



**Universidad Nacional de La Plata**  
**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**Incidencia de la “cochinilla del aguaribay” *Ceroplastidia grandis* (Hempel)  
(Hemiptera: Coccidae) en jacarandás (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) del arbolado  
urbano de la ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina).**



*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae en Protección Vegetal de la  
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP*

*2018*

**Leonardo Correa Franco**

Ingeniero Forestal

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

**Directora**

**María Gabriela Luna**

Doctora en Ciencias Naturales

CEPAVE (CONICET-UNLP), Argentina

**Co-Director**

**Juan Goya**

Ingeniero Forestal

LISEA (UNLP), Argentina.

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mis padres que me enseñaron que aprender no es un derecho sino una obligación que se disfruta día a día.*

*Mis hermanos propios y prestados que comparten el mismo vicio de aprender.*

*A Juli que ha estado conmigo en las verdes y las maduras; espero sean muchas más...*

*Dedico esto a todos los que en algún momento tomarán la decisión de experimentar la vida en otras tierras.*

## AGRADECIMIENTOS

*A todas aquellas personas que me acogieron para realizar la investigación y me colaboraron en la identificación de los diferentes enemigos naturales encontrados en los jacarandás de la ciudad de La Plata.*

*Al Dr. Stephen D. Gaimari (California Department of Food & Agriculture, Estados Unidos de América) por la identificación de las moscas de la Familia Chamaemyiidae.*

*A la Dra. Margarita Rocca (CEPAVE) por la identificación de las especies pertenecientes a la Familia Coccinelidae.*

*A la Dra. Claudia Cédola (CEPAVE) por la ayuda en la identificación de los especímenes de ácaros.*

*A la Dra. Claudia López Lastra (CEPAVE) por la identificación de Lecanicillium lecanii.*

*A Luis Giambelluca (CEPAVE) por la ayuda en la toma de muchas de las imágenes que se presentan en esta tesis*

*A la Dirección de Espacios Verdes de la Municipalidad de La Plata (2012-2013).*

*Gratitud le debo al Laboratorio de Ecología de Plagas y Control Biológico (CEPAVE) integrado por la Dra. Luna que me acogió como parte del equipo de trabajo.*

*A mis compañeros de la maestría que siempre estuvieron para resolver dudas y escucharme.*

*A mis colegas y amigos Colombianos que no me olvidaron luego de los años que nos separaron.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
ii	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	- 12 -
1.1. EL ARBOLADO URBANO Y SUS SERVICIOS AMBIENTALES.....	- 12 -
1.1.1. El bosque o arbolado urbano.....	- 12 -
1.1.2. Estructura del bosque urbano.....	- 12 -
1.1.3. Servicios brindados por el bosque urbano.....	- 13 -
1.2. ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE LA PLATA-LOS JACARANDÁS.....	- 15 -
1.2.1. Generalidades.....	- 15 -
1.3. JARACANDÁS EN EL ARBOLADO URBANO PLATENSE.....	- 17 -
1.4. LA ESPECIE <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> D. DON.....	- 19 -
1.4.1. Clasificación botánica y descripción.....	- 19 -
1.5. EL MANEJO DE PLAGAS EN EL BOSQUE URBANO.....	- 22 -
1.5.1. Generalidades.....	- 22 -
1.5.2. Principales grupos de insectos plaga del arbolado urbano-los cóccidos o cochinillas.....	- 25 -
1.5.3. Distribución mundial de las cochinillas.....	- 25 -
1.6. LA “COCHINILLA DEL AGUARIBAY” <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> .....	- 27 -
1.6.1. Generalidades.....	- 27 -
1.7. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN DE ESTA TESIS Y OBJETIVOS.....	- 31 -
1.8. HIPÓTESIS.....	- 33 -
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	- 34 -
2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	- 34 -
2.2. MUESTREO DE <i>C. GRANDIS</i> , INVENTARIO Y DENDROMETRÍA DE ÁRBOLES DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 36 -
2.3. TOMA DE DATOS FENOLÓGICOS DEL JACARANDÁ.....	- 40 -
2.4. IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE DE COCHINILLA.....	- 42 -
2.5. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DE <i>C. GRANDIS</i> .....	- 44 -

2.6	IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES .....	- 45 -
2.7	ANÁLISIS .....	- 47 -
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>- 49 -</b>
3.1.	IDENTIFICACIÓN DE <i>C. GRANDIS</i> Y DENSIDAD EN EL ARBOLADO URBANO DE LA PLATA - 49 -	
3.1.	FACTORES QUE INFLUENCIAN LA PRESENCIA Y DESARROLLO DE <i>C. GRANDIS</i> EN LOS JACARANDÁ DE LA PLATA.....	- 53 -
3.2.	ENTORNO DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> Y SU RELACIÓN CON LA POBLACIÓN DE <i>C. GRANDIS</i> - 56 -	
3.3.	CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS RELACIONADAS CON LA POBLACIÓN DE <i>C. GRANDIS</i> .....	- 57 -
3.4.	RELACIÓN ENTRE LA FENOLOGÍA DEL JACARANDÁ Y LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LA CIUDAD DE LA PLATA .....	- 59 -
3.5.	EFEECTO DE <i>C. GRANDIS</i> SOBRE LA FLORACIÓN DEL JACARANDÁ .....	- 60 -
3.6.	PRESENCIA DE ARTRÓPODOS DEPRADADORES Y OTROS ENEMIGOS NATURALES DE <i>C. GRANDIS</i> EN ÁRBOLES DE JARACANDÁ DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD . - 61 -	
3.6.1.	DIPTERA: CHAMAEMYIIDAE.....	- 62 -
3.6.2.	ARANAE: ANYPHAENIDAE .....	- 63 -
3.6.3.	ACARI: PHYTOSEIIDAE, HEMISARCOPTIDAE .....	- 64 -
3.6.4.	COLEOPTERA: COCCINELIDAE.....	- 64 -
3.6.5.	LEPIDOPTERA: Pyralidae .....	- 65 -
3.6.6.	NEUROPTERA: Chrysopidae.....	- 66 -
3.6.7.	HYMENOPTERA: especie sin identificar .....	- 67 -
3.6.8.	FUNGI .....	- 67 -
<b>4.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>- 72 -</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	<b>- 76 -</b>
5.1.	RECOMENDACIONES .....	- 77 -
5.2.	PROPUESTA DE PROYECTOS FUTUROS .....	- 78 -
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>- 79 -</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PRINCIPALES ESPECIES DEL ARBOLADO DE LA CIUDAD DE LA PLATA.....	- 16 -
CUADRO 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> (GARDEN, M. B. TROPICOS, 2015).....	- 19 -
CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS PARA LA TOMA DE DATOS FENOLOGICOS EN <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> .....	- 41 -
CUADRO 4. NÚMERO DE ÁRBOLES DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> MUESTREADOS Y NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS DE <i>C. GRANDIS</i> POR ÁRBOL (EN LA CUATRO RAMAS MUESTREADAS), EN LA LA PLATA, ARGENTINA. ....	- 51 -
CUADRO 5. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	- 53 -
CUADRO 6. PESOS DE LOS COMPONENTES PARA EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES QUE DETERMINAN LA ABUNDANCIA DE <i>C. GRANDIS</i> EN ÁRBOLES DE JACARANDÁ DE LA PLATA. ....	- 53 -
CUADRO 7. COEFICIENTES PARA EL TOTAL <i>C. GRANDIS</i> VS. FENOLOGÍA.....	- 54 -
CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL <i>C. GRANDIS</i> VS. FENOLOGÍA .....	- 55 -
CUADRO 9. COEFICIENTES PARA EL TOTAL <i>C. GRANDIS</i> VS. TAMAÑO .....	- 55 -
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL <i>C. GRANDIS</i> VS. TAMAÑO.....	- 55 -
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>C. GRANDIS</i> VS. EL TAMAÑO DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 55 -
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA DE <i>C. GRANDIS</i> VS. LA FENOLOGÍA DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 55 -
CUADRO 12. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDIAS ENTRE LA ABUNDANCIA RELATIVA DE COCHINILLAS EN DIFERENTES ENTORNOS CON UN 95% DE INTERVALO DE CONFIANZA, REALIZADA POR ESTACIONES DE MUESTREO.....	- 56 -
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE <i>C. GRANDIS</i> CONTRA DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO, DIÁMETRO DE COPA, ALTURA Y EL NÚMERO DE RAMAS PRINCIPALES. -	58 -
CUADRO 14. MODELO DE <i>C. GRANDIS</i> CONTRA DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO, DIÁMETRO DE COPA, ALTURA Y EL NÚMERO DE RAMAS PRINCIPALES.....	- 58 -
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE <i>C. GRANDIS</i> CONTRA DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO, DIÁMETRO DE COPA, ALTURA Y EL NÚMERO DE RAMAS PRINCIPALES. -	58 -
CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA OCURRENCIA DE <i>C. GRANDIS</i> VS CAÍDA DE LAS HOJAS DEL JACARANDÁ.....	- 60 -
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA FLORACIÓN VS. PRESENCIA DE <i>C. GRANDIS</i> .....	- 60 -
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA FLORACIÓN VS. DENSIDAD TOTAL DE <i>C. GRANDIS</i> ..	- 60 -
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA FLORACIÓN VS. INCIDENCIA DE <i>C. GRANDIS</i> .....	- 61 -
CUADRO 20. ENEMIGOS NATURALES DE <i>C. GRANDIS</i> ENCONTRADOS EN EJEMPLARES DE JACARANDÁ EN EL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA. PERÍODO 2012-2013.....	- 61 -
CUADRO 21. ANÁLISIS DE DESVIACIÓN TOTAL C.G PRESENCIA DE CONTROLADORES -	69 -
CUADRO 22. PRUEBAS DE RAZÓN DE VEROSIMILITUD DEL TOTAL C.G PRESENCIA DE CONTROLADORES .....	- 69 -
CUADRO 23. EJEMPLO DE FORMATO DE CAMPO PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA FENOLOGÍA DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 90 -
CUADRO 24. EJEMPLO DE FORMATO DE LABORATORIO PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS RAMAS CORTADAS EN CAMPO .....	- 90 -
CUADRO 25. COORDENADAS DE LOS JACARANDAS DE LA PLATA.....	- 91 -

CUADRO 26. TABLA DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES QUE EXPLICAN LA VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DE <i>C. GRANDIS</i> EN JACARANDÁS DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE LA PLATA. 2012 - 2013. ....	- 92 -
---	--------

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA CIUDAD DE LA PLATA, DONDE SE OBSERVA SU CARACTERÍSTICO TRAZADO CUADRADO Y LAS DIAGONALES QUE LA CRUZAN. EXTRAÍDO DE GOOGLE MAPS, 2016 .....	- 15 -
FIGURA 2. LA PLATA Y SU BOSQUE URBANO: PLAZA MORENO. EXTRAÍDO DE BLASCO (2013).....	- 16 -
FIGURA 3. <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> UBICADO EN 8 Y 61 .....	- 18 -
FIGURA 4. FLORACIÓN DE <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> EN DIAGONAL 73 .....	- 18 -
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DEL JACARANDÁ ( <i>J. MIMOSIFOLIA</i> ) EN EL MUNDO. EN VERDE OSCURO: PAÍSES DE DONDE ES ORIGINARIA LA ESPECIE. VERDE CLARO: PAÍSES DONDE SE HA PLANTADO (GARDEN, M. B. TROPICOS. 2016).....	- 19 -
FIGURA 6. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> .....	- 22 -
FIGURA 7. MAPA QUE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS COCHINILLAS. - 26 -	- 26 -
FIGURA 8. EL GENERO <i>CEROPLASTIDIA</i> . MORFOLOGÍA GENERAL DEL ESCUDO CEROSO DE UNA HEMBRA ADULTA. (EXTRAÍDO DE MOSQUERA 1979).....	- 28 -
FIGURA 9. <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> (EXTRAÍDO DE GRANARA DE WILLINK, 1999).....	- 29 -
FIGURA 10. DAÑO EN RAMAS Y HOJAS POR <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> EN <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> .....	- 30 -
FIGURA 11. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE LA PLATA, EN LA REPÚBLICA ARGENTINA (IZQUIERDA) Y DETALLE DEL MAPA DE LA CIUDAD DE LA PLATA, MOSTRANDO EL CASCO URBANO, COMPRENDIDO ENTRE LAS AVENIDAS 1, 72, 31 Y 32.(DERECHA).....	- 34 -
FIGURA 12. “ENTORNO” DISPOSICIÓN ESPACIAL ESTUDIADA DEL <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> .....	- 36 -
FIGURA 13. FOTOGRAFÍA SATELITAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> EN EL CASCO URBANO PLATENSE, SEGÚN UN CENSO DE LA DIRECCIÓN DE ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD DE LA PLATA (GOOGLE EARTH 7.1.5.15557), VER ANEXO 3. ....	- 37 -
FIGURA 14. UBICACIÓN ESPACIAL DE LOS ÁRBOLES MUESTREADOS POR ESTACIÓN. AÑO 2013. ....	- 40 -
FIGURA 15. PREPARACIÓN DE MATERIAL PARA SU ESTUDIO TAXONÓMICO. (A). EQUIPO UTILIZADO. (B). EXTRACCIÓN DE CAPA CEROSA DE HEMBRAS DE <i>C. GRANDIS</i> PARA SU ACLARACIÓN Y MONTAJE.....	- 43 -
FIGURA 16. IMÁGENES DE HEMBRAS ADULTAS DE <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> . ARRIBA: CON RECUBRIMIENTO CEROSO. ABAJO: SIN LA CAPA CEROSA. ....	- 43 -
FIGURA 17. CANTIDAD TOTAL DE HUEVOS DE UNA COCHINILLA.....	- 45 -
FIGURA 18. MONTAJE EN CÁMARA DE CONTRASTE.....	- 45 -
FIGURA 19. FOTOGRAFÍA EN CÁMARA DE CONTRASTE .....	- 45 -
FIGURA 20. SALIDA EN EL SOFTWARE LIBRE IMAGEJ (VERSIÓN 1.2) PARA SU CONTEO- 45 -	- 45 -
FIGURA 21. UNIDADES DONDE SE MANTUVIERON HOJAS DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> CON PRESENCIA DE ADULTOS DE <i>C. GRANDIS</i> PARA OBTENER ENEMIGOS NATURALES. ....	- 46 -
FIGURA 22. DISTINTOS ESTADOS DE DESARROLLO DE <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> , HALLADOS EN ÁRBOLES DE JACARANDÁ ( <i>JACARANDA MIMOSIFOLIA</i> ). LA PLATA, ARGENTINA, AGOSTO 2012-MAYO DE 2013. ....	- 50 -



FIGURA 23. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUESTREADA DE <i>CEROPLASTIDIA GRANDIS</i> EN LOS ÁRBOLES DE JACARANDÁ DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE LA PLATA.....	- 52 -
FIGURA 24. COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLE FENOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS DE LOS JACARANDAS <i>MIMOSIFOLIA</i> DE LA CIUDAD DE LA PLATA. -	54 -
FIGURA 25. GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LA CANTIDAD DE <i>C. GRANDIS</i> EN ENTORNO AISLADO Y AGRUPADO.....	- 56 -
FIGURA 26. CORRELOGRAMA ENTRE LA CANTIDAD DE <i>CEROPLASTES GRANDIS</i> Y LA DISTANCIA (M) A LA QUE SE ENCUENTRA EL ÁRBOL DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> MÁS CERCANO.....	- 57 -
FIGURA 27. TOTAL DE <i>C. GRANDIS</i> POSADAS SOBRE LAS HOJAS EN LOS DIFERENTES MUESTREOS .....	- 59 -
FIGURA 28. TOTAL DE <i>C. GRANDIS</i> POSADAS SOBRE LAS RAMAS EN LOS DIFERENTES MUESTREOS .....	- 59 -
FIGURA 29. COMPARACIÓN ENTRE LA DEMOGRAFÍA DE <i>C. GRANDIS</i> Y LA CAÍDA DE LAS HOJAS EN LA PLATA .....	- 60 -
FIGURA 32. MOSCAS DE LA FAMILIA CHAMAEMYIIDAE ENCONTRADAS ATACANDO A <i>C. GRANDIS</i> . (A) Y (B) VISTAS DE LARVAS. (C) PUPAS. (D). VISTA DE UNA MOSCA ADULTA. ....	- 63 -
FIGURA 33. VISTA DE UN EJEMPLAR DE ANYPHAENIDAE ENCONTRADO EN <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 63 -
FIGURA 34. UN EJEMPLAR DE <i>HARMONIA AXYRIDIS (PALLAS)</i> SOBRE <i>C. GRANDIS</i> EN ÁRBOLES DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> .....	- 65 -
FIGURA 35. VISTA DE UNA LARVA DE <i>BAPHALA HOMOEOSOMELLA</i> ENCONTRADA EN EL INTERIOR DE <i>C.GRANDIS</i> . ....	- 66 -
FIGURA 36. VISTA DE UNA CRISOPA ADULTA HALLADA EN ÁRBOLES DE <i>J. MIMOSIFOLIA</i> . -	66 -
FIGURA 39. FRECUENCIA RELATIVA DE LOS ENEMIGOS NATURALES DE <i>C. GRANDIS</i> PRESENTES EN ÁRBOLES DE JACARANDÁ DE LA CIUDAD DE LA PLATA, POR ESTACIÓN. 2012-2013. ....	- 68 -
FIGURA 41. MAPA DE LA OCURRENCIA DE ENEMIGOS NATURALES Y DE <i>C. GRANDIS</i> EN JACARANDÁS DEL CASCO URBANO DE LA PLATA. ....	- 71 -

## RESUMEN

El árbol del jacarandá *Jacaranda mimosifolia* D. Don es una especie nativa de América del Sur y comúnmente plantada en los entornos urbanos. En la ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina), los jacarandás son un componente importante de las áreas recreativas y calles. Los servicios ambientales tales como la atenuación de la temperatura, el sombreado y la estética proporcionados por este árbol son muy apreciados por los ciudadanos. Varios insectos herbívoros atacan a *J. mimosifolia*, y entre ellos, se destaca la "cochinilla del aguaribay", *Ceroplastidia grandis* (Hempel) (Hemiptera: Coccidae), cuya población produce daños al arbolado platense. La aparición de plagas forestales urbanas se atribuye, entre otros factores, a la reducción del control por parte de depredadores y parasitoides, y también al aumento de la susceptibilidad de las plantas urbanas estresadas. Este trabajo tuvo como objetivo general realizar un estudio de la incidencia de la cochinilla del aguaribay en los jacarandás del arbolado urbano de la ciudad de La Plata, teniendo en cuenta variables dendrométricas y factores ambientales abióticos y bióticos. Como objetivos específicos se propusieron: 1) estimar la abundancia de *C. grandis* y su variación estacional, en relación a la fenología del árbol en la ciudad; 2) evaluar la incidencia y el daño de la cochinilla a los árboles; 3) analizar los factores relevantes para explicar la presencia y desarrollo de la cochinilla; y 4) determinar la presencia de los enemigos naturales de *C. grandis*.

El muestreo de *C. grandis* consistió en la selección de árboles de *J. mimosifolia*, basada en un inventario llevado a cabo por la Dirección de Espacios Verdes de la Ciudad de La Plata, tomados al azar del mapa de la ciudad. La frecuencia de los muestreos fue trimestral, coincidiendo con las cuatro estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) y se realizó entre agosto de 2012 y mayo de 2013. Se revisaron aproximadamente 30 árboles por estación, y en cada uno se cortaron segmentos de cuatro ramas, los cuales se embolsaron, etiquetaron y llevaron al laboratorio. Además, para cada árbol muestreado se tomaron variables dendrométricas (DAP, altura del árbol, etc.) y se anotó el estado fitosanitario y fenológico en el que se encontraba. En el laboratorio, se registró: el número de individuos de *C. grandis* y su estado de desarrollo por rama y árbol, y se colectaron enemigos naturales. Especímenes de *C. grandis* también se prepararon para la confirmación de la identidad de la especie por parte de taxónomos especialistas. La presencia e incidencia de *C. grandis* en los jacarandás se analizaron mediante la

comparación de las etapas fenológicas del árbol (la floración, la fructificación, y la senescencia foliar y del raquis), y el entorno de los árboles, medidos por su proximidad entre agrupados y plantados aisladamente. Un Análisis de Componentes Principales (ACP) se llevó a cabo para dilucidar las múltiples variables que pueden afectar la abundancia de la cochinilla en el arbolado urbano platense.

En este estudio se corroboró que *C. grandis* se comporta en la ciudad de La Plata como una especie univoltina. Puede alcanzar una media de 1.224 individuos adultos por árbol y unos 1.050 inmaduros por árbol (ninfas de segundo estadio, NII). Las hembras adultas se encuentran reproductivas en el mes de marzo (verano), con una fecundidad media de 1.825 huevos por hembra. Se registró una abundancia de NII y adultos de *C. grandis* similar tanto en ramas como en hojas. Los árboles agrupados (<200m de distancia) fueron significativamente más atacados por la cochinilla que los plantados más aisladamente. Se observó una disminución significativa de las poblaciones de *C. grandis* en el momento de la caída de las hojas de *J. mimosifolia*, evento que ocurre de entre los meses de septiembre a diciembre en la ciudad de La Plata. Los principales enemigos naturales de *C. grandis* fueron ácaros, arañas, la “vaquita asiática” *Harmonia axyridis* (Pallas) y otras especies sin identificar de la familia Coccinellidae (Coleoptera), larvas depredadoras de las familias Chamaemyiidae (Diptera) y Pyralidae (Lepidoptera), y larvas y adultos de crisopas (Neuroptera). También se encontraron hongos entomopatógenos, como *Lecanicillium lecanii* (Zimm).

Se discuten los resultados obtenidos y recomendaciones de control de *C. grandis* en los jacarandás de la ciudad de La Plata en el contexto de un programa de Manejo Integrado de Plagas de la cochinilla en el arbolado urbano.

## ABSTRACT

The 'jacaranda' tree, *Jacaranda mimosifolia* D. Don, is a native species to South America and commonly planted in urban environments elsewhere. In the city of La Plata (Buenos Aires, Argentina), jacaranda trees are an important component of recreational areas and alongside streets. Services such as cooling, shading, and aesthetics provided by *J. mimosifolia* trees are highly appreciated by citizens. Several herbivorous insects are known for *J. mimosifolia*, and among them, the American wax scale *Ceroplastidia grandis* (Hempel) has been reported as increasing its population in La Plata city. Outbreaks of urban forest pests are attributed, among other factors, to reduced control by predators and parasitoids, and also, to the increased susceptibility of stressed plants in urban environments. The general purpose of this study was aimed to assess the incidence of the wax scale in jacaranda urban trees of La Plata city, taking into account dendrometric, abiotic and biotic environmental variables. The specific objectives were: 1) to estimate *C. grandis* abundance and its seasonal variation, in relation to *J. mimosifolia* tree phenology; 2) to evaluate the incidence and injury done by the wax scale to the trees; 3) to analyze the relevant factors that explain the presence and population development of *C. grandis*; and 4) to determine the presence of natural enemies of *C. grandis*.

Sampling of *C. grandis* was conducted in *J. mimosifolia* trees located in the original urban perimeter area of the city, and they were chosen randomly from an arboreal inventory conducted by Department of Green Spaces of La Plata City. The frequency of sampling was three-monthly, in one sample event at each season (summer, fall, winter and spring) from August 2012 to May 2013. About 30 trees per season were selected, and segments of four branches per tree were cut down. Pieces of branches were packed, labeled and transported to the laboratory for further study. Besides, for each sampled tree, dendrometric variables (DHB, tree height, etc.), the phenological stage (vegetative, flowering, production of fruits, foliar and branch senescence), and the phytosanitary state were registered. In the laboratory, the number and developmental stages of *C. grandis* were determined and counted, as well as with the natural enemies collected. *C. grandis* specimens were also prepared for identification confirmation by taxonomists of Coccidae. Presence and incidence of *C. grandis* in jacaranda trees were analyzed by comparing *J. mimosifolia* phenological stages, and their vicinity (planted in isolation or grouped). A

Principal Component Analysis (PCA) was performed to elucidate multiple variables that explain wax scale population abundance.

In La Plata city, *C. grandis* behaves as a univoltine species. It can reach a mean of 1,224 adult individuals per tree, and about 1,050 immature (second nymphal stage or NII) individuals per tree. Adult females were found at the reproductive stage in March (summer), with a mean fecundity of 1,825 eggs per female. Abundances of *C. grandis* nymphal and adult stages were similar in *J. mimosifolia* branches and leaves. Clumped trees were significantly more attacked than those planted in isolation (< 200m of distance). A significant reduction in *C. grandis* population was observed during the *J. mimosifolia* leaf senescence period, an event that occurs in La Plata city from September to December. The main natural enemies of *C. grandis* found were mites, spiders, the Asian ladybeetle *Harmonia axyridis*, and other unidentified Coccinellidae beetles, predator larvae belonging to Diptera Chamaemyiidae, Lepidoptera Pyralidae, and lacewings, as well as the entomopathogenic fungus *Lecanicillium lecanii* (Zimm).

Results and recommendations for *C. grandis* control for urban *J. mimosifolia* trees of La Plata City are discussed in the context of an Integrated Pest Management program for green spaces in the city.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. EL ARBOLADO URBANO Y SUS SERVICIOS AMBIENTALES.**

#### **1.1.1. El bosque o arbolado urbano**

El bosque urbano se puede definir desde un sentido amplio como todas las zonas forestadas influenciadas por la población urbana, o de forma más restringida, como las zonas arboladas en la ciudad, incluyendo árboles de jardines, calles, parques, etc. (Klein 2000).

Se pretende que un arbolado urbano sea manejado como un sistema, con su propia estructura, y con una dinámica y funciones inherentes a este recurso viviente (Greene & Millward 2016). El bosque urbano está sujeto a la pérdida de individuos por el aumento de la densidad y el desarrollo inmobiliario en la ciudad, también por eventos naturales como tormentas y condiciones imperantes de sequías, y son susceptibles al daño y muerte por enfermedades y plagas.

Es por ello que para manejar un arbolado urbano es necesario tener en cuenta que consideraciones a corto y largo plazo, como por ejemplo que la selección de especies arbóreas no se base sólo por el *stock* disponible en un momento dado, o por cuestiones estéticas o por restricciones económicas. Estas decisiones incorrectas pueden llevar en el futuro a la susceptibilidad del canopeo o a la pérdida de ejemplares por algunas de las problemáticas mencionadas.

#### **1.1.2. Estructura del bosque urbano**

En un bosque natural se reconocen una estructura horizontal y otra vertical, que se conforman por procesos naturales que determinan la ocupación del espacio. Así, la presencia y distribución de las semillas, las condiciones de luminosidad, dadas por la frecuencia con que aparecen los claros y el tamaño de éstos en el bosque; las estrategias de escape que presenta la especie al ataque de organismos herbívoros; y la presión y adaptabilidad a la competencia, son algunos de estos procesos que se generan en la dinámica de las poblaciones que comparten el mismo espacio (Forman, 1995).

En la ciudad estos procesos se ven minimizados, interrumpidos o no se presentan; por ello el bosque urbano debe ser “subsidiado” aumentando entradas al sistema, tales como la siembra de individuos nuevos, generación de los espacios, manejo de plagas y enfermedades, etc. El manejo de la vegetación de la forma más natural posible (espacios con menor intervención antrópica) hace que se lleven a cabo la mayor cantidad de funciones que contienen los espacios verdes para fauna y flora, y como consecuencia se obtienen más servicios ambientales para la ciudad y un equilibrio con el entorno (Hough, 1998).

En general, la estructura del arbolado urbano es la resultante de la selección de cuáles especies plantar y de la tasa de reemplazo. La selección debe acotarse a aquellas especies que sean tolerantes al *stress* propio del ambiente urbano, infligido por la emanación de gases, la presencia de cableado, de veredas, la disponibilidad de suelos poco fértiles o poco espacio de crecimiento, que impiden el desarrollo de sus copas y raíces y reducen la longevidad de los individuos.

### **1.1.3. Servicios brindados por el bosque urbano.**

Los sistemas dominados por especies arbóreas, ya sean naturales o manejados, brindan importantes servicios ambientales. En muchos aspectos, el arbolado urbano trata de semejar la provisión de servicios por parte de los bosques naturales.

Los servicios ecosistémicos se definen como aquellos que fluyen de los activos naturales o reservas de recursos mejor llamados bienes naturales (suelo, agua, plantas, animales, atmósfera) para proporcionar a las poblaciones humanas beneficios ecológicos, culturales y económicos. Son producto de las interacciones complejas entre las especies, y de éstas con los componentes abióticos (Costanza et al., 1997; Calva, 2007; Morgenroth et al., 2016).

Los árboles reducen la temperatura del aire, mejoran el bienestar humano (Dallimer et al., 2012), proveen resiliencia frente a desastres naturales o de otro tipo (Morgenroth &

Armstrong, 2012), alimentos (McLain et al., 2012), aumentan el valor de las propiedades (Dimke, 2008), y colaboran con el ahorro de energía (McPherson & Simpson, 2003).

Los servicios que prestan las zonas verdes de las ciudades, semejantes a los servicios ecosistémicos de sistemas arbóreos naturales, se agrupan en:

- 1) De provisión; como por ejemplo la producción de alimentos y de combustible.
- 2) De regulación; entre los más importantes de la calidad del aire, con la remoción de polvo y otras partículas suspendidas, y en el manejo de aguas de tormenta. También el arbolado urbano contribuye a mantener un equilibrio en el medio ambiente como la captación y almacenamiento de emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> (Tang et al. 2016), y es bien conocido su rol en atemperar condiciones climáticas, en cuanto a que proporcionan sombra, barreras contra el viento, creación de microclimas, entre otros (Bowler et al., 2010; Escobedo et al., 2011; Kirnbauer et al., 2013).
- 3) Culturales; ya que permiten desarrollar un juicio crítico, modo de vida o de costumbres sobre la percepción de la belleza. El arbolado urbano aporta, en función de las especies seleccionadas, al mejoramiento estético de la arquitectura de las ciudades, principalmente en veredas, plazas y parques (Kuchelmeister, 2000; Varon, & Morales 2006) por sus colores durante la floración o fructificación, o por las diferentes cortezas, la textura y el color del follaje; la forma o silueta que enriquecen visualmente los espacios, o los sonidos con el viento, fragancias producidas, etc. También estos servicios colaboran en la generación de actividades recreativas (juegos para niños o punto de encuentro), memoria histórica tales como la asociación de hechos con el árbol plantado. También el arbolado urbano se valora como sitio de referencia y generación de identidad cultural con el espacio, a través de actividades de educación y conservación de la naturaleza.
- 4) De soporte, al mantener la biodiversidad. Los árboles urbanos proporcionan hábitats para la conservación de la diversidad biológica, como refugio para diferentes especies de fauna y flora.



## 1.2. ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE LA PLATA-LOS JACARANDÁS.

### 1.2.1. Generalidades

La ciudad de La Plata se fundó en el año 1882, en el Noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se encuentra emplazada en la Llanura Pampeana y sobre el margen del Río de La Plata. Esta ciudad fue diseñada siguiendo conceptos de vanguardia para la época, y consta de una planta urbana cuadrada, cruzada por diagonales abiertas, limitada por bulevares, la que se conoce también como Casco Urbano (Figura 1). Desde su creación, la ciudad tuvo varios procesos de expansión urbanística por fuera del Casco Urbano.

Con respecto a los espacios verdes, cuenta con varios parques, entre los que se destacan el Paseo del Bosque y más de 20 plazas; y superficies menores en las diagonales, bulevares y plazuelas. En particular para este trabajo de Tesis, el diseño del Casco Urbano platense con forma de retícula lo hace ideal para el estudio de la población forestal que contiene.



**Figura 1.** Fotografía aérea de la ciudad de La Plata, donde se observa su característico trazado cuadrado y las diagonales que la cruzan. Extraído de *Google Maps*, 2016

El arbolado urbano de la ciudad de La Plata fue planificado desde su fundación, otorgándole una gran importancia estética y de mejora de la calidad ambiental (Figura 2).

Su desarrollo en los casi 120 años posteriores mantuvo esta premisa, aumentando los lugares de recreación, como parques y bulevares, y renovando ejemplares (Orsi, 1981). La riqueza forestal urbana platense es por lo tanto una de las más diversas del mundo, con más de un centenar de especies de árboles y 64.000 ejemplares (Delucchi et al 1993, Dirección de Espacios Verdes y Limpieza 1983). En el Cuadro 1 se muestran las principales especies de la ciudad.



**Figura 2.** La Plata y su bosque urbano: Plaza Moreno. Extraído de Blasco (2013)

**Cuadro 1.** Principales especies del arbolado de la ciudad de La Plata

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>
Acacia Blanca	<i>Robinia acacia</i>
Aguaribay	<i>Schinus molle</i>
Alcanforero	<i>Cinnamomum camphora</i>
Árbol de los 40 Escudos	<i>Ginkgo biloba</i>
Árbol del Cielo	<i>Ailanthus altissima</i>
Árbol de Judea	<i>Cercis siliquastrum</i>
Arce	<i>Acer spp</i>
Castañas de la India	<i>Aesculus spp</i>
Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>
Ombú	<i>Phytolacca dioica</i>
Plátano	<i>Platanus spp</i>
Paraíso o Árbol de Paraíso	<i>Melia azedarach</i>
Parasol de China	<i>Firmiana simplex</i>
Palo Borracho	<i>Ceiba speciosa</i>
Pata de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>
Roble	<i>Quercus robur</i>
Tilo	<i>Tilia cordata</i>
Tipas	<i>Tipuana spp</i>

Nombre Común	Nombre científico
Tulipanero	<i>Liriodendron tulipifera</i>
Eucaliptos	<i>Eucalyptus spp</i>
Ibapoy	<i>Ficus luschnathiana</i>
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Lapacho	<i>Handroanthus lapacho</i>
Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>
Naranjos Amargos	<i>Citrus aurantium</i>
Olmo Europeo	<i>Ulmus minor</i>

Se pueden reconocer cuatro etapas para el diseño de los espacios verdes y la implantación del arbolado en el Casco Urbano de La Plata: **a) etapa prefundacional**, entre 1856 y 1882, cuando se fundó la estancia de Martín Iraola, cuya vegetación fue diseñada en parte por el paisajista Carlos Thais; **b) etapa fundacional**, entre 1882 y 1901, donde se forestan las principales vías de la ciudad; **c) etapa de la gran forestación**, entre 1901 y 1938, período donde se diseñan las principales plazas y parques de la ciudad, se forestan la mayoría de las calles del casco urbano y también la Municipalidad le otorga a los vecinos plantas con el fin de involucrarlos en la implantación y cuidado de la arboleda. En esta etapa comienzan a plantarse especies arbóreas exóticas, con predominio de arces, plátanos y tilos, y nativas, entre ellos los jacarandás a lo largo de la diagonal 73, alcanzando en total unos 30.000 ejemplares plantados; y **d) etapa de regresión y modificación de la fisonomía de la vegetación**, entre 1938 y 1993, caracterizada por la pérdida y degradación de zonas verdes (Delucchi et al, 1993).

### 1.3. JARACANDÁS EN EL ARBOLADO URBANO PLATENSE

La especie arbórea *Jacaranda mimosifolia* D. Don conforma, como ya se mencionó, un importante componente del arbolado urbano platense. Entrega colorido y riqueza al paisaje de la ciudad, y sus ejemplares pueden ser vistos en sus principales avenidas y en los parques (Figura 3). En particular, la calle Diagonal 73 (Figura 4) está dominada en casi toda su traza por la presencia de especie arbórea, también referida por sus habitantes como “la diagonal de los jacarandás”.

Con respecto al número de árboles de *J. mimosifolia* implantado, en 1964 se contaba con un total de 255 ejemplares, un nuevo inventario en 1982 registró 271 ejemplares y en el

censo del 2006 (Dirección de Espacios Verdes, Municipalidad de La Plata) se inventariaron 624 individuos de esta especie.

Los árboles de jacarandá brindan a la ciudad de La Plata múltiples servicios, aportando a la mejora de la calidad ambiental, cultural y de soporte.



**Figura 3.** *Jacaranda mimosifolia* ubicado en 8 y 61



**Figura 4.** Floración de *Jacaranda mimosifolia* en diagonal 73

## 1.4. LA ESPECIE *JACARANDA MIMOSIFOLIA* D. DON

### 1.4.1. Clasificación botánica y descripción

La especie *Jacaranda mimosifolia* D. Don pertenece a la familia Bignoniaceae. Es un árbol perenne, que crece entre 0 y 1.700 msnm.

Es nativa del norte de Argentina, Bolivia, noreste de Paraguay y Brasil (floraargentina.edu.ar, Boelcke, 1992; Erize et al., 1999). Dada su importancia como especie ornamental, otorgada por la coloración azul-violeta de sus flores, ha sido implantada en otras regiones del mundo, por toda América, sur de Europa y en Sudáfrica (Figura 5).



**Figura 5.** Distribución del jacarandá (*J. mimosifolia*) en el mundo. En verde oscuro: países de donde es originaria la especie. Verde claro: países donde se ha plantado (Garden, M. B. Tropicos. 2016).

**Cuadro 2.** Clasificación taxonómica de *Jacaranda mimosifolia* (Garden, M. B. Tropicos, 2015)

Clase:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase:	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden:	Asteranae Takht.
Orden:	Lamiales Bromhead
Familia:	Bignoniaceae Juss.
Género:	<i>Jacaranda</i> Juss.
Especie:	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don

Dentro del género *Jacaranda* se encuentran otras tres especies, también nativas de Argentina: *J. cuspidifolia* Mart. ex DC en la provincia de Salta, *J. micrantha* Cham. y *J.*

*puberula* Cham., ambas en la provincia de Misiones. Sin embargo, la única cultivada es *J. mimosifolia*.

Esta especie fue también descrita como *Jacaranda chelonia* Griseb y *Jacaranda ovalifolia* R. Br, pero Lohmann & Ulloa Ulloa (2006) las pasaron a sinonimia como *Jacaranda mimosifolia*.

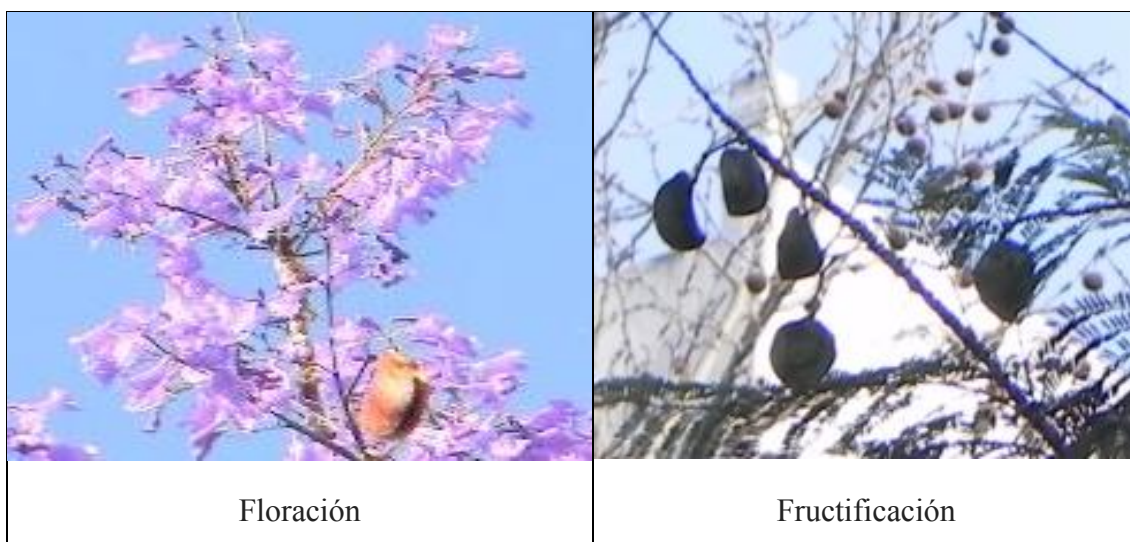
El nombre del género *Jacaranda* proviene del idioma guaraní (yacarándá, según la Real Academia Española RAE.es), que significa “fragante”. El epíteto específico *mimosifolia* proviene del latín, que significa “parecido a una mimosa”, por la similitud de sus hojas con algunas de las especies de la familia Fabaceae (Leguminosae). *Jacaranda mimosifolia* es conocido también con otros nombres comunes, tales como tarco, gualanday, acacia morada, cuní, cunista.

Es un árbol que puede alcanzar 20m de altura y un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 70cm. Es una especie caducifolia, de corteza áspera con grietas de color gris y marrón, que desprende escamas rectangulares con un grosor que varía de 4 a 6mm. Las hojas son compuestas, opuestas, bipinnadas, de 50 a 60cm de largo. Cada pinna con 15 a 30 pares de folíolos lanceolados, de 5 a 10mm de largo con base desigual. La inflorescencia es forma de panículas terminales o axilares, de 25 a 35cm de largo, flores azul violáceo, corola tubular con cinco lóbulos redondeados desiguales. El fruto es una cápsula dehiscente aplanada que se abre en dos partes y las semillas son aladas (Figura 6) (Dimitri et al., 1980; Flora de Argentina, 2016; Garden, M. B. Tropicos. 2016). La madera es de color amarilla, de baja resistencia y peso, utilizada principalmente como combustible (leña). Sin embargo, como ya se mencionó, su uso más común es el ornamental (González, 2007).

También se han reportado propiedades medicinales de esta bignoniácea, siendo las partes usadas con este fin las raíces, hojas, flores y frutos. La corteza principalmente contiene ácido jácárandico, jacaranona, ácido jacoumárico, ácido ursólico y otras sustancias flavonoides. Se probó en siembra *in vitro* las propiedades antibióticas del extracto de hojas contra *Staphylococcus aureus* y *Neisseria gonorrhoeae* (Fonnegra & Jiménez, 2007).

En relación a su uso como ornamental y forestal, el jacarandá es apto para uso urbano, formando grandes macizos, alineaciones en vías y caminos, y presenta buena respuesta a la práctica de poda. Además de ser esta especie altamente valorada por su floración extendida, el jacarandá proyecta una sombra ligera, por su fina textura del follaje y su copa ligeramente aparasolada. Es susceptible a las heladas en su etapa juvenil y no tiene requerimientos altos con respecto a la nutrición o tipo de suelo. Por sus raíces de crecimiento profundo, ha sido considerada una buena especie de árbol de ciudad, aunque su principal restricción es la producción de frutos, que si bien son medianos y de bajo peso, suelen ser copiosos.

La pérdida de las hojas puede ocurrir por heladas o naturalmente. En la latitud donde se halla la ciudad de La Plata (36° lat. S), la caída de hojas sucede entre los meses agosto y octubre (fin del invierno hasta mediados de la primavera), presenta la floración en los meses de septiembre hasta enero (entre primavera y entrado el verano), en su región de origen (Norte de Argentina). Generalmente comienza a florecer luego de la caída de las hojas y puede presentar una segunda floración en febrero y marzo. Sus frutos permanecen en las ramas durante dos o tres períodos de floración.





**Figura 6.** Características de la planta de *Jacaranda mimosifolia*.

## **1.5. EL MANEJO DE PLAGAS EN EL BOSQUE URBANO**

### **1.5.1. Generalidades**

El aumento de las poblaciones de especies fitófagas perjudiciales es un problema bastante común en el arbolado urbano, llegando en algunos casos a producir explosiones demográficas.

Al tratarse de un hábitat discontinuo y diverso en cuanto a las especies que lo conforman, y también al origen de las mismas, esto propicia la aparición de plagas (Dahlsten & Hall, 1999; Jucker & Lupi, 2011). Estas especies son en general plagas forestales (Brugnoni, 1980). Entre los factores más importantes que generan el aumento poblacional de insectos perjudiciales se cuentan: la disminución de la diversidad y complejidad estructural, la baja superficie de infiltración de agua de los suelos, el aumento de la temperatura, el aglomeramiento o agrupamiento de árboles, las limitantes al espacio de crecimiento, el contacto con múltiples vectores agentes que migran y tienen tránsito en las ciudades, además de las malas prácticas silviculturales que lesionan los árboles y descompensan sus defensas naturales o que no contemplan el control sanitario a bajas densidades de la plaga y en plantas jóvenes (Varon, & Morales 2006; Meineke et al., 2013).

El control de los insectos en el arbolado urbano se ha basado principalmente en el uso de insecticidas. Para el control químico actual se han desarrollado y/o adaptado técnicas



específicas de aplicación, que por su localización, dosis y tipo de formulación permiten lograr una relativa eficacia (ver más adelante) (Mannion, 2012), también se ha utilizado en forma de inyección la azadiractina (compuesto de origen natural) con buenos resultados. (Pavela et al., 2013)

Por otra parte, debido a la preocupación del público en general sobre la toxicidad de los insecticidas aplicados en ambientes con alta actividad humana (Lumbierres et al., 2006, Raupp et al., 2006), en las últimas tres décadas se comenzó a adoptar el enfoque del Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Kogan, 1998; Koul et al., 2008). El MIP es un sistema de manejo de plagas que compatibiliza técnicas y métodos disponibles para mantener sus poblaciones en niveles que no causen perjuicios económicos.

El manejo de plagas en las ciudades es generalmente llevado a cabo por los municipios y también por otras entidades públicas, además de organizaciones privadas que muchas veces se interesan en el cuidado de espacios verdes de la ciudad. Esta multiplicidad de organismos encargados de la protección vegetal del arbolado urbano puede conspirar contra su control y gestión a largo plazo, debido a la falta de documentación sobre la presencia de las especies de plagas presentes, informes o reportes sobre las medidas tomadas.

Un manejo de plagas del arbolado urbano debería estar fundado sobre un conjunto de criterios fundamentales (Moreno Marí et al., 2007), tales como: **a)** usar medios de prevención disponibles para evitar que las plagas alcancen el umbral de daño; **b)** utilizar plaguicidas químicos sólo cuando sea necesario, seleccionando los de menor toxicidad, y hacerlo bajo un riguroso seguimiento, y **c)** tratar de mantener una calidad sanitaria aceptable del arbolado, con bajos índices de infestación de la/s plaga/s, minimizando los costos y evitando los efectos adversos que los plaguicidas pueden ocasionar en el medio ambiente.

Un ejemplo de MIP en el arbolado urbano es el de la ciudad de Lleida (Cataluña, España), que incluye identificar a las plagas más representativas, estudiar su ciclo de vida, sus valores de máxima incidencia y los daños que ocasionan, y también contemplar distintas estrategias de control, entre ellos el control por enemigos naturales o control biológico

(ver más adelante) (Dahlsten et al., 1999; Lumbierres et al., 2006; Tomlinson et al., 2015; Turner & Buss, 2005).

A continuación, se detallan algunas técnicas que contempla el MIP para el arbolado urbano:

El **control químico**, si bien es poco recomendado para las zonas urbanas, por los graves perjuicios a la salud, flora y fauna que ocasionan, es bastante usado. Recientemente se han probado insecticidas de baja toxicidad para vertebrados con buenos resultados, como los nicotinoides, neonicotinoides y terpenoides. Estos son aplicados por medio de métodos invasivos, donde se le introduce una suspensión líquida o en cápsula en el tronco del árbol (inyectología). Para insectos, se ha usado en España para el control de la grafiosis (Azagra et al., 1988) y el control de la cochinilla de la encina (*Asterolecanium ilicico*) (Fernández de Córdova & Gallego, 1997). A pesar de ser muy efectivo, este método tiene un elevado costo, y su uso debe contemplar una buena distribución en el árbol, la calibración de las dosis requiere un análisis previo para no incurrir en fitotoxicidad, entre otros (Azagra et al., 1988).

El **control cultural**, por medio de labores de saneamiento, es también recomendado. Así, el retiro de las partes afectadas por la plaga, enfermedad o vector, a través de la poda y eliminación de ramas afectadas, y la defoliación mecánica o química, han probado ser eficaces y de bajo impacto ambiental (Ferracini & Alma, 2007).

Finalmente, el **control biológico** ha probado ser una herramienta efectiva para problemas fitosanitarios en el arbolado urbano (Dahlsten & Hall, 1999, Tooker & Hanks, 2000, van Lenteren, 2012). Este método se basa en el uso de enemigos naturales de las plagas (parasitoides, predadores de patógenos) –denominados agentes de control biológico- cuya acción de depredación o parasitismo disminuya la densidad poblacional de la plaga.

El control biológico tiene muchas ventajas, entre ellas, es que luego de liberados los agentes, pueden establecerse en el sistema y brindar control prolongado. Existen numerosos ejemplos exitosos de control biológico aplicado al arbolado urbano, tanto para plagas nativas o introducidas, donde se inocularon o introdujeron agentes nativos o exóticos. Así se han realizado introducciones de especies de parasitoides, importados

desde las regiones de origen de las plagas, en California y Hawaii (Estados Unidos de América), México, Australia y Tasmania, entre otros (Dahlsten & Hall, 1999). Otra estrategia de control biológico abordada ha sido la conservación de enemigos ya presentes en los árboles en Estados Unidos de América e Italia (Ferracini & Alma, 2007, Tooker & Hanks, 2000).

Muchas de las técnicas de control mencionadas son compatibles entre sí, siendo su uso combinado una importante área de investigación que merece más atención. Un correcto plan de MIP debe estar basado en conocimientos científicos que permitan tomar decisiones sobre la protección de arbolado urbano, que sean seguras, redituables y eficaces.

### **1.5.2. Principales grupos de insectos plaga del arbolado urbano-los cóccidos o cochinillas.**

Los grupos más importantes de insectos plaga del arbolado urbano son los hemípteros (aleyródidos, cóccidos, diaspídeos, psílidos), coleópteros (crisomélidos), lepidópteros (graciláridos, tortricidos, noctuidos), dípteros (agromícidos) e himenópteros (diprionidos) (Dahlsten & Hall, 1999).

La superfamilia Coccoomorpha cuenta con 90 especies pertenecientes a ocho familias y 53 géneros, que afectan tanto a especies herbáceas como leñosas, en los espacios verdes de las ciudades (Granara de Willink & Claps, 2003).

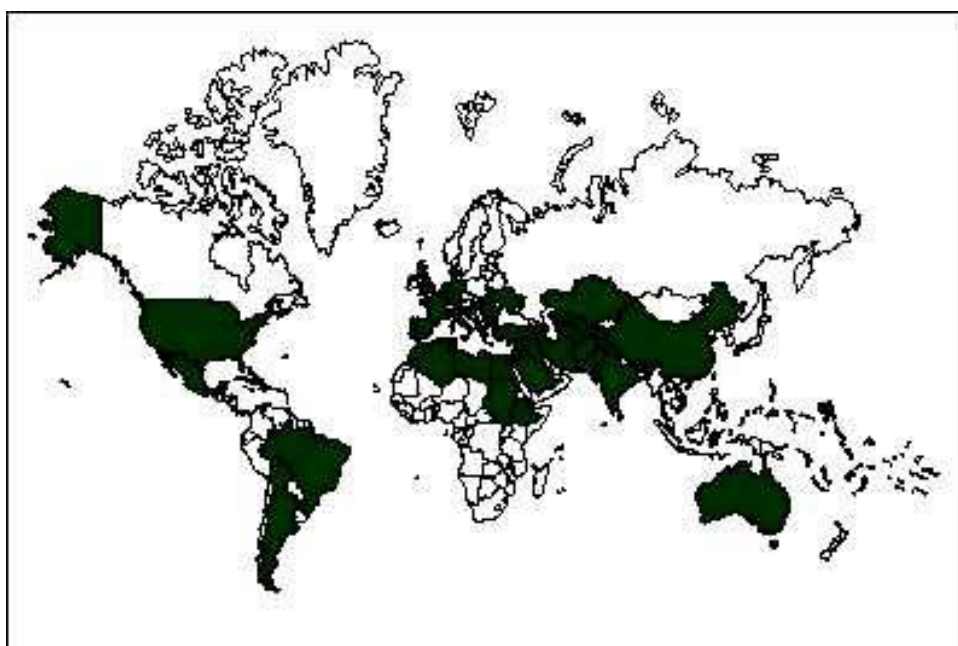
### **1.5.3. Distribución mundial de las cochinillas**

Las cochinillas son un grupo de insectos plagas, en su mayoría se alimentan de savia, los daños causados a las plantas son tanto directos por este hecho como indirectos al general mieles que atraen hongos en las hojas y ramas; además algunos son vectores de enfermedades. Han sido estudiados por su relación más específica con las plantas huéspedes, pero también hay especies que son más polífagas; pueden tener diferentes sistemas de reproducción, tales como la partenogénesis y el hermafroditismo (García et al, 2016)

En la actualidad se han reportadas 28 familias de cochinillas, que comprenden más de 7.500 especies (Ben-Dov & Miller, 2016). La mayoría de estas especies son insectos que se alimentan de plantas, pero se tiene reportes de algunas que se alimentan de hongos. También pueden llegar a ser vectores de patógenos.

La familia Coccidae ocupa el tercer lugar dentro de los Coccoidea. Estas cochinillas están distribuidas en casi todas las regiones del mundo, con predominio en los trópicos y subtropicos (Ben-Dov, 1993; Ben-Dov, 2006) (Figura 7).

Distribución mundial de cochinillas: Afganistán, Argelia, Argentina, Australia, Armenia Azerbaiyán, Bélgica, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Islas Caimán, China, Croacia, Chipre, Egipto, Etiopía, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, India, Irán, Irak, Israel, Italia, Jordania, Kazajstán, Líbano, Libia, Malta, México, Marruecos, Pakistán, Territorio Palestino, Portugal, Rumania, Arabia Saudí, España, Sri Lanka, Sudán, Siria, Taiwán, Tayikistán, Túnez Turquía, Turkmenistán, Ucrania, Reino Unido, Estados Unidos, Uzbekistán.



**Figura 7.** Mapa que muestra la distribución mundial de las cochinillas

## 1.6. LA “COCHINILLA DEL AGUARIBAY” *CEROPLASTIDIA GRANDIS*.

### 1.6.1. Generalidades

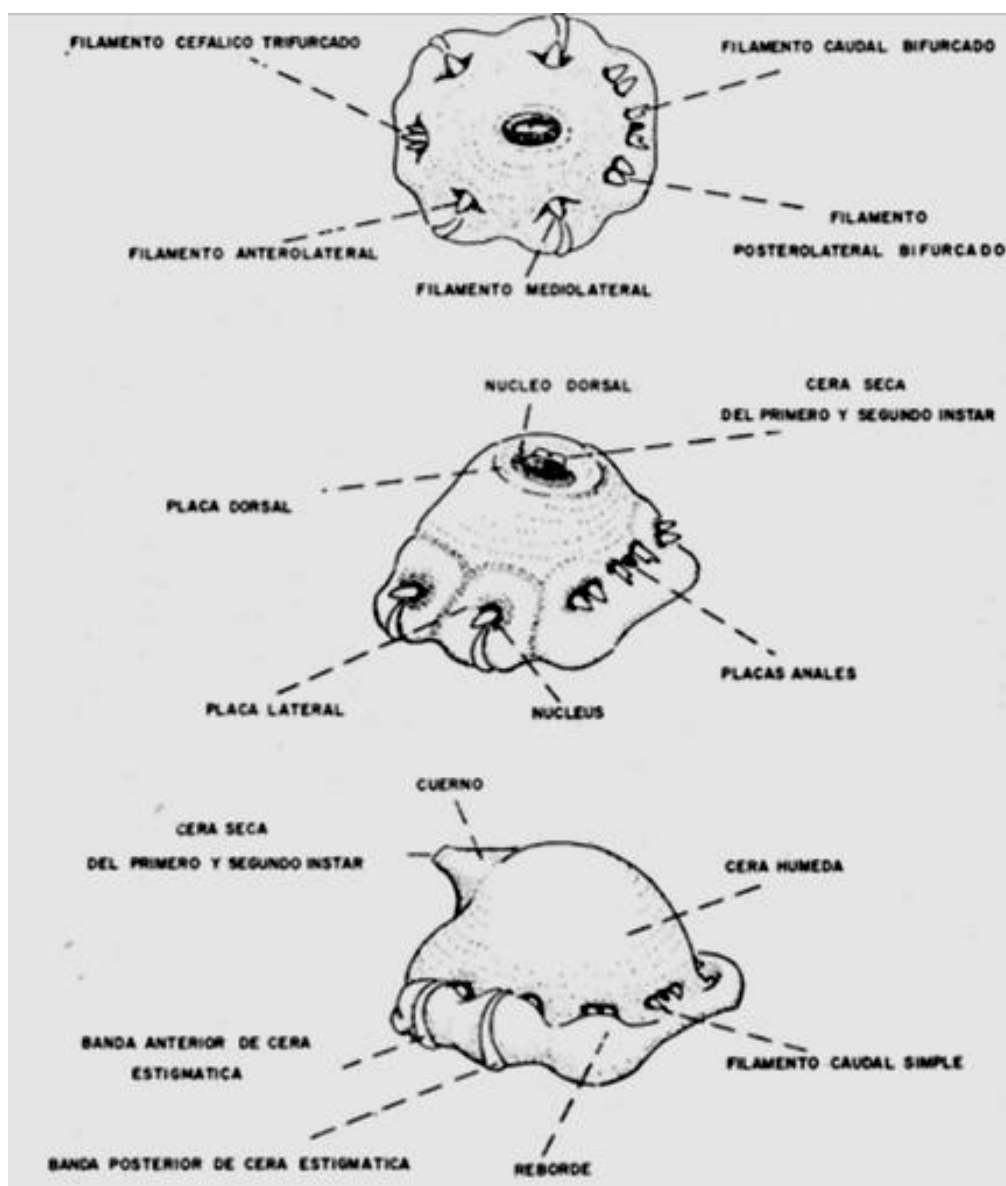
La especie *Ceroplastidia grandis* (Hempel) (Hemiptera: Coccidae) (Figura 8 y 9) es una especie sudamericana (Ben-Dov, 2012). En la Argentina está distribuida en las provincias de Salta, Chaco, Misiones, Tucumán, La Rioja, San Juan, Entre Ríos, Mendoza y Buenos Aires (Granara de Willink, 1999, Granara de Willink & Claps, 2003). Es considerada como una plaga cuarentenaria para el territorio continental de los E.E.U.U., cuyo riesgo principal de invasión es a través de la importación de limones frescos desde Tucumán, Argentina (USDA, 2015).

Tiene varios nombres vulgares, tales como “cochinilla cerosa” o “cochinilla del aguaribay”. Como otras cochinillas, es de hábito polífago, y ataca más de 20 especies ornamentales, forestales, y frutales de importancia económica (Ben-Dov, 2012). Además del daño directo producido por el mecanismo de alimentación de estos insectos, se suma el indirecto por la presencia de hongos que se desarrollan sobre la melaza que excretan. Esto también debilita la planta puesto que ennegrece las hojas disminuyendo la fotosíntesis. El deterioro estético causado a los ejemplares también se considera importante en el caso del arbolado urbano, especialmente en árboles ubicados en centros históricos y arterias comerciales.

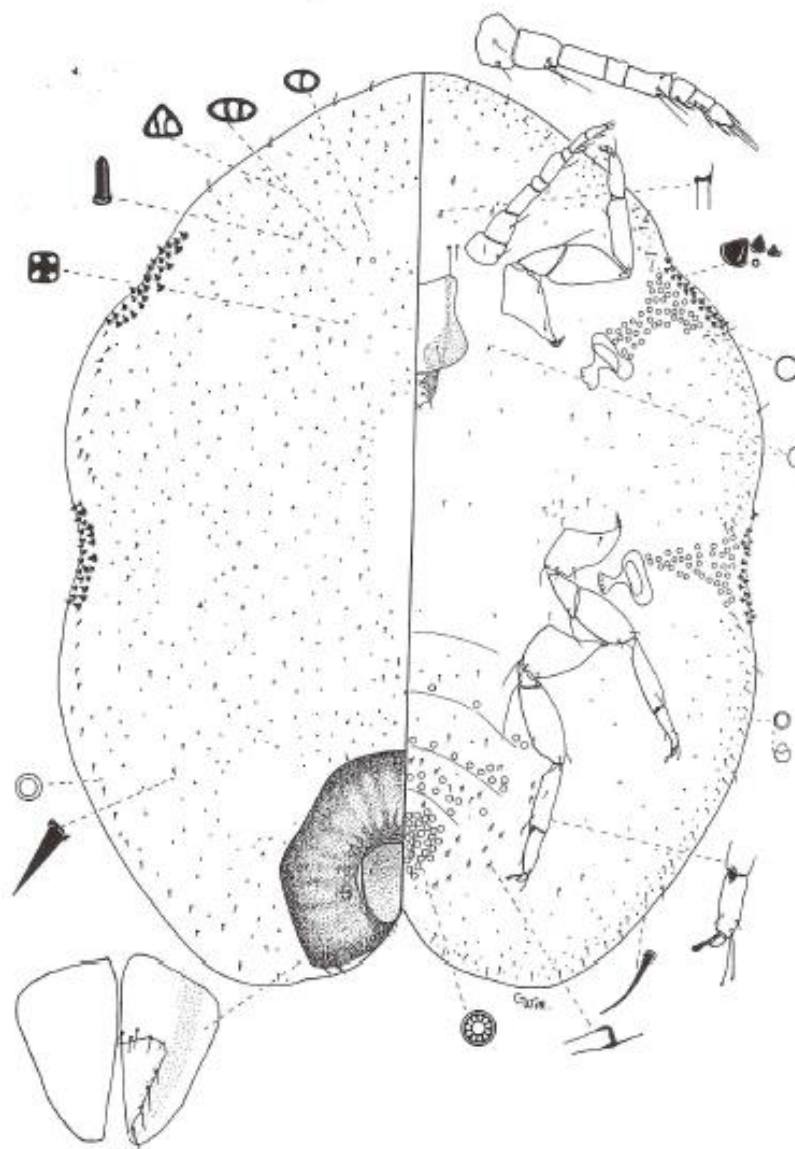
Con respecto a su ciclo de vida, *C. grandis* es una especie partenogenética telitóquica y no se conoce la existencia del macho (Griot, 1955). La hembra adulta genera una gruesa capa o costra cerosa, de color rosado (Figura 9 y 10) y se disponen en masas sobre tallos y pecíolos. La ninfa I (denominada *crawler* o “caminadora”) es la única fase móvil del ciclo de vida, se desplaza por las hojas y tallos, donde luego se asientan para mudar, volviéndose sésiles tanto el resto de los estadios ninfales como la hembra adulta (Granara de Willink, 1999; Peronti et al., 2008). Una hembra puede depositar de 1.500 a 2.000 huevos; generalmente requiere de 11 meses desde el desarrollo de la ninfa hasta el comienzo de la postura, por lo que se trata de una especie univoltina.

Entre los enemigos naturales reportados en Argentina para esta plaga se incluyen: artrópodos depredadores, como las larvas del lepidóptero *Baphala homoeosomella*

(Zeller) (Pyralidae), y parasitoides, entre ellos el afelínido *Coccophagus caridei* (Brethés) y los encírtidos *Anicetus quintanai* (Santis) y *Cordyloodera incognita* (Blanchard). El díptero *Leucopina ceroplastophaga* (Blanchard) (Chamaemyiidae), indicado como de hábito parásito según Griot (1955) y de Santis (1967, 1979), es actualmente considerado depredador de huevos (Gaimari, 2001). Marin Loayza & Aquino (2013) citan para jacarandás del arbolado urbano de la ciudad de La Rioja (Argentina) a 16 morfoespecies de himenópteros parasitoides de *C. grandis*, pertenecientes a las familias Eulophidae, Encyrtidae, Pteromalidae y Aphelinidae.



**Figura 8.** El genero *Ceroplastidia*. Morfología general del escudo ceroso de una hembra adulta. (extraído de Mosquera 1979).



**Figura 9.** *Ceroplastidia grandis* (extraído de Granara de Willink, 1999)

De especial interés para este trabajo de Tesis es la conformación de comunidades más o menos complejas de artrópodos en el arbolado urbano de la ciudad de La Plata, que brindan servicios de soporte, al mantener una alta diversidad y abundancia de enemigos naturales, los que pueden colaborar en el control de las poblaciones de insectos fitófagos (Hanks & Denno, 1993; Raupp et al, 2010; Alvey, 2006).

### 1.1.1. *Ceroplastidia grandis* como plaga del arbolado urbano de la ciudad de La Plata (Prov. de Buenos Aires).

Varias especies componentes del arbolado urbano platense son atacadas por cochinillas según lo informado por la Dirección de Espacios Verdes (DEV) de la Municipalidad de La Plata (Ing. Carolina Gallo, comunicación personal). Entre ellas, se pueden mencionar especies nativas sudamericanas, tales como el “lapacho rosado” *Tabebuia avellaneda* (Lor.) y el jacarandá (Figura 10). En esta última, es particularmente severo el ataque de *C. grandis* en los árboles implantados a lo largo de la Diagonal 73.

Por otra parte, Granara de Willink (1999) señalaron que *C. grandis* puede atacar a cítricos *Citrus* spp. y al “aguaribay” *Schinus molle* L., que también forman parte del arbolado urbano de La Plata.



**Figura 10.** Daño en ramas y hojas por *Ceroplastidia grandis* en *Jacaranda mimosifolia*

*Ceroplastidia grandis* es considerada también como perjudicial en zonas urbanas por las manchas en veredas y calles, debido a la producción de cera. Para el control de *C. grandis*, la DEV realizó tratamientos sanitarios en lapachos y jacarandás, que consistieron en: 1) limpieza manual de ramas, 2) aplicación de aceite emulsionable en las ramas (método de baja toxicidad y buena respuesta), y 3) fumigación con agroquímicos, principalmente contra el ataque severo de los árboles de la Diagonal 73, con un insecticida organofosforado (clorpirifós como principio activo) (según nota publicada en el diario El Día 9/08/2013). En el 2016 se inició una nueva campaña para el control tanto de



jacarandás como lapachos con igual metodología (Gestión Municipalidad de La Plata, 2016).

Si bien a la fecha no hay registros de resultados satisfactorios y consistentes de estos métodos sobre la disminución de las poblaciones de *C. grandis*, surgen diversos interrogantes respecto de la eficacia de estas prácticas y de las alternativas de manejo que podrían adoptarse. Uno de ellos se refiere a si los ataques observados son causados sólo por *C. grandis*, o si hay involucradas también otras especies de “cochinilla”. Aún en el caso de que los ataques se deban exclusivamente a *C. grandis*, el estudio profundo de aspectos clave de su biología y ecología es crítico para el desarrollo de estrategias de manejo efectivas, y menos contaminantes.

Para la asociación *C. grandis*- *J. mimosifolia* en el arbolado urbano platense, se cuenta con información escasa y desactualizada sobre algunos aspectos de su historia de vida (presencia, demografía y fenología) y del daño que ocasiona. También se desconoce la diversidad de enemigos naturales que la cochinilla tiene en el arbolado urbano, como controladores biológicos. Estos conocimientos podrían ser relevantes para manejar la plaga *C. grandis* en el entorno urbano de la ciudad de La Plata y mejorar su estado fitosanitario.

### **1.7. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN DE ESTA TESIS Y OBJETIVOS**

Como se estableció previamente, la ciudad de La Plata tiene un gran número de individuos de *J. mimosifolia* en su arbolado urbano de diferente porte, que caracteriza importantes vías y bulevares. Es un árbol muypreciado principalmente en época de floración, cuando realza la estética del componente arbóreo presente.

Al igual que algunas otras especies de árboles, *J. mimosifolia* es atacado por la cochinilla *C. grandis*. Esto ha ocasionado una disminución de las funciones, bienes y servicios ecosistémicos que presta el arbolado urbano en la ciudad. Si bien no se ha definido de una manera precisa un valor del nivel de daño económico para los árboles o vegetación de una ciudad, la cochinilla *C. grandis* produce: 1) reducción del sombreado por la caída del

follaje; 2) desprendimiento prematuro de flores; y 3) merma en el atractivo estético por floración ausente o aspecto deteriorado de los individuos.

El ataque de *C. grandis* en jacarandás de la ciudad de La Plata puede estar asociado, como ya se mencionó para la aparición de plagas del arbolado urbano en general, a diferentes causas ambientales o fisiológicas, tanto del insecto como de la planta. El conocimiento sobre la demografía y fenología de la plaga, así como de sus enemigos naturales (depredadores, parasitoides, parásitos), permitiría brindar pautas para el control de la cochinilla del aguaribay, disminuyendo e incluso evitando el uso de insecticidas sintéticos, por medio de adecuadas prácticas silviculturales.

Dado que *C. grandis* puede afectar otras especies arbóreas, se espera que esta investigación sea posteriormente completada con otros estudios, de modo que puedan ser de utilidad para manejar a la plaga de manera integral en la ciudad.

Como **objetivo general**, se planteó evaluar la incidencia de la “cochinilla del aguaribay” *C. grandis* en jacarandás (*J. mimosifolia*) en el arbolado urbano de la ciudad de La Plata (Buenos Aires, Argentina). Para ello, se propusieron como **objetivos específicos**:

1. Conocer la abundancia y aspectos demográficos de *C. grandis* en árboles de jacarandá del arbolado urbano de la ciudad de La Plata.
2. Identificar y analizar factores relevantes que puedan estar influenciando la presencia y desarrollo de la plaga en La Plata, tales como el entorno (i.e. árboles aislados vs. agrupados con otros ejemplares de su misma especie), o el tamaño de los árboles.
3. Determinar la presencia y abundancia de artrópodos depredadores y parasitoides de *C. grandis* en árboles de jacarandá del arbolado urbano de la ciudad de La Plata.

## **1.8. HIPÓTESIS**

### **1.1.2. Hipótesis 1:**

- Los árboles de jacarandá están atacados por *C. grandis* de manera diferencial, según su tamaño y ubicación relativa en el Casco Urbano Platense.

Predicción 1: Árboles en entornos agrupados presentarán un mayor grado de ataque que árboles plantados en forma aislada.

Predicción 2: Árboles más grandes presentarán un mayor grado de ataque que los de menor porte.

### **1.1.3. Hipótesis 2:**

- La población de *C. grandis* en los jacarandás del arbolado urbano de La Plata sufre una mortalidad debido a cambios fenológicos de la planta y al ataque de enemigos naturales.

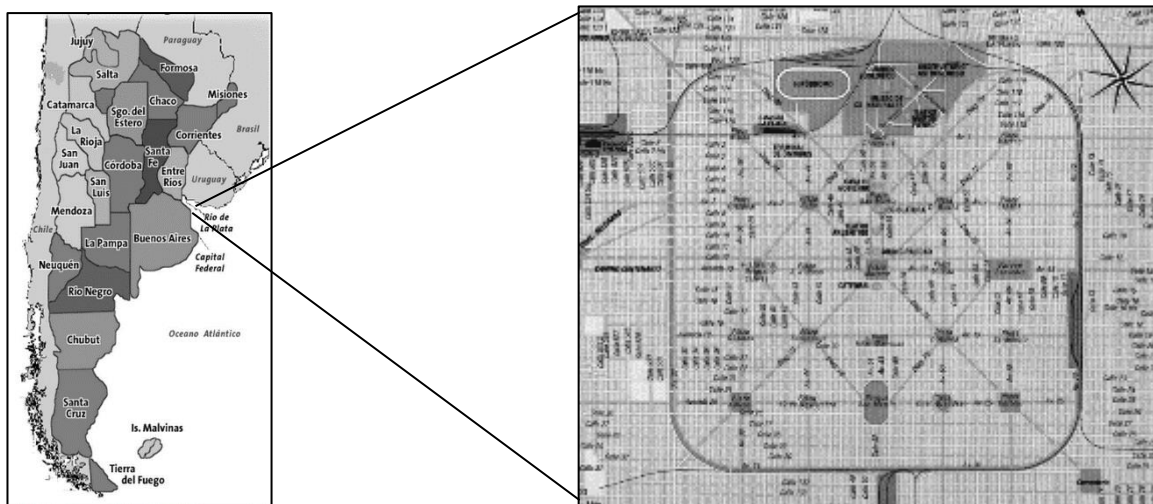
Predicción 1: Mayor mortalidad de individuos de la cochinilla durante el período de la defoliación.

Predicción 2: Presencia de un complejo de enemigos naturales (hongos, parasitoides y depredadores) atacando a *C. grandis*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La evaluación de la incidencia de *C. grandis* en los jacarandás del arbolado urbano platense se realizó dentro de los límites del Casco Urbano. La ciudad de La Plata es la capital de la provincia de Buenos Aires, República Argentina, y sus coordenadas son 34°55' S, 57° 57' W. Está emplazada a 9,87 m sobre el nivel del mar, a 10 km de la costa del Río de la Plata (Figura 11).



**Figura 11. Ubicación geográfica de la ciudad de La Plata, en la República Argentina (izquierda) y detalle del mapa de la ciudad de La Plata, mostrando el Casco Urbano, comprendido entre las Avenidas 1, 72, 31 y 32.(derecha).**

Biogeográficamente, la ciudad se encuentra en la provincia Pampeana (Región Neotropical, Dominio Chaqueño), extendida sobre llanuras horizontales o poco onduladas. La provincia está dominada por una vegetación de estepa de gramíneas, con algunos bosques marginales junto a cursos de agua (Cabrera & Willink, 1980). El clima es templado cálido, con una temperatura promedio anual de 16,3°C, precipitaciones medias anuales de 1.023 mm, humedad media anual de 77,6 % y viento dominante del sudeste ([www.meteofa.mil.ar](http://www.meteofa.mil.ar)).

El Casco Urbano, en forma de cuadrícula, tiene una superficie de aproximadamente 15 km<sup>2</sup>, y cuenta con 36 calles en sentido norte-este y 36 sentido sur-oeste, delimitado por

cuatro avenidas de circunvalación (Figura 11). El Censo Nacional 2010 relevó una población aproximada de 500.000 habitantes.

Por fuera de la circunvalación, la urbanización de La Plata fue extendiéndose desde su fundación, superando ampliamente la superficie original del casco. La planificación paisajística en estos sectores no siguió el patrón de arbolado original.

El arbolado del Casco Urbano platense contiene una dotación de 80.000 árboles, según el censo elaborado en 2006 por la cátedra de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata. Para esta investigación, la información del censo fue cedida por la Dirección de Espacios Verdes (DEV) de la ciudad de La Plata. Esta incluye información sobre los árboles ubicados en veredas, bulevares, 22 plazas y cinco parques. La base de datos contiene la ubicación de cada árbol en el plano del Casco Urbano (calle y numeración de la vivienda más cercana), por especie, y mediciones de variables dendrométricas, tales como altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), entre otras.

La incidencia de una plaga está directamente relacionada a la oferta de recursos disponibles, máxime cuando éstos se encuentran concentrados espacial o temporalmente (Kogan, 1998). Por ello, para el presente trabajo de tesis se consideraron dos situaciones o “entornos” de los árboles de *J. mimosifolia*, según su ubicación en el mapa (Figura 12): **a) árboles agrupados**, es decir que forman masas o alineaciones forestales monoespecíficas con un mínimo de 2 individuos cercanos ( $< 100$  m), y **b) árboles aislados**, definidos como individuos que no forman masas homogéneas, y se encuentran a más de 100 m de otros ejemplares de la misma especie. Tanto los árboles agrupados como los aislados pueden encontrarse en veredas, plazas y parques.

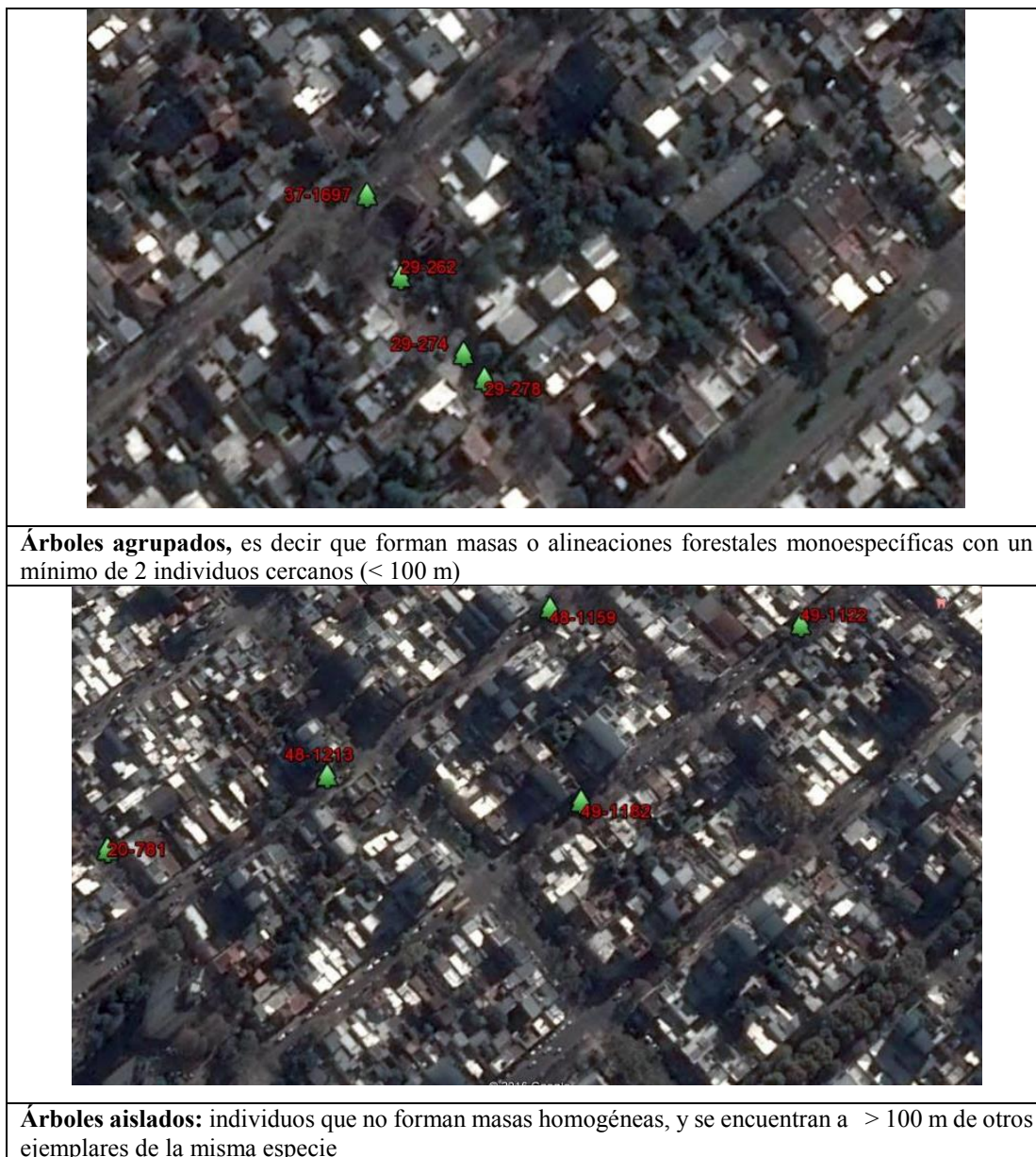


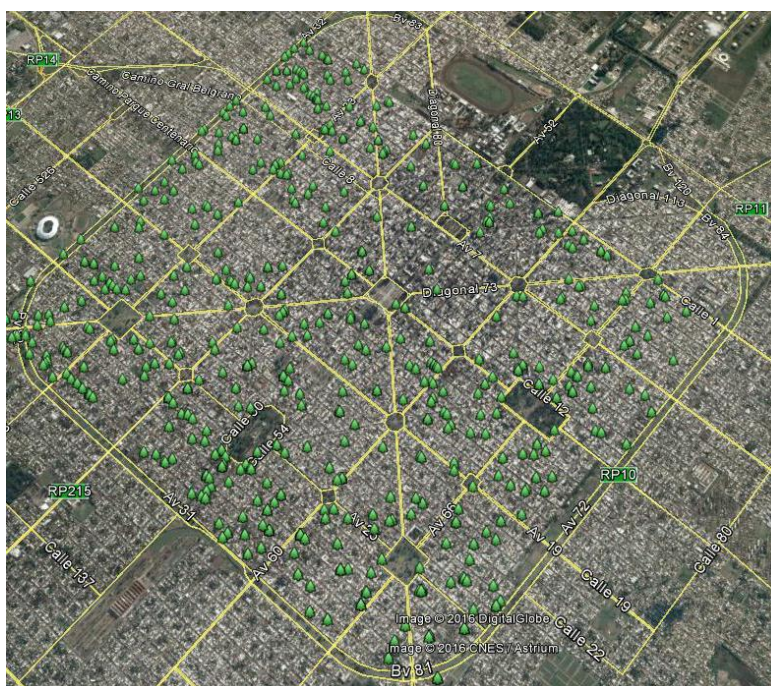
Figura 12. “Entorno” disposición espacial estudiada del *Jacaranda mimosifolia*

## 2.2 MUESTREO DE *C. GRANDIS*, INVENTARIO Y DENDROMETRÍA DE ÁRBOLES DE *J. MIMOSIFOLIA*

Las cochinillas (Hemiptera: Coccidae) presentan algunos problemas a la hora de muestrearlas. Son pequeñas, difíciles de reconocer en algunos casos, y en especial las ninfas del primer estadio o denominadas también caminadoras, son muy móviles. También es común que estos insectos se distribuyan de forma agregada o amanchonada en las ramas. Es por ello que el muestreo consideró tomar un número alto de unidades de muestreo, para incluir estas partes de la planta (Speight, 2007).

El estudio se llevó a cabo durante cuatro estaciones de crecimiento: otoño, invierno, primavera y verano. Para elegir la fecha de cada muestreo, se consideró el mes intermedio de cada estación: INVIERNO: agosto 2012; PRIMAVERA: octubre 2012, VERANO: enero de 2013; OTOÑO: mayo de 2013.

La selección de los árboles de jacarandá a relevar se realizó basada en la información del censo. Cabe aclarar que en este estudio no se tuvieron en cuenta los árboles implantados en la Diagonal 73 ya que éstos son frecuentemente tratados con insecticidas, tal como se explicó anteriormente (Introducción, página 28). Primero se seleccionaron aquellos árboles que pertenecían a la especie *J. mimosifolia*, y esta información fue volcada en un plano a partir de un software libre (Google Earth, 2012). Esto permitió obtener una primera observación de la ubicación o distribución de la especie en la ciudad de La Plata (Figura 13).



**Figura 13.** Fotografía satelital de la distribución de árboles de *J. mimosifolia* en el Casco Urbano Platense, según un censo de la Dirección de Espacios Verdes de la ciudad de La Plata (Google Earth 7.1.5.15557), Ver **Anexo 3**.

El método de muestreo utilizado fue el propuesto por Tooker & Hanks (2000), Speight (2007) y Meineke et al. (2013), que consiste en un examen macro y microscópico de partes aéreas de los árboles. Esta técnica es recomendada para el estudio de insectos que se alimentan externamente a los tejidos vegetales, como es el caso de *C. grandis*, y

asimismo permite evaluar la presencia de enemigos naturales asociados a estos herbívoros. En este caso, se consideró el corte de cuatro ramas por árbol, de un número determinado de árboles, por estación; en adelante se refiere al árbol como el total de observaciones realizadas en las cuatro ramas.

Para determinar el número de árboles adecuado para calcular la densidad poblacional de la cochinilla en árboles de *J. mimosifolia*, se realizó un muestreo previo o premuestreo de *C. grandis*. El muestreo fue de tipo estratificado, ya que *J. mimosifolia* presenta distribuciones y clases diamétricas diferentes en la ciudad, como por ej., muy agrupados y de gran porte, como los ubicados en los alrededores de la diagonal 73, o en forma aislada, algunos grandes y otros de menor tamaño, cuando nos alejamos del centro geográfico de la ciudad (Figura 13). Para ello se consideraron cuatro cuadrantes - dividiendo al Casco Urbano de la ciudad de La Plata en dos ejes perpendiculares-, y dentro de cada uno se tomaron aleatoriamente siete u ocho árboles dependiendo de la cantidad de árboles del cuadrante, hasta completar los 30 individuos.

Una vez elegidos los árboles, se seleccionaron de cada uno cuatro ramas, una de cada punto cardinal, de las cuales se cortó un segmento de 50cm de cada rama (total: 4 segmentos de 50cm por árbol). Los cortes se realizaron con un corta-ramas telescópico cuya altura máxima fue de 5,5m, más la altura del operario. Las porciones de ramas se colocaron en bolsas de polietileno, etiquetadas con datos del árbol y su ubicación con la dirección de la casa más cercana. Las bolsas se trasladaron al laboratorio para el posterior conteo del número de cochinillas sobre ramas, pecíolos y hojas (ver más adelante). También se registró en formularios de campo (Anexo 1 y Anexo 2) la intensidad del ataque de *C. grandis* alto (cuando se percibe en todas las ramas del árbol) medio (cuando se percibe en menos de la mitad de las ramas) o bajo (cuando es poco perceptible a simple vista el ataque) y la presencia o ausencia de prácticas silvícolas o daños que presente (ramas quebradas, presencia de podas, pudriciones, presencia de clavos u otro objeto en el tronco o ramas). Además se registró la presencia de enemigos naturales (hongos, depredadores y parasitoides).

Para el cálculo del número adecuado de unidades de muestreo (árboles) para estimar la densidad de *C. grandis*, se aplicó la siguiente fórmula (Mostacedo & Fredericksen, 2000):



$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Siendo:

n = Numero de árboles de jacarandá de la ciudad de La Plata a ser muestreados.

E = Error de muestreo del 5%.

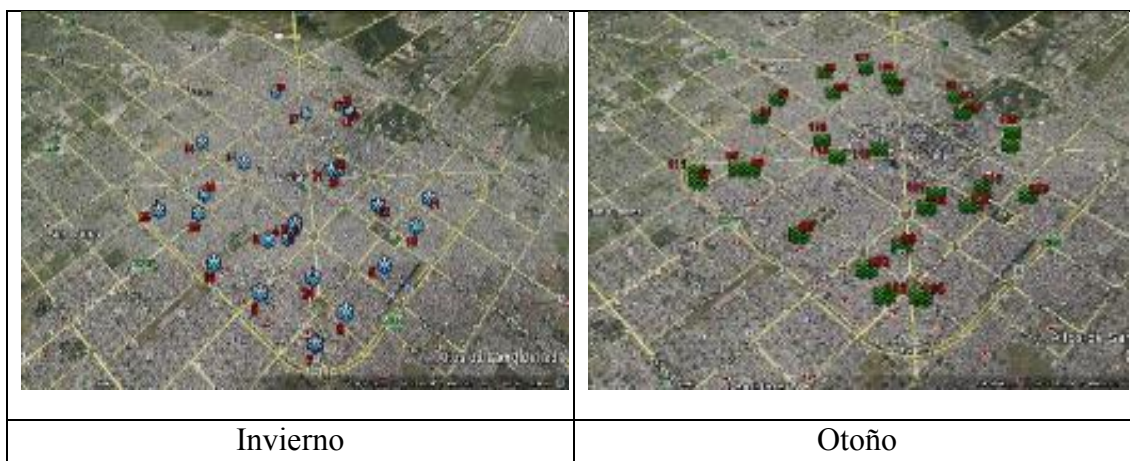
t = Valor que se obtiene de las tablas de “t” de Student.

N = Total de árboles de jacarandá censados por la DEV.

CV = Coeficiente de variación del premuestreo.

El muestreo preliminar permitió corroborar que el número adecuado de árboles a muestrear para determinar la densidad poblacional de la plaga en jacarandás de la ciudad de La Plata varió entre 28 y 30 árboles.

Tanto para este muestreo preliminar como para los muestreos posteriores se siguió el método descrito. En la Figura 14 se observan los árboles que se seleccionaron para muestrear, por estación del año.





**Figura 14.** Ubicación espacial de los árboles muestreados por estación. Año 2013.

Para actualizar la información de las variables dendrométricas de la base de datos de la DEV, de cada árbol se tomaron los siguientes datos:

- **DAP:** Diámetro a la altura del pecho (a 1,30m) en centímetros.
- **Diámetro promedio de copa:** Diámetro de la proyección espacial de la copa de cada árbol en metros; se tomaron dos medidas perpendiculares y se promedió entre ellas.
- **Altura total del árbol:** por medio de fotografías digitales con un valor de referencia (altura del corta ramas) se estimó la altura del individuo muestreado.
- **Numero de ramas principales:** Conteo de las ramas en la primera bifurcación dada en el tallo principal.

### 2.3 TOMA DE DATOS FENOLÓGICOS DEL JACARANDÁ

Para poder analizar la influencia de la fenología de los árboles de jacarandá implantados en la ciudad de La Plata sobre la abundancia poblacional de *C. grandis*, debió recabarse información sobre los cambios estacionales que sufre la planta a lo largo del año, ya que la especie es originaria del Norte del país (Apartado 1.4 de esta Tesis), por lo que su implantación en un área de clima templado y en un ambiente urbanizado, podría presumir que ocurran cambios en su fenología.

Por medio de un formulario, se registró para cada árbol al momento del muestreo de *C. grandis* (Cuadro 3):

**Cuadro 3.** Características para la toma de datos fenológicos en *Jacaranda mimosifolia*

Sitio	Nomenclatura de la dirección más próxima	
Fecha	mes/día/año	
<b>Feno-etapa</b>	<b>Características del follaje</b>	Brote foliar
		Cambio de coloración
		Hojas maduras
		Caída de folíolos
		Caída de hojas o del raquis (eje central de la hoja compuesta)
	<b>Características de la floración</b>	Botón floral
		Flor madura
	<b>Características de la fructificación</b>	Fruto inmaduro
		Fruto maduro
		Dehiscencia
		Persistencia de vaina

Se definieron cinco feno-etapas de *J. mimosifolia*. Se aplicó una escala de valoración, de 0 a 100%, para cada una de las características de follaje, fructificación y floración:

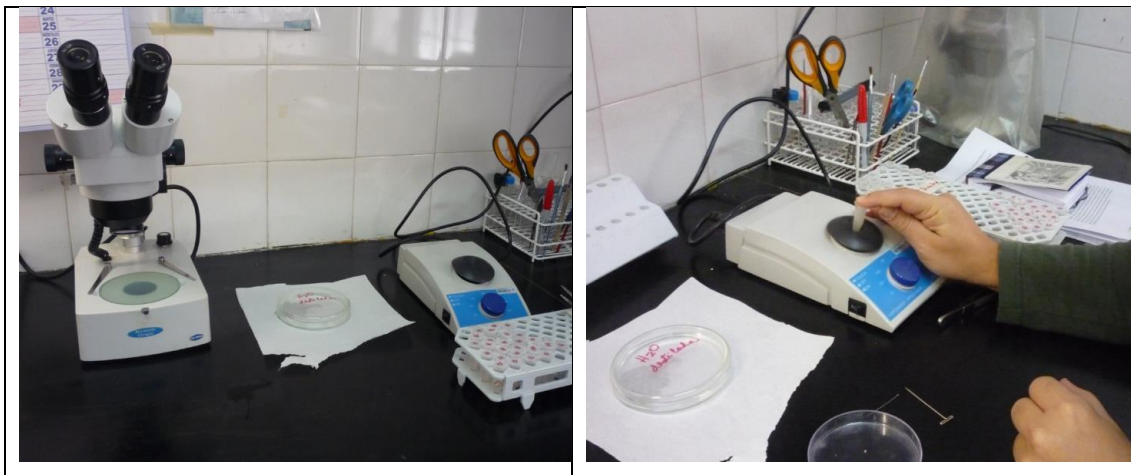
- a) Ausencia de la característica 0%.
- b) Presencia de la característica, con un ámbito desde 1-25%.
- c) Presencia de la característica, con un ámbito desde 26-50%.
- d) Presencia de la característica, con un ámbito desde 51-75%.
- e) Presencia de la característica, con un ámbito desde 76-100%.

Esta información se comparó con la disponible para el área de distribución natural de la especie ([www.floraargentina.org](http://www.floraargentina.org)).

## 2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE DE COCHINILLA

Para confirmar que la identidad taxonómica de la especie de cochinilla correspondiera a *C. grandis*, se preparó material para su estudio microscópico. La Dra. Lucía Claps (Instituto Miguel Lillo, UNT, Tucumán, Argentina), especialista en taxonomía de Coccoidea, realizó la confirmación. El material se preparó siguiendo técnicas de clarificación, tinción, deshidratación y montaje semi-permanente de Williams y Granara de Willink (1992); las que se describen a continuación (Figura 15):

- Para quitar la capa cerosa, se colocaron ejemplares de cochinillas adultas individualmente en tubos Eppendorf (2 ml) con alcohol etílico al 70% por un mínimo de 2 horas. Luego fueron agitadas con un agitador tipo vórtex para eliminar restos de cera pegados al cuerpo.
- Para aclarar las partes esclerosadas del cuerpo, se pasaron a tubos de vidrio tipo de Kahn (20 ml) con una solución de hidróxido de potasio (KOH) 10%. Los tubos se calentaron hasta la ebullición en un baño de maría por 5 minutos.
- Se lavaron con alcohol 70%, y para expulsar el contenido líquido del cuerpo, se presionó suavemente con una aguja.
- Continuando con la clarificación, se transfirieron a otros tubos de Kahn, con una solución de fenol + hidrato de cloral, en proporciones iguales, y se colocaron en baño de maría por 10 minutos.
- Se tiñeron con fucsina ácida.
- Se deshidrataron, por medio de un lavaje con una serie de alcoholes de graduación creciente (70%, 80%, 95% y absoluto), durante 10 minutos en cada solución.
- Para aclarado y limpieza final, se transfirieron a cellosolve (etilen glicol monoetil éter) por un mínimo de 6 horas.



**Figura 15.** Preparación de material para su estudio taxonómico. (A). Equipo utilizado. (B). Extracción de capa cerosa de hembras de *C. grandis* para su aclaración y montaje.

Los ejemplares fueron montados en portaobjetos con una gota de bálsamo de Canadá. Los preparados se secaron a estufa (40 ° C) durante 15 días.



**Figura 16.** Imágenes de hembras adultas de *Ceroplastidia grandis*. Arriba: con recubrimiento ceroso. Abajo: sin la capa cerosa.

## 2.5 ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DE *C. GRANDIS*.

Para estimar la abundancia de cochinillas en los árboles de jacarandá, las muestras de ramas traídas en cada fecha se revisaron cuidadosamente, en primer lugar, a ojo desnudo, y luego con la ayuda de una lupa binocular. Para ello, se separaron, por árbol muestreado, las ramas menores y hojas, cuyo número se registró, y se almacenaron en heladera a 6° C. Los individuos de *C. grandis* se contabilizaron según los diferentes estados de desarrollo (huevo, ninfa, adulto).

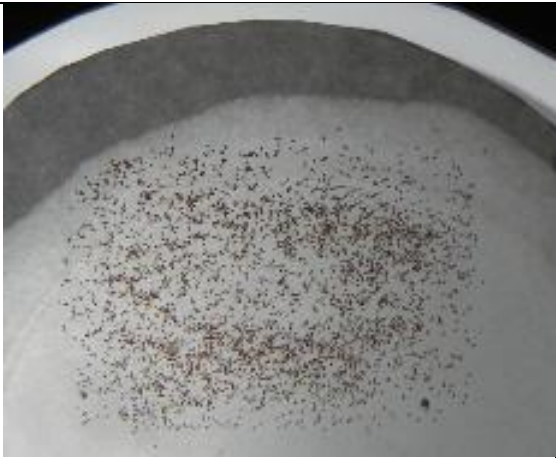



Para el conteo de ninfas y adultos, se separaron y se contaron sobre una cartulina negra con un contador manual todos los individuos presentes en las ramas y hojas de cada árbol muestra. También se registró la presencia de enemigos naturales (Anexo 2).

En el caso del conteo de huevos, debido al gran número presente, se utilizó el software libre ImageJ (Versión 1.2), una herramienta de medición de fotografía digital, aplicada para la cuantificación de partículas, tamaño de partes de insectos, huevos, larvas, entre otros.

El procedimiento fue el siguiente:

- 1- Cada hembra grávida fue colocada individualmente en una caja de Petri plástica transparente, y con un pincel se separaron los huevos (Figura 17);
- 2- Las cápsulas se ubicaron en una cámara de contraste, que constó de una cartulina blanca aceitada para dejar pasar mayor cantidad de luz ubicada bajo la caja de Petri, y un recuadro negro que las circunscribía por encima, iluminada por una fuente de luz en la parte contraria al lugar donde se depositan los huevos (Figura 17-19);
- 3- Se tomaron fotografías con una cámara Nikon P100 (Resolución 10 mega pixeles)
- 4- Se analizaron las imágenes usando el programa ImageJ (Figura 20) el cual requiere realizar primero la calibración digital del tamaño del elemento o ítem a medir, en este caso huevos de *C. grandis*; para esto se tomaron muestras hasta llegar a un valor promedio con un coeficiente de variación menor de 15%. Una vez obtenido el tamaño promedio de

la imagen a contabilizar, se realizó el conteo según metodología del programa, lo cual arrojó un error menor del 5%.

	
<p><b>Figura 17.</b> Cantidad total de huevos de una cochinilla</p>	<p><b>Figura 18.</b> Montaje en cámara de contraste</p>
	
<p><b>Figura 19.</b> Fotografía en cámara de contraste</p>	<p><b>Figura 20.</b> Salida en el software libre ImageJ (Versión 1.2) para su conteo</p>

## 2.6 IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES

Con respecto a los enemigos naturales, durante los muestreos se observó *in situ* y también se capturaron ejemplares de artrópodos depredadores. Estos fueron fijados en alcohol 70 % para su posterior identificación.

Para evaluar la presencia de parasitoides que atacan a *C. grandis*, las secciones de ramas recolectadas con presencia de cochinillas se acondicionaron en bolsas plásticas (500 ml) tipo Ziploc®, con papel tisú para retener exceso de humedad. Las partes más blandas se

colocaron en potes plásticos con tapa a las que se les practicó un orificio cubierto con voile para permitir la aireación (Figura 21).



**Figura 21.** Unidades donde se mantuvieron hojas de *J. mimosifolia* con presencia de adultos de *C. grandis* para obtener enemigos naturales.

Todo el material se mantuvo en bioterio con temperatura, fotoperíodo y humedad relativa controlados (25 ° C, 16:10 L:O, 70% HR). Se revisó periódicamente para registrar la emergencia de larvas/pupas de parasitoides.

También se estudió el ataque por hongos entomopatógenos a *C. grandis*. Para ello se tomaron muestras de las cochinillas infectadas y de los residuos presentes en la madera donde estas se posaban. Este material fue observado bajo microscopio para su identificación.

Los ejemplares de Diptera Chamaemyiidae fueron estudiados por Stephen D. Gaimari (Plant Pest Diagnostics Center, California Department of Food and Agriculture, EEUU), los de Acari por Claudia Cédola (CEPAVE, CONICET – UNLP) y los hongos por Claudia López Lastra (CEPAVE, CONICET – UNLP). El resto de los entomófagos fue determinado por quien suscribe esta Tesis, utilizando bibliografía y claves (Pastrana & Braun, 2004).



## 2.7 ANÁLISIS

Sobre la base de la información obtenida, se estimaron en primer lugar, los parámetros dendrométricos de los jacarandás del arbolado urbano platense, tales como altura, DAP, diámetros de la copa, número de ramas principales etc. (Anexo 2) a la vez que se determinaron las etapas fenológicas del jacarandá. Con estas se realizó un análisis exploratorio de componentes principales (CP) para extraer aquellas variables que puedan explicar la presencia de *C. grandis* en jacarandás, teniendo en cuenta el DAP, el diámetro de copa (DC), altura, número de ramas principales (# Ramas ppls), porcentaje de floración, porcentaje de caída de hojas, porcentaje del cambio de coloración en las hojas, entre otras.

Por medio de análisis de regresión se evaluó la relación entre el tamaño y la fenología del árbol con la abundancia de cochinillas encontrada. Estos análisis se realizaron con el programa Statgraphics Centurion (2009).

La posible influencia entre los entornos de los árboles respecto a la abundancia de cochinilla encontrada fue indagada con una prueba de medias, con un nivel de significancia del 5%. Esto se realizó por estación.

La influencia de la distancia (m) entre individuos de *J. mimosifolia* -que define los entornos aislado o agrupado de los árboles-, y su relación con la abundancia de *C. grandis*, se analizó por medio de un correlograma (Gil et al. 2014). Esta herramienta permitió analizar el comportamiento espacial de la incidencia de *C. grandis* sobre *J. mimosifolia* en la ciudad de La Plata. Se empleó el programa estadístico R Core Team (2013).

La información sobre la fenología de los individuos de *J. mimosifolia* (Anexo 1) y de la incidencia de cochinillas se utilizaron para evaluar el daño causado. Se usaron regresiones logísticas, lineales y binomiales, dependiendo de la naturaleza de las variables (categóricas, de datos continuos, proporcionales) (Neefus et al., 2004). Se prestó especial atención a las variables “caída de hojas” y “caída de flores”, por ser las más relacionadas con los servicios ambientales que prestan los árboles de jacarandá (Regulación –sombra- y Cultural –floración). Estas se analizaron con el programa Statgraphics Centurion (2009).

Adicionalmente se realizaron mapas poblacionales de la distribución de *C. grandis* en La Plata, y de la ocurrencia de los enemigos naturales encontrados para observar las zonas más afectadas en la ciudad de La Plata por la cochinilla; estos se desarrollaron con el programa ArcGIS (2010).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. IDENTIFICACIÓN DE *C. GRANDIS* Y DENSIDAD EN EL ARBOLADO URBANO DE LA PLATA

La cochinilla *C. grandis* exhibió un único ciclo generacional anual sobre el jacarandá, comportándose como una especie univoltina en el arbolado platense (Figura 22). La hembra adulta, conocida como estado de camafeo o “cameo stage” produce huevos a finales del verano (muestreo de marzo). Los huevos quedan protegidos debajo de su abdomen en ovisacos.

Con respecto al estado de ninfa, el primer estadio ninfal (N1), móvil, no pudo ser registrado en este estudio. El segundo estadio ninfal (NII), sésil, fue hallado durante los muestreos de invierno, verano y otoño. La NII fue reconocida por su recubrimiento ceroso aun incompleto y por su coloración roja, amarilla, rosada o parda, distinta de la hembra adulta, que generalmente es blanca.





**Figura 22.** Distintos estados de desarrollo de *Ceroplastidia grandis*, hallados en árboles de jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*). La Plata, Argentina, agosto 2012-mayo de 2013.

Se muestreó un total de 119 árboles de jacarandá en las cuatro estaciones (cada muestra equivale al total de las observaciones de las 4 ramas muestreadas de cada árbol), siendo la abundancia promedio total de *C. grandis*, calculada para todo el período de estudio de 270 individuos por árbol (Cuadro 4).

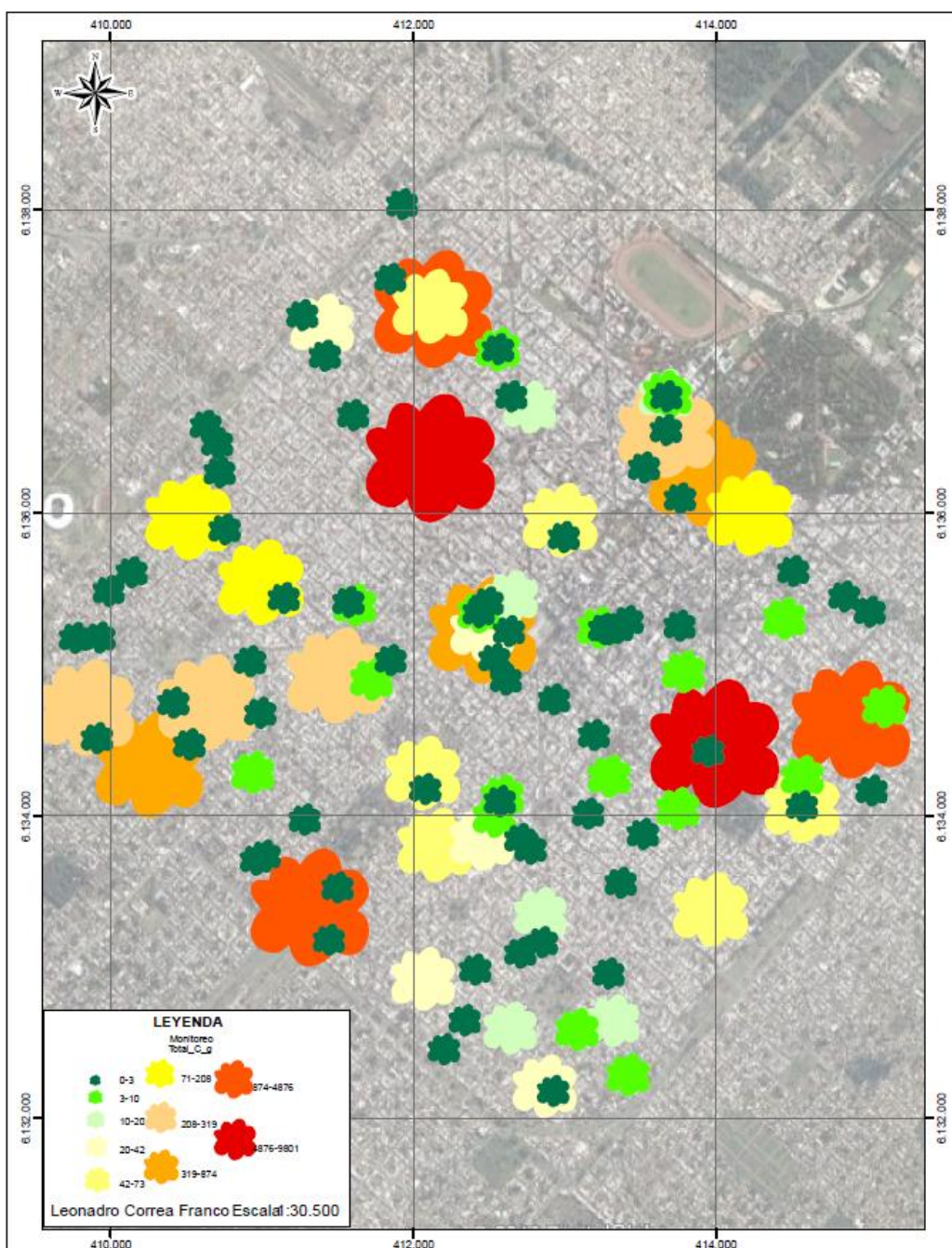
Por otra parte, se observaron especímenes de *C. grandis* tanto en hojas como en ramas. Las cochinillas en estadio NII se ubicaron preferentemente en las hojas (un promedio de 978 individuos/árbol), y en menor medida sobre las ramas (71 individuos/árbol). Las hembras adultas fueron registradas en densidades similares en hojas y ramas ( Cuadro 4).

**Cuadro 4** Número de árboles de *J. mimosifolia* muestreados y número total de individuos de *C. grandis* por árbol (en las cuatro ramas muestreadas), en la La Plata, Argentina.

<b>TOTAL</b>	<b>Invierno (agosto 2012)</b>	<b>Primavera (octubre de 2012)</b>	<b>Verano (marzo 2013)</b>	<b>Otoño (mayo 2013)</b>	<b>Total</b>
<b>Árboles por muestreo</b>	29	31	29	30	119
<b>Huevos</b>	0	0	62066	0	62066
<b>NII</b>	18634	0	39	12175	30848
<b>Adultas</b>	223	822	34	145	1224
<b>Muertas</b>	0	71	41	276	388
<b>NII en hojas</b>	17878	0	0	10853	28731
<b>NII en ramas</b>	756	0	39	1322	2117
<b>Adultas en Hoja</b>	2	509	0	118	629
<b>Adultas en Rama</b>	221	313	34	27	595
<b>PROMEDIO</b>					
<b>PROMEDIO</b>	<b>Invierno (agosto 2012)</b>	<b>Primavera (octubre de 2012)</b>	<b>Verano (marzo 2013)</b>	<b>Otoño (mayo 2013)</b>	<b>Total</b>
<b>Huevos por cochinilla</b>	0	0	1825	0	1825
<b>Huevos por árbol</b>	0	0	2140	0	2140
<b>NII por árbol</b>	643	0	1	406	1050
<b>Adultas por árbol</b>	7.69	26.52	1.17	4.83	40

La densidad de cochinillas mostró una variación estacional. El estado NII fue más abundante en hojas en otoño e invierno, mostrando la misma tendencia aunque con valores promedios más bajos en las ramas. Las hembras fueron más abundantes en primavera, tanto en hojas como en ramas. Aunque se registraron hembras en el resto de las estaciones muestreadas, éstas se encontraban ya muertas con huevos albergados debajo del recubrimiento ceroso. El número promedio de huevos por cochinilla fue de 1.825, y el promedio de huevos por árbol (muestra de las cuatro ramas) de 2.140 (Cuadro 4).

La población de *C. grandis* en los jacarandás de la ciudad de La Plata está ampliamente distribuida; sin embargo, se evidenciaron algunos focos con alta abundancia principalmente en la mitad noreste del Casco Urbano (Avenidas 32, 1, 72 y 13) ( Figura 23). En ese sector de la ciudad, se registraron abundancias entre 319 a 9800 individuos de la cochinilla por árbol. En la mitad sur-oeste muchos árboles no estuvieron afectados (0-3 individuos de *C. grandis* por árbol), alcanzando hasta unas 850 cochinillas por muestra.



**Figura 23.** Mapa de la distribución de la población muestreada de *Ceroplastidia grandis* en los árboles de jacarandá del arbolado urbano de la ciudad de La Plata

### 3.1. FACTORES QUE INFLUENCIAN LA PRESENCIA Y DESARROLLO DE *C. GRANDIS* EN LOS JACARANDÁ DE LA PLATA

El análisis exploratorio por Componentes Principales (ACP) dio como resultado dos componentes que explican el 55.9% de la varianza acumulada tal como se muestra en el Cuadro 5 de esta manera se reduce a dos componentes que explican la abundancia de *C. grandis* asociada a *J. mimosifolia*: uno denominado “fenología”, que agrupa las variables “caída de hojas”, “cambio de coloración de las hojas” y “altura del árbol” para la componente 2, y la componente 1, llamada “tamaño”, que reunió las variables “DC”, “DAP”, “floración” y “número de ramas principales” (Cuadro 5, Figura 24, Anexo 4).

**Cuadro 5.** Análisis de Componentes Principales

Componente		Porcentaje de	Porcentaje
Número	Eigenvalor	Varianza	Acumulado
1	2.17769	36.295	36.295
2	1.17691	19.615	55.910
3	1.0236	17.060	72.970
4	0.896593	14.943	87.913
5	0.579414	9.657	97.570
6	0.145794	2.430	100.000

**Cuadro 6.** Pesos de los Componentes para el análisis de componentes principales de las variables que determinan la abundancia de *C. grandis* en árboles de jacarandá de La Plata.

	Componente	Componente
	1	2
	Tamaño	Fenología
Altura	0,071	-0,691
DAP	0,608	-0,002
DC	0,614	0,234
# Ramas principales	0,266	0,067
Caída de hojas %	-0,110	0,675
Floración	0,408	-0,091

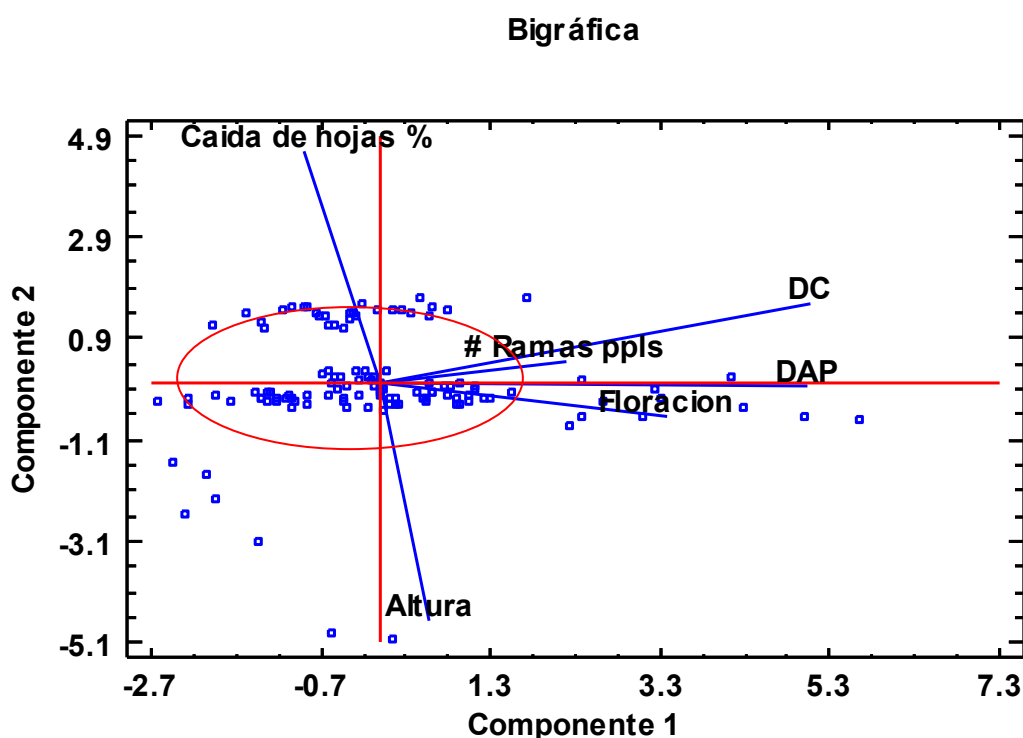


Figura 24. Componentes principales de las variable fenológicas y morfológicas de los Jacarandas mimosifolia de la ciudad de La Plata

Se puede observar que la caída de hojas no se relacionó con el DAP y el DC. Además, existió una relación inversa entre la caída de hojas y la altura de los árboles. En particular, los árboles de menor altura (conjunto de árboles marcado con una elipse por encima del eje 1) manifestaron una relación algo diferente, posiblemente debido al agrupamiento (entorno) de estos árboles o la temporada del muestreo.

No se registró una relación significativa ( $p > 0.05$ ) entre la abundancia de *C. grandis* y las variables “tamaño del árbol” y “fenología”, consideradas en el ACP (Cuadro 5,

Cuadro 6, Cuadro 7, Cuadro 8, Cuadro 9) con un nivel de significancia del 5%.

**Cuadro 7.** Coeficientes para el Total *C.grandis* vs. Fenología

	Mínimos Cuadrados	Estándar <i>r</i>	Estadístico <i>T</i>	
Parámetro	Estimado	Error		Valor- <i>P</i>
Intercepto	188,737	81,0111	2,32977	0,0215
Pendiente	-68,3024	73,8164	-0,9253	0,3567



**Cuadro 8.** Análisis de Varianza para el Total *C.grandis* vs. Fenología

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	663034,	1	663034,	0,86	0,3567
Residuo	8,98315E7	116	774409,		
Total (Corr.)	9,04945E7	117			

R-cuadrada = 0.732679 por ciento

**Cuadro 9.** Coeficientes para el Total *C.grandis* vs. Tamaño

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	188,737	81,3093	2,32123	0,0220
Pendiente	1,13103	55,4719	0,0203893	0,9838

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza para el Total *C.grandis* vs. Tamaño

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	324,315	1	324,315	0,00	0,9838
Residuo	9,04942E7	116	780122,		
Total (Corr.)	9,04945E7	117			

R-cuadrada = 0.000358381 por ciento

Cuando se efectuó el análisis considerando sólo los árboles donde *C. grandis* estuvo presente, se observó una relación estadísticamente significativa entre la incidencia de *C. grandis* y la influencia de la “Fenología” o el “Tamaño” de los árboles, a pesar que su R cuadrado indica que el modelo solo explica el 13.2 % (Cuadro 10).

**Cuadro 11.** Análisis de Varianza de la incidencia de *C. grandis* vs. el tamaño de *J. mimosifolia*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,14182E7	1	1,14182E7	9,10	0,0037
Residuo	7,52797E7	60	1,25466E6		
Total (Corr.)	8,66979E7	61			

R-cuadrada = 13.1702 por ciento

Cuando se analizó la incidencia de la plaga con respecto sólo a la “fenología” no se encontró una relación entre estas dos variables (Cuadro 11).

**Cuadro 12.** Análisis de Varianza de la incidencia de *C. grandis* vs. la fenología de *J. mimosifolia*.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	4,63865E6	1	4,63865E6	3,39	0,0705

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Residuo	8,20593E7	60	1,36765E6		
Total (Corr.)	8,66979E7	61			

R-cuadrada = 5.35036 por ciento

### 3.2. ENTORNO DE *J. MIMOSIFOLIA* Y SU RELACIÓN CON LA POBLACIÓN DE *C. GRANDIS*

La abundancia de las cochinillas hallada en los árboles ubicados en un entorno aislado fue significativamente menor a la encontrada en árboles agrupados, siendo en promedio de 9,48 ( $\pm$  9,73) individuos por árbol para los árboles aislados y de 415,16 ( $\pm$  375,24) individuos por árbol, para árboles agrupados (intervalo de confianza del 95%,  $t=-2.25784$ ;  $P=0.026$ ). Esto se observó para las estaciones de invierno, primavera y verano (Figura 25, Cuadro 12). En otoño, sin embargo, tanto entornos aislados como agrupados presentaron abundancias similares de *C. grandis*.

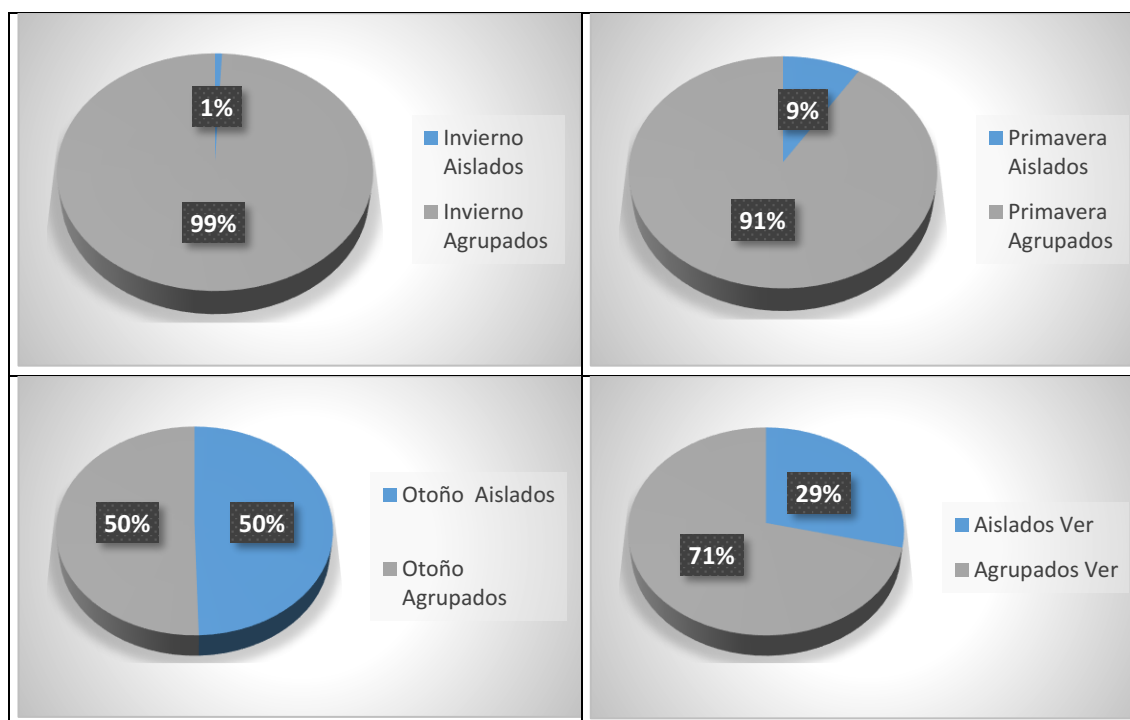


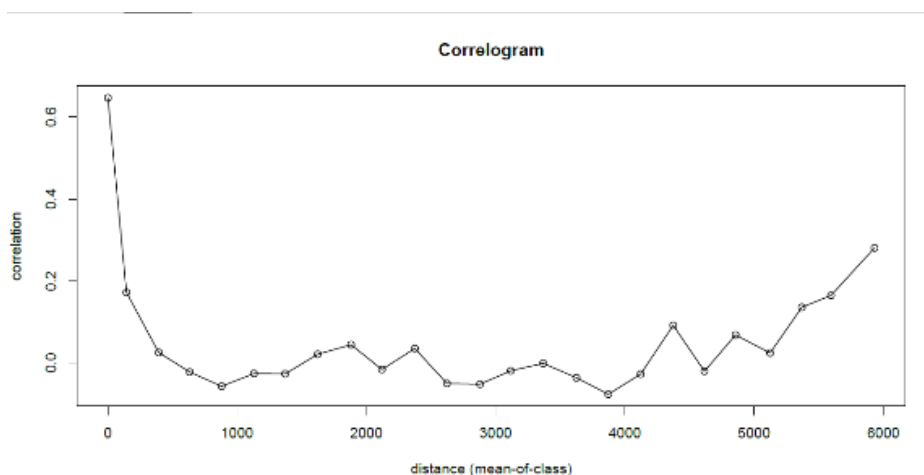
Figura 25. Grafico comparativo entre la cantidad de *C. grandis* en entorno aislado y agrupado

Cuadro 13. Resultados de la prueba de medias entre la abundancia relativa de cochinillas en diferentes entornos con un 95% de intervalo de confianza, realizada por estaciones de muestreo.

Estación de muestreo	Media Aislados	Media Agrupados	Valor t	Valor-P	Hipótesis nula con alfa de 0.05
Invierno	11,0 +/- 9,271	1335,14 +/- 1323,58	2,240	0,034	Rechaza

Primavera	4,389 +/- 8,544	57,1538 +/- 62,101	-2,151	0,040	Rechaza
Verano	1,05 +/- 1,110	5,77778 +/- 10,828	-1,487	0,149	No rechaza
Otoño	83,2 +/- 109,104	90,7857 +/- 111,19	0,105	0,917	No rechaza

Una vez corroborada la diferencia de la abundancia de *C. grandis* entre los dos entornos, se procedió a estimar la distancia entre jacarandás que puede estar determinando el ataque por esta cochinilla. Para esto se conformó una matriz de las distancias entre los árboles con las coordenadas de ubicación de los árboles muestreados en el mapa de la ciudad de La Plata y se relacionó la distancia (en m) entre ellos con la abundancia de cochinillas encontradas por medio de un correlograma (Figura 26).



**Figura 26.** Correlograma entre la cantidad de *Ceroplastes grandis* y la distancia (m) a la que se encuentra el árbol de *J. mimosifolia* más cercano.

Así, se encontró que los mayores focos de ataque ocurren en árboles plantados hasta unos 200 m entre sí.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS RELACIONADAS CON LA POBLACIÓN DE *C. GRANDIS*

El análisis de regresión múltiple llevado a cabo para indagar la correlación entre la abundancia de la cochinilla con el diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa (DC), altura y el número de ramas principales indicó que tal relación no fue significativa cuando se incluyeron los datos de los árboles no afectados por *C. grandis* (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Análisis de Varianza de *C. grandis* contra diámetro a la altura del pecho, diámetro de copa, altura y el número de ramas principales

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	388790	4	97197,5	0,12	0,9744
Residuo	9,01057E7	113	797396		
Total (Corr.)	9,04945E7	117			

R-cuadrada = 0.429628 por ciento, Estadístico Durbin-Watson = 0.870994 (P=0.0000)

Cuando se repitió el análisis sólo con los árboles con presencia de la cochinilla, se obtuvo una regresión significativa para la variable DAP y para el número de ramas principales (Cuadro 15) ( $p < 0,05$ ). El ANOVA mostró que el modelo se ajusta con un nivel de confianza del 95%, y el modelo explica el 42.96% de la abundancia de *C. grandis* registrada en el estudio (Cuadro 16)

**Cuadro 15.** Modelo de *C. grandis* contra diámetro a la altura del pecho, diámetro de copa, altura y el número de ramas principales.

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-1752,71	475,0	-3,68991	0,0005
DAP	96,2306	33,149	2,90297	0,0052
DC	-65,3284	62,4294	-1,04644	0,2998
Altura	80,4821	100,005	0,804785	0,4243
# Ramas pppls	-210,149	79,3639	-2,64792	0,0105

**Cuadro 16.** Análisis de Varianza de *C. grandis* contra diámetro a la altura del pecho, diámetro de copa, altura y el número de ramas principales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	3,40543E7	4	8,51356E6	9,22	0,0000
Residuo	5,26437E7	57	923573		
Total (Corr.)	8,66979E7	61			

R-cuadrada = 39.2792 por ciento, R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 35.0181 por ciento, Error estándar del est. = 961.027  
 Error absoluto medio = 595.266, Estadístico Durbin-Watson = 1.41245 (P=0.0067). Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.283144

La ecuación del modelo resultó ser:

Incidencia de *C. grandis* =  $-1752,71 + 96.2306 * \text{DAP} - 65,3284 * \text{DC} + 80,4821 * \text{Altura} - 210,149 * \#$   
 Ramas principales.

### 3.4. RELACIÓN ENTRE LA FENOLOGÍA DEL JACARANDÁ Y LA POBLACIÓN DE COCHINILLA EN LA CIUDAD DE LA PLATA

En este estudio se observó una mayor abundancia de cochinillas sobre las hojas en comparación con las ubicadas en las ramas (Figura 27 y Figura 28), alcanzando un 73% en hojas y 17% en ramas. A su vez, en ambas partes de la planta, la mayor abundancia se verificó en invierno, aunque en las ramas se registró un segundo pico de abundancia de *C. grandis* en primavera.

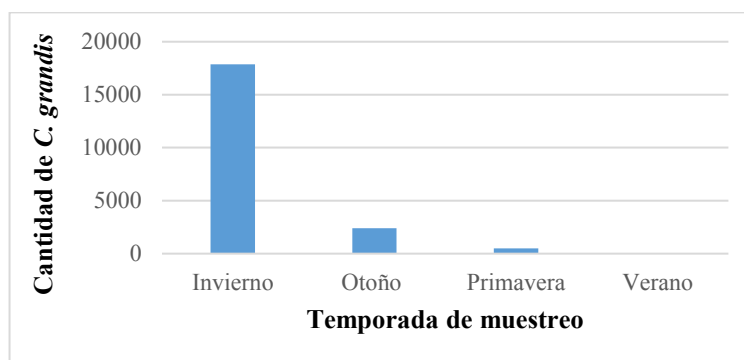


Figura 27. Total de *C. grandis* posadas sobre las hojas en los diferentes muestreos

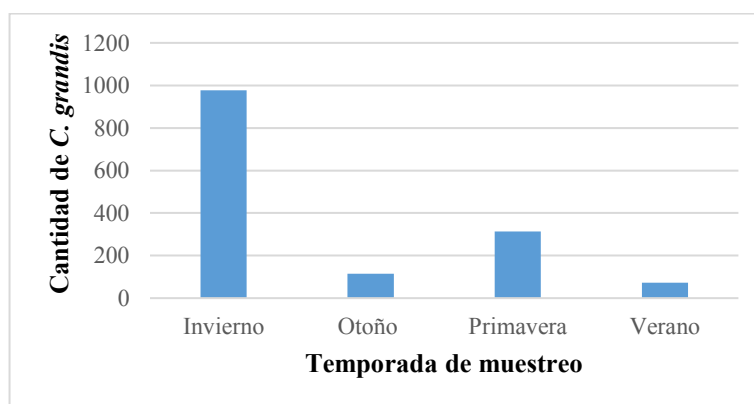
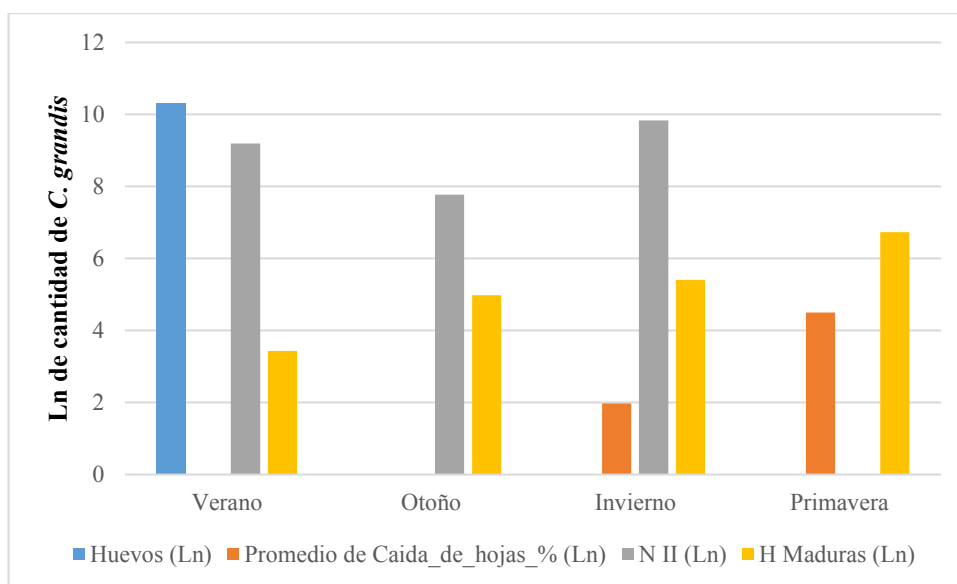


Figura 28. Total de *C. grandis* posadas sobre las ramas en los diferentes muestreos

Estas fueron diferentes estadísticamente, con un intervalo de confianza del 95% para las medias entre los muestreos, Total en hojas =  $176,22 \pm 154,95$ ; Total en ramas =  $12,52 \pm 8,60$  ( $t= 2,089$ ;  $P= 0,037$ ).

La ocurrencia de *C. grandis* se relacionó significativamente con la caída de las hojas del jacarandá, que ocurre en los meses de octubre-noviembre (primavera) (Cuadro 16, Figura 29).



**Figura 29.** Comparación entre la demografía de *C. grandis* y la caída de las hojas en La Plata

**Cuadro 17.** Análisis de Varianza Ocurrencia de *C. grandis* vs Caída de las hojas del jacarandá.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,63447	1	4,63447	21,69	0,0000
Residuo	24,7893	116	0,213701		
Total (Corr.)	29,4237	117			

R-cuadrada = 15.7508 porciento

La ecuación de la regresión lineal fue:

$$\text{Ocurrencia } C. \text{ grandis} = 0,65 - (0,004 \times \text{Caída de hojas } \%)$$

### 3.5. EFECTO DE *C. GRANDIS* SOBRE LA FLORACIÓN DEL JACARANDÁ

No se encontró ninguna relación entre el porcentaje de floración de *J. mimosifolia* y la presencia de individuos de *C. grandis* (Cuadro 18), como así tampoco en la abundancia de *C. grandis* en los árboles de jacarandá (Cuadro 18, Cuadro 19 y Cuadro 20).

**Cuadro 18.** Análisis de Varianza Floración vs. presencia de *C. grandis*.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	19,4105	1	19,4105	0,30	0,5846
Residuo	7492,45	116	64,5901		
Total (Corr.)	7511,86	117			

R-cuadrada = 0.258398 porciento

**Cuadro 19.** Análisis de Varianza Floración vs. Densidad Total de *C. grandis*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P

Modelo	21,3323	1	21,3323	0,33	0,5666
Residuo	7490,53	116	64,5736		
Total (Corr.)	7511,86	117			

R-cuadrada = 0.283981 por ciento

**Cuadro 20.** Análisis de Varianza Floración vs. incidencia de *C. grandis*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	4,31402	1	4,31402	0,11	0,7466
Residuo	2455,36	60	40,9227		
Total (Corr.)	2459,68	61			

R-cuadrada = 0.17539 por ciento

### 3.6. PRESENCIA DE ARTRÓPODOS DEPRDADORES Y OTROS ENEMIGOS NATURALES DE *C. GRANDIS* EN ÁRBOLES DE JARACANDÁ DEL ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD

Se hallaron enemigos naturales en 17 árboles de *J. mimosifolia* del total muestreado (n = 119) en el período de estudio. Se registraron unas 15 especies y morfoespecies de artrópodos depredadores, asociados a la población de *C. grandis* en árboles de jacarandá de la ciudad de La Plata (Cuadro 21). Siete morfoespecies correspondieron al Orden Aranae, dos al Orden Acari y tres al Orden Diptera, mientras que se registró una especie sin identificar de Coleoptera, otra de Lepidoptera y otra de Neuroptera. También se encontraron especímenes de *C. grandis* atacadas por un hongo entomopatógeno.

**Cuadro 21.** Enemigos naturales de *C. grandis* encontrados en ejemplares de jacarandá en el arbolado urbano de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Período 2012-2013.

	Enemigos naturales	Estación*	Tipo de presa**
DIPTERA, Chamaemyiidae			
	<i>Echinoleucopis grioti</i> (Gaimari)	O, I	H
	<i>Echinoleucopis ceroplastophaga</i> (Blanchard)	O, I	H
	<i>Leucopina ceroplastophaga</i> (Blanchard)	O, I	H
ARANAE, Anyphaenidae			
.	7 morfoespecies sin identificar	I	Mv
ACARI, Phytoseiidae			
	1 especie sin identificar	P, V	Mv
ACARI, Hemisarcoptidae			
	1 especie sin identificar	P, V	Mv
COLEOPTERA, Coccinellidae			
	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) (Pallas)	I, P, O	H-Mv

	Enemigos naturales	Estación*	Tipo de presa**
LEPIDOPTERA, Pyralidae			
	<i>Baphala homoeosomella</i> (Zeller)	V, O, I	
NEUROPTERA, Chysopidae			
	1 especie sin identificar	O	H-Mv
FUNGI	<i>Lecanicillium lecanii</i>	V, O	M

\*O=otoño, I=invierno, P=primavera, V=verano

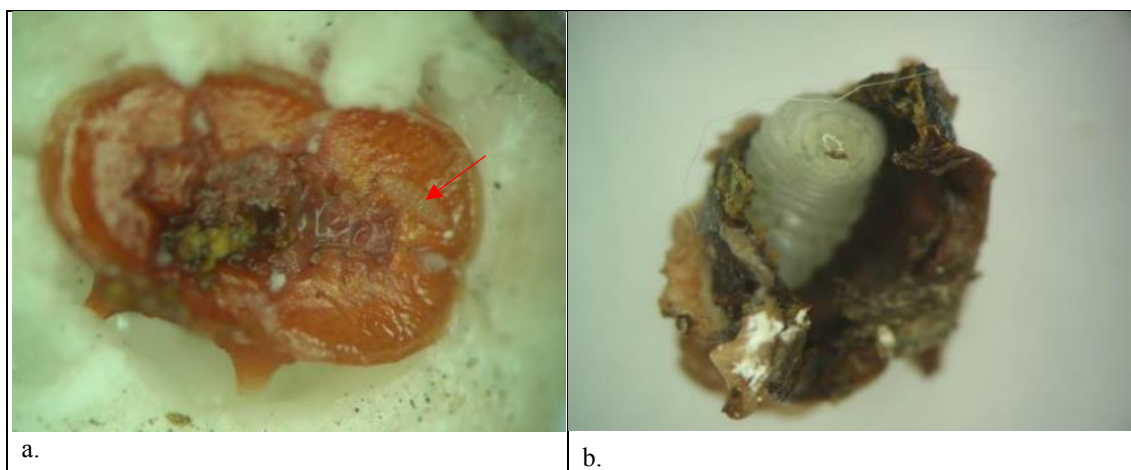
\*\*M=*Ceroplastidia grandis* madura, Mv=*Ceroplastidia grandis* móvil, H= huevo de *Ceroplastidia grandis*

A continuación se realiza una breve sinopsis de la biología, hábitos, y otras características de los enemigos naturales registrados.

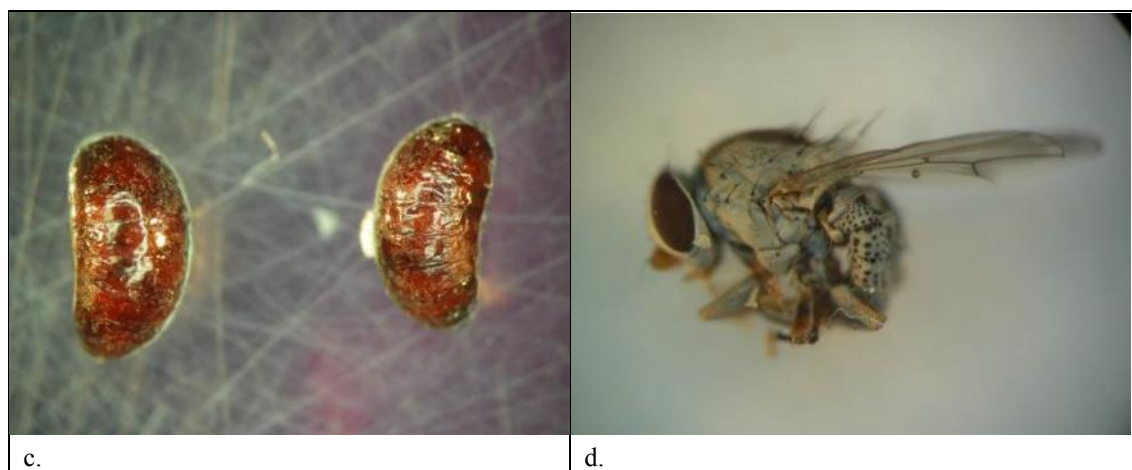
### 3.6.1. DIPTERA: CHAMAEMYIIDAE

Se han descrito unos 26 géneros y 250 especies para esta familia, las que son conocidas como “moscas de plata”. Las larvas son depredadoras de hemípteros esternorrincos, tales como áfidos, adélgidos y cóccidos. Es un grupo estudiado ampliamente en la región Paleártica, y en menor medida en la Neotropical (América del Sur). El género *Leucopina* ha sido descrito como un depredador de huevos de cóccidos, al igual que *Echinoleucopis*; este último también ataca a hemípteros pseudocóccidos (Gaimari & Tanasijtshuk, 2001).

Los ejemplares encontrados en este estudio se hallaban, o bien en el estado de larva, protegidos debajo del cuerpo de las cochinillas con los ovisacos, y también en el estado de pupa, debajo cochinillas ya muertas (Figura 30). Tanto larvas como pupas se criaron en el bioterio del CEPAVE hasta la obtención de los adultos.







**Figura 30.** Moscas de la familia Chamaemyiidae encontradas atacando a *C. grandis*.(a) y (b) vistas de larvas. (c) pupas. (d). Vista de una mosca adulta.

### 3.6.2. ARANAE: ANYPHAENIDAE

La familia Anyphaenidae comprende en la fauna mundial más de 30 géneros y 500 especies presentes fundamentalmente en Sudamérica, teniendo el 86 % de los géneros de la familia una distribución exclusivamente Neotropical. La familia se distingue porque el estigma traqueal, que suele estar cerca de las hileras, lo posee cerca de la parte media del abdomen. Son buenas depredadoras y se las encuentra en la vegetación arbórea y arbustiva variada (Figura 31). Los adultos aparecen desde el invierno a comienzos del verano (de diciembre a junio). La cópula la realizan principalmente durante la primavera y las hembras hacen su puesta en el verano entre la vegetación (Urones, 1996).



**Figura 31.** Vista de un ejemplar de Anyphaenidae encontrado en *J. mimosifolia*

### **3.6.3. ACARI: PHYTOSEIIDAE, HEMISARCOPTIDAE**

Phytoseiidae es la familia más importante de ácaros depredadores de ácaros fitófagos, aunque también pueden depredar sobre trips y otros ácaros, como los eriófidos. Hay reportadas más de 2.250 especies. Se conoce relativamente muy poco de la biología de la mayoría de las especies. Algunas de las especies tienen importancia económica, como agentes de control biológico de plagas, usualmente otros ácaros (De De Moraes et al., 2004, Hoy, 2011).

Los Hemisarcoptidae son ácaros blanquecinos, de cuerpo blando, de hábitos depredador o parásito de cochinillas. Son más bien generalistas y son reconocidos enemigos naturales para una gran variedad de plagas (Hoy, 2011).

Dado que los ácaros de ambas familias fueron hallados en este estudio alojados en el interior de las cochinillas muertas, se prevé que probablemente se estuvieran alimentando de otros ácaros saprófitos y/o de huevos y formas móviles de *C. grandis*.

### **3.6.4. COLEOPTERA: COCCINELIDAE**

Los Coccinellidae son una familia muy diversa y conocida dentro del orden Coleoptera. Se han descrito aproximadamente unas 6.000 especies alrededor del mundo. Se les conoce vulgarmente con el nombre de “vaquitas” o “mariquitas” y son de gran interés para la agricultura, ya que tanto en su etapa adulta como larvaria son buenos depredadores de insectos herbívoros, razón por la cual son utilizados para el control de importantes plagas agrícolas (van Driesche et al., 2007).

La especie hallada en árboles de jacarandá fue *Harmonia axyridis*, una especie exótica para la Argentina, de hábito depredador generalista, muy utilizada en el pasado en programas de control biológico aumentativo. El primer registro para la Argentina es del año 1986, y es considerada actualmente una especie invasora por su rápida propagación y eficaz adaptación, desplazando competitivamente a otras especies de coccinélidos de hábito similar. Actualmente su presencia es común en hábitats terrestres, naturales o cultivados (González & Kondo, 2012). Esta especie fue encontrada sobre las cochinillas todo el año, excepto en el verano (Figura 32). Probablemente se alimente de huevos y formas móviles de *C. grandis*.



**Figura 32.** Un ejemplar de *Harmonia axyridis* (Pallas) sobre *C. grandis* en árboles de *J. mimosifolia*.

### 3.6.5. LEPIDOPTERA: Pyralidae

Se trata de una de las familias de microlepidópteros o “polillas” de importancia agrícola, con más de 2.000 especies registradas. Varias especies de esta familia son plagas de productos almacenados y otras se desarrollan en los cultivos, barrenando tallos de plantas herbáceas o frutos. Las larvas suelen vivir recubiertas de seda, en refugios que ellas mismas se construyen donde se alimentan. Los adultos tienen un tamaño medio, con las alas de colores pardo-amarillentos. Las larvas tienen una alimentación variada (Buhl *et al.*, 2010).

La especie *Baphala homoeosomella* constituye una excepción al hábito alimenticio común de la familia, ya que su larva es depredadora. Fue descrita por Zeller en 1881, se distribuye desde Cuba y el sur de los Estados Unidos hasta Argentina. Los adultos son de color gris con marcas oscuras y la envergadura alar es de 11 a 16 mm. Las larvas se alimentan de cochinillas de los géneros *Saissetia*, *Ceroplastes* y *Toumayella* (Roe *et al.*, 2009), y es considerada la especie de pirálido depredador más común sobre cochinillas en América Tropical. Pastrana (2004) la menciona en Entre Ríos, alimentándose de *C. brunneri*.

En este estudio *B. homoeosomella* fue encontrada por debajo de cochinillas adultas muertas (Figura 33; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) desde finales del verano hasta terminar el invierno.



**Figura 33.** Vista de una larva de *Baphala homoeosomella* encontrada en el interior de *C. grandis*.

### 3.6.6. NEUROPTERA: Chrysopidae

La familia Chrysopidae es una de las más numerosas del orden Neuroptera y de las más importantes en términos económicos. Las crisopas o crisoperlas presentan color verde clara, con alas transparentes. La longitud del cuerpo llega a los 22mm. Las larvas tienen hábito depredador y los adultos se alimentan principalmente de polen, aunque puede ser depredadores también. Son considerados agentes de control biológico muy eficientes de muchas plagas, entre ellas áfidos, cóccidos, trips y larvas de lepidópteros (Haramboure et al., 2014). Generalmente pasan la vida en la misma planta y suelen ser caníbales.

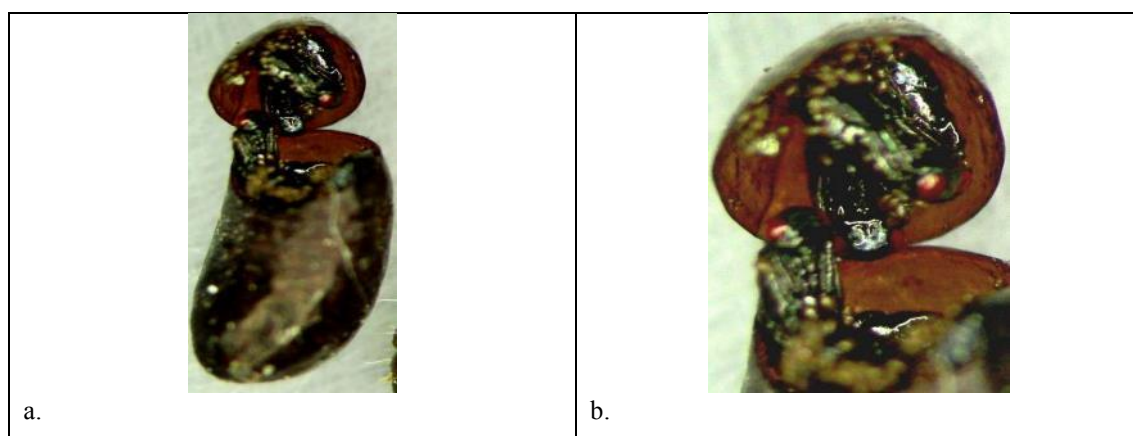
En los jacarandás del arbolado urbano de La Plata fueron encontrados ejemplares de crisopas adultas en el mes de otoño (Figura 34).



**Figura 34.** Vista de una crisopa adulta hallada en árboles de *J. mimosifolia*.

### 3.6.7. HYMENOPTERA: especie sin identificar

Las pupas de las moscas de plata (Familia Chamaemyiidae) fueron atacadas por un microhimenóptero (Figura 35). Las avispas fueron registradas también en estado de pupa, y aunque fueron criadas en condiciones controladas en un bioterio climatizado, no se obtuvieron los adultos. Por tal motivo, no se las pudo identificar taxonómicamente.

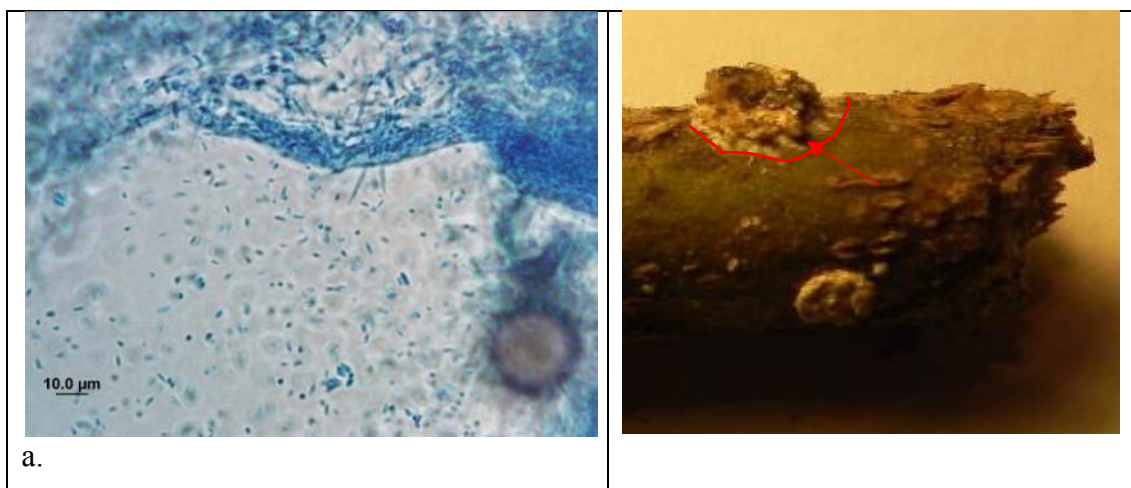


**Figura 35.** Microhimenóptero (sin identificar) encontrado parasitando pupas de moscas Chamaemyiidae. (a) Pupa. (b). Acercamiento de la vista de la pupa parasitada con el microhimenóptero sin identificar.

### 3.6.8. FUNGI

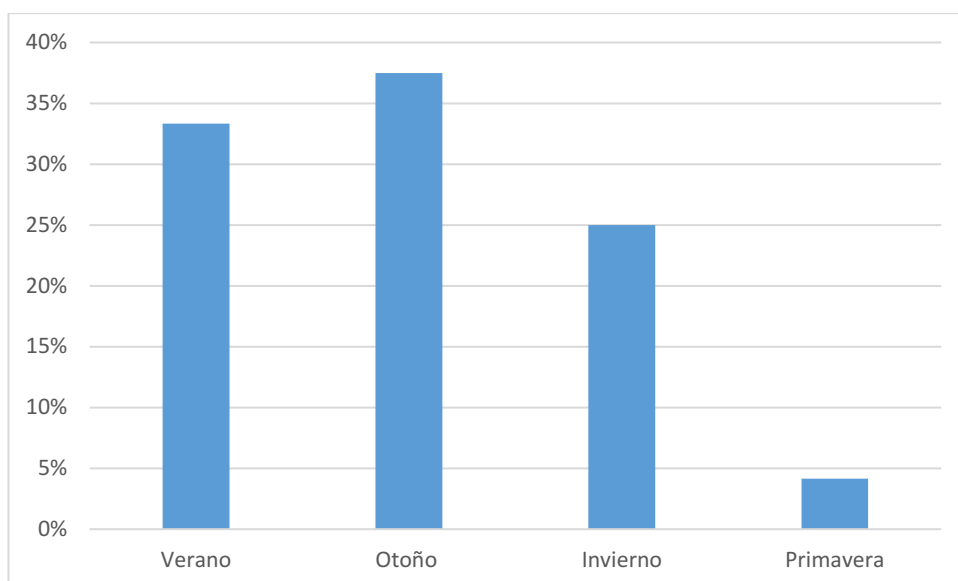
Los hongos entomopatógenos son importantes enemigos naturales de las plagas (van Driesche et al., 2007). En particular, *Lecanicillium lecanii* (Zimm). (Ascomycota, Hypocreales, Clavicipitaceae) tiene una distribución cosmopolita. Se ha utilizado para controlar a hemípteros áfidos (pulgones) y aleyrodidos (mosquitas blancas). Algunas cepas suelen ser altamente virulentas y epizoóticas. La particularidad de este grupo es que

las esporas asexuales se forman sobre las hifas y se encuentran expuestas libremente a la atmósfera. El género *Lecanicillium* se caracteriza por presentar conidióforos solitarios o verticilados y postrados, que llevan apicalmente masas de conidios hialinas, subglobosas y no presentan estructuras de latencia. *L. lecanii* puede infectar a los insectos directamente a través de la penetración de la cutícula y tiene múltiples mecanismos de acción que le confieren una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia. En este estudio se encontró a *L. lecanii* parasitando a hembras adultas de *C. grandis* (Figura 36)



**Figura 36.** *L. lecanii* como parásito de *C. grandis*. (A) *L. lecanii* visto al microscopio. (B).Infección de *L. lecanii* en *C. grandis*.

La mayor frecuencia de árboles infestados con *C. grandis* y con presencia de enemigos naturales se registró en otoño, cuando la cochinilla se encuentra en el estadio NII. En primavera se observó una disminución importante de los enemigos de la cochinilla presentes en *J. mimosifolia* (Figura 37).



**Figura 37.** Frecuencia relativa de los enemigos naturales de *C. grandis* presentes en árboles de jacarandá de la ciudad de La Plata, por estación. 2012-2013.

La presencia de enemigos naturales se relacionó significativamente con la presencia poblacional de *C. grandis* (Regresión binomial, nivel de confianza del 95%) (Cuadro 22 y Cuadro 23). La ecuación de la regresión es:

$$\text{Total } C. \text{ grandis}_{\text{ocurrencia}} = \exp(7,22 + 12,73 \times \text{presencia de Controladores}=0)$$

Con respecto a la distribución en la ciudad de La Plata, los enemigos naturales de *C. grandis* se encontraron aisladamente entre los árboles (Figura 40).

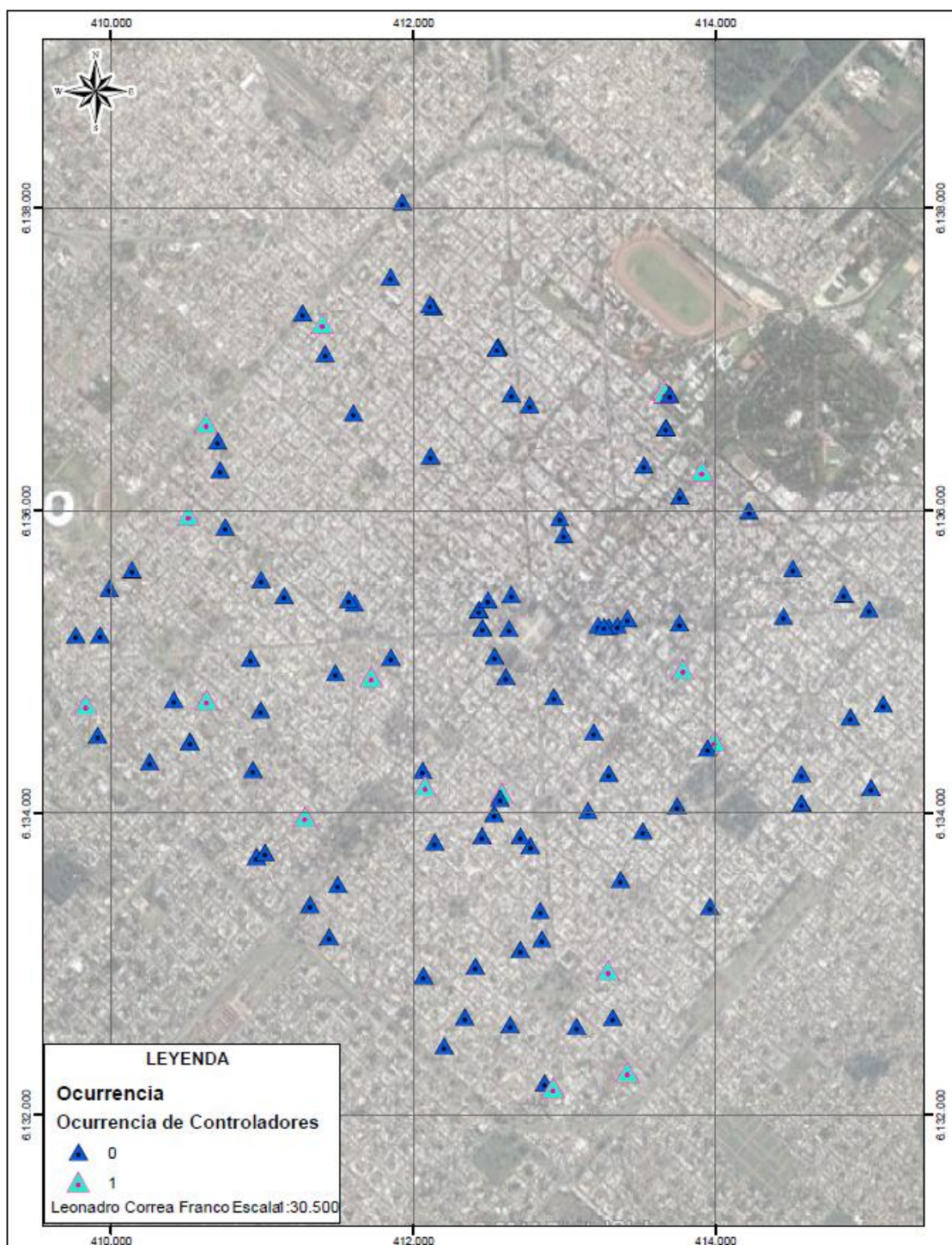
**Cuadro 22.** Análisis de Desviación Total C.g presencia de controladores

<i>Fuente</i>	<i>Desviación n</i>	<i>Gl</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5,8713	1	0,0154
Residuo	107,611	60	0,0002
Total (corr.)	113,482	61	

Porcentaje de desviación explicado por el modelo = 5.17376

**Cuadro 23.** Pruebas de Razón de Verosimilitud del Total C.g presencia de controladores

<i>Factor</i>	<i>Chi-Cuadrada</i>	<i>Gl</i>	<i>Valor-P</i>
Presencia de Controladores	5.8713	1	0.0154
Alpha	89454.3	1	0.0000



**Figura 38.** Mapa de la presencia de enemigos naturales de *C. grandis* asociada con árboles de jacarandá.

La superposición de los mapas de abundancia de *C. grandis* en jacarandás de la ciudad de La Plata (Figura 23) con el de la presencia de los enemigos naturales (Figura 38) permitió observar que, a nivel de árbol, los controladores ocurrieron, en mayor medida en los ubicados en el eje del Casco Sur-Oeste (Avenidas 32, 13, 72, 31) (Figura 41).



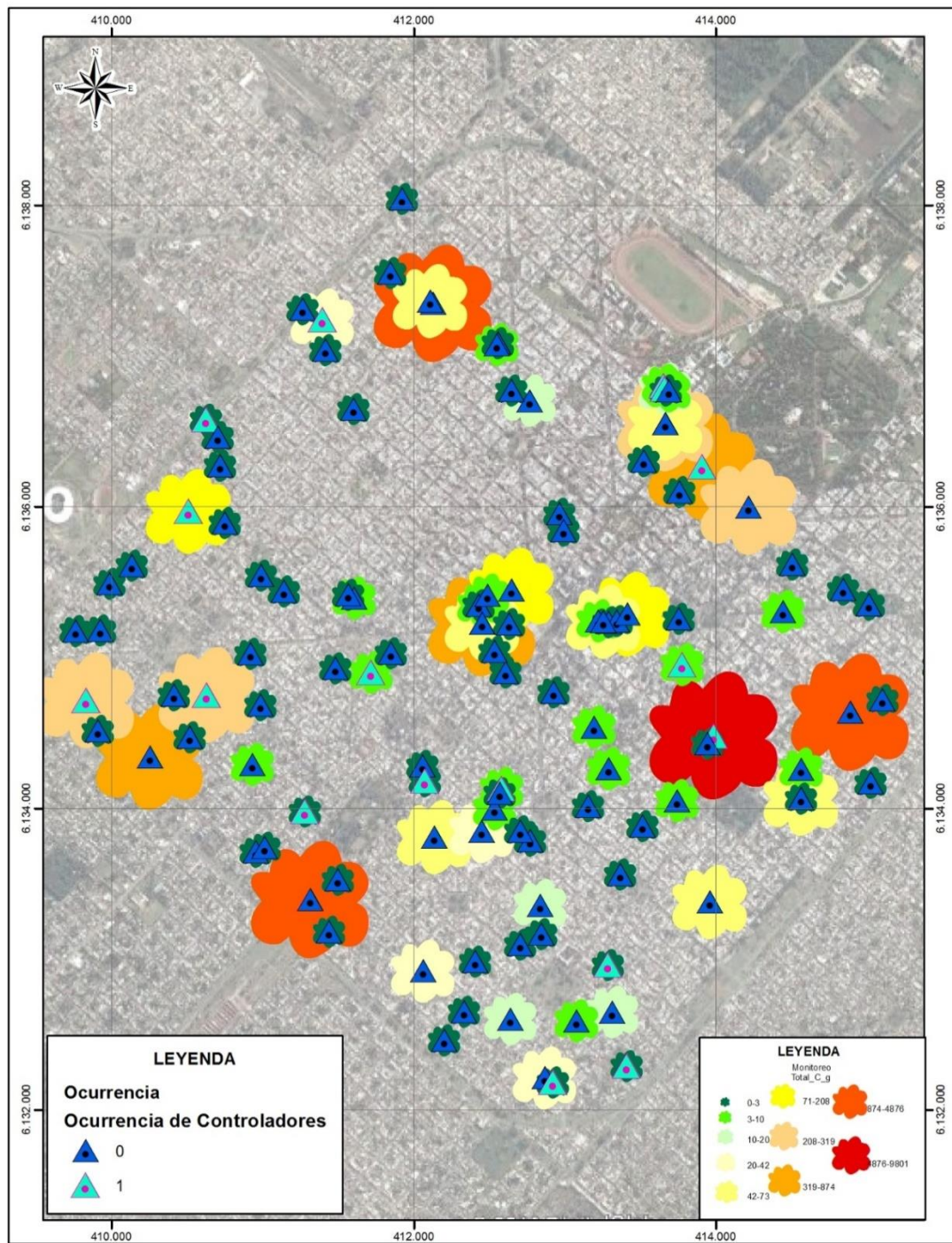


Figura 39. Mapa de la ocurrencia de enemigos naturales y de *C. grandis* en jacarandás del Casco Urbano de La Plata.

#### 4. DISCUSIÓN

En este trabajo se evaluó por primera vez la incidencia de la cochinilla del aguaribay, *C. grandis*, sobre el jacarandá, *J. mimosifolia*, una especie emblemática del arbolado de la ciudad de La Plata. Si bien la especie de cochinilla había sido citada con anterioridad, en este estudio se completó su diagnóstico y describieron características de biología, ciclo de vida, etc., para la población que habita esta ciudad. Este cóccido ya había sido citado como plaga de especies ornamentales, forestales y frutales (Ben-Dov, 2012). En Argentina, *C. grandis* fue reportada en las provincias de Salta, Chaco, Misiones, Tucumán, La Rioja, San Juan, Entre Ríos, Mendoza y Buenos Aires (Granara de Willink, 1999, Granara de Willink & Claps 2003).

*Ceroplastidia grandis* se comporta como una especie univoltina en la ciudad de La Plata, asociada a *J. mimosifolia*. En este estudio se registraron el estado de hembra adulta, con ovisacos conteniendo huevos, y el segundo estadio ninfal (NII). El primer estadio (N1) no pudo ser relevado en los muestreos, debido probablemente a la corta duración del mismo, y a su alta movilidad, un comportamiento que favorece su ocultamiento en defensa frente al ataque de enemigos naturales y a la búsqueda de sustratos apropiados para fijarse y mudar el segundo estadio (Speight, 2007). También, el método de muestreo seleccionado para este estudio pudo tener un efecto sobre el registro de las N1. Una posibilidad de poder capturarlas es el uso de trampas pegajosas, tal como lo propuesto por Dreistadt (1996), quien aplicó este método para el control de cochinillas de cítricos.

Si bien muchos árboles tuvieron una presencia importante de *C. grandis* en el Casco Urbano de la ciudad de La Plata, se encontró que un gran número de individuos de la cochinilla estaban muertos en otoño, primavera y verano. Esto, si bien le otorga un aspecto estético deteriorado a los jacarandás, en ramas y hojas, las cochinillas no producen daño físico a la planta.

La distribución de *C. grandis* en el Casco Urbano de la ciudad de La Plata (Figura 23) no muestra un patrón que relacione la ubicación de los árboles de jacarandá con la densidad de cochinillas por árbol. Esto puede relacionarse con los medios de dispersión que actúan de forma aleatoria sobre el estado juvenil móvil (N1) de las cochinillas, tales como las

precipitaciones, el viento, el traslado por medio de las aves, la actividad humana (movimientos de personas y vehículos), que influyen en la diseminación hacia los sitios donde buscan alimentarse (Martínez Rivero, 2007).

Con respecto a los factores relevantes que pueden estar influenciando la presencia y abundancia de *C. grandis*, se destaca que el tamaño del árbol de jacarandá tiene una relación directa con la densidad de la cochinilla. Esto puede estar explicado por el aumento de la capacidad de recepción de nuevos individuos de la cochinilla a medida que aumenta el tamaño del árbol, incrementando así las probabilidades de sobrevivencia de aquellos instalados en ramas. La variable más relacionada con la densidad de *C. grandis* fue el DAP (diámetro a la altura del pecho); una variable que tiene una relación alométrica positiva con el tamaño de los individuos arbóreos (Lema, 2002). En el caso de la relación positiva de la abundancia de *C. grandis* con la altura de los árboles registrada en este estudio, se puede asociar con el anormal crecimiento apical que se da en los árboles en el interior de una ciudad, por su competencia antrópica entre construcciones, postes de energía eléctrica y las podas realizadas durante la vida de los árboles, por el impacto de la polución y factores meteorológicos desfavorables (Stravinskienė et al., 2015).

Los árboles de *J. mimosifolia* plantados a menor distancia (entorno agrupado) favoreció la presencia y abundancia de la cochinilla, en contraste con los más aislados entre sí. Los propios atributos biológicos y ecológicos de los Coccidae pueden restringir la dispersión de la progenie, llevada a cabo por un estado móvil pero de corta duración, a los árboles infestados cercanos. Al quedar un árbol por fuera del área de infección, la probabilidad del daño por *C. grandis* disminuye. Esta hipótesis fue corroborada por el análisis del correlograma, que mostró que la probabilidad de infestación para árboles a menos de 200m distancia aumenta.

La abundancia de *C. grandis* se relacionó con la fenología del jacarandá en la ciudad de La Plata. La plaga tiene una disminución drástica natural en su población debido a la pérdida de las hojas y los raquis o ejes principales de las hojas compuestas, que son los sitios de la planta que prefiere la cochinilla para instalarse en su estadio NII, convirtiéndose en organismos sésiles. Esta defoliación se verifica de forma natural a finales del invierno y durante la primavera.

Durante la época de la floración de jacarandá esta disminución de la población de *C. grandis* no es tan marcada. Esto puede estar explicado por el fenómeno de “fotosíntesis compensatoria” (Retuerto et al., 2003), producida como una respuesta de las plantas frente al ataque insectos fitófagos, como cochinillas. Estos autores observaron que las plantas pueden realizar una regulación de la tasa fotosintética cuando los insectos, al alimentarse, consumen los fotoasimilados y nutrientes transportados por el floema, y la denominaron la hipótesis fuente-sumidero que establece que las tasas fotosintéticas parecen estar reguladas, al menos en parte, por cambios en la relación entre tejidos que son exportadores de fotosintetizados, llamados **tejidos fuente**, y tejidos que son consumidores netos de carbohidratos, denominados **sumideros**. De esta forma, las tasas fotosintéticas se incrementarían cuando se produjera una reducción de los tejidos fuente en relación a la demanda hecha por los tejidos sumidero. Según estos autores, la fotosíntesis compensatoria se comprobó para plantas afectadas por cocoideos.

En cuanto a los enemigos naturales de *C. grandis*, éstos se encuentran en muy bajo número, a su vez en muy pocos árboles, aunque distribuidos por toda la ciudad. Tampoco muestran una relación marcada con la densidad de la cochinilla. Por otra parte, es de destacar que en muchos árboles se observó la ausencia de enemigos aun cuando *C. grandis* estaba presente. Esto indicaría que los enemigos no se concentran en los árboles que exhiben una mayor densidad de la plaga.

Se reconocieron especies de enemigos naturales bastante generalistas en sus hábitos, como el caso de los depredadores (arañas, “vaquitas” y crisopas), que frecuentan otra vegetación presente en la ciudad, arbórea, arbustiva y herbácea. Cabe mencionar que la ciudad de La Plata cuenta con una riqueza de especies arbóreas y ornamentales muy importantes, implantadas en espacios verdes públicos, jardines, y también vegetación peri-urbana nativa y espontánea, que pueden estar actuando como fuentes y refugios de estos enemigos. Como novedad, se encontró en este estudio al hongo *L. lecanii*, cuya especificidad por *C. grandis* es marcada. En el caso de los depredadores *L. ceroplastophaga* y *B. homoeosomella*, si bien no se pudo comprobar que estos se alimentaran específicamente de los huevos o de la hembra madura, sus ciclos de vida han sido reportados en estrecha vinculación a estos estados de la cochinilla del aguaribay, incluso con los ovisacos. La mosca *L. ceroplastophaga* ha sido reportada como consumidora de huevos (Gaimari & Tanasijtshuk, 2001), y en los jacarandás de La Plata

se encontraron larvas bajo los restos de hembras que contenían una menor cantidad de huevos que aquellas que no presentaron este díptero camémido. Los coccinélidos por su parte, son depredadores oligófagos de homópteros áfidos, cóccidos, entre otros insectos. Además, son citados como importantes enemigos naturales de plagas del arbolado urbano, como por ej., de *Ficus* spp. (Laborda et al. 2015), del falso abeto (Leppanen & Simberloff, 2016).

El control biológico de insectos en ambientes urbanos, en particular en el arbolado urbano, ha mostrado ser exitoso para varias plagas. En particular, para cochinillas y escamas de las familias Diaspididae y Coccidae, estas producen además del perjuicio a las plantas, una disminución de su vigor y la muerte, y también daños estéticos por la formación de fumagina y ceras que caen sobre los árboles, calles, veredas, bancos de plazas, y roturas de árboles. Dahlsten y Hall (1999) dan cuenta de algunos ejemplos de programas de biocontrol de cochinillas del arbolado urbano en plantas ornamentales y árboles en Estados Unidos, islas del Caribe, Hawaii y Sudáfrica. Entre los insectos entomófagos probados como agentes de control biológico se incluyen himenópteros parasitoides de varias familias (Encyrtidae, Aphelinidae) y vaquitas (Coleoptera: Coccinelidae). Éstas últimas se encuentran naturalmente en el arbolado urbano platense, en plantas de jacarandá, por lo que sus poblaciones deberían ser conservadas, al igual que otros enemigos naturales.

Un aspecto central de la biodiversidad urbana es la baja riqueza y la homogeneidad, dominada por unas pocas especies en general de origen exótico. Por otra parte, las labores silvoculturales para el mantenimiento de espacios verdes entornos urbanos, y en especial el uso de insecticidas en para el control fitosanitario, además de producir contaminación ambiental, disminuye la diversidad. Es importante tener en cuenta que los bosques urbanos son capaces de sostener una considerable biodiversidad, y que ésta debe ser preservada y promovida (Alvey, 2006, García-García et al., 2016). Las opciones de manejo son numerosas y deberían considerar además del arbolado urbano, otras características de la vegetación. Para ello es necesario: 1) contar con inventarios de árboles con información actualizada sobre su condición fitosanitaria, 2) considerar la diversificación de especies al momento de diseñar áreas urbanas y re-plantación en ciudades, y también 3) promover la valoración de los espacios verdes y el arbolado urbano entre los habitantes por medio de la educación.

## 5. CONCLUSIONES GENERALES

Con respecto a las hipótesis planteadas en este trabajo se concluyó que:

Los árboles de jacarandá están atacados por *C. grandis* de manera diferencial, según su ubicación relativa en el Casco Urbano Platense; los árboles en entornos agrupados están más atacados que los que se encuentran aislados, existiendo una probabilidad mayor de ataque cuando se acercan más entre ellos, con una diferencia marcada para los aislados a más de 200m.

Los árboles de jacarandá de mayor tamaño tienen un mayor ataque de *C. grandis*, considerando al tamaño como la variable compuesta que incluye altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa y el número de ramas principales del árbol; siendo la variable DAP la que mejor explica al modelo. La población de la cochinilla aumenta con relación al tamaño de los árboles.

La población de *C. grandis* en los jacarandás del arbolado de La Plata sufre una mortalidad natural debido a los cambios fenológicos de la especie, en particular por la caída de hojas (senescencia), el lugar preferido por la especie para asentarse.

También, aunque en menor medida, *C. grandis* se encuentra bajo el ataque de un complejo de enemigos naturales, los que encontramos (Diptera) Chamaemyiidae - *Echinoleucopis grioti* (Gaimari), *Echinoleucopis ceroplastophaga* (Blanchard), *Leucopina ceroplastophaga* (Blanchard) como predadores de huevos; (Aranae) Anyphaenidae - *Anyphaenidaespp* (7 morfoespecies) teóricamente predadoras de *C. grandis* en estadio N1 (estado móvil); (Acari) Phytoseiidae – *Phytoseiidae spp*; (Coleoptera), Coccinelidae – *Harmonia axyridis* (Pallas) predador de huevos y de estadio móvil; Además se encontraron otros depredadores de las familias Pyralidae (Lepidoptera), Chysopidae (Neuroptera) y un hongo patógeno *Lecanicillium lecanii*.

## 5.1. RECOMENDACIONES

Con el fin de promover y beneficiar el buen estado sanitario de los jacarandás del arbolado urbano platense se recomienda diversificar la flora presente, ya que esto ayudaría a mejorar la fauna benéfica y los bienes y servicios ecosistémicos.

Si se desea planificar una nueva plantación de individuos de *J. mimosifolia* en la ciudad de La Plata debe tenerse en cuenta una distancia mínima de 200m entre individuos de la misma especie para disminuir el riesgo de infección de *C. grandis*.

Se podría intentar desarrollar un programa de control biológico a partir de la propagación de *L. lecanii* existente en los árboles infectados con *C. grandis*. Este hongo es usado para tal fin, y esta cepa podría estar mejor adaptada para las condiciones de la ciudad de La Plata. Se trata de un hongo muy específico para las cochinillas que podría arrojar excelentes resultados en un programa integral del manejo de *C. grandis*.

Finalmente, si se desea emplear alguna herramienta fitosanitaria para mejorar el estado de los jacarandás platense, dependiendo del mecanismo de control que se elija, es necesario evaluar la época de su implementación. Para un control químico de contacto o biológico por *L. lecanicillium*, se recomienda hacerlo en el momento donde la cochinilla aun es móvil, pues la capa cerosa es menor y existirá una mejor adherencia del producto. Se podría evaluar la posibilidad de utilizar el lavado con agua o aire a presión en épocas donde la cochinilla ya es sésil y aun no haya llegado a su reproducción. Este momento sería pertinente realizarlo en la época de defoliación del *J. mimosifolia* pues de esta manera se dañaría menos su follaje y la cochinilla disminuiría mucho más su población. El control químico con productos granulados que puedan introducirse al suelo se recomienda cuando la cochinilla inicia su estadio sésil y solo, para disminuir los riesgos con la fauna y personas de paso.

## 5.2. PROPUESTA DE PROYECTOS FUTUROS

Evaluación de la incidencia de *Ceroplastes grandis* en otras especies del arbolado urbano de La Plata y su población influyente sobre *Jacaranda mimosifolia*.

Pruebas en laboratorio de la propagación de *Lecanicillium lecanii* encontrado en *Ceroplastes grandis* de la ciudad para llevarlo y probarlo en el arbolado platense.

Diseño y prueba de un manejo integrado de *Ceroplastes grandis* para la ciudad de La Plata.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alvey, A. A. (2006).** Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(4), 195-201.
- ArcGIS, E. S. R. I. (2010).** Version 10. Redlands (CA): ESRI.
- Azagra, M. D. E., Monteagudo, A. I. R., & Sanchez, F. J. G. I. L. (1988).** Técnicas para el tratamiento preventivo y curativo de la enfermedad de la grafiosis agresiva, 567–593.
- Barón, P. T. & SL Morales.(1997).** Árboles del Valle de Aburrá.
- Belén Lumbierres, Matilde Eizaguirre Altuna, Ramón Albajes García, X. P. (2006).** Plagas de los espacios verdes urbanos : bases para su control integrado. *Bio.San.Veg. Plagas*, 32, 373–384. Correctamente citado más abajo
- Ben-Dov Y. & Miller D.R. (2016).** ScaleNet: Systematic Database of the Scale Insects of the World (version Dec 2004). In: *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 28th April 2016 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds). Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Ben-Dov, V.C. (1993).** Morphology, systematic and phylogeny. Chapter 1. *Soft scaleinsects. Their Biology, natural enemies and control*. Elsevier Science 5: 3-23.
- Ben-Dov, Y. (2006).** A systematic catalogue of eight scale insect families (Hemiptera: Coccoidea) of the world: Aclerdidae, Asterolecaniidae, Beesoniidae, Carayonemidae, Conchaspididae, Dactylopiidae, Kerriidae and Lecanodiaspididae. Elsevier.
- Ben-Dov, Y., Miller, D. R., & Gibson, G. A. P. (2012).** ScaleNet: a database of the scale insects of the world. Scales in a Region Query Results (Last accessed 15 de marzo de 2015).[online] URL: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>.

**Blasco, José A. (2013)**, Geometrías desaforadas en las nuevas ciudades de La Plata y Canberra (entre la hiperracionalidad y la hipersensibilidad), Urban Networks (UN), <http://urban-networks.blogspot.com.co/2013/05/geometrias-desaforadas-en-las-nuevas.html>

**Boelcke, O., Boelcke, O., & Agrios, G. N. (1992)**. Plantas vasculares de la Argentina nativas y exóticas: ilustraciones. Hemisferio Sur.

**Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010)**. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.

**Brugnoni, H. C. (1980)**. Plagas forestales: zoofitófagos que atacan las principales especies forestales naturales y cultivadas en la República Argentina (No. 634.96 B891). Hemisferio Sur.

**Buhl, O., Falck, P., Karsholt, O., Larsen, K., & Vilhelmsen, F. (2010)**. Records of microlepidoptera from Denmark in 2009 (Lepidoptera). *Entomologiske meddelelser*, 78(2), 101-116.

**Cabrera, A., & Willink, A. (1980)**. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la organización de los Estados Americanos. Serie de Biología. Monografías nro, 13.

**Calva, J. L. (2007)**. Sustentabilidad y desarrollo ambiental (Vol. 14). Unam.

**Carolina Gallo, entrevista personal, Municipalidad de La Plata, 2013**

**Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Faber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Raskin, R. G. (1997)**. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Completar cita

**Dahlsten, D. L., & Hall, R. W. (1999/1999)**. Biological control of insects in urban environments. *Handbook of biological control. Principles and applications of biological control*, TS Bellows y TW Fisher (eds.). Academic Press, San Diego, California, 919-933.

- Dahlsten, D. L., Rowney, D. L., & Tait, S. M. (1994).** Development of integrated pest management programs in urban forests: the elm beetle (*Xanthogaleruca luteola* (Müller)) in California, USA. *Forest ecology and management*, 65(1), 31-44.
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., ... & Gaston, K. J. (2012).** Biodiversity and the feel-good factor: understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, 62(1), 47-55.
- De De Moraes, G. J., McMurtry, J. A., Denmark, H. A., & Campos, C. B. (2004).** A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434(1), 1-494.
- Delucchi, G., Julianello, A. A., & Correa, R. F. (1993).** Los espacios verdes y el arbolado urbano en el área de La Plata. Museo.
- Diario el Día. (9 de septiembre de 2013).** Arrancó un programa de preservación de árboles. Consultado en <http://pasado.eldia.com/edis/20130909/Arranco-programa-preservacion-arbolesarboles-laciudad9.htm>
- Dimitri, M. J., Parodi, L. R., Cameron, D. G., Clements, R. J., Heywood, V. H., & Bell, C. R. (1980).** Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería (No. 581.15). Royal Horticultural Society.
- Dimke, K. (2008).** Valuation of Tree Canopy on Property Values of Six Communities in Cincinnati, Ohio. (Electronic Thesis or Dissertation). Retrieved from <https://etd.ohiolink.edu/>
- Dirección de Espacios Verdes y Limpieza.** “Árboles de la ciudad de La Plata”. Municipalidad de La Plata.1983
- Dreistadt, S. H. (1996).** Citricola scale (Homoptera: Coccidae) abundance on Chinese hackberry and scale control with spray oil or acephate trunk implants. *Journal of economic entomology*, 89(2), 481-487.

- Erize, F., Dimitri, M. J. L., Rosario, F., José Babarskas, M. G., Daniel Haene, E. M., Adrián Ostrosky, C. M., ... & Carlos, J. C. (1999).** El nuevo libro del árbol.
- Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011).** Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental pollution*, 159(8), 2078-2087.
- Fernandez-de-Cordova, J., & Gallego, F. J. (1997).** Control de la cochinilla de la encina (*Asterolecanium ilicicol*Targioni , 1892 ) mediante la inyección de insecticidas al tronco del árbol. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 23, 607–612.
- Ferracini, C., & Alma, A. (2007).** Evaluation of the community of native eulophid parasitoids on *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic in urban areas. *Environmental entomology*, 36(5), 1147-1153.
- Floraargentina.edu.ar. (2016).** Flora Argentina. [online] Available at: <http://www.floraargentina.edu.ar> [Accessed 19 Oct. 2016].
- Fonnegra, G. R., & Jimenez, R. S. L. (2007).** Plantas Medicinales Aprobadas en Colombia Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia, 353.
- Forman, R. T. (1995).** Land mosaics, The Ecology of Landscapes and Regions . *Cambridge University* , 620.
- Gaimari, S. D., & Tanasijtshuk, V. N. (2001).** A new leucopine genus (Diptera: Chamaemyiidae) with species attacking *Ceroplastidia* wax scales (Hemiptera: Coccidae) in South America. *Systematic Entomology*, 26(3), 311-328.
- Gaimari, S. D., & Tanasijtshuk, V. N. (2001).** A new leucopine genus (Diptera: Chamaemyiidae) with species attacking *Ceroplastes* wax scales (Hemiptera: Coccidae) in South America. *Systematic Entomology*, 26(3), 311-328.
- García Morales M, Denno BD, Miller DR, Miller GL, Ben-Dov Y, Hardy NB. 2016.** ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. doi: 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>.
- Garden, M. B. Tropicos. 2015.** Web page at: <http://www.tropicos.org> (marzo 2015).

- Garden, M. B. Tropicos. 2016.** Web page at: <http://www.tropicos.org> (enero 2016).
- Gil, F. T. M., Alcantara, A. E., & Jornet, A. B. (2014).** Introducción al Análisis Espacial de Datos en Ecología y Ciencias Ambientales: Métodos de aplicación (Vol. 30). Editorial Dykinson, SL.
- González, G. A. L. (2007).** Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares:(especies silvestres y las cultivadas más comunes). Editorial Paraninfo.
- González, G., & Kondo, T. (2012).** Primer registro de la especie invasora *Harmonia axyridis* (Pallas)(Coleoptera: Coccinellidae) en Ecuador. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 51, 310.
- Google Earth 7.1.5.15557.** Jacarandas de La Plata. Fecha de formación 5/20/2015.
- Granara de Willink, M. C. (1999).** The soft scales of the Republic of Argentina. Contributions on Entomology, International, 3(1).
- Granara De Willink, M. C., & Claps, L. E. (2003).** Scale insects (Hemiptera: Coccoidea) present in ornamentals in Argentina. Neotropical Entomology,32(4), 625-637. Ya citado
- Greene, C. S., & Millward, A. A. (2016).** The Legacy of Past Tree Planting Decisions for a City Confronting Emerald Ash Borer (*Agilus planipennis*) Invasion. Frontiers in Ecology and Evolution, 4, 27.
- Griot, M. 1955.** Observaciones sobre algunos parásitos de *Ceroplastidia grandis*Hempel. *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires* 13: 491-504.
- Hanks, L. M., & Denno, R. F. (1993).** Natural enemies and plant water relations influence the distribution of an armored scale insect. *Ecology*, 74(4), 1081-1091.

- Haramboure, M., Reguilón, C., Alzogaray, R. A., & Schneider, M. I. (2014).** First record of *Chrysoperla asoralis* and *C. argentina* (Neuroptera: Chrysopidae) in horticultural fields of La Plata associated with the sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Rev SEA*, 73(3-4), 187-190.
- Hoell, H. V., Doyen, J. T., & Purcell, A. H. (1998).** Introduction to insect biology and diversity.
- Hough, M. H. (1998).** Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos/Cities and natural process. Gustavo Gili.
- Hoy, M. A. (2011).** Agricultural acarology: introduction to integrated mite management (Vol. 7). CRC Press.
- Jucker, C., & Lupi, D. (2011).** Exotic insects in Italy: an overview on their environmental impact. INTECH Open Access Publisher.
- Kirnbauer, M. C., Baetz, B. W., & Kenney, W. A. (2013).** Estimating the stormwater attenuation benefits derived from planting four monoculture species of deciduous trees on vacant and underutilized urban land parcels. *Urban forestry & urban greening*, 12(3), 401-407.
- Klein, C. (2000).** Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grandes espacios. *Unasyuva*, 51(200), 187.
- Kogan, M. (1998).** Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual review of entomology*, 43(1), 243-270.
- Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008).** Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic. Int*, 4(1), 63-84.
- Kuchelmeister, G. (2000).** Árboles y silvicultura en el milenio urbano. *Unasyuva*, 51(200), 49-55.

**Lema, A., & DE J, A. (2002).** Elementos teórico prácticos sobre inventarios forestales (estadística y planificación). Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia.

**Leppanen, C., & Simberloff, D. (2016).** Implications of early production in an invasive forest pest. *Agricultural and Forest Entomology*.

**Lohmann, L. G. & Ulloa Ulloa, C., 2006.** Bignoniaceae. En Checklist of the World, "MOBOT/NYBG/Kew Gardens.iPlants prototype. [///www.iplants.org/](http://www.iplants.org/)

Los casos en rojo no fueron citados en el cuerpo de la tesis

**Lumbierres, B., Altuna, M. E., García, R. A., & Pons, X. (2006).** Plagas de los espacios verdes urbanos: bases para su control integrado. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 32(3), 373-384.

**Mannion, A. M., & Morse, S. (2012).** Biotechnology in agriculture: agronomic and environmental considerations and reflections based on 15 years of GM crops. *Progress in Physical Geography*, 0309133312457109.

**Marín Loayza, R. & Aquino, D. (2013).** Prospección de parasitoides Hymenoptera en la cochinilla *Ceroplastidia grandis* (Hemiptera: Coccidae) plaga del jacarandá, en el ecosistema urbano de La Rioja, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 57 – Suplemento, V Reunión Argentina de Parasitoidólogos: 44-46.

**Martínez Rivero, M. D. L. Á. (2007).** La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura cubana. *Revista de Protección Vegetal*, 22(3), 166-182.

**McLain, R., Poe, M., Hurley, P. T., Lecompte-Mastenbrook, J., & Emery, M. R. (2012).** Producing edible landscapes in Seattle's urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(2), 187-194.

**McPherson, E. G., & Simpson, J. R. (2003).** Potential energy savings in buildings by an urban tree planting programme in California. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2(2), 73-86.

- Meineke, E. K., Dunn, R. R., Sexton, J. O., & Frank, S. D. (2013).** Urban warming drives insect pest abundance on street trees. *PloS one*, 8(3), e59687.
- Meineke, E. K., Dunn, R. R., Sexton, J. O., & Frank, S. D. (2013).** Urban warming drives insect pest abundance on street trees. *PloS one*, 8(3), e59687.
- Morales, L., & Varón, T. (2006).** Árboles ornamentales en el Valle de Aburrá, elementos de manejo. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Moreno Marí, J., Oltra Moscardó, M. T., Falcó Garí, J. V., & Jiménez Peydró, R. (2007).** El control de plagas en ambientes urbanos: Criterios básicos para un diseño racional de los programas de control. *Revista Espanola de Salud Publica*, 81(1), 15–24. <http://doi.org/10.1590/S1135-57272007000100003>
- Morgenroth, J., & Armstrong, T. (2012).** The impact of significant earthquakes on Christchurch, New Zealand's urban forest. *Urban forestry & urban greening*, 11(4), 383-389.
- Morgenroth, J., Östberg, J., van den Bosch, C. K., Nielsen, A. B., Hauer, R., Sjöman, H., ... & Jansson, M. (2016).** Urban tree diversity—Taking stock and looking ahead. *Urban Forestry & Urban Greening*, 15, 1-5.
- Mosquera-P, L. F. (1979).** El género *Ceroplastidia* (Homoptera: Coccidae) en Colombia. *Caldasia*, 595-627.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000).** Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS).
- Municipalidad de La Plata, 2016.** Gestion / Noticias. Tratamiento a lapachos y jacarandás alcanzados por plagas. Recuperado :<http://www.gestion.laplata.gov.ar/noticias/1316>
- Neefus, C. D., Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2004).** *A Primer of Ecological Statistics*.
- Orsi de Herrero Ducloux, M. C. (1981).** Los árboles de La Plata. La Plata: Museo y Archivo Dardo Rocha.



- Paritsis, J. Garibaldi Juan. (2016).** Cambio climático e insectos herbívoros, Academia:  
Recuperado de: [https://www.academia.edu/940101/Cambio\\_climatico\\_e\\_insectos\\_herbivoros](https://www.academia.edu/940101/Cambio_climatico_e_insectos_herbivoros), pag 44–53.
- Pastrana, J. A., & Braun, K. (2004).** Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios (p. 334). San Miguel de Tucumán: Sociedad Entomológica Argentina.
- Pavela, R., ŽABKA, M., Kalinkin, V., Kotenev, E., Gerus, A., Shchenikova, A., & Chermenskaya, T. (2013).** Systemic Applications of Azadirachtin in the Control.
- Peronti, A. L. B. G., Sousa-Silva, C. R., & Willink, M. C. G. D. (2008).** Revision of the species of Ceroplastinae Atkinson (Hemiptera, Coccoidea, Coccidae) from the state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(2), 139-181.
- R Core Team (2013).** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Raupp, M. J., Cumming, A. B., & Raupp, E. C. (2006).** Street tree diversity in eastern North America and its potential for tree loss to exotic borers. *Arboriculture and Urban Forestry*, 32(6), 297.
- Raupp, M. J., Shrewsbury, P. M., & Herms, D. A. (2010).** Ecology of herbivorous arthropods in urban landscapes. *Annual review of entomology*, 55, 19-38.
- Retuerto, R., Rodríguez-Roiloa, S., Fernández-Lema, B., & Obeso, J. R. (2003).** Respuestas compensatorias de plantas en situaciones de estrés. *Revista Ecosistemas*, 12(1).
- Roe, A. D., Weller, S. J., Baixeras, J., Brown, J., Cummings, M. P., Davis, D., ... & Simonsen, T. J. (2009).** Evolutionary framework for Lepidoptera model systems. *Genetics and molecular biology of Lepidoptera*, 1-24.

**Santis, D. (1979). L. 1967.** Catalogo de los Himenopteros Argentinos de la Serie Parasitica, incluyendo Bethyloidea. Com. Invest. Cient. Prov. BsAs, La Plata. 337pp.

**Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2000).** Ecological Methods–Blackwell Science.

**Speight, M. R. 2007.** Sampling insects from trees , shoots, stems, and trunks. En: Leather, S. Insect Sampling in Forest Ecosystems. Blackwell Publishing.

**Statgraphics Centurion, X. V. I. (2009).** Statpoint technologies. INC. version,16, 17.

**Tang, Y. J., Chen, A. P., & Zhao, S. Q. (2016).** Carbon storage and sequestration of urban street trees in Beijing, China. *Front. Ecol. Evol.* 4: 53. doi: 10.3389/fevo.

**Tomlinson, I., Potter, C., & Bayliss, H. (2015).** Managing tree pests and diseases in urban settings: The case of Oak Processionary Moth in London, 2006–2012. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2), 286-292.

**Tooker, J. F., & Hanks, L. M. (2000).** Influence of plant community structure on natural enemies of pine needle scale (Homoptera: Diaspididae) in urban landscapes. *Environmental Entomology*, 29(6), 1305-1311.

**Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 04, 25, 2016** <http://www.tropicos.org>

**Turner, J. C. L., & Buss, E. A. (2005).** Biology and management of *Allokermes kingii* (Hemiptera: Kermesidae) on oak trees (*Quercus* spp.). *Journal of Arboriculture*, 31(4), 198.

**Urones, C. (1996).** Catálogo y atlas de las arañas de la familia Anyphaenidae en la península Ibérica e islas Baleares. *Graellsia*, 52, 73-80.

**USDA Report. 2015.** Risk Assessment for the Importation of Fresh Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) Fruit from Northwest Argentina into the Continental United States.

**Van Driesche, R. G., Hoddle, M., & Center, T. D. (2007).** Control de plagas y malezas por enemigas naturales (No. 632.96/V217). USDA.

**Van Lenteren, J. C. (2012).** The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*,57(1), 1-20.

**Williams, D. J., & de Willink, M. C. G. (1992).** Mealybugs of Central and South America. CAB International.



**Anexo 3**

**Cuadro 26.** Coordenadas de los Jacarandas de La Plata

<b>ID</b>	<b>Coord X</b>	<b>Coord Y</b>	<b>ID</b>	<b>Coord X</b>	<b>Coord Y</b>
119	412584.13208	6137698.26779	177	415107.10415	6134720.38274
118	412505.78852	6137772.33127	178	411618.09016	6137618.45092
120	414619.68687	6135697.91827	179	411712.64936	6137534.73947
121	411966.37839	6138063.21556	180	412258.56504	6137053.87292
122	412157.88831	6137889.94482	181	413669.97303	6135802.82165
124	412210.79419	6137842.53950	182	414944.18502	6134676.72239
125	412218.99627	6137835.29814	184	411669.38905	6137187.63983
126	412398.61543	6137676.08943	185	411926.89835	6136958.40805
127	412816.81227	6137305.31995	186	413972.56853	6135147.69062
128	412832.94041	6137290.83355	187	411399.44504	6137239.35190
129	413667.66844	6136550.10974	188	411995.41018	6136713.13806
130	414520.68558	6135792.95832	189	414558.17176	6134450.85877
132	414767.46703	6135574.33060	190	411238.57941	6137197.53175
133	414819.69730	6135527.90270	191	411416.44569	6137040.65413
135	415289.55605	6135110.81305	194	411556.24401	6136917.56555
136	415306.41125	6135095.88557	195	413782.04695	6134952.64619
137	415476.35085	6134944.40372	196	414407.28903	6134400.42474
138	412214.98295	6137653.58907	197	414450.20797	6134362.67365
139	413064.17014	6136900.08062	198	414568.25769	6134257.77669
140	413185.61053	6136792.87523	199	411307.31555	6136949.98095
141	413444.15715	6136563.41348	200	411348.13865	6136914.21991
142	413461.57143	6136547.94000	201	411352.10368	6136910.48739
143	413959.82870	6136105.78646	202	411798.85561	6136516.74937
144	414473.51485	6135649.77660	203	412066.63317	6136280.42734
145	414509.62665	6135617.61786	204	412234.23594	6136132.97412
146	415163.90008	6135037.55658	205	414134.55722	6134456.98121
147	411902.80661	6137733.32732	206	414405.71287	6134217.63062
148	411935.89066	6137704.25455	207	414401.29462	6134221.24926
149	411981.04821	6137664.42876	209	411186.37402	6136871.50276
150	412442.26853	6137258.59860	210	411532.57778	6136571.68041
151	413762.74878	6136096.00882	211	411929.61160	6136225.68529
154	413778.98441	6136081.34650	212	412218.26994	6135968.89548
155	414914.90143	6135074.94776	213	412334.92656	6135864.98268
157	411705.45635	6137721.44281	214	412576.15348	6135650.35206
159	412051.04836	6137416.66337	215	412579.37820	6135647.49934
160	412109.47240	6137365.31896	216	412582.60293	6135644.64640
163	412109.38210	6137365.20718	217	413943.42810	6134444.94831
164	412113.43738	6137361.58611	218	414120.19697	6134293.80873
166	412121.63904	6137354.34484	220	414263.50823	6134167.60808
167	412129.74941	6137347.10268	221	414621.11145	6133847.13214
168	412214.25305	6137272.60608	222	413614.29458	6134546.22314

Name	Coord_X	Coord_Y	Name	Coord_X	Coord_Y
169	413038.20021	6136546.80761	223	410983.07882	6136674.43468
172	413758.39065	6135911.01674	224	411015.80432	6136644.58547
173	414451.66874	6135299.65245	225	413188.25167	6134730.93868
174	414537.05941	6135223.92355	226	413654.89893	6134313.60261
176	415007.44997	6134808.40599	227	413789.68041	6134191.87579
228	410752.94994	6136702.54092	252	413515.76890	6133881.06819
229	410860.25385	6136602.36645	253	413776.96517	6133651.84553
230	412928.49730	6134769.53869	254	414110.26440	6133358.10204
231	413193.89611	6134534.82636	255	411262.40183	6135686.21013
232	413219.21622	6134512.07027	256	411559.25619	6135425.40495
233	413219.78476	6134511.55927	257	411570.88961	6135415.22643
234	413238.30116	6134495.09855	258	411671.37416	6135326.28655
235	413744.64655	6134047.04591	259	412948.16807	6134198.77458
236	414072.81555	6133758.23606	260	413155.62253	6134015.84645
237	414139.47649	6133700.17805	262	413735.09298	6133501.38882
238	411132.93489	6136174.57614	263	413830.97244	6133416.44921
239	411111.65130	6136193.00226	264	411387.71494	6135393.58064
240	411230.39157	6136088.02526	265	411402.67906	6135384.70487
241	411858.42301	6135531.33016	266	411435.83923	6135359.76395
242	412487.16369	6134973.83510	267	413370.56112	6133622.97785
243	412803.62232	6134693.37295	268	413910.36957	6133171.08814
244	413006.11570	6134513.18789	269	410509.82479	6135971.74327
245	413206.46882	6134336.30561	270	410989.66540	6135544.35942
246	413291.95699	6134260.14548	271	411719.64180	6134899.92640
247	413947.46880	6133682.95512	272	411867.78078	6134769.24306
248	414180.28281	6133478.74143	273	413086.06758	6133694.21060
249	413187.95357	6134169.98621	274	413098.59255	6133683.34962
250	413295.35515	6134075.29040	275	410286.59492	6135984.77282
251	413320.40977	6134053.12423			

**Anexo 4**

**Cuadro 27.** Tabla de los Componentes Principales que explican la variación de la densidad de *C. grandis* en jacarandás del arbolado urbano de la ciudad de La Plata. 2012 - 2013.

Fila	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	1.10859	-0.01536	3.05791
2	0.891413	-0.392161	2.43465
3	0.796629	-0.210071	1.45181
4	0.923774	-0.416535	1.33437
5	0.880833	-0.289106	2.48238
6	-0.170713	0.282244	0.456266
7	-0.554501	0.156045	0.511486
8	-0.56684	0.0342109	1.17431
9	0.410971	-0.174909	-0.234238
10	0.556395	0.0165125	1.052
11	-0.276697	0.2826	0.478236
12	-0.484507	0.116536	0.463603

<i>Fila</i>	<i>Componente</i>	<i>Componente</i>	<i>Componente</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
13	-0.242466	0.0968648	1.11923
14	-0.143586	0.116271	0.558039
15	0.0464484	-0.10994	-0.146507
16	3.10321	-0.615705	2.34999
17	2.36132	-0.613212	2.50378
18	2.63959	-0.34869	-0.199683
19	2.2237	-0.7935	-0.19865
20	0.0183202	-0.506233	-0.103159
21	0.169662	-0.2567	0.509419
22	0.504616	-0.2971	0.406613
23	-0.150554	-0.48613	0.505919
24	-0.0676747	0.134874	-0.163501
25	-0.677677	0.175859	-0.643617
26	-1.0531	-0.301869	0.165359
27	-0.523898	-0.0932183	0.0262984
28	-0.0157583	-0.173678	0.968989
29	-1.23206	-0.282071	0.136589
30	0.242753	1.44641	-0.501659
31	-0.366566	1.40391	-0.453388
32	0.467072	1.67651	0.161657
33	-0.297028	1.34082	-0.314865
34	0.770196	1.43017	-0.0256339
35	-1.40024	1.21231	-0.630008
36	0.581184	1.32272	-1.19143
37	-0.42545	1.11006	-1.638
38	-1.05348	1.52405	-0.210877
39	0.149145	1.44166	-1.64169
40	-1.59326	1.41845	-0.0240825
41	-0.528451	1.13049	-1.51741
42	0.00579538	0.0120724	-0.798343
43	-0.356631	1.2574	-1.52869
44	0.345755	1.42599	-0.62225
45	-0.320679	1.4235	-1.0036
46	-0.881621	1.52401	-0.721333
47	-0.901606	1.54327	-0.783057
48	-0.768039	1.40053	-0.889659
49	1.7403	1.72501	0.209706
50	-0.6067	1.13528	0.133076
51	0.0717837	0.286159	0.925492
52	-0.60112	0.237922	-0.337593
53	0.600135	1.52815	-0.629439
54	-0.204644	1.55039	0.111455
55	-0.711571	1.31706	-1.4876
56	-1.36674	1.12803	-1.3883
57	-0.0492966	1.48633	-1.04768
58	-1.99008	1.14493	-1.20451
59	-0.658579	1.31688	-1.49859
60	-1.15599	1.44111	-0.775868
61	5.01797	-0.66446	-1.72277
62	-1.39149	-0.305123	0.355949
63	-0.384213	-0.0490041	1.83008
64	-0.0061638	-0.0700133	2.29242
65	-0.0134212	-0.197071	0.0400456
66	-0.415514	-0.48524	0.560843
67	4.29598	-0.469093	-1.65081
68	-1.13364	-0.28625	-0.2382
69	1.02946	-0.246492	0.499982
70	3.22339	-0.0778833	-1.2251
71	1.30229	-0.299577	-0.873508
72	5.63568	-0.72963	-1.72552
73	0.105169	-0.267855	0.712784

<i>Fila</i>	<i>Componente</i> 1	<i>Componente</i> 2	<i>Componente</i> 3
74	0.113724	-0.403535	-0.0773935
75	-1.33276	-0.158093	-0.172587
76	-1.48463	-0.177322	0.399593
77	-2.25931	-0.409956	-0.0291942
78	-0.12704	0.0533534	0.707547
79	-0.0634675	-0.0498789	0.648828
80	3.31535	-0.30805	-1.17658
81	1.05154	-0.338212	0.259867
82	-0.619758	-0.219503	0.186939
83	-2.26989	-0.306901	0.0185406
84	2.35477	0.0596111	-0.47797
85	-1.21551	-0.344989	0.286097
86	1.20983	-0.255261	-0.301475
87	-0.884718	-0.218612	0.241863
88	-1.77596	-0.347836	-0.11722
89	0.201746	-0.393756	-0.560555
90	-1.03606	-0.468146	-0.370715
91	1.10679	-0.107891	0.318292
92	-2.63373	-0.325418	0.63466
93	-0.433199	-0.362423	0.0693519
94	-1.08958	-0.237663	0.825027
95	0.518143	-0.25314	0.956675
96	0.754837	-0.0281593	0.457995
97	0.528723	-0.356194	0.90894
98	-1.41396	-0.300317	0.880099
99	1.56194	-0.188173	1.27197
100	-0.443779	-0.259369	0.117087
101	4.14046	0.122085	-0.316466
102	-0.271277	-0.215943	0.634195
103	-0.568533	-4.88471	-2.37134
104	-1.96288	-2.26529	-0.91039
105	-1.4543	-3.09115	-1.38015
106	-0.863557	-0.424721	0.146393
107	0.159611	-0.383951	-0.627604
108	0.592915	-0.174639	-0.106848
109	0.592915	-0.174639	-0.106848
110	-1.02601	-0.340895	0.766308
111	-1.3286	-0.32487	-0.231159
112	-1.30503	-0.153659	1.45593
113	-1.93199	-0.200288	0.513532
114	0.840191	-0.0527123	-0.653262
115	0.92734	0.0152661	0.975104
116	0.155051	-5.04918	-2.05955
117	-2.46088	-1.54248	-0.488368
118	-2.04467	-1.80893	-0.158403
119	-2.30208	-2.5732	-0.976701