contraste de áreas de distribución potencial de <i>Planococcus ficus</i> (escala de verde a rojo) y de cultivos de vides (<i>Vitis vinifera</i>) (azul).	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntaje asociado a los criterios de selección de especies de Pseudococcidae para el análisis.....	12
Tabla 2. Interpretación del rango del valor del área bajo la curva (AUC).....	13
Tabla 3. Variables bioclimáticas WorldClim.	13
Tabla 4. Especies de Pseudococcidae detectados en puntos fronterizos de Chile, condición de plaga cuarentenaria para Chile y hospederos en el cual fueron detectadas (primer criterio de selección de especies).	15
Tabla 5. Hospederos (géneros) de especies de Pseudococcidae detectados, número de hospederos (géneros) a nivel mundial y número de hospederos (géneros) presentes en Chile y su valor relativo (segundo criterio de selección).	16
Tabla 6. Número de detecciones expresados en diferentes puntos geográficos (georreferenciados por la red de Laboratorios SAG) con registros de especies de Pseudococcidae y su valor porcentual (Tercer criterio de selección).	17
Tabla 7. Número de registros de especies de Pseudococcidae detectadas en puntos fronterizos de Chile entre 2019 y 2023 (Cuarto criterio de selección).	18
Tabla 8. Puntaje asignado a las especies de Pseudococcidae detectados en puntos fronterizos de Chile de acuerdo con los criterios de selección (1º: Condición de Plaga cuarentenaria; 2º: Presencia en Chile de hospederos potenciales; 3º: Amplitud latitudinal de los registros de Pseudococcidae en Chile y 4º: Número de registros de Pseudococcidae).	19
Tabla 9. Resumen de resultados obtenidos del análisis de distribución potencial de MaxEnt. Especie, Rango del área de estudio con probabilidad de ocurrencia km ² , Valor de AUC para cada modelo de distribución, Porcentaje estimado de superficie con y sin probabilidad de ocurrencia respecto del territorio nacional.	20
Tabla 10. Resumen de las variables climáticas y su importancia en los modelos resultantes de MaxEnt. Especie; Variable climática que explica mayormente la distribución potencial por especie, Variable climática que por sí sola predijo más efectivamente la distribución potencial.	28
Tabla 11. Distribución de la superficie de cultivo de uvas destinadas a la producción de pisco, vino y fruta de consumo fresco entre las regiones de Coquimbo y del Bío-Bío. (Fuente: www.odepa.gob.cl).	39

1. RESUMEN GENERAL.

Actualmente, Chile, se perfila como potencia agroalimentaria en el desarrollo hortofrutícola, por estar libre de muchas plagas de importancia económica y con potencial invasivo de áreas agrícolas. Esto se debe principalmente, a que lo rodean barreras naturales de gran magnitud, como la cordillera de los andes, el desierto de Atacama, y el océano pacífico que, junto a otros factores, contribuyen a un aislamiento biogeográfico, a nivel continental. Otros factores; serían el clima, que en diferentes latitudes va definiendo endemismos y diversificación de hábitats, sumado al factor humano, en el resguardo y vigilancia de los pasos fronterizos, en donde el organismo de protección fitosanitario encargado, despliega su labor de control, permitiendo que el aislamiento geográfico, desde el punto de vista biológico, y económico, sea una realidad.

Sin embargo, diversos insectos no presentes, o a veces denominados exóticos, se van registrando frecuentemente en los controles fronterizos, debido principalmente a la actividad importadora y flujo humano que se genera en dichos puntos, con el riesgo de ingreso y establecimiento de estos insectos en diversos hábitats, si es que las condiciones ambientales son favorables. Algunas especies plaga de Pseudococcidae (Insecta: Hemiptera), ausentes del territorio nacional, y que ejercen una importante presión de ingreso, podrían establecerse en aquellos cultivos desarrollados en el país, consignados como sus hospederos, primarios o alternativos. Se propone analizar la distribución potencial de Pseudococcidae que generan presión de ingreso utilizando el método de máxima entropía, el cual considera variables climáticas de sus centros de origen y registros de ocurrencia, para dichas especies y así, con la información que se obtenga, poder estimar su posible establecimiento en Chile, considerando que, si las condiciones ambientales son propicias, la distribución potencial de esas especies plaga se corresponderá con las áreas geográficas en que se extienden los posibles hospederos en el país.

2. INTRODUCCIÓN GENERAL

La actividad hortofrutícola que se desarrolla a menor o mayor escala según los niveles de inversión, en las diferentes regiones del país, tiene repercusiones económicas positivas a nivel regional y son un importante aporte económico a nivel nacional, por la generación de laborales asociadas al agro y además del comercio servicios y productos que se generan en torno a esta actividad productiva. Actualmente el territorio cuenta con un determinado listado de insectos plagas, tanto endémicos como introducidos, que afectan a diversos cultivos frutales y hortícolas, lo que genera acciones de control por parte del sector privado como así también del estado, a través del Ministerio de agricultura (MINAGRI).

En los pasos fronterizos de alto flujo asociados a medios de transporte aéreos, terrestre y marítimo, que en Chile se concentran principalmente en la zona norte y centro, se desarrolla además la

conexión internacional en términos comerciales con países vecinos y de otros puntos del planeta, con el riesgo probado de ingreso de especies de insectos plaga, al ser considerados agentes nocivos para los vegetales o productos vegetales.

La reiteración de casos reportados de insectos plaga, que han hecho ingreso por alguna vía o punto fronterizo y que, han logrado establecerse en el territorio, se evidencian por los registros actuales de insectos, denominados plagas cuarentenarias que están presentes en el territorio, pero bajo control o monitoreo oficial por parte del SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), lo que indica una amenaza fitosanitaria permanente, por el riesgo de que los insectos plagas también sean cuarentenarios, es decir, son insectos plagas de importancia económica potencial para un área determinada, en donde no se encuentran presente. SAG 2005. En este contexto, el problema se genera al existir posibilidades concretas del ingreso de una plaga cuarentenaria y su posible establecimiento en territorio nacional, esto, según la cantidad de ocurrencias y detecciones de una plaga, dentro de un rango tiempo, o cantidad de puntos fronterizos a la vez en que se pudiera presentar, junto a otros factores que se definirán como presión de ingreso.

Se analizan especies de Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoomorpha) citadas como ausentes en Chile por el organismo estatal correspondiente (SAG), que registra intercepciones a nivel fronterizo, de estas especies, lo que puede considerarse un riesgo fitosanitario para el territorio, ya que sus hospederos principales o alternativos, pudieran si estar presentes en Chile.

Se busca conocer la distribución potencial de estas especies dentro del territorio nacional con programas especializados en georeferenciación, para después comparar esa distribución potencial con la distribución geográfica de las especies vegetales que pudieran actuar como hospederos principales o secundarios y que son de interés para la actividad hortofrutícola propia de cada región. Por lo tanto, si los mapas de distribución potencial de los insectos tienen zonas de intersección, con los mapas de distribución de las especies vegetales que actuarían como hospederos, se podría estimar el riesgo fitosanitario asociado al posible establecimiento de nuevas plagas cuarentenarias para Chile, lo que significaría la perpetuación de estas plagas en el territorio, dado un posible ingreso.

3. CAPÍTULO 1.

Análisis de patrones distribucionales de especies-plaga de Pseudococcidae (Insecta: Hemiptera) ausentes en Chile.

Resumen

El dinámico intercambio comercial a nivel internacional genera múltiples oportunidades de dispersión de especies en diferentes rutas en el mundo. Los productos hortofrutícolas tienen una alta tasa de desplazamiento y son medios a través de los cuales se han trazado trayectorias de introducción de especies de insectos en ambientes no nativos. El riesgo de establecimiento de especies exóticas amenaza a los sistemas naturales, fundamentalmente, en la conservación de la biodiversidad. No obstante, las políticas públicas se concentran mayoritariamente en los sectores productivos, procurando establecer medidas de protección ante el eventual ingreso de plagas. Los Pseudococcidae se reconocen como un grupo cuyas especies, en su mayoría, son o pueden convertirse en plagas cuarentenarias, que afectan la industria agrícola.

Se revisan 13 especies de Pseudococcidae ausentes del territorio chileno continental, las que son detectadas en los productos hortofrutícolas que ingresan al país. Con el propósito de estimar el riesgo de establecimiento de esas especies en el país, se definen criterios para estimar la presión de ingreso de los pseudococcidae revisados y se ranquean por el puntaje asociado a cada criterio de selección, luego del análisis de puntuación en el ranking de cada especie, se modela, mediante MaxEnt los patrones distribucionales potenciales de *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893), *Ferrisia virgata* (Cockerell, 1893), *Pseudococcus elisae* (Borchsenius, 1947), *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Gimpel & Miller, 1996), *Nipaecoccus nipae* (Maskell, 1893) y *Planococcus ficus* (Signoret, 1875). Solo *Pseudococcus jackbeardsleyi*, *Nipaecoccus nipae* y *Planococcus ficus* presentan mayor probabilidad de ocurrencia en Chile y sus distribuciones potenciales se contrastan con las áreas cultivadas con hospederos principales o alternativos. La especie *P. ficus* resulta con una distribución potencial altamente congruente con los cultivos de vides (*Vitis vinífera* L.), cuya importancia económica y las altas probabilidades de ocurrencia de la plaga en Chile, la definen con alto riesgo de adecuación y establecimiento en el país.

Palabras clave, chanchitos blancos , introducción de especies exóticas, distribución potencial, Pseudococcidae.

Abstract

Dynamic international trade generates multiple opportunities for species dispersal along different routes around the world. Horticultural products have a high movement rate and are a means through which insect

species have been introduced into non-native environments. The risk of the establishment of exotic species threatens natural systems, primarily biodiversity conservation. However, public policies focus primarily on the productive sectors, seeking to establish protective measures against the potential entry of pests. Pseudococcidae are recognized as a group whose species, for the most part, are or could become quarantine pests, affecting the agricultural industry.

We review 13 species of Pseudococcidae absent from continental Chile and detected in horticultural products entering the country. In order to estimate the risk of establishment of these species in the country, criteria are defined to estimate the entry pressure of the reviewed pseudococcidae and are ranked by the score associated with each selection criterion, after the score analysis in the ranking of each species, the potential distribution patterns of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893), *Ferrisia virgata* (Cockerell, 1893), *Pseudococcus elisae* (Borchsenius, 1947), *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Gimpel & Miller, 1996), *Nipaecoccus nipae* (Maskell, 1893) and *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) are modeled using MaxEnt. Only *Pseudococcus jackbeardsleyi*, *Nipaecoccus nipae*, and *Planococcus ficus* are more likely to occur in Chile, and their potential distributions contrast with those of cultivated areas with primary or alternate hosts. The potential distribution of *P. ficus* is highly congruent with grapevine crops (*Vitis vinifera* L.), whose economic importance and high probability of pest occurrence in Chile place it at high risk for adaptation and establishment in the country.

Key words: mealybugs, introduction of exotic species, potential distribution, Pseudococcidae

Introducción

Hemiptera (Lineo, 1758) es considerado el quinto orden en importancia por diversidad y abundancia de todos los insectos (Mena & Figueroa, 2018). En el mundo, se conocen aproximadamente 94.000 especies, distribuidas en los subórdenes Sternorrhyncha (16.000 especies), Auchenorrhyncha (40.000 especies), Coleorrhyncha (37 especies) y Heteroptera (42.347 especies) (Mena & Figueroa, 2018). En Chile, el grupo, está representado por 78 familias, con 496 géneros y 1050 especies, con un endemismo estimado del 60 % (Prado C., 2008; Mena & Figueroa, 2018).

Pseudococcidae (Sternorrhyncha: Coccomorpha), es considerado un grupo de importancia económica, ya que algunas de sus especies son más relevantes por ser plagas principales de cultivos hortícolas, frutícolas y plantas ornamentales en todo el mundo (Miller et al., 2002), sumado a su capacidad de colonizar a especies vegetales, como árboles silvestres o especies herbáceas (Niebla Rumbaut et al., 2010). Varias especies de Pseudococcidae son consideradas plagas cuarentenarias,

por su alto grado de herbivoría generalista y su amplia distribución a nivel mundial (Roltsch et al., 2006). Los perjuicios económicos atribuidos a las especies de importancia agrícola, radican en los daños directos que pueden ejercer en sus hospederos por la inyección de toxinas y, en algunos casos, la transmisión de virus, mediante la succión de savia o bien, de manera indirecta, depositando melaza o mielecilla a nivel superficial, favoreciendo el desarrollo de hongos, como *Fumago* spp. y el consecuente forrajeo de hormigas (Daane et al., 2012; Niebla Rumbaut et al., 2010). Una característica biológica de la familia Pseudococcidae, es la herbívora en diferentes secciones de las plantas o arbustos, lo que favorece su proliferación y establecimiento en diferentes hospederos y dificultan su manejo y control en zonas productivas, lo que se complejiza en aquellas regiones geográficas donde no se han registrado enemigos naturales (Larraín, 2010).

En Chile, la actividad agrícola se desarrolló, originalmente, asociada al sustento alimenticio a nivel local, y secundariamente, la actividad está vinculada a una industria alimenticia que ha sostenido flujos de entrada y salida de productos hortofrutícolas, hacia y desde otros países, impulsando la implementación de buenas prácticas y tratamiento para especies de insectos plaga y más relevante aún insectos plaga de importancia económica. (González, 2011) Sin embargo, la falta de controles oficiales, permitió la introducción de insectos plaga, al ser dañinos para diferentes hospederos, transportados en órganos y secciones de especies vegetales, como raíces, semillas o granos, como también por animales (Artigas, 1994). No obstante, la tendencia mundial respecto al transporte de especies exóticas se ha incrementado progresivamente durante los últimos 200 años, y los insectos no han sido la excepción, dando respuesta a múltiples factores que, superan estrategias de control clásicas basadas, únicamente, en el registro y reconocimiento de especies exóticas, sin estrategias de prevención respecto a los factores que favorecen un posible establecimiento posterior y dispersión en áreas geográficas que no son nativas (Beltrà et al., 2017; Pyšek et al., 2020).

Las especies exóticas pueden llegar e ingresar a una nueva región a través de tres amplios mecanismos: importación de un producto, llegada de un vector de transporte y/o propagación natural desde una región vecina (Hulme et al., 2008). El comercio de productos vegetales hortofrutícolas incrementa el flujo de especies con movilidad baja o reducida, aumentando, artificialmente, su posibilidad de dispersión geográfica ya que dichas redes operan a nivel local, nacional e incluso global (Banks et al., 2015). Adicionalmente, la amplitud del rango geográfico de sus hospederos, facilita el establecimiento de una especie invasora en la medida de su frecuencia de

ocurrencia dentro de un rango de tiempo, en uno o más puntos geográficos simultánea o aleatoriamente (Zhao et al., 2024).

Por ejemplo, el año 2008, la familia Pseudococcidae fue la primera causal de rechazos por plaga cuarentenaria en frutales en Chile, totalizando un 30%, de rechazo en exportaciones (González, 2016). La presión por normar criterios fitosanitarios, ejercida por el desarrollo del comercio internacional, generó un aumento en el estudio taxonómico de la familia Pseudococcidae en el país hacia la década de los noventa, intensificando el trabajo taxonómico en el grupo, enfocado fundamentalmente a disposiciones cuarentenarias externas, asociadas con exportaciones de productos hortofrutícolas. Actualmente, se describen 23 especies de Pseudococcidae para Chile, (scalentet.info) seis de ellas se reconocen como endémicas, las cuales fueron reconocidas luego de años de clasificaciones erróneas (González, 2011). El territorio chileno continental, se extiende de norte a sur por casi 4200 kilómetros, dividiéndose principalmente en tres macrozonas, Norte, Centro y Sur, con diferentes relieves y climas según su ubicación geográfica. Con esta variedad de factores ambientales, son muchas las especies vegetales de plantas nativas y cultivos, que se desarrollan en las distintas macrozonas del país y que pudieran eventualmente hospedar a las especies de Pseudococcidae descritas para el territorio. En Chile, se reconocen importantes especies vegetales como hospederas para la familia Pseudococcidae, por ejemplo, la uva de mesa y uva para producción de vino (*Vitis vinifera* L), otras especies frutales, que se ven afectadas por estos insectos-plaga son; carozos, pomáceas y cítricos. (Correa et al., 2015).

Considerando que, el riesgo de ingreso de especies plaga, que además pudieran ser cuarentenarias, se ve favorecido mayormente por el movimiento y traslado de productos agrícolas a nuevas zonas geográficas, la disponibilidad natural o cultivada de hospederos y hábitats adecuados para su desarrollo, los registros de plagas a nivel internacional permiten reconocer trayectorias de desplazamiento, sus eventuales oportunidades de ingreso y colonización a nuevas áreas geográficas (Kahn, 1979; Pyšek et al., 2020).

Actualmente Chile, como área geográfica, se reconoce libre de ciertas plagas cuarentenarias a nivel mundial. Sin embargo, entre 1854 y 1902, se introdujeron especies como por ejemplo; *Erisoma lanigerum* (Hausmann, 1802) (Aphididae), *Scolytus rugulosus* (Ratzeburg, 1837) (Curculionidae), *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Coccidae), *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus, 1758) (Diaprididae), *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Diaprididae), *Diaspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881)

(Diaprididae) y *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti, 1867) (Pseudococcidae). Estas especies se consideran plagas cuarentenarias, algunas de amplia distribución, cuyo ingreso a Chile, ocurrió antes de que se normara el intercambio productivo asociado a la actividad agrícola (González, 2016). En términos ambientales, estas especies-plaga, inicialmente, libres de enemigos naturales o competidores directos, encontraron condiciones ambientales propicias para su establecimiento y adecuación biológica, asegurando el éxito de sus generaciones año tras año, el resultado del establecimiento de estas especies, es un impacto negativo a nivel ambiental y económico, dentro de la actividad exportadora y representan un impacto no conocido en la biodiversidad (Kenis et al., 2009; Kennedy & Storer, 2000).

Más de 150 especies de Pseudococcidae son reconocidas como plagas cuarentenarias de importancia agrícola y económica a nivel mundial (Franco et al., 2009; Miller et al., 2002), por tener un impacto directo, ya sea en los cultivos, o por restricciones a las exportaciones de productos agrícolas en los que pueden estar presentes estos insectos (Correa et al., 2015; Levi-Zada et al., 2014; Vincent et al., 2012). Algunas especies de Pseudococcidae, tienen relevancia económica y se registran ocurrencias en diversos países de América, Europa y Asia. Algunas de estas especies, son reconocidas plagas agrícolas que aún no están establecidas en el país (Amouroux & Zaviezo, 2021). No obstante, aquellas presentes en países vecinos como Argentina, Perú y Bolivia, y otros países no colindantes, como Brasil, Paraguay, Ecuador y Colombia constituyen un riesgo de introducción a nuestro país (Williams & Willink, 1992). En este contexto, el riesgo de introducción y establecimiento de especies de Pseudococcidae en Chile crece en tanto se desarrollan cultivos que son o se relacionan con hospederos principales o alternativos de estos insectos y se mantiene activo el flujo en puertos marítimos, aeropuertos o pasos fronterizos de productos agrícolas.

El análisis de riesgo de plagas considera la distribución geográfica original de una determinada especie para evaluar las condiciones ambientales y los enemigos naturales que eventualmente, podrían controlar la dispersión de la plaga. No obstante, la dispersión de las especies plaga persiste y se requieren herramientas que aporten a la prevención del riesgo de ingreso de especies invasoras (Pyšek et al., 2020). En este contexto, el desarrollo de los sistemas de información geográfica asociados a técnicas estadísticas computacionales, permiten inferir la distribución potencial de especies invasoras a través del análisis de las condiciones climáticas de un área adecuada para su desarrollo, estas predicciones pueden servir de base para planificar futuras estrategias de vigilancia,

gestión y control de plagas (Carrillo-Aguilar et al., 2021; Kumar et al., 2016; Luna et al., 2017; Mao et al., 2022; Ullah et al., 2023; Wang et al., 2023; Zhao et al., 2024). En el caso de las especies de pseudococcidae, que son plagas cuarentenarias para Chile continental, se busca identificar las áreas con mayor probabilidad de establecimiento de estas, a partir de la modelación de su distribución potencial, que debería ser similar a los rangos geográficos en los que se desarrollan los cultivos de especies vegetales, hortofrutícolas que son hospederos principales y/o secundarios de estos insectos, en ambientes nativos o en donde se han introducido y establecido con éxito.

En consecuencia, a partir de la información de registros de intercepciones de especies de Pseudococcidae ausentes en Chile, se propone determinar la presión de ingreso que ejercen, modelar sus patrones distribucionales y comparar las áreas de mayor probabilidad de establecimiento, con los rangos de cultivos de hospederos potenciales para inferir las zonas de intersección de plaga-hospedero que, eventualmente, estarían en riesgo.

Materiales y Método

ÁREA DE ESTUDIO.

Se define a Chile continental como el área de estudio, a lo largo de la frontera compartida con Argentina, Perú y Bolivia, en donde se establecen puntos de control aduanero en los que se realizan procedimientos fitosanitarios orientados a la prevención, control y análisis de riesgos de plagas, porque se mantiene el registro de intercepciones de Pseudococcidae no presentes en Chile, registro importante ya que algunas especies del registro están catalogadas como plagas cuarentenarias según la normativa vigente (Resolución Exenta N° 3080, Ministerio de Agricultura, 2003).

DATOS DE REGISTRO DE PSEUDOCOCCIDAE.

La información de registros o detecciones de especies de la familia Pseudococcidae declaradas como ausentes en Chile continental, se obtienen de las bases de datos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y su red de laboratorios entomológicos SAG, con acceso por medio su página web para funcionarios y asistentes SAG. http://sisveg.sag.gob.cl:8080/SISVEG/jsp/Sag_Inicio_Menu.htm.

El SAG, por medio de su red de laboratorios entomológicos, tiene como tarea canalizar y organizar toda la información, que se genera a partir de la intercepción de insectos en; los puntos fronterizos (terrestres, marítimos y aéreos), y en actividades relacionadas a la importación de productos de origen vegetal en Chile, como sitios de acopio de productos procedentes del extranjero, sitios de desconsolidado de contenedores, lugares donde se construyen proyectos industriales, predios especializados con cultivos agrícolas y/o forestales de relevancia y cuarentenas de post entrada de productos de tipo silvoagropecuarios. Dicho organismo estatal tiene la labor de actualizar, permanentemente, su base de datos con la identificación de las intercepciones de insectos que ocurren diariamente en los distintos puntos geográficos y actividades de importación antes mencionadas.

Para este estudio, se recopilaron datos entre los años 2019 y 2023. Los laboratorios del SAG que reúnen toda la información regional y nacional analizada corresponden a:

1. Laboratorio regional de Arica y Parinacota (Región de Arica y Parinacota).
2. Laboratorio regional de La Serena (Región de Coquimbo).
3. Laboratorio Puerto de San Antonio (Región de Valparaíso).
4. Laboratorio Los Andes ((Región de Valparaíso).
5. Laboratorio regional de Valparaíso (ZEAL) (Región de Valparaíso).
6. Laboratorio SAG Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez, (Región Metropolitana).
7. Laboratorio y Estación cuarentenaria, Lo Aguirre (Región Metropolitana).
8. Laboratorio regional de Maule (Curicó, Región del Maule).
9. Laboratorio regional de Ñuble (Chillán, Región de Ñuble).
10. Laboratorio regional de La Araucanía (Temuco, Región la Araucanía).
11. Laboratorio regional de Los Lagos (Osorno, Región de los Lagos).

Se analizaron datos de intercepciones y detecciones de los 11 laboratorios mencionados. Las descargas fueron en documentos con formatos de planillas Excel, por cada año y laboratorio, para su posterior análisis. Por la gran cantidad de información contenida en los informes, para el caso de algunos laboratorios se debió descargar informes de carácter trimestral, por año. La base de datos se filtró considerando el grupo de interés, visualizándose información como, por ejemplo, el origen de la

muestra y el tipo de sustrato (Material vegetal en el que fue detectado) para así, obtener solo las detecciones de especies de Pseudococcidae (Hemiptera) calificados como ausentes del territorio, pero presentes en los bordes fronterizos. Obteniéndose un único listado con estas especies, dentro del periodo de tiempo del estudio.

CRITERIOS PARA ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Para determinar las posibilidades de establecimiento de las especies del grupo de interés, se determinó considerar criterios de selección de especies necesarios, para así involucraran al grupo objetivo, sus posibilidades de naturalización o adecuación al medio, más la presión que ejercen para ingresar al país, estimada de manera porcentual para cada especie. Con estos factores se establecieron cuatro criterios de selección, que a continuación se nombran en orden de importancia; (1) tener la condición de insecto ausente de Chile continental, (2) distribución geográfica de hospederos en el área de estudio y la presión de ingreso que ejerce cada especie expresada en (3) amplitud latitudinal de las intercepciones de cada especie y (4) la cantidad total de individuos de cada especie registrados durante el rango de tiempo que duró el estudio. (Tabla 1).

Primer criterio: Condición de Plaga cuarentenaria para Chile.

Para definir esto, se utilizó el listado oficial de plagas cuarentenarias para Chile, en su última versión <https://normativa.sag.gob.cl/publico/normas/detallenorma.aspx?id=216948>. El listado oficial de plagas cuarentenarias de cada país lo elabora el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) respectivo, en el caso de Chile esta función la realiza el Servicio Agrícola y Ganadero. Para definir la puntuación del cumplimiento del criterio se verifica la correspondencia de las especies detectadas en los laboratorios del SAG en función del listado de especies de Pseudococcidae cuarentenarios para Chile (Tabla 1).

Segundo criterio: Presencia en Chile de hospederos potenciales.

Para el reconocimiento y análisis de especies vegetales, que se describen como especie hospedera de Pseudococcidae, se consultó el portal <https://scalenet.info/catalogue/>. Se recopiló información de las familias y géneros de plantas hospederas para cada especie. Dicho catálogo cuenta con reportes respaldados con las referencias bibliográficas respectivas en donde se reportan ocurrencias

de especies de Pseudococcidae, colonizando diferentes cultivos o plantas, lo que se utilizó como el universo total de especies hospederas.

Para conocer la distribución mundial de las especies vegetales señaladas como hospederos, se consultó el portal <https://www.gbif.org/es/> para así, verificar, si hay puntos de distribución de estas especies en Chile.

La puntuación del cumplimiento del segundo criterio consistió en una escala definida por el porcentaje de hospederos presentes en Chile, en función del número de géneros hospederos en los que han sido reportadas especies de Pseudococcidae a nivel internacional, entregando puntaje según el porcentaje de hospederos presentes en territorio nacional, dividiendo el total porcentual, en tres rangos (Tabla 1).

Tercer criterio: Amplitud latitudinal de los registros de Pseudococcidae en Chile.

Este tercer criterio se diseñó, de acuerdo con la ubicación de Norte a Sur de la red de laboratorios regionales del SAG. Se analizó la información de los laboratorios de Arica, La Serena, San Antonio, Los Andes, Valparaíso (ZEAL), Aeropuerto (Santiago), Lo Aguirre (Santiago), Curicó, Chillán, Temuco y Osorno. Se seleccionaron las fuentes de información con registros de Pseudococcidae y su identificación a nivel de especie. El análisis abarcó un rango de tiempo de cinco años entre 2019 y 2023. Para definir la puntuación del cumplimiento del criterio, se asoció a la ubicación latitudinal de las detecciones de Pseudococcidae estableciéndose una escala de porcentajes de puntos geográficos de detecciones organizada en tres rangos (Tabla 1).

Cuarto criterio: Número de registros de Pseudococcidae.

Este criterio busca ponderar la información, respecto a la cantidad total de ejemplares por especies de Pseudococcidae, en el rango de tiempo del estudio. Se utilizó la información proveniente de los diferentes laboratorios que, a la vez, representan distintos puntos geográficos distribuidos de norte a sur en Chile. La información de cantidad de detecciones de Pseudococcidae tiene una amplia variación entre las especies seleccionadas, en el período analizado (2019-2023). El número de ejemplares de cada especie analizada define la puntuación del cumplimiento del criterio, por lo que se estableció a través del promedio entre el máximo y mínimo de ocurrencias, (El máximo, sería la especie con mayor cantidad de ocurrencias y el mínimo sería la especie con menor cantidad de ocurrencias) respecto del número de especies de Pseudococcidae detectadas en el período

analizado. Como medida general del criterio, se determinó el número 50, como referencial. Es decir menos de 50 ejemplares por especie, asigna una puntuación y más de 50 ejemplares por especie asigna una puntuación mayor de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Puntaje asociado a los criterios de selección de especies de Pseudococcidae para el análisis.

CRITERIO	DETALLE	PUNTUACIÓN
1º	Condición de Plaga cuarentenaria	Cumple el criterio: 2 puntos No cumple el criterio: 0 punto
2º	Presencia en Chile de hospederos potenciales	Rango 1: 1-33% de hospederos presentes, 1 punto. Rango 2: 33-66% de hospederos presentes, 2 puntos. Rango 3: 66-100% de hospederos presentes, 3 puntos
3º	Amplitud latitudinal de los registros de Pseudococcidae en Chile.	Rango 1: 1-33% de presencia de la especie en distintas ubicaciones geográficas, 1 punto. Rango 2: 33-66% de presencia de la especie en distintas ubicaciones geográficas, 2 puntos. Rango 3: 66-100% de presencia de la especie en distintas ubicaciones geográficas, 3 puntos.
4º	Número de registros de Pseudococcidae	Menos de 50 ejemplares detectados en 5 años: 1 punto. Más de 50 ejemplares detectados en 5 años: 2 puntos

ANÁLISIS DE PATRONES DE DISTRIBUCIÓN, INCLUIDAS VARIABLES CLIMÁTICAS.

Producto de la aplicación de los criterios de selección, se definió el grupo de especies que ejercen mayor presión de ingreso y se recopilaron bases de datos georreferencias de registros de ocurrencias a nivel mundial para cada especie seleccionada, estos datos fueron obtenidos del portal <https://www.gbif.org/es/> y adaptados, según los formatos que procesa el software MaxEnt Versión 3.4.4. (Phillips et al., 2006).

El principio de máxima entropía utilizado por el programa MaxEnt considera el cálculo de la distribución más probable para una especie determinada, con puntos de presencia conocidos y, a través de un algoritmo, predice la existencia de áreas del espacio geográfico, con iguales o mejores condiciones medioambientales que, eventualmente la especie analizada no ocurre o no se ha registrado. El programa genera una capa con valores entre cero a uno, correspondiente a la probabilidad de ocurrencia de cada especie, así los valores cercanos a uno representan aquellas localidades con mayor probabilidad de ocurrencia, asociado a condiciones ambientales favorables para la presencia de la especie.

La capacidad del modelo realizado por MaxEnt, para predecir lugares o sitios geográficos con

presencia de una especie determinada, de lugares o sitios geográficos con ausencia de la misma especie en estudio, se evaluó utilizando el umbral de independencia del área bajo la curva (AUC), operada por un receptor o curva ROC (Característica operativa relativa) (Sabattini et al., 2017). Por lo tanto, los resultados serán interpretados, según la visualización de una curva ROC (Característica operativa relativa) y otra, AUC (área bajo la curva), las cuales indicarán la exactitud global de prueba. El AUC se interpreta como la mayor probabilidad de que un punto de presencia seleccionado, aleatoriamente, esté ubicado en una celda del mapa con un alto valor de probabilidad para la presencia de la especie (Phillips et al., 2006).

Los Valores de AUC, varían entre 0 y 1, en donde valores cercanas a 1, indican que la capacidad predictiva es muy buena, valores mayores a 0.5 indican que la capacidad predictiva del modelo fue mejor que el azar, y valores menores a 0.5 indican que la capacidad predictiva del modelo no es mejor que el azar. Se considerará que un valor de AUC mayor a 0.9 será una señal de un buen ajuste (Araújo et al., 2005a) (Tabla 2).

Tabla 2. Interpretación del rango del valor del área bajo la curva (AUC).

Calificación del resultado	Rangos de valores de AUC
Excelente	> 0.90
Buena	0.80 - 0.90
Aceptable	0.70 - 0.80
Mala	0.60 - 0.70
No válida	0.50 - 0.60

La supervivencia de las especies se relaciona estrechamente con los factores bioclimáticos y en ese contexto, las variables bioclimáticas se pueden usar para predecir la distribución potencial de especies a nivel local, regional y global. En el procesamiento de datos con MaxEnt se aplicaron los valores de las 19 variables bioclimáticas programadas por WorldClim (Hijmans & Graham, 2006) (Tabla 3) (www.worldclim.org descargado 20-08-2024) Además, se incluye la variable biogeográfica Altitud medida en metros sobre el nivel del mar.

Tabla 3. Variables bioclimáticas WorldClim.

Variable	Descripción de la variable
BIO 1	Temperatura Media Anual
BIO 2	Rango medio diario (Media mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))
BIO 3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (×100)
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar ×100)
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO 7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
BIO 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO 9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO 10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO 12	Precipitación anual
BIO 13	Precipitación del mes más húmedo
BIO 14	Precipitación del mes más seco
BIO 15	Estacionalidad de las precipitaciones (Coeficiente de Variación)
BIO 16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO 17	Precipitación del Cuarto Más Seco
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO 19	Precipitación del Cuarto Más Frío

Los mapas de distribución potencial resultantes de MaxEnt, se visualizan mediante software Q-GIS, versión 3.40.1.

ANÁLISIS DE RANGOS DISTRIBUCIONALES DE HOSPEDEROS POTENCIALES.

Se seleccionan él o los hospederos principales por especies de Pseudocóccidos de interés, en base al análisis que se desarrolló para el segundo criterio.

Se recopiló información de las familias y géneros de las plantas hospederas más importantes para cada especie, algunos de cuales se cultivan como productos hortofrutícolas en diferentes regiones del país. Los datos georreferenciados de los cultivos de estas especies, se sistematizan en las bases de datos de la oficina de estudios y políticas agrarias, ODEPA, <https://www.odepa.gob.cl/> desde donde se obtendrá la información geográfica de los cultivos de hospederos seleccionados para cada caso, en forma de capas vectoriales que se visualizan en QGIS (versión 3.40.1) Luego de visualizar dichas capas se cargan en el mismo programa, capas vectoriales correspondientes al mapa de Chile y sus límites regiones además de capas con los mapas de distribución potencial (resultados de la modelación) de las especies de Pseudococcidae seleccionados, buscando que se puedan contrastar, para determinar los rangos intersección geográfica, entre las capas mencionadas.

Resultados y Discusión.

Selección de especies de Pseudococcidae.

Producto de la recolección completa de archivos de cada laboratorio, por cada año del estudio, se totalizaron 551.237 datos de ocurrencias. Luego de la revisión y análisis del total de datos entregados por la red de laboratorios entomológicos SAG, que consignan la interceptación e identificación de especies plaga de Pseudococcidae, ausentes en Chile continental, según el mismo organismo, se obtuvo un total de 13 especies (Tabla 4) con las que se procederá a aplicar el ranking descrito anteriormente. El listado de especies de Pseudococcidae en categoría de cuarentenarios para Chile, permite aplicar el primer criterio de selección de especies a estudiar su distribución potencial. El 64% de las especies detectadas están definidas como plagas no cuarentenarias para Chile. (Tabla 4).

Tabla 4. Especies de Pseudococcidae detectados en puntos fronterizos de Chile, condición de plaga cuarentenaria para Chile y hospederos en el cual fueron detectadas (primer criterio de selección de especies).

Especies de Pseudococcidae detectadas	Plaga cuarentenaria para Chile	Hospederos reportado o Interceptado
<i>Dysmicoccus texensis</i> Tinsley, 1900 (ex <i>Dysmicoccus bispinosus</i>)	No	Plátano común, Piña
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	No	Plátano común, Piña
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell, 1893	Sí	Polífago de frutales y plantas ornamentales
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924	No	Polífago de plantas ornamentales, Guayabo, Pepino dulce, Malva, Pimiento, Higuera
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	No	Plátano común
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	Sí	Plátano común
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	Sí	Polífago ornamentales, Chirimoya, Melón, cítricos, manzanas, Tomate
<i>Palmicultor palmarum</i> Ehrhorn, 1916	No	Cocotero
<i>Nipaecoccus nipae</i> Maskell, 1893	Sí	Cítricos, Plátano
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	Sí	Uva
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	No	Mioporó, Higuera
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898	No	Duraznero, Guayabo, Tabaco

<i>Vryburgia trionymoides</i> De Lotto, 1961	No	Echeverria, Cactus
--	----	--------------------

El orden jerárquico de la importancia de cada criterio y el porcentaje de hospederos presentes en Chile para cada una de las 13 especies seleccionadas, fue determinado luego del análisis explicado en el segundo criterio de selección, lo que permite su aplicación al listado de Pseudococcidae para determinar su puntaje, para el posible estudio de su distribución potencial. Las especies con amplias citas de hospederos (sobre 100 géneros) no necesariamente, cuentan con altos porcentajes de hospederos presentes en Chile, *Planococcus ficus*, es la especie con mayor valor porcentual de hospederos presentes en Chile (Tabla 5).

Tabla 5. Hospederos (géneros) de especies de Pseudococcidae detectados, número de hospederos (géneros) a nivel mundial y número de hospederos (géneros) presentes en Chile y su valor relativo (segundo criterio de selección).

Pseudococcidae detectados en puntos fronterizos de Chile.	Número de hospederos (géneros)	Número de hospederos (géneros) presentes en Chile	Porcentaje de hospederos presentes en Chile
<i>Dysmicoccus texensis</i> Tinsley, 1900 (ex <i>Dysmicoccus bispinosus</i>)	34	15	44
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	167	27	16
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell, 1893	221	39	18
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924	61	24	39
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	15	1	6
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	89	26	33
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	115	34	35
<i>Palmicultor palmarum</i> Ehrhorn, 1916	24	8	33
<i>Nipaeococcus nipae</i> Maskell, 1893	114	12	11
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	41	23	59
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	95	20	21
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898	228	25	11
<i>Vryburgia trionymoides</i> De Lotto, 1961	14	4	29

La síntesis del número de detecciones de especies de Pseudococcidae interceptados en diferentes puntos geográficos del país se indican en la Tabla 6. El valor porcentual de las presencias respecto de la totalidad de puntos geográficos analizados permite estimar la amplitud latitudinal de las detecciones y aplicar el tercer criterio de selección de especies de Pseudococcidae a estudiar en su distribución potencial. La mayor amplitud latitudinal de los registros se observa para *Dysmicoccus brevipes* y *Pseudococcus elisae* y los ubica en el Norte y Chile central (Tabla 6), seguidos por *Phaenococcus parvus* y *Ferrisia virgata* que se ubican en Chile central (Tabla 6).

Tabla 6. Número de detecciones expresados en diferentes puntos geográficos (georreferenciados por la red de Laboratorios SAG) con registros de especies de Pseudococcidae y su valor porcentual (Tercer criterio de selección).

Especie	Número de laboratorios con detecciones para la especie	Ubicaciones geográficas (Laboratorios)	% de presencias sobre 8 puntos
<i>Dysmicoccus texensis</i> Tinsley, 1900 (ex <i>Dysmicoccus bispinosus</i>)	2	Arica, San Antonio	25
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	7	Arica, La Serena, San Antonio, Valparaíso, Aeropuerto, Lo Aguirre, Chillán	87,5
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell, 1893	4	La Serena, Los Andes, Aeropuerto, Lo Aguirre	50
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924	5	La Serena, San Antonio, Valparaíso, Aeropuerto, Lo Aguirre	62,5
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	7	Arica, La Serena, San Antonio, Valparaíso, Aeropuerto, Lo Aguirre, Chillán,	87,5
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	1	San Antonio	12,5

Especie	Número de laboratorios con detecciones para la especie	Ubicaciones geográficas (Laboratorios)	% de presencias sobre 8 puntos
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	1	Aeropuerto	12,5
<i>Palmicultor palmarum</i> Ehrhorn, 1916	3	Valparaíso, Aeropuerto, Chillán	37,5
<i>Nipaeococcus nipae</i> Maskell, 1893	2	Valparaíso, Lo Aguirre	25
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	1	Valparaíso	12,5
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	3	Valparaíso, Lo Aguirre, Chillán	37,5
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898	2	Valparaíso, Lo Aguirre	25
<i>Vryburgia trionymoides</i> De Lotto, 1961	2	Valparaíso, Valparaíso	25

Los datos de detecciones de las especies de Pseudococcidae se entregan en la Tabla 7, los mayores registros son para *Pseudococcus elisae* y, en menor grado, *Dysmicoccus bispinosus* y *Dysmicoccus brevipes*. Mientras que, *Planococcus ficus*, *Pseudococcus cryptus* y *Palmicultor palmarum* presentan baja cantidad de detecciones, lo que no representa una presión de ingreso efectiva. La escala de número de registros permite aplicar el cuarto criterio de selección de las especies de Pseudococcidae para estudiar su distribución potencial (Tabla 7).

Tabla 7. Número de registros de especies de Pseudococcidae detectadas en puntos fronterizos de Chile entre 2019 y 2023 (Cuarto criterio de selección).

Especies	Número de detecciones
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	126
<i>Dysmicoccus texensis</i> Tinsley, 1900 (ex <i>Dysmicoccus bispinosus</i>)	239
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell, 1893	11
<i>Nipaeococcus nipae</i> Maskell, 1893	52
<i>Palmicultor palmarum</i> Ehrhorn, 1916	2
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924	58
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	38
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898	9
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	1
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	894
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	2
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	7
<i>Vryburgia trionymoides</i> De Lotto, 1961	13

La asignación de puntaje que entrega cada criterio de selección (Tabla 1) a las 13 especies de

Pseudococcidae detectadas se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Puntaje asignado a las especies de Pseudococcidae detectados en puntos fronterizos de Chile de acuerdo con los criterios de selección (1º: Condición de Plaga cuarentenaria; 2º: Presencia en Chile de hospederos potenciales; 3º: Amplitud latitudinal de los registros de Pseudococcidae en Chile y 4º: Número de registros de Pseudococcidae).

Especies	1º	2º	3º	4º	Puntaje total	% según puntaje
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	0	1	3	2	6	60
<i>Dysmicoccus texensis</i> Tinsley, 1900 (ex <i>Dysmicoccus bispinosus</i>)	0	2	1	2	5	50
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell, 1893	2	2	2	1	7	70
<i>Nipaecoccus nipae</i> Maskell, 1893	2	1	1	2	6	60
<i>Palmicultor palmarum</i> Ehrhorn, 1916	0	1	1	1	3	30
<i>Phenacoccus parvus</i> Morrison, 1924	0	1	2	2	5	50
<i>Phenacoccus solani</i> Ferris, 1918	0	1	2	1	4	40
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898	0	1	1	1	3	30
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	2	2	1	1	6	60
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	0	1	3	2	6	60
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	2	1	1	1	5	50
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	2	2	2	1	7	70
<i>Vryburgia trionymoides</i> De Lotto, 1961	0	1	1	1	3	30

La ponderación del puntaje acumulado considera la obtención de puntos de forma simultánea en los cuatro criterios de selección, estableciendo un listado jerarquizado que permite seleccionar seis especies, *Ferrisia virgata* y *Pseudococcus jackbeardsleyi* con 7 puntos (de 10 máximo), *Dysmicoccus brevipes*, *Pseudococcus elisae*, *Nipaecoccus nipae* y *Planococcus ficus* con 6 puntos (Tabla 8). Las especies *P. elisae* y *D. brevipes* se consideran en el análisis, debido a la gran cantidad de intercepciones que tuvieron durante los años 5 años que abarcó el estudio. Estas intercepciones, fueron analizadas a nivel del sustrato en que fueron detectadas, las que en un 97% de los casos, ocurrieron en plátano común (*Musa paradisiaca*). Los flujos de importación de este producto son muy frecuentes, por la escasa producción que tiene el plátano a nivel nacional, y su alto consumo. En Chile, solo hay pequeñas producciones en Arica, punto por donde eventualmente podrían ingresar a través de alguna vía y establecerse en estos hospederos u otros secundarios, así como en plantas ornamentales.

Análisis distribucional de Pseudococcidae seleccionados.

La modelación de distribución potencial (MaxEnt) arrojó que *Pseudococcus jackbeardsleyi*,

Nipaecoccus nipae y *Planococcus ficus* encontrarían condiciones ambientales propicias para su desarrollo y, eventualmente, su supervivencia en parte del área de estudio (Tabla 10; Figuras 1-3). Los resultados obtenidos están respaldados por una alta capacidad predictiva del modelo ($AUC \geq 0,9$), lo que implica que es esperable que *Dysmicoccus brevipes*, *Ferrisia virgata* y *Pseudococcus elisae*, tengan mínimas probabilidades de establecimiento en el área de estudio (Tabla 10; Figuras 4-6). Desde el punto de vista territorial *Planococcus ficus* aparece con una mayor área de probable ocurrencia, respecto de la superficie total del territorio nacional (Tabla 10; Figura 3), lo que se corresponde con el hospedero principal de esta especie, la uva, que es un cultivo importante en Chile continental.

Pseudococcus jacobarsdleyi, con 0,09 % de superficie (km^2) con probabilidad de ocurrencia de la especie (Figura 1), *Nipaecoccus nipae*, con 0,2% de superficie (km^2) con probabilidad de ocurrencia de la especie (Figura 2) y *Planococcus ficus* con 13,2% de superficie (km^2) con probabilidad de ocurrencia de la especie (Figura 3).

Tabla 9. Resumen de resultados obtenidos del análisis de distribución potencial de MaxEnt. Especie, Rango del área de estudio con probabilidad de ocurrencia km^2 , Valor de AUC para cada modelo de distribución, Porcentaje estimado de superficie con y sin probabilidad de ocurrencia respecto del territorio nacional.

Especies	Rango del área de estudio con probabilidad de ocurrencia (30 a 50%) Km^2	Rango del área de estudio con probabilidad de ocurrencia (50 a 85%) Km^2	Rango del área de estudio con probabilidad de ocurrencia (> 90%) Km^2	Valor de AUC para cada modelo de distribución. Capacidad predictiva por modelo (mundo)	% de superficie de área de estudio (estimado) con probabilidad (>90%) de ocurrencia *	% de superficie del área de estudio (estimado) sin probabilidad (<90%) de ocurrencia *
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	53877	18610,31	0,00	0,912 (91,2%)	0	100
<i>Ferrisia virgata</i> Cockeler 1983	5772,9	0	0,00	0,917 (91,7%)	0	100
<i>Nipaecoccus nipae</i> Maskell, 1893	53757,89	12355,13	1560,66	0,988 (98,8%)	0,2	99,7

<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	209601,4	291727,52	100103,23	0,924 (92,4%)	13,2	86,7
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	79162,8	0	0,00	0,995 (99,5%)	0	100
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	25555,1	0	706	0,945(94,5%)	0,09	99,01

*Máximo total del territorio estudiado: 756.230 km². (<https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/regiones>).

A continuación, se expresan los resultados de las distribuciones potenciales de cada una de las especies seleccionadas a través del ranking, en imágenes proporcionadas como resultados del programa MaxEnt, en donde encontramos en primera instancia una distribución potencial mundial y otra, a nivel continental, para expresar que los resultados de probabilidad de ocurrencia de las especies en el área de estudio provienen de análisis realizados con variables climáticas a nivel global. Las figuras se presentan en orden, según resultado positivos para el área de estudio, es decir las tres primeras imágenes son de especies que tuvieron distribución potencial en algún punto del territorio nacional con probabilidades sobre 85-90%. Las imágenes 4,5 y 6, son de las especies que no tuvieron probabilidades de distribución potencial en territorio nacional, o su porcentaje es bajo, o no considerable para realizar un contraste con posibles especies vegetales hospedadas.

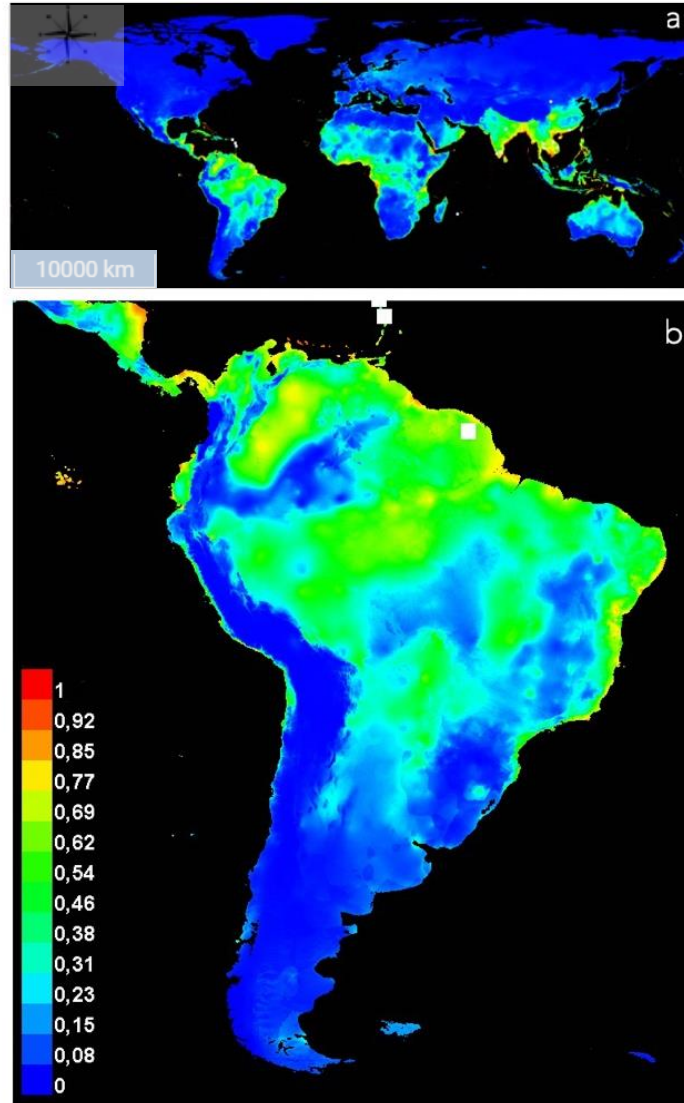


Figura 1. Distribución potencial de *Pseudococcus jackbearsdleyi*, modelado con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

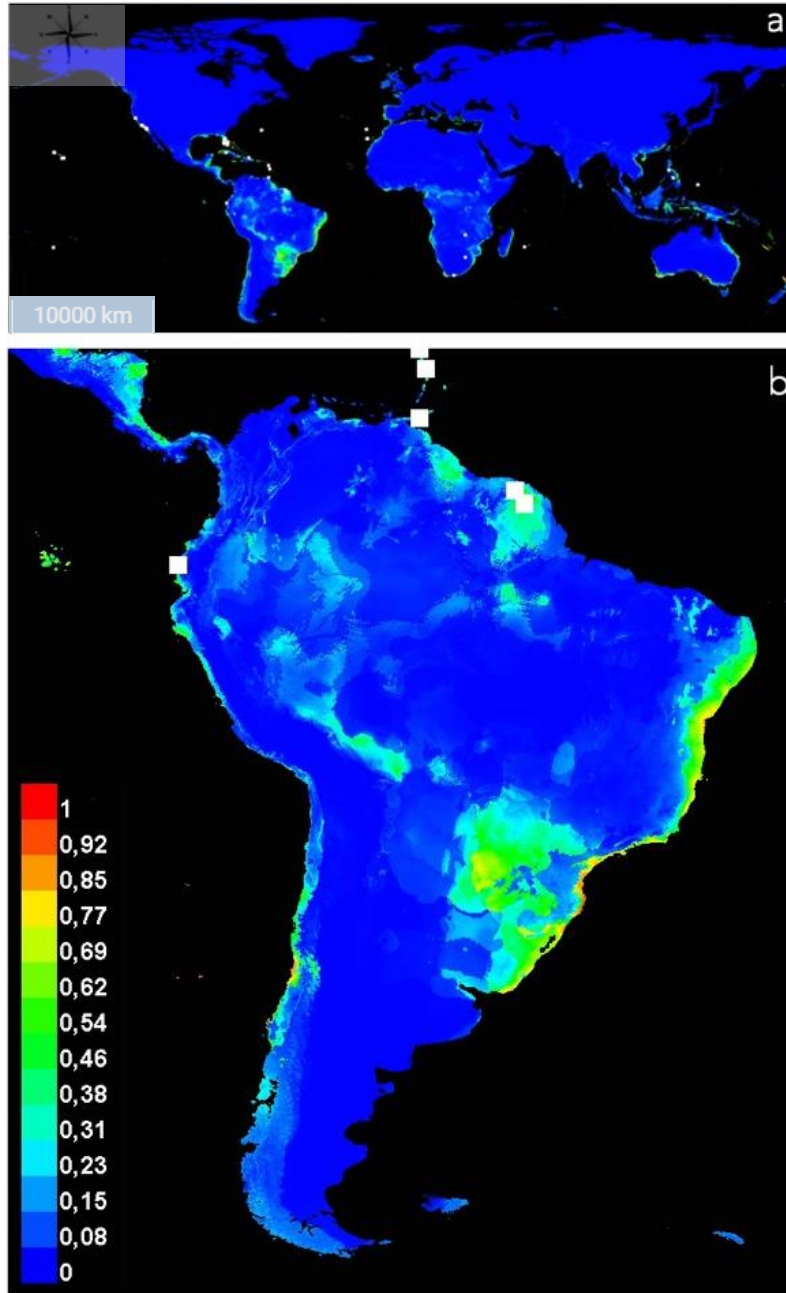


Figura 2. Distribución potencial de *Nipaecoccus nipae*, modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

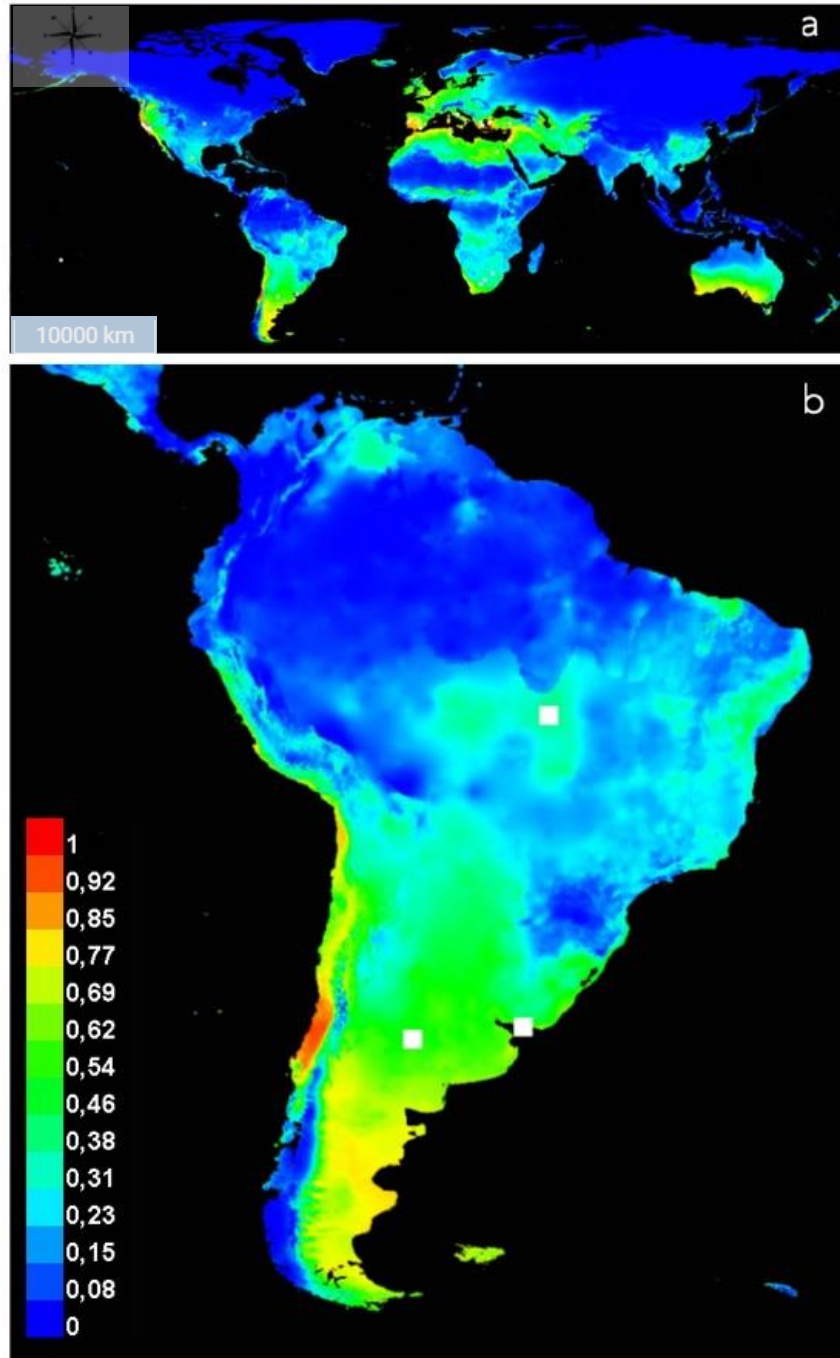


Figura 3. Distribución potencial de *Planococcus ficus*, modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

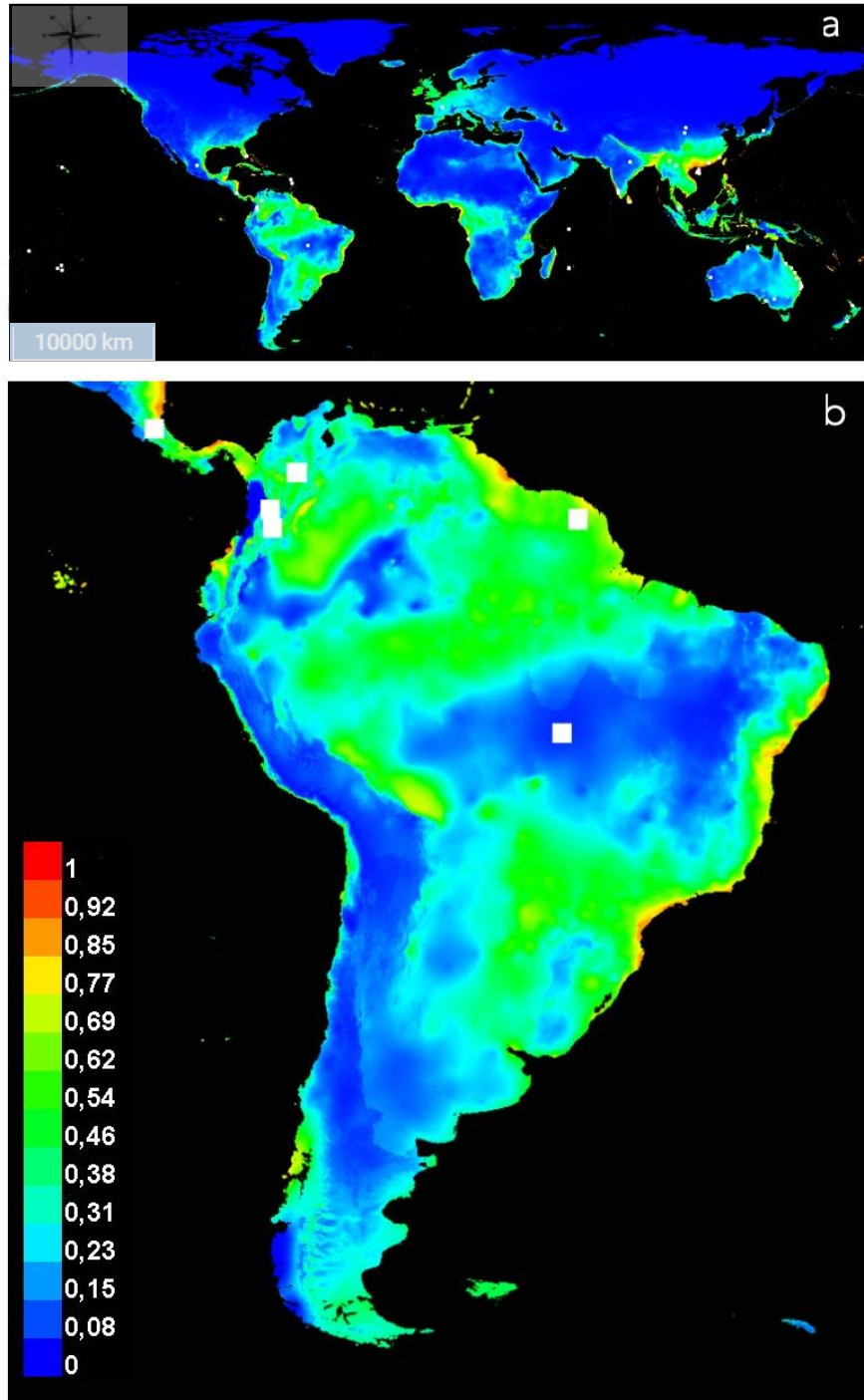


Figura 4. Distribución potencial de *Dysmicoccus brevipes*, modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

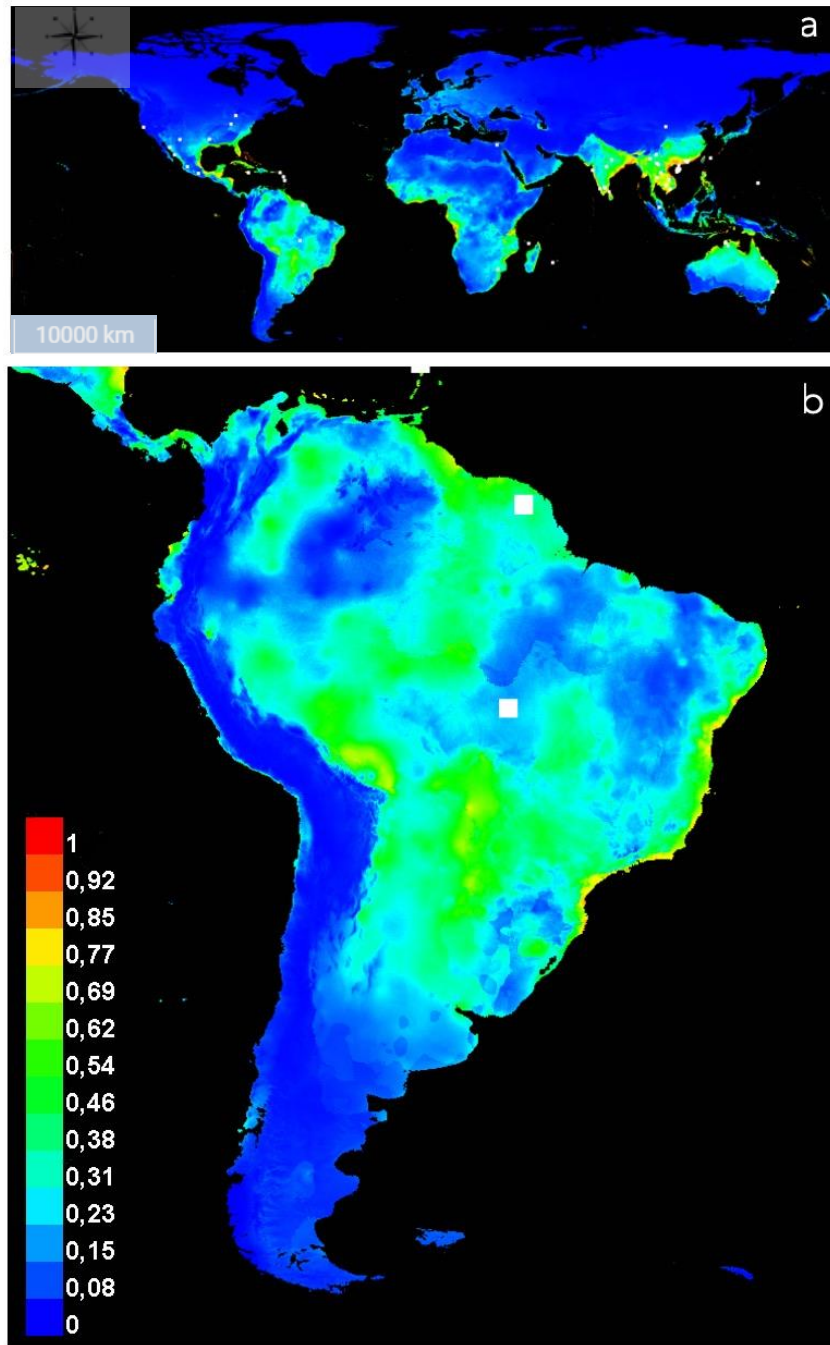


Figura 5. Distribución potencial de *Ferrisia virgata*, modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

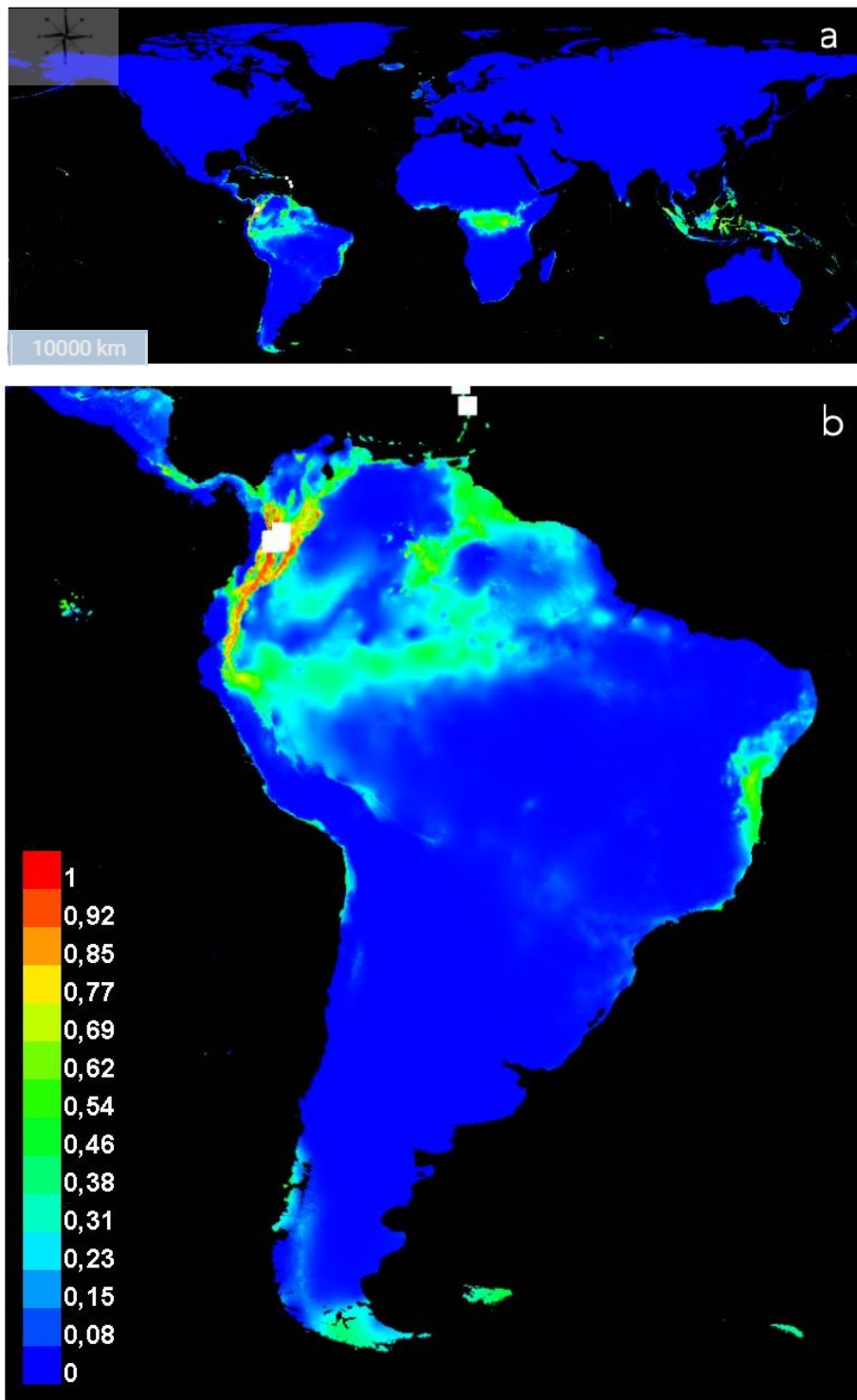


Figura 6. Distribución potencial de *Pseudococcus elisae*, modelada con MaxEnt, con escala de probabilidad de presencia de distribución geográfica potencial de la especie en el mundo (a) y en Sudamérica (b).

Tabla 10. Resumen de las variables climáticas y su importancia en los modelos resultantes de MaxEnt. Especie; Variable climática que explica mayormente la distribución potencial por especie, Variable climática que por sí sola predijo más efectivamente la distribución potencial.

Especies	Variable climática que explica mayormente la distribución por especie	Variable que por sí sola predijo más efectivamente la distribución
<i>Dysmicoccus brevipes</i> Cockerell, 1893	BIO6. Temperatura mínima del mes más frío	BIO 7. Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
<i>Ferrisia virgata</i> Cockeler 1983	BIO 11. Temperatura media del trimestre más frío	BIO6.Temperatura mínima del mes más frío
<i>Nipaecoccus nipae</i> Maskell, 1893	BIO 19. Precipitación del Cuarto Más Frío	BIO 7. Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
<i>Planococcus ficus</i> Signoret, 1875	BIO6. Temperatura mínima. mes más frío	BIO6. Temperatura mínima mes más frío
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	BIO 3. Isotermalidad (BIO2/BIO7) (×100)	BIO 7. Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	BIO 11. Temperatura media del trimestre más frío	BIO6. Temperatura mínima del mes más frío

Para el caso de las especies que arrojaron muy baja probabilidad de ocurrencia, menor a (30%) en el área de estudio (Figuras 4-6), las modelaciones, están respaldadas por una alta capacidad predictiva de cada una (AUC > 0,9) y con un rango de área en Km² con probabilidad de ocurrencia mayor al 905 igual a 0 km², para dichos casos. (Tabla 10). La distribución potencial de *Dysmicoccus brevipes* (Figura 4), *Ferrisia virgata* (Figura 5) y *Pseudococcus elisae* (Figura 6) ocurre en áreas fragmentadas del borde costero de Chile determinadas por las variables bioclimáticas más importantes en el análisis (BIO 6, temperatura mínima en el período más frío; BIO3, isotermalidad y BIO 7, rango anual de temperatura) que sugieren que para estas especies, el clima con temperaturas menos oscilantes y más cálido, es el adecuado para desarrollarse (Tabla 11).

***Dysmicoccus brevipes* Cockerell, 1893.**

Esta especie tiene una amplia distribución a nivel mundial, reportándose según la base de datos del catálogo <https://scalenet.info/> en 137 países incluido Chile (García Morales, 2016). No obstante, la base de datos GBIF, no registra ocurrencias de esta especie en Chile continental. El organismo encargado (SAG) la reconoce en parte del territorio nacional, lo que se asocia a la presencia de esta especie en Rapa Nui. La revisión de 289 especies de Pseudococcidae de centro y Sudamérica no reportan a *D. brevipes* para Chile, pero sí para Bolivia, Perú y Argentina (Williams & Willink, 1992).

La especie ha sido citada en Piña (*Ananas comosus*) (Downie & Gullan, 2004), en *Ananas sp.*, *Asparagus sp.* (Williams et al., 1992), en palmera (*Batrachs gasipae*) conocida comúnmente como “Pijuayo”, se encontraba alojada en la parte externa de las vainas de las hojas, entre las espigas (Couturier et al., 1996). Para el territorio argentino, la especie es citada, en diferentes provincias, en diferentes años, por ejemplo, en las provincias del Chaco, Sante Fe, Misiones, Salta y Tucumán (Ben-Dov, 1994; Granara De Willink & Claps, 2003).

Los resultados de la modelación del patrón de distribución potencial para *D. brevipes* (Figura 4), indican que la probabilidad de ocurrencias de esta especie en el territorio nacional es baja o nula, sumado a que uno de sus hospederos principales es la piña (*Ananas comosus*) (Lacerda et al., 2009) que es un cultivo que no se produce en el área de estudio. *D. brevipes* es una especie polífaga, de muchas especies vegetales, 167 géneros, en 58 familias (Da Silva et al., 2019). *D. brevipes* se ha asociado a la transmisión de enfermedades virales, como el virus de la enfermedad de Wilt o PMWaV (pineapple mealybug wilt-associated virus) (Kondo, 2001), causando problemáticos síntomas como el marchitamiento y el enrollamiento de la hoja (N’Guessan et al., 2024).

D. brevipes es una de las especies con la mayor cantidad de registros en el período analizado (186 ejemplares en 5 años) probablemente asociado a las importaciones de plátano y piña. La nula probabilidad de ocurrencia puede ser explicada por la ausencia de hospederos principales, y la baja presencia de hospederos secundarios.

***Ferrisia virgata* Cockerell, 1893**

Esta especie es polífaga y tiene registros en 78 familias de plantas ornamentales y frutales, afectando directamente a 207 géneros en su mayoría de las familias Fabaceae y Euphorbiaceae. Su polifagia ha facilitado su propagación mediante el transporte humano de plantas infestadas constituyéndose como una especie cosmopolita, presente en 101 países (García Morales et al., 2016). En Sudamérica se ha reportado en Brasil, Argentina, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela y Bolivia asociada a cultivos de importancia económica como plátano, café, algodón, cacao (Kaydan & Gullan, 2012; Williams & Willink, 1992). Desde el punto de vista fitosanitario, *F. virgata* se reconoce como vector de diversas enfermedades como el virus de los brotes hinchados que afecta al cacao (Puig et al., 2021, Gyamera et al., 2023), el virus de la tristeza de los cítricos (Hughes & Lister, 1953) y el virus del moteado de la pimienta (Miftakhurohmah et al., 2022). El comportamiento,

permanentemente activo de las hembras, desplazándose en búsqueda de condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las siguientes generaciones, contribuyen al éxito de *F. virgata* en los hábitats en los que se establece (Kaydan & Gullan, 2012).

La modelación de la distribución potencial de *F. virgata* (Figura 5) muestran dos áreas separadas por más de 3.000 km, en el borde costero de Chile continental, Arica y Chiloe, con probabilidades de ocurrencia cercana al 20%, determinadas por las variables bioclimáticas más importantes en el análisis (BIO 6, temperatura media del trimestre más cálido y BIO 11, precipitación del mes más seco) lo que probablemente indica que los hábitats favorables para el insecto son ambientes cálidos y lluviosos, similar a lo que los hospederos principales requieren, de acuerdo a las zonas del planeta en la que se desarrollan naturalmente cada año.

La presión de ingreso estimada para *Ferrisia virgata* así como la presencia en Chile de alguno de sus hospederos, la ubica como una especie importante en este análisis. No obstante, los resultados de la modelación sugieren una mínima probabilidad de adecuación y establecimiento en Chile continental.

***Pseudococcus elisae* Borchsenius, 1947.**

La identificación taxonómica de *Pseudococcus elisae* ha sido compleja en el tiempo por lo que se ha confundido con otras especies de *Pseudococcus* hasta contar con caracteres diagnósticos que facilitaron su reconocimiento (Gimpel & Miller, 1996). Esta especie es, dentro de la familia Pseudococcidae, una de las primeras especies identificadas a nivel molecular en el cultivo del banano o plátano (*Musa paradisiaca*) (Musaceas: Zingiberaceas) asociándose al plátano común, como el hospedero principal de *Pseudococcus elisae* y reconocida como vector del virus del estriado del banano (Banana streak virus, BSV) (Sison et al., 2017; Palma-Jiménez, 2018). A nivel continental, la especie ha sido reportada en Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Brasil en cultivos de café y Hawai, asociada a musáceas. (Beardsley, 1986; Culik et al., 2006; Kondo & Watson, 2022)

En Chile su presencia ha sido reconocida por el SAG desde el año 2003 solo en Rapa Nui, asociada al guayabo (*Psidium guajava*), especie declarada como plaga cuarentenaria para Chile continental desde el año 2015 y en permanente control fitosanitario.

La modelación de *P. elisae* (Figura 6) entrega un patrón de distribución potencial en Rapa Nui, con una probabilidad de ocurrencia mayor al 60%, lo que es congruente con su real presencia en ese

territorio. No obstante, los resultados indican que, en Chile continental, la especie tiene mínimas probabilidades de adecuación y posterior establecimiento (< 20%) a pesar de la alta presión de ingreso que ejerce, medida, fundamentalmente, por los registros en puntos fronterizos (894 ocurrencias) y la amplitud latitudinal de sus incidencias (Arica a Chillán) asociados mayoritariamente, a la importación de plátano.

Los resultados de la modelación de la distribución potencial de *P.elisae* indican que no representa un riesgo de establecimiento en el territorio continental, lo que se atribuye principalmente, a la baja presencia de sus hospederos principal en gran parte del área de estudio, lo que hace suponer una asociación más dependiente entre insecto y hospedero, debido a que las condiciones ambientales en para el territorio estudiado, no son muy favorables, para esta especie de insecto plaga.

Las especies cuyo análisis de distribución potencial entregó áreas con probabilidades de ocurrencia mayor al 90% son *Pseudococcus jackbeardsleyi*, *Nipaecoccus nipae* y *Planococcus ficus*, cuyos patrones distribucionales potenciales se contrastan con cultivos de hortalizas y frutales de importancia económica en Chile considerando la alta probabilidad de éxito si ingresan al área de estudio.

***Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller, 1996.**

Esta especie, fue identificada erróneamente hasta el año 1996. Anterior a ese año la especie era identificada como *Pseudococcus elisae* (Borchsenius, 1947), hasta que se estableció su correcta identificación (Gimpel & Miller, 1996). Su distribución en los países limítrofes a Chile, solo se encuentra en Perú, (Iquitos), descrito en guayabo (*Psidium guajava*), catalogada como dañina con origen geográfico tropical y se reporta también, en la zona afro tropical (Matile-Ferrero & Williams, 2015). A nivel mundial, la especie se registra en las macrorregiones continentales de Australasia, Afro tropical, Neártica y Neotropical (Da Silva et al., 2019), además se le atribuye una polifagia en sus hospederos reportando 169 especies, totalizando 58 familias de origen vegetal, en las que ha sido reportado (García Morales et al., 2016). En Brasil, la especie ha sido registrada infestando plantas de *Hibiscus sp.*, en el estado de Pernambuco (Tapajós et al., 2016). En India, la especie no tenía registros hasta el año 2013 (Mani et al., 2013) cuando fue interceptada en el monitoreo de otra especie, *Paracoccus marginatus* (Williams & Granara de Willink, 1992). Se colectaron ejemplares adultos de *P. jackbeardsleyi* alimentándose en varias partes de las plantas de papaya, (*Carica papaya*)

incluidas hojas, tallos, flores y frutos. En el 2014, la especie se citaba para México, (Chiapas), asociado cultivos de banano (*Musa paradisiaca*) (Willink & González, 2018).

La modelación en MaxEnt para *P. jackbearsdleyi* arrojó una distribución potencial principalmente, costera en Chile, pero con probabilidades menores al 50% de condiciones bioclimáticas favorables para el desarrollo de la especie en la mayor parte de la extensión de la distribución potencial, a excepción de en un punto en particular en la región XVI de Arica y Parinacota, en donde un área muy reducida, resultó con una probabilidad de distribución de (85-90)%, muy alta respecto a su entorno en general. Para el valle de dicha región hubo 54 % de probabilidad de ocurrencia.

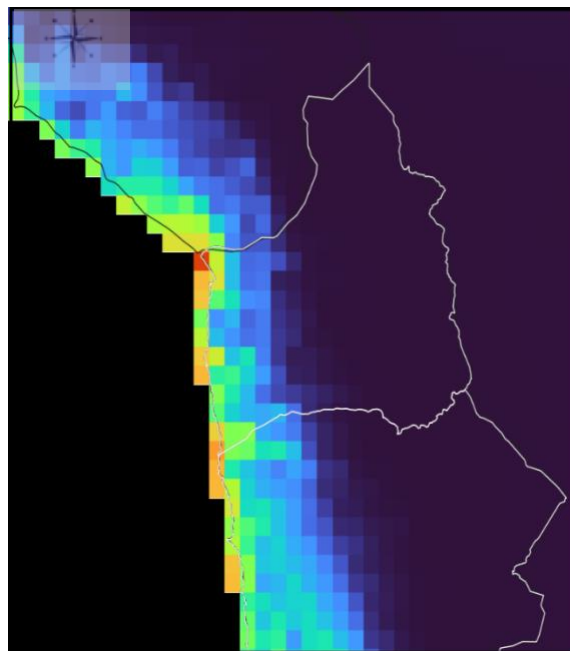


Figura 7. Acercamiento de distribución potencial de *Pseudococcus jackbearsdleyi*, modelado con MaxEnt, con punto rojizo que señala alta probabilidad de distribución geográfica en la región.

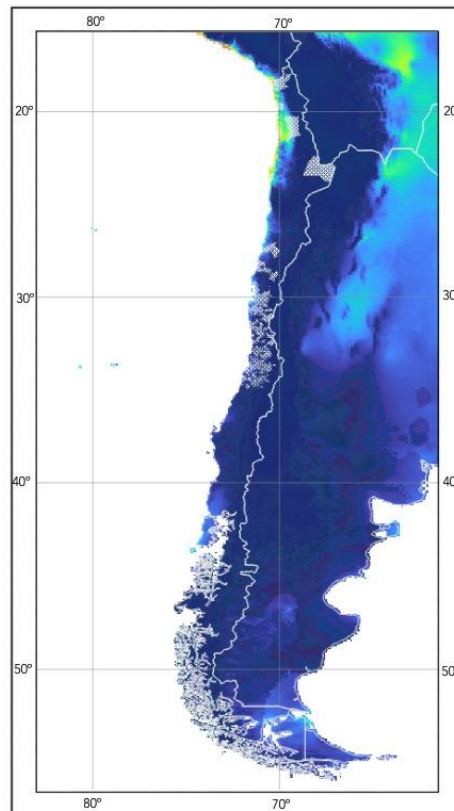
El 30% de los hospederos citados para *Pseudococcus jackbearsdleyi* se encuentran presentes en territorio nacional, lo que le otorgó 2 puntos en el segundo criterio del ranking de selección de especies. Uno de los cultivos de importancia agrícola, que se desarrolla a nivel industrial y de forma intensa en la zona, y en otras zonas del territorio nacional, es el tomate (*Solanum lycopersicum*), que también se ha reportado como especie hospedera de esta plaga en otras regiones del planeta.

La distribución potencial de *P. jackbearsdleyi* se intercepta con los cultivos de tomate (Figura 8) en

una limitada porción en las regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta, en cuya mayor extensión, corresponde a una baja probabilidad de ocurrencia del insecto.

Las variables climáticas que tiene mayor influencia en la distribución potencial de *P. jackbearsdleyi* (BIO1, temperatura media anual, BIO6 temperatura mínima del mes más frío, y BIO11 temperatura mínima del trimestre más frío) representan un área más propicia en ambientes cálidos, lo que coincide con la ubicación de la pequeña zona del área de estudio que tuvo altas probabilidades de ocurrencia de la especie y que se intercepta con cultivos locales de tomate en la región de Arica y Parinacota (Figura 8). Otros potenciales hospederos como mango, (*Mangifera indica*) y guayabo (*Psidium guajava*), que se producen en la región de Arica y Parinacota en predios puntuales.

Figura 8. Mapa con contraste de áreas de distribución potencial de *Pseudococcus jackbearsdleyi* (escala de verde a rojo) y de cultivos de tomate (*Solanun lycopersicum*) (blanco).



***Nipaecoccus nipae* Maskell, 1893.**

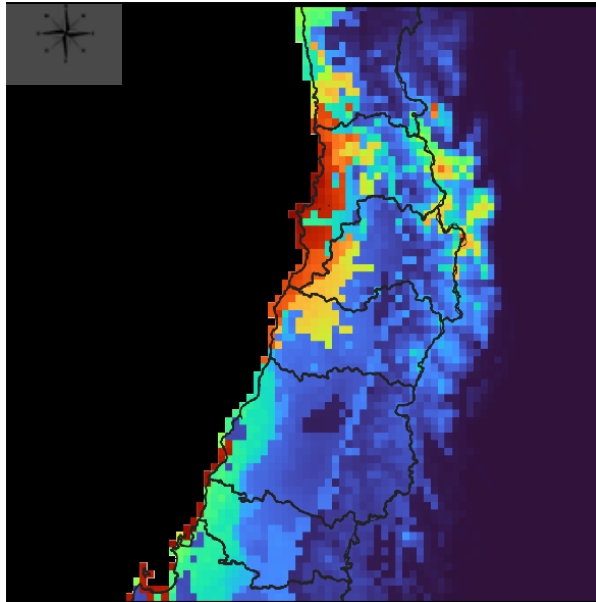
Esta especie, es reconocida como plaga cuarentenaria para Chile a partir del año 2005, se reconoce

como *Nipaeococcus nipae* como una especie idónea e identificada a partir de caracteres diagnósticos claros. No obstante, en el año 2018, se consideró la opción de denominar a la especie como un complejo *Nipaeococcus nipae* puesto que, el posible origen de la especie sería en la región neotropical y existirían ciertas divergencias genéticas intraespecíficas entre grupos que podrían asociarse con su distribución geográfica en otras regiones y constituir tres especies distintas, morfológicamente coincidentes con *N. nipae* (Von Ellenrieder et al., 2018). Este complejo de especies, comprendería a *Nipaeococcus nipae* (Maskell) la especie de secreción cerosa color beige, *Nipaeococcus paranipae* la especie de cera blanca de Hawai y la especie de Florida *Nipaeococcus floridensis* (J. Beardsley, 1999).

A nivel continental, la especie tiene registros en Argentina, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Brasil y Panamá (Williams et al., 1992, Ben-Dov, 1994) una distribución, mayormente orientada a latitudes cercanas a la línea del ecuador. A nivel mundial, la especie tiene registros en 76 países, incluido Sudáfrica (García Morales et al., 2016, Kondo & Watson, 2022), que es una latitud más alejada a la zona neotropical, en el continente Africano. Para Estados Unidos, la especie se cita, tanto en territorio continental como en territorio insular (Hawái) (Ben-Dov, 1994).

En este estudio, *N. nipae*, obtuvo áreas distribución potencial con alta probabilidad en Chile continental como en territorio insular, este último, no incluido en el análisis. No obstante, cabe destacar que en Rapa Nui la probabilidad de ocurrencia se registró con valores sobre el 85% y en el Archipiélago de Juan Fernández, la distribución potencial se respalda con un 92% de probabilidad, probablemente asociado a los hospederos de origen tropical como palmeras que pudieran desarrollarse en esos territorios (Rumbaut et al., 2010). En el territorio continental, la mayor probabilidad de distribución se observa entre las zonas costeras de las regiones de Valparaíso (Viña del Mar y Biobío (Cañete), abarcando un rango lineal de 560 km aproximadamente, donde los valores de probabilidad de distribución estuvieron en un rango de 77% a 90 % (Figura 9).

Figura 9. Acercamiento de la distribución potencial de *Nipaeococcus nipae*, modelado con MaxEnt, con puntos rojizos señal de alta probabilidad de distribución geográfica potencial en las diferentes regiones de Chile.



La mayor parte de las detecciones de *N. nipae* registradas en el estudio, correspondieron a plátano común (*Musa paradisiaca*), lúcumo (*Pouteria lucuma*), *Hibiscus* sp., guayabo (*Psidium guajava*), limón (*Citrus aurantifolia*) y en cocos de palma cocotera (*Cocos nucifera*) especie vegetal reportada como su hospedero habitual, también es citada como una plaga común en palmeras ornamentales de distintas especies en las regiones templadas de América del Norte, Europa e India, incluso colonizando las raíces aunque es común en follaje y frutos (Josephraj Kumar et al., 2012).

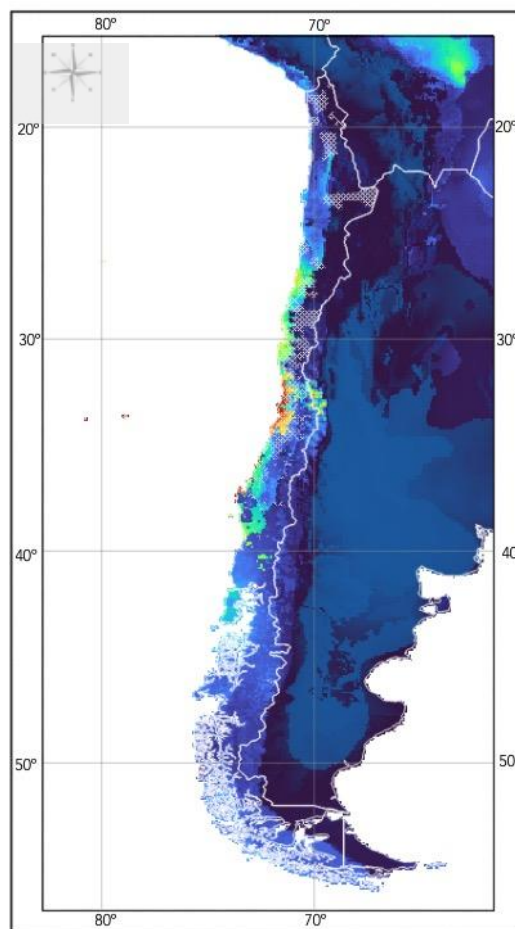
Las variables climáticas que mayor influencia tuvieron en la distribución potencial de esta especie fueron BIO 4 la estacionalidad de la temperatura; BIO 7, rango anual de temperatura, es decir temperatura máxima del mes más cálido y temperatura mínima del mes más frío y BIO 9, la temperatura media del trimestre más seco. Los puntos de mayor probabilidad de distribución están principalmente en el borde costero, lo que es coincidente con condiciones de temperatura más estable y con temperaturas mínimas no muy bajas.

El porcentaje de hospederos de *Nipaecoccus nipae* presentes en Chile alcanza a un 11%, dentro de los cuales, encontramos árboles frutales como los cítricos. Estos frutales son de importancia económica para el país, por representar extensas áreas de plantaciones, en las diferentes regiones, con las que se contrasta el modelamiento de *N. nipae* (Figura 10).

El mayor contraste entre la distribución potencial de *N. nipae* y los cultivos de cítricos en Chile, se observa entre las regiones de Arica y Parinacota y Biobío, en su límite más septentrional (Figura 10).

Las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de *N. nipae*, son limitadas en extensión y se ubican en la franja costera de la zona central de Chile (Figura 9). Mientras que, los cultivos de cítricos en la misma zona se desarrollan, preferentemente, en los bordes del valle central y en el mismo valle (Figura 10). El área de sobreposición entre la distribución potencial de *N. nipae* con altas probabilidades de ocurrencia (>70%) con cultivos de cítricos, representa cerca del 3% del total del área cultivada con cítricos en Chile continental, por lo que se estima que la probabilidad de encuentro entre insecto-hospedero es baja. Aun cuando *N. nipae* podría, eventualmente, adecuarse a las condiciones ambientales de la franja costera de Chile central con bajo riesgo de establecimiento en el país, si se considera como hospederos a árboles frutales como naranjos, limones y clementinas.

Figura 10. Mapa con contraste de áreas de distribución potencial de *Nipaeococcus nipae* (escala de verde a rojo) y de cultivos de cítricos (blanco).



Planococcus ficus (Signoret, 1875).

La presencia o no de esta especie en el territorio chileno, ha sido motivo de debate entre diferentes autores que citaron a Chile dentro de los países con *P. ficus* (Ezzat et al., 1956), en el Valle de Copiapó (González, 2011) o como una especie presente en el país sin una definición clara respecto de su rango de distribución potencial en el territorio (catálogo de especies de pseudococcidae <https://scalenet.info>). No obstante, en la normativa SAG, en el año 2005, que cataloga las especies de Pseudococcidae cuarentenarias para Chile, incluye a *Planococcus ficus*, en dicho listado, lo que indica que, para el organismo oficial de protección fitosanitario de Chile, la especie está ausente del territorio nacional, lo que se mantiene hasta la fecha. A nivel continental, la distribución de *P. ficus* esta descrita hace tiempo en el continente, citándose la especie, en Argentina, en zonas viñeras, donde se detectó por primera vez el año 2001 y se ha extendido por todas las provincias vitivinícolas del país (Becerra et al., 2006), en Brasil (Ben-Dov, 1994) y Uruguay (Pacheco da Silva et al., 2020). En Estados Unidos, la especie se cita desde mucho tiempo atrás para localidades como Alabama, Florida, Georgia, Luisiana, Maryland, Mississippi, Carolina del Norte, Carolina del Sur y Texas (Ezzat et al., 1956). A nivel mundial se reconoce a *Planococcus ficus* como una de las cochinillas más extendidas y perjudiciales en viñedos en Estados Unidos, México, América del Sur, Europa, Medio Oriente y Sudáfrica. (Daane et al., 2018b).

Planococcus ficus tiene incidencia en la industria frutícola y vitivinícola por ser la uva, una especie que puede producir fruta para consumo en fresco, así como para el proceso de vinificación. Al igual que otras especies, *P. ficus* es vector del virus que trasmite la enfermedad del enrollamiento de la hoja de la vid (GLRaV), enfermedad que afecta a viñedos, especialmente en regiones de clima frío, dejando consecuencias graves para el desarrollo de la planta, el rendimiento de los cultivos y la calidad del vino (Golino et al., 2008). Además, la especie genera daños, por su forma de alimentación mediante la succión de savia directamente del floema y excreción de azúcares, luego del proceso digestivo, lo que genera relaciones mutualistas con hormigas y hongos (Becerra et al., 2006).

Este insecto tiene otros hospederos frutales, hortícolas y ornamentales en donde puede desarrollarse parasitando, cultivos de importancia agrícola para Chile, como remolacha (*Beta vulgaris*), Granada, (*Púnica granatum*), Higuera (*Ficus carica*), Olivo (*Olea europea*), manzana (*Malus domestica*) tomate, (*Lycopersicum esculentum*) y papa (*Solanum tuberoso*). (García Morales et al., 2016).

En el segundo criterio de selección de especies, *Planococcus ficus* obtuvo alta puntuación debido a que cerca del 60% de los hospederos citados para este insecto, se encuentran en Chile continental. Algunas especies vegetales son cultivadas, tanto de forma industrial, como de manera tradicional o a baja escala, algunos árboles incluso son parte del jardín o patio de muchas casas en zonas urbanas o poblados reducidos cercanos a zonas rurales. La modelación de la distribución de la especie arrojó una alta probabilidad de ocurrencia de en Chile central (91,2%), lo que indica que su área bajo la curva puede interpretarse con la calificación de excelente según, Tabla 2.

Las variables climáticas que mayormente incidieron en estos resultados de distribución para *Planococcus ficus* fueron BIO 1, Temperatura media anual; BIO 6, Temperatura mínima del mes más frío y BIO 11, Temperatura media del trimestre más frío, lo que coincide con su habilidad y comportamientos o hábitos subterráneos o de refugio para meses fríos de otoño e invierno, en donde las temperaturas disminuyen, período en que muchas plantas bajan su productividad o entran en un estado de receso invernal. La uva (*Vitis vinífera*) en cultivos para consumo en fresco, denominada uva de mesa como en cultivos para producción de vino, tiene registros de otros especies de Pseudococcidae que la utilizan como hospedera para su ciclo biológico (*Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti, 1867), *Pseudococcus viburni* (Signoret, 1875), *Planococcus citri* (Risso, 1813) y *Pseudococcus calceolariae* (Maskell, 1879)) y son controladas anualmente, debido a los daños económicos que afectan a los cultivos de uva (*Vitis vinífera*). Lo que indica la persistencia de estos insectos en el hospedero y que, eventualmente, serían competidores de *Planococcus ficus* si esta especie llegara a ser capaz de ingresar para un futuro establecimiento.

A nivel mundial, *P. ficus* es reconocida como plaga para el cultivo de la Vid (*Vitis vinífera*), se alimenta de diferentes órganos y estructuras de la planta como el tronco, las hojas o los racimos, entre las bayas, generando perjuicios en la apariencia del producto e incluso puede provocar la defoliación que, en vides no tratadas provoca la muerte vegetal (Walton & Pringle, 2003; Daane et al., 2020). Este insecto se caracteriza por una rápida tasa de desarrollo, su capacidad de sobrevivir en las estructuras subterráneas de sus hospederos, su tolerancia a las bajas temperatura y sus altas densidades poblacionales, (Schulze-Sylvester et al., 2021) lo que dificulta más aun su control.

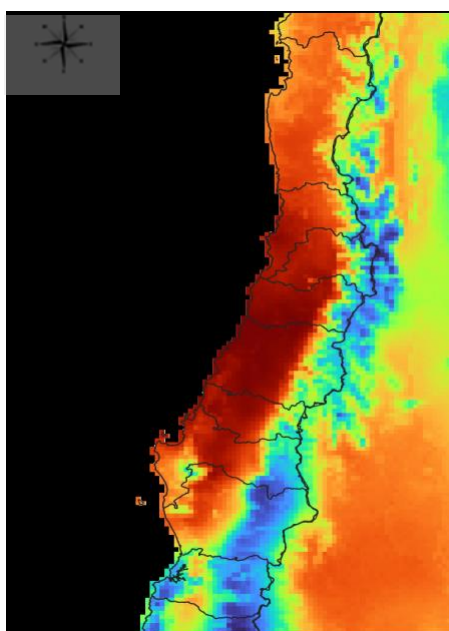
En Chile, el año 2023, se contabilizaron 9231,9 hectáreas de uva para la industria pisquera distribuidas en la III y IV regiones del país; 124.436,2 hectáreas de uva para la industria vinífera distribuidas en todas las regiones del país (a excepción de la región de Magallanes y la Antártica

Chilena) y 33.594,71 hectáreas de uva de mesa (industria frutícola), distribuidas entre las regiones IV y VII, del territorio chileno (<http://bibliotecadigital.odepa.gob.cl>), totalizando 167.262.800 hectáreas de vid (*Vitis vinífera*) en el área de estudio. (Chile continental) (Tabla 12).

Tabla 11. Distribución de la superficie de cultivo de uvas destinadas a la producción de pisco, vino y fruta de consumo fresco entre las regiones de Coquimbo y del Bío-Bío. (Fuente: www.odepa.gob.cl).

Región	Superficie total por Región (hectáreas)	Uva Pisquera (Hectáreas)	Uva Vinífera (Hectáreas)	Uva Frutícola (Hectáreas)	Total, Uva por región (Hectáreas)	% de superficie regional con Vid
IV	40.579.900	8671,8	3045,9	18749,7	30467,4	0,075
V	16.396.100	0	8051,2	6856,8	14908	0,091
RM	12.403.200	0	9443,3	3883	13326,3	0,107
VI	16.387.000	0	39163,5	7915,4	47078,9	0,287
VII	30.296.100	0	50977,1	72,8	51049,9	0,169
XVI	17.178.000	0	10545,3	0	10545,3	0,061
VIII	24.021.000	0	2964,1	0	2964,1	0,012
total	157.261.300	8.672	124.190	37.478	170.340	

Figura 11. Acercamiento de la distribución potencial de *Planococcus ficus*, modelado con MaxEnt, con tonos rojizos señal de alta probabilidad de distribución geográfica potencial en las diferentes regiones de Chile central.

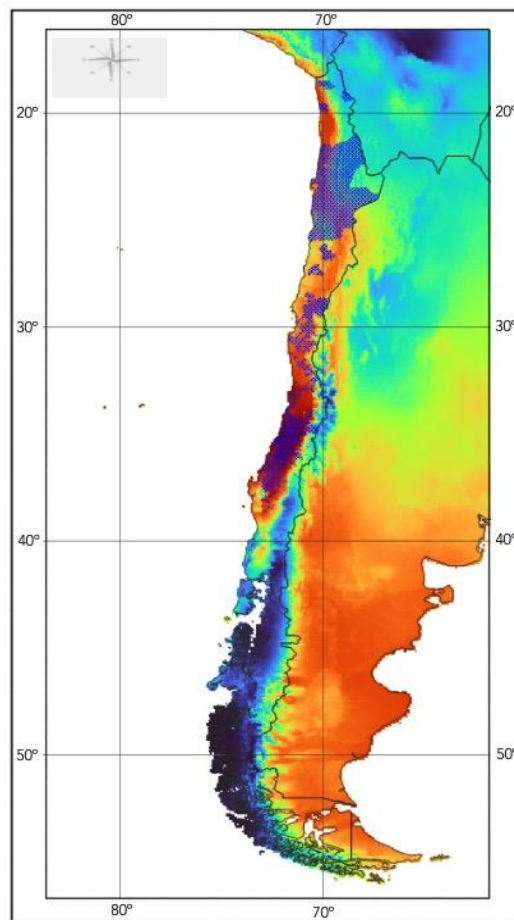


La modelación de la distribución potencial de *Planococcus ficus* abarca un rango de Norte a Sur,

cercano a los 680 kilómetros de longitud entre Illapel, en la IV región del país, hasta la ciudad de Los Ángeles en la zona centro-sur, VIII región. Este rango tiene una amplitud que incluye todo el borde costero, valle central y parte del borde precordillerano.

La superficie de área con alta probabilidad de ocurrencia (> 90%) representa un 13,2 % del total del territorio del área de estudio, sustentada una alta capacidad predictiva del modelo (92,3) (Figura 3). La mayor parte de las áreas de distribución potencial de *P. ficus*, corresponde con los cultivos de viñedos y predios de uva para consumo en fresco, establecidos en Chile central (Figura 12).

Figura 12. Contraste de áreas de distribución potencial de *Planococcus ficus* (escala de verde a rojo) y de cultivos de vides (*Vitis vinifera*) (azul).



La especie *P. ficus*, tuvo solo una detección en los cinco años incluidos en este estudio, en el año 2023, el laboratorio ZEAL Valparaíso, arroja un resultado positivo para el diagnóstico de *Planococcus ficus*, al monitoreo mediante trampas de confusión sexual específicas para la especie, instaladas en la región. Este indicador por sí solo nos hace inferir una baja presión de ingreso, hacia el territorio

nacional, lo cual se contradice con los resultados del modelamiento de distribución potencial de la especie en territorio nacional (Figura 3).

Con estos resultados se podría inferir que la macrozona de intersección más importante entre los cultivos de vid (*Vitis vinifera*) y la distribución potencial de *P. ficus* con mayor probabilidad de ocurrencia (Figura 11), corresponde a Chile central, en general entre el borde costero, el valle central y parte de la precordillera, casi la totalidad de las áreas cultivadas con vides se sobreponen con las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia de *P. ficus* (Figura 12). En el Norte Chico, las áreas con parronales de uva (*Vitis vinifera*) pisquera, están ubicadas dentro de estos valles o colindan con ellos, interceptando también con el área de ocurrencia y posible establecimiento de *Planococcus ficus* (Figura 3). Existe, además, la probabilidad de que el insecto colonice otros cultivos cercanos a las zonas de producción asociadas a la Vid, por la conocida capacidad de la especie para dispersarse en nuevas áreas en donde pudiera ocupar otros hospederos alternativos para su desarrollo. En consecuencia, la amplia zona de alta probabilidad de adecuación de *P. ficus* en Chile conjugado con la gran superficie de cultivos de vides para diferentes propósitos, tanto a nivel doméstico como industrial, más la probabilidad de hospederos alternativos en Chile central, indican que existe un alto riesgo de establecimiento de la especie.

En síntesis, la presión de ingreso ejercida por las especies de Pseudococcidae ausentes en Chile, no indica por sí misma el riesgo de adecuación y establecimiento de las especies exóticas estudiadas. El análisis de distribución potencial de cada una de las especies permite enfocar el contraste con la distribución de potenciales hospederos presentes en Chile y estimar las posibilidades de adecuación y establecimiento si las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia del insecto coinciden con la presencia de sus hospederos, estableciendo una aproximación al riesgo de introducción exitosa de las especies exóticas, en las condiciones ambientales actuales. La mayoría de los patrones de distribución potencial de las especies de Pseudococcidae estudiadas están determinadas por variables bioclimáticas que pueden variar en el futuro si las temperaturas medias y las precipitaciones en períodos cálidos aumentan en el territorio estudiado.

Este estudio, se realizó analizando datos de intercepciones de insectos plaga en puntos de control que luego fueron almacenados una base de datos, durante los años 2019 a 2023, años en los que, a nivel mundial, se vivió una pandemia que modifico muchos protocolos en términos de cantidad de traslados y movimientos de carga, que se podían realizar, lo que podría ser una limitante en las

cantidades de intercepciones en puntos de control y pasos fronterizos, con respecto a años con flujos normales en estos mismos puntos. Los Software conocidos para modelación de distribución potencial, predicen la distribución de una especie en particular, ocupando datos de ocurrencias previas a nivel global, documentadas oficialmente y que, a pesar de no tener un estándar mínimo de datos necesarios para realizar un modelamiento, lo realizan a pesar de que en ciertos casos la cantidad de ocurrencias pudiera ser bajas, con respecto a otras especies analizadas en un mismo estudio. Para estudios futuros de distribución potencial, se podría estandarizar un mínimo de ocurrencias, sobre todo si se analizara más de una especie dentro del mismo estudio, lo permitiría discriminar entre especies con distribuciones anormales o erróneas, de las especies con distribuciones acordes y coherentes con el total de sus ocurrencias.

Conclusiones.

El análisis de los patrones de distribución geográfica potencial de las especies de Pseudococcidae seleccionados, indica que *Dysmicoccus brevipes*, *Ferrisia virgata* y *Pseudococcus elisae* tienen mínima o baja probabilidad de encontrar condiciones ambientales que propicien su adecuación y establecimiento en Chile continental, lo que corresponde con sus requerimientos de sus hospederos principales que, en su mayoría, están asociados a climas tropicales.

Las especies *Pseudococcus jackbeardsleyi*, *Niapeococcus nipae* y *Planococcus ficus* cuyos hospederos principales o alternativos son cultivos de importancia económica en Chile, resultan con patrones distribucionales potenciales con mayor probabilidad de ocurrencia en el territorio. No obstante, en el caso de *P. jackbeardsleyi* y *N. nipae*, las áreas de congruencia entre insecto y hospedero potencial son limitadas en extensión, lo que indica que la probabilidad de encuentro insecto-hospedero, adecuación y establecimiento son bajas.

La distribución potencial de *Planococcus ficus* es amplia en sentido latitudinal y longitudinal en Chile continental y se concluye que las probabilidades de adecuación y establecimiento son altas, considerando la amplia congruencia con la extensión territorial de los cultivos de su hospedero principal, la uva (*Vitis vinifera* L.).

La estimación de la presión de ingreso de los Pseudococcidae ausentes en Chile y detectados en los

puntos fronterizos puede ser una herramienta que facilite la focalización de los esfuerzos de protección fitosanitaria, considerando que se construye a partir de la información disponible en el propio servicio regulador en el país (SAG).

Conocer a través de la modelación, la distribución potencial de especies de Pseudococcidae ausentes en Chile, permitiría elaborar protocolos adecuados de protección o monitoreo para el correcto análisis de riesgo de plagas, de cada zona con alta probabilidad, dando paso a la conservación de la biodiversidad en dichas zonas.

Las conclusiones de este estudio se basan en las condiciones ambientales actuales en las áreas analizadas, ya que es altamente probable que el riesgo estimado en la adecuación y establecimiento de especies plagas en el territorio estudiado aumente en escenarios futuros.

Referencias

- Amouroux, P., & Zaviezo, T. (2021). First report of the rhodesgrass mealybug *Antonina graminis* (Maskell, 1897) (Hemiptera: Coccothraupidae: Pseudococcidae) in Chile, with key to genera of Pseudococcidae. *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(2), 1863-1868. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00382-7>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11(9), 1504-1513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x>
- Artigas, J. N. (1994). *Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (Nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos)*. Universidad de Concepción.
- Banks, N. C., Paini, D. R., Bayliss, K. L., & Hodda, M. (2015). The role of global trade and transport network topology in the human-mediated dispersal of alien species. *Ecology Letters*, 18(2), 188-199. <https://doi.org/10.1111/ele.12397>
- Beardsley, J. W. (1986). *Taxonomic notes on Pseudococcus elisae Borchsenius, a mealybug new to the Hawaiian fauna (Homoptera: Pseudococcidae)*.
- Beardsley, J. (1999). *Nipaecoccus nipae* (Maskell) and two apparently undescribed sibling species (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *Entomologica*, 33, 49-57.

- Becerra, V., González, M., Herrera, M. E., & Miano, J. L. (2006). Dinámica poblacional de *Planococcus ficus* (Hemiptera:Pseudococcidae) en viñedos de Mendoza (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*.
- Beltrà, A., Navarro-Campos, C., Calabuig, A., Estopà, L., Wäckers, F. L., Pekas, A., & Soto, A. (2017). Association between ants (Hymenoptera: Formicidae) and the vine mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in table-grape vineyards in Eastern Spain. *Pest Management Science*, 73(12), 2473-2480. <https://doi.org/10.1002/ps.4640>
- Ben-Dov, Y. (1994). *A Systematic Catalogue of the Mealybugs of the World (Insecta, Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae and Putoidae): With Data on Geographical Distribution, Host Plants, Biology, and Economic Importance*. Intercept. <https://books.google.com.co/books?id=UFN3QgAACAAJ>
- Carrillo-Aguilar, D. M., Flores-Villegas, M. Y., García 'Ramírez, P., Chávez-Simental, J. A., & Dominguez-Calleros, P. A. (2021). Distribución potencial de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* en la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 84. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2021843240>
- Correa, M. C. G., Lombaert, E., Malausa, T., Crochard, D., Alvear, A., Zaviezo, T., & Palero, F. (2015). Mealybug species from Chilean agricultural landscapes and main factors influencing the genetic structure of *Pseudococcus viburni*. *Scientific Reports*, 5(1), 16483. <https://doi.org/10.1038/srep16483>
- Couturier, G., Flores, E., Inga, H., Vásquez, J., & R, R. (1996). *Notas sobre los artrópodos que viven en el pijuayo (Bactris gasipaes H.B.K. : Palmae) en la Amazonia peruana*. 39.
- Culik, M. P., Martins, D. D. S., & Gullan, P. J. (2006). First records of two mealybug species in Brazil and new potential pests of papaya and coffee. *Journal of Insect Science*, 6(23), 1-6. https://doi.org/10.1673/2006_06_23.1
- Da Silva, V. C. P., Kaydan, M. B., Da Silva-Torres, C. S. A., & Torres, J. B. (2019). Mealybug species (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) on soursop and sugar apple (Annonaceae) in North-East Brazil, with description of a new species of *Pseudococcus* Westwood. *Zootaxa*, 4604(3). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4604.3.8>

- Daane, K. M., Almeida, R. P. P., Bell, V. A., Walker, J. T. S., Botton, M., Fallahzadeh, M., Mani, M., Miano, J. L., Sforza, R., Walton, V. M., & Zaviezo, T. (2012). Biology and management of mealybugs in Vineyards. En *Biology and Management of Mealybugs in Vineyards* (pp. 271-307). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7>
- Daane, K. M., Middleton, M. C., Sforza, R. F. H., Kamps-Hughes, N., Watson, G. W., Almeida, R. P. P., Correa, M. C. G., Downie, D. A., & Walton, V. M. (2018). Determining the geographic origin of invasive populations of the mealybug *Planococcus ficus* based on molecular genetic analysis. *PLOS ONE*, *13*(3), e0193852. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193852>
- Daane, K. M., Yokota, G. Y., Walton, V. M., Hogg, B. N., Cooper, M. L., Bentley, W. J., & Millar, J. G. (2020). Development of a Mating Disruption Program for a Mealybug, *Planococcus ficus*, in Vineyards. *Insects*, *11*(9), 635. <https://doi.org/10.3390/insects11090635>
- Downie, D. A., & Gullan, P. J. (2004). Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the higher classification. *Systematic Entomology*, *29*(2), 238-260. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6970.2004.00241.x>
- Ezzat, Y. M., McConnell, H. Sloan., & Maryland Agricultural Experiment Station. (1956). *A classification of the mealybug tribe Planococcini: (Pseudococcidae, Homoptera)*. University of Maryland, Agricultural Experiment Station. <https://catalog.hathitrust.org/Record/011476352>
- Franco, J. C., Zada, A., & Mendel, Z. (2009). Novel Approaches for the Management of Mealybug Pests. En I. Ishaaya & A. R. Horowitz (Eds.), *Biorational Control of Arthropod Pests* (pp. 233-278). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2316-2_10
- García Morales, M., Denno, B. D., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., & Hardy, N. B. (2016). ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. *Database*, *2016*, bav118. <https://doi.org/10.1093/database/bav118>
- Gimpel, W. F., & Miller, D. (1996). Systematic analysis of the mealybugs in the *Pseudococcus maritimus* complex (Homoptera: Pseudococcidae). *Contributions on Entomology, International*, *2*, 1-163.

- Golino, D. A., Weber, E., Sim, S., & Rowhani, A. (2008). Leafroll disease is spreading rapidly in a Napa Valley vineyard. *California Agriculture*, 62(4), 156-160. <https://doi.org/10.3733/ca.v062n04p156>
- González, R. (1972). Outbreaks and new records-Chile. *FAO Plant Protection Bulletin*, 20(5), 115.
- González, R. H. (2011). *Pseudocóccidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae)*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. <https://books.google.cl/books?id=5fUItwAACAAJ>
- González, R. H. (2016). *Insectos Coccoideos plagas de cultivos frutales en Chile (Hemiptera: Coccoidea)*. (2 da Edición).
- Granara De Willink, M. C., & Claps, L. E. (2003). Cochinillas (Hemiptera: Coccoidea) presentes en plantas ornamentales de la Argentina. *Neotropical Entomology*, 32(4), 625-637. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000400013>
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), 993-1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Hijmans, R. J., & Graham, C. H. (2006). The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, 12(12), 2272-2281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01256.x>
- Hughes, W. A., & Lister, C. A. (1953). Lime Dieback in the Gold Coast, a Virus Disease of the Lime, *Citrus Aurantifolia* (Christmann) Swingle. *Journal of Horticultural Science*, 28(2), 131-140. <https://doi.org/10.1080/00221589.1953.11513777>
- Hulme, P. E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kühn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pyšek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W., & Vilà, M. (2008). Grasping at the routes of biological invasions: A framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*, 45(2), 403-414. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01442.x>
- Josephraj Kumar, A., Rajan, P., Mohan, C., & Thomas, R. J. (2012). New distributional record of buff coconut mealybug (*Nipaecoccus nipae*) in Kerala, India. *Phytoparasitica*, 40(5), 533-535. <https://doi.org/10.1007/s12600-012-0260-2>

- Kahn, R. P. (1979). A Concept of Pest Risk Analysis. *EPPO Bulletin*, 9(1), 119-130.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1979.tb02242.x>
- Kaydan, M. B., & Gullan, P. J. (2012). A taxonomic revision of the mealybug genus *Ferrisia* Fullaway (Hemiptera: Pseudococcidae), with descriptions of eight new species and a new genus. *Zootaxa*, 3543(1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3543.1.1>
- Kenis, M., Auger-Rozenberg, M.-A., Roques, A., Timms, L., Péré, C., Cock, M. J. W., Settele, J., Augustin, S., & Lopez-Vaamonde, C. (2009). Ecological effects of invasive alien insects. En D. W. Langor & J. Sweeney (Eds.), *Ecological Impacts of Non-Native Invertebrates and Fungi on Terrestrial Ecosystems* (pp. 21-45). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9680-8_3
- Kennedy, G. G., & Storer, N. P. (2000). Life Systems of Polyphagous Arthropod Pests in Temporally Unstable Cropping Systems. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 467-493.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.467>
- Kondo, T. (2001). Las Cochinillas de Colombia (Hemiptera: Coccoidea). *Biota Colombiana*, 2.
<https://doi.org/10.21068/bc.v2i1.88>
- Kondo, T., & Watson, G. W. (2022). *Encyclopedia of Scale Insect Pests*. CABI.
<https://books.google.cl/books?id=Tt99EAAAQBAJ>
- Kumar, S., Yee, W. L., & Neven, L. G. (2016). Mapping Global Potential Risk of Establishment of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) Using MaxEnt and CLIMEX Niche Models. *Journal of Economic Entomology*, 109(5), 2043-2053. <https://doi.org/10.1093/jee/tow166>
- Lacerda, J., Carvalho, R., & Oliveira, E. (2009). Cochonilha *Dysmicoccus brevipes*: A praga cosmopolita da abacaxicultura. *Tecnologia e Ciências Agropecuárias*, 3, 15-21.
- Larraín, P. (2010). Biología y comportamiento de chanchitos blancos (*Pseudococcus* spp.). *Biología, manejo y control de chanchitos blancos*, 204(Figura 1), 11-18.
- Levi-Zada, A., Fefer, D., David, M., Eliyahu, M., Franco, J. C., Protasov, A., Dunkelblum, E., & Mendel, Z. (2014). Diel periodicity of pheromone release by females of *Planococcus citri* and *Planococcus ficus* and the temporal flight activity of their conspecific males. *Naturwissenschaften*, 101(8), 671-678.

<https://doi.org/10.1007/s00114-014-1206-y>

- Luna, A., López-Martínez, V., Pérez-De La O, N. B., Jiménez-García, D., Jones, R. W., Castañeda-Vildozola, Á., & Ruiz-Montiel, C. (2017). Actual and Potential Distribution of Five Regulated Avocado Pests Across Mexico, Using the Maximum Entropy Algorithm. *Florida Entomologist*, *100*(1), 92-100. <https://doi.org/10.1653/024.100.0114>
- Mani, M., Joshi, S., Kalyanasundaram, M., Shivaraju, C., Krishnamoorthy, A., Asokan, R., & Rebijith, K. B. (2013). A New Invasive Jack Beardsley Mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Papaya in India. *Florida Entomologist*, *96*(1), 242-245. <https://doi.org/10.1653/024.096.0135>
- Mao, M., Chen, S., Ke, Z., Qian, Z., & Xu, Y. (2022). Using MaxEnt to Predict the Potential Distribution of the Little Fire Ant (*Wasmannia auropunctata*) in China. *Insects*, *13*(11), 1008. <https://doi.org/10.3390/insects13111008>
- Matile-Ferrero, D., & Williams, D. J. (2015). Some new locality records of scale insects (Hemiptera, Sternorrhyncha, Coccoidea). *Bulletin de La Société Entomologique de France*, *120*(1), 71-74. <https://doi.org/10.3406/bsef.2015.2209>
- Mena, M., & Figueroa, A. (2018). Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos. En *Ministerio del Medio Ambiente: 2018: Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos* (3a. ed.). Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- Miftakhurohmah, Hidayat, S. H., Mutaqin, K. H., Soekarno, B. P. W., & Wahyuno, D. (2022). Study on *Ferrisia virgata* and *Planococcus minor* as vectors of mottle disease in black pepper. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *974*(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012030>
- Miller, D., Miller, G., & Watson, G. (2002). Invasive species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to US agriculture. *Proceedings- Entomological Society of Washington*, *104*, 825-836.
- N'Guessan, L., Chillet, M., Chiroleu, F., & Soler, A. (2024). Ecologically Based Management of Pineapple Mealybug Wilt: Controlling *Dysmicoccus brevipes* Mealybug Populations with Salicylic Acid Analogs

- and Plant Extracts. *Horticulturae*, 10(3), 227. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030227>
- Niebla Rumbaut, Saray, Jiménez Carbonell, Roquelina, Castellanos González, Leónides, & Suárez Perera, Esperanza. (2010). Pseudocóccidos en la provincia de Cienfuegos y susospedantes. *Fitosanidad*, 14(1), 01-10.
- Norberg, A., Abrego, N., Blanchet, F. G., Adler, F. R., Anderson, B. J., Anttila, J., Araújo, M. B., Dallas, T., Dunson, D., Elith, J., Foster, S. D., Fox, R., Franklin, J., Godsoe, W., Guisan, A., O'Hara, B., Hill, N. A., Holt, R. D., Hui, F. K. C., ... Ovaskainen, O. (2019). A comprehensive evaluation of predictive performance of 33 species distribution models at species and community levels. *Ecological Monographs*, 89(3), e01370. <https://doi.org/10.1002/ecm.1370>
- Pacheco da Silva, V., Kaydan, M., & Basso, C. (2020). Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoomorpha) in Uruguay: Morphological identification and molecular characterization, with descriptions of two new species. *Zootaxa*, 4894, 501-520. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4894.4.1>
- Palma-Jiménez, M. (2018). *Variantes ultraestructurales de la cochinilla harinosa Pseudococcus elisae Borchsenius (Hemiptera: Pseudococcidae) en Costa Rica.*
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E., & Blair, M. E. (2017). Opening the black box: An open-source release of Maxent. *Ecography*, 40(7), 887-893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Prado C., E. (2008). Conocimiento Actual de Hemiptera—Heteroptera de Chile con Lista de Especies. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 57, 31-75. <https://doi.org/10.54830/bmnhn.v57.2008.247>
- Puig, A. S., Wurzel, S., Suarez, S., Marelli, J.-P., & Niogret, J. (2021). Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) Species Associated with Cacao Mild Mosaic Virus and Evidence of Virus Acquisition. *Insects*, 12(11), 994. <https://doi.org/10.3390/insects12110994>
- Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L.

- A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., ... Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Resolución 3080 EXENTA, AGRICULTURA (2003), Pub. L. No. 3080 (2003). <https://bcn.cl/unACAD>
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=216948&id=>. (consultado en febrero del 2023).
- Roltsch, W. J., Meyerdirk, D. E., Warkentin, R., Address, E. R., & Carrera, K. (2006). Classical biological control of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in southern California. *Biological Control*, 37(2), 155-166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.01.006>
- Rumbaut, S. N., Carbonell, R. J., González, L. C., & Perera, E. S. (2010). *Pseudocóccidos en la provincia de Cienfuegos y sus hospedantes*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:86389755>
- Sabattini, J. A., Zerda, H. R., Sabattini, R. A., & Savino, C. (2017). Geographical distribution potential of *Atta vollenweideri* Forel in the province of Entre Ríos (Argentina). *Ambiência*, 13(1). <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.02>
- Schulze-Sylvester, M., Corronca, J. A., & Paris, C. I. (2021). Vine mealybugs disrupt biomass allocation in grapevine. *OENO One*, 55(1), 93-103. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.4458>
- Sison, M. L., Cueva, F., & Pozon, A. P. (2017). Transmission of episomal Banana streak virus by mealybugs of different host plants. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 23, 203-214.
- Tapajós, S. J., Lira, R., Silva-Torres, C. S. A., Torres, J. B., & Coitinho, R. L. C. B. (2016). Suitability of two exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. *Biological Control*, 96, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.02.005>
- Ullah, F., Zhang, Y., Gul, H., Hafeez, M., Desneux, N., & Qin, Y. (2023). Potential economic impact of *Bactrocera dorsalis* on Chinese citrus based on simulated geographical distribution with MaxEnt and CLIMEX models. *Entomologia Generalis*, 43(4), 821-830. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/1826>
- Vincent, C., Isaacs, R., Bostanian, N. J., & Lasnier, J. (2012). Principles of Arthropod Pest Management in Vineyards. En N. J. Bostanian, C. Vincent, & R. Isaacs (Eds.), *Arthropod Management in Vineyards:*

- (pp. 1-16). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_1
- Von Ellenrieder, N., Watson, G. W., & Kinnee, S. A. (2018). Identification of *Nipaecoccus* (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) species in the United States, with descriptions of *Nipaecoccus bromelicola* sp. n. and the male of *N. floridensis* Beardsley. *Zootaxa*, 4444(2). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4444.2.5>
- Wang, S., Lu, Y., Han, M., Li, L., He, P., Shi, A., & Bai, M. (2023). Using MaxEnt Model to Predict the Potential Distribution of Three Potentially Invasive Scarab Beetles in China. *Insects*, 14(3), 239. <https://doi.org/10.3390/insects14030239>
- Williams, D. J., de Willink, M. C. G., & C.A.B. International. (1992). *Mealybugs of Central and South America*. CAB International. <https://books.google.cl/books?id=m9EQAQAAMAAJ>
- Williams, D. J. L., & Willink, M. G. J. (1992). *Mealybugs of Central and South America*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:82161931>
- Willink, M. C. G. de, & González, P. (2018). Revisión taxonómica de *Pseudococcus* Westwood (Hemiptera: Pseudococcidae) de Centro y Sud América con descripciones de especies nuevas. *Insecta Mundi*, 673. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3713533>
- Zhao, Q., Li, H., Chen, C., Fan, S., Wei, J., Cai, B., & Zhang, H. (2024). Potential Global Distribution of *Paracoccus marginatus*, under Climate Change Conditions, Using MaxEnt. *Insects*, 15(2), 98. <https://doi.org/10.3390/insects15020098>