

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA Y DEL MEDI NATURAL



*Seguimiento de algunas de las principales plagas de
plantas pertenecientes a la subfamilia bambusoideae
presentes en áreas verdes urbanas.*

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

ALUMNO: D. Alejandro Cornelles Virgos

TUTORA: Dra. Antonia Isabel Soto Sanchez

Curso Académico 2017/2018

RESUMEN:

La diversidad vegetal que existe actualmente en áreas verdes urbanas, tanto parques y jardines públicos como parcelas privadas o particulares no se limita a las especies vegetales propias de cada lugar, sino que las distintas tendencias y deseos particulares fomentan el comercio y la adquisición de plantas nativas de lugares lejanos a las zonas en las que se quiere situar. Esta comercialización global acarrea también el riesgo de dispersión de insectos plaga y agentes patógenos que afectan a dichas plantas. Las nuevas ubicaciones provocan un desconocimiento completo del comportamiento de estos agentes en los nuevos ecosistemas y también de su manejo y control. Como consecuencia de todo ello, en estas nuevas situaciones se presentan frecuentemente problemas de daños relacionados con pérdidas económicas, estéticas y de otras diversas índoles.

El presente trabajo tiene como objeto realizar un seguimiento de las posibles plagas que pueden afectar a distintas especies de bambú en áreas verdes. Estas plantas tienen un elevado interés en espacios verdes urbanos debido a su carácter alóctono y exótico y aunque no suelen ocupar grandes extensiones, es frecuente su presencia en estos ecosistemas. El estudio se ha realizado en colaboración con el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia, dentro del programa de Manejo Ecológico de Plagas que se desarrolla en dicho lugar. Durante el año 2017 se han llevado a cabo observaciones en relación a las plagas presentes en las especies de bambú del Jardín, mediante el establecimiento de protocolos de seguimiento de plagas. Se han realizado muestreos semanales evaluando las poblaciones de las plagas encontradas. Los muestreos se han realizado a diferentes alturas, así como en diferentes estratos de los hospedantes vegetales. Además, se han recogido muestras para su posterior estudio, en laboratorio, de morfología, desarrollo y estructura de población de las especies. Las metodologías utilizadas se han ido adaptando a las circunstancias y limitaciones de cada una de las plagas y de su entorno.

Se han detectado dos principales plagas dentro del Jardín, *Bambusaspis bambusae* Boisduval, perteneciente a la familia de los Asterolecanídeos, y *Takecallis arundicolens* Clarke, perteneciente a la familia de los Áfidos, habiéndose localizado cada una de ellas en especies distintas de bambú. La severidad de las infestaciones en los hospedantes de bambú ha sido desigual dependiendo de la especie plaga y de la especie de bambú en la que se han establecido los agentes. *B. bambusae* ha resultado ser la especie más problemática en relación al número y cantidad de hospedantes que ataca, en comparación con la plaga de *T. arundicolens*. También

los daños provocados por cada especie han sido desiguales en cada uno de los distintos focos de los hospedantes afectados.

Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para el establecimiento de programas de gestión integrada de plagas aplicados al manejo sostenible de plagas en plantas de bambú situadas en áreas verdes urbanas y periurbanas, así como en cultivo de distintas especies de bambú en viveros y plantaciones productoras.

Palabras clave: Manejo ecológico de plagas, manejo integrado de plagas, *Bambusaspis bambusae*, *Takecallis arundicolens*, Jardín Botánico de la universidad de Valencia.

RESUM:

La diversitat vegetal que existeix en l'actualitat en àrees verdes urbanes, tant en parcs i jardins públics com en parcel·les privades o particulars no es limita a les espècies vegetals pròpies de cada lloc, sinó que les distintes tendències i desitjos particulars fomenten el comerç i l'adquisició de plantes natives de llocs llunyans a les zones en les que es vol situar. Aquesta comercialització global implica també el risc de dispersió de insectes plaga i agents patògens que afecten a aquestes plantes. Les noves ubicacions provoquen un desconeixement complet, del comportament d'aquests agents en els nous ecosistemes, i també del seu maneig i control. Com a conseqüència de tot açò, en aquestes noves situacions es presenten freqüentment problemes de danys relacionats amb pèrdues econòmiques, estètiques i d'altres diverses índoles.

El present treball té com a objectiu la realització d'un seguiment de les possibles plagues que poden afectar a distintes espècies de bambú en àrees verdes. Aquestes plantes tenen un elevat interès en espais verds urbans degut al seu caràcter al·lòcton i exòtic i encara que no solen ocupar grans extensions, es freqüent la seva presència en aquests ecosistemes. L'estudi s'ha realitzat en col·laboració amb el Jardí Botànic de la Universitat de Valencia, dins del programa de Maneig Ecològic de Plagues que es desenvolupa en aquest lloc. Durant l'any 2017 s'han portat a terme observacions en relació a les plagues presents en les espècies de bambú del Jardí, mitjançant l'establiment de protocols de seguiment de les plagues trobades. S'han realitzat mostres setmanals avaluant les poblacions de les plagues trobades. Els mostres s'han realitzat a diferents altures així com en diferents estrats dels hostes vegetals. Amés s'han recollit mostres per al seu posterior estudi en laboratori de morfologia, desenvolupament i estructura

de població de les espècies trobades. Les metodologies utilitzades s'han anat adaptant a les circumstàncies i limitacions de cadascuna de les plagues i de l'entorn.

S'han trobat dos principals plagues dins del Jardí, *Bambusaspis bambusae*, pertanyent a la família dels Asterolecaníids, i *Takecallis arundicolens*, pertanyent a la família dels Àfids, havent-se localitzat cadascuna d'elles en espècies diferents de bambú. La severitat de les infestacions en els hostes de bambú, ha sigut desigual depenent de l'espècie plaga i de l'espècie de bambú on s'han establert els agents. *Bambusaspis bambusae* ha resultat ser l'espècie més problemàtica en relació al nombre i quantitat d'hostes que ataca, en comparació amb la plaga de *Takecallis*. També els danys provocats per cada espècie han sigut desiguals en cadascun dels distints focus dels hostes afectats.

Els resultats obtinguts seran de gran utilitat per a l'establiment de programes de gestió integrada de plagues aplicats al maneig sostenible de plagues en plantes de bambú situades a àrees verdes urbanes i periurbanes, així com en cultiu de distintes espècies de bambú en vivers i plantacions productores.

Paraules clau: Maneig ecològic de plagues, maneig integrat de plagues, *Bambusaspis bambusae*, *Takecallis arundicolens*, Jardí Botànic de la Universitat de València.

ABSTRACT

The vegetal diversity that exists in the actuality in urban green areas, so much in parks and public gardens than in private vegetal plots or particular gardens does not limit to the own vegetal species of each place, but that the distinct trends and particular wishes foment the trade and the acquisition of native vegetation of far places to the places in those that are wanted to place. This global commercialization involves also the risk of dispersion of insects' pest and pathogenic agents that affect to these plants. The new locations cause a complete unknowing, of the behavior of these agents in the new ecosystems, and of the management and control that these pests and illnesses require. As a consequence of all this, in these new places, are frequently presented problems of damages related with economic losses, aesthetic and of other diverse natures.

The present work's objective is the realization of a follow-up of the possible pests that can affect to distinct species of bamboo in green areas. These plants have great interest in urban green spaces because of his foreign and exotic character and although they do not are used to occupy big extensions, his presence in these ecosystems is very frequent. The study has been realized

in collaboration with the Botanic Garden of the University of Valencia, in the program of Ecological Management of Pests that develops in this place. During the year 2017 it has carried out observations in relation to the present pests in the species of bamboo of the Garden, through of the establishment of follow-up protocols of the founded pests. Samplings have been made weekly evaluating directly in field the populations of the pests found. This sampling has been made at different highs as well as in different parts of the vegetal hosts. Besides, samples have collected for his study back in laboratory, analyzing the morphology, development and structure of population of found species. The methodologies used have gone adapting to the circumstances and limitations of each pest and of the environment.

Two main pests have been found in the Garden, *Bambusaspis bambusae*, pertaining to the the Asterolecaniidae family, and *Takecallis arundicolens*, pertaining to the Aphideidae family, having been located each of them in different species of bamboo. The severity of the infestation in the guests of bamboo, have resulted uneven between pests, *Bambusaspis bambusae* has resulted the more infective in proportion to the numeral and quantity of hosts that attacks, in comparison with the pest of *Takecallis arundicolens*. Also, the damages caused by each species have been uneven in each of the distinct focus of the hosts affected, which have suffered in different degree of severity each pest.

The results obtained will be of big utility for the establishment of programs of integrated management of pests applied to the sustainable management of pests in bamboo plants located on urban green areas and peri-urban areas, like in the in crop of distinct species of bamboo nurseries and producing plantations.

Key words: Ecological management of pests, Integrated management of pests, *Bambusaspis bambusae*, *Takecallis arundicolens*, Botanic Garden of the University of Valencia.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN	1
1. La subfamilia bambusoideae	2
2. Enfermedades y plagas de los bambús	5
2.1. Enfermedades de los bambús.....	5
2.2. Plagas de los bambús.....	6
2.3. Insectos chupadores de savia que atacan a bambú.....	6
2.4. Insectos cóccidos asterolecánidos.....	7
2.5. Género <i>Asterolecanium</i>	7
2.6. Pulgones (<i>Aphididae</i>).....	9
2.7. Género <i>Takecallis</i>	10
3. El Jardín Botánico de la Universidad de Valencia	10
3.1. Plantas de bambú en el Jardín Botánico de Valencia.....	12
3.2. Jardinería ecológica en el Jardín Botánico de Valencia.....	12
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	14
MATERIAL Y MÉTODOS	16
1. Área de estudio	17
2. Localización de plantas de bambú en el Jardín botánico de la Universidad de Valencia	17
3. Detección de plagas en los bambús del Jardín Botánico de Valencia	19
4. Muestreo sistemático para el estudio de poblaciones de <i>Bambusaspis bambusae</i>	20
4.1. Muestreo periódico de las poblaciones de <i>Bambusaspis bambusae</i> en hojas.....	20
4.2. Muestreo puntual en altura de las poblaciones de <i>Bambusaspis bambusae</i> en los culmos.....	21
4.3. Muestreo periódico de poblaciones de <i>Bambusaspis bambusae</i> en entrenudos de culmos.....	21
5. Muestreo periódico de las poblaciones de <i>Takecallis arundicolens</i>	22
6. Tratamiento estadístico de los datos	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
1. Plagas detectadas en las plantas de bambú del Jardín	25
2. <i>Bambusaspis bambusae</i> Boisduval	26
2.1. Identificación taxonómica.....	26
2.2. Descripción y biología de la especie.....	27

2.3. Hospedantes y Daños observados en el Jardín.	30
2.4. Estructura poblacional de <i>B. bambusae</i> en el Jardín.	33
2.5. Población de <i>Bambusaspis bambusae</i> en culmos en altura.	34
2.6. Distribución de la población en entrenudos de los culmos.	35
2.7. Indicaciones para el manejo de la plaga.	38
3. <i>Takecallis arundicolens</i> Clarke.	38
3.1. Identificación taxonómica.	38
3.2. Descripción de la especie.	39
3.3. Daños observados en el Jardín Botánico.....	39
3.4. Dinámica poblacional de <i>Takecallis arundicolens</i>	40
3.5. Relaciones de <i>Takecallis arundicolens</i> con otras especies de insectos.....	42
3.6. Indicaciones para el manejo de la plaga.....	44
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Especies de bambú del Jardín Botánico y clasificación según su porte.	12
Tabla 2 Especies de bambú del Jardín Botánico y zona de localización.....	18
Tabla 3. Especies de plagas detectadas en las plantas de bambú del Jardín Botánico.....	25
Tabla 4. Población hallada en el muestreo en altura del entrenudo de culmos.	34

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Distribución mundial de la subfamilia Bambusoideae.	3
Figura 2. Descripción de algunas características morfológicas del bambú.....	4
Figura 3 Ejemplares de plantas de bambú de la tribu Bambusodeae presentes en el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. <i>Phyllostachys aurea</i> junto a <i>Dendrocalamus giganteus</i> , (A), <i>Dendrocalamus giganteus</i> (B), <i>Shibataea kumasaka</i> (C) y <i>Pleioblastus pumilus</i> (D).....	5
Figura 4. Características morfológicas de <i>Bambusaspis bambusae</i> , Boisduval. Fuente: Scale insects.....	8
Figura 5. Esquema de alimentación de un pulgón (Izquierda). Individuo de la especie <i>Takecallis arundicolens</i> , Clarke (Derecha).	10
Figura 6. Plano del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia.....	11
Figura 7. Plano de localización del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia.	17
Figura 8. Plano de localización de las plantas de bambú en distintas áreas del Jardín Botánico.	18
Figura 9. Detalle del muestreo de uno de los entrenudos de los culmos. Vista en planta (izquierda) y vista lateral (derecha).	22
Figura 10. Plano del Jardín Botánico con localización de las áreas con plantas de bambú afectadas por plagas.	25
Figura 11. Longitudes medias de los insectos obtenidas en las mediciones realizadas en el laboratorio bajo lupa binocular.....	27
Figura 12. Individuo N1 móvil sobre foliolo, se aprecian las patas y antenas desarrolladas (Izquierda). Individuo del estadio N1 una vez fijado en el foliolo (Derecha).	28
Figura 13. Individuo del estadio N3 con filamentos dorso-perimetrales desarrollados.....	29
Figura 14. Hembra en su fase de adulta joven.....	29
Figura 15. hembra adulta madura localizada en el nervio central del envés de un foliolo.	30
Figura 16. Hembras adultas en avanzado proceso de producción de huevos.....	30
Figura 17. Ramas y hojas de <i>Bambusa ventricosa</i> afectadas por <i>Bambusaspis bambusae</i>	31
Figura 18. Daños producidos por <i>Bambusaspis bamubusae</i> en planta de <i>Dendrocalamus giganteus</i>	31
Figura 19. Culmos de <i>Dendrocalamus giganteus</i> recubiertos por <i>Bambusaspis bambusae</i> (Izquierda) y raquis foliar de una hoja de bambú infestado por <i>Bambusaspis bambusae</i> (Derecha).	32
Figura 20. Estructura poblacional de <i>Bambusaspis bambusae</i>	33

Figura 21. Grupo de individuos muertos del estadio N1 de <i>Bambusaspis bambusae</i> en raquis foliar de bambú.	34
Figura 22. Distribución de la plaga de <i>Bambusaspis bambusae</i> registrada en los entrenudos de bambú.	35
Figura 23. Población de <i>Bambusaspis bambusae</i> en culmo oculta tras hoja caulinar.	36
Figura 24. Evolución de la dispersión de <i>Bambusaspis bambusae</i> en las secciones centrales de los entrenudos.	37
Figura 25. Individuo adulto (izquierda) e inmaduro (derecha) de <i>Takecallis arundicolens</i> capturados en el Jardín Botánico.	39
Figura 26. Daños producidos por la acción de la plaga de <i>Takecallis arundicolens</i> sobre los bambús del Jardín Botánico.	40
Figura 27. Dinámica poblacional de <i>Takecallis arundicolens</i>	41
Figura 28. Dinámica poblacional de <i>Takecallis arundicolens</i> atendiendo a la altura donde se han realizado los muestreos.	41
Figura 29. Hormigas encontradas en hojas de bambú en contacto con pulgones.	42
Figura 30. Huevos de crisopa encontrados en hojas de bambú junto a <i>Takecallis arundicolens</i>	43
Figura 31. Huevos de crisopa sobre hoja de bambú fotografiados en el Jardín Botánico.	43

INTRODUCCIÓN.

En el presente trabajo se realiza un estudio de las plagas que afectan a las plantas de bambú localizadas en áreas verdes de la región mediterránea. Estos vegetales no son originarios ni se presentan de forma natural en esta región, pero están siendo cultivados cada vez con mayor frecuencia por su carácter ornamental y por la aparición de nuevos cultivos agroforestales basados en el rápido crecimiento de estas plantas. Por ello, se procede a describir a continuación algunos de sus principales aspectos en relación al bambú y el entorno en el que se ha desarrollado el TFG.

1. La subfamilia bambusoideae.

Los bambús son plantas perennes de rápido crecimiento. Su estructura se divide en dos partes principales, los rizomas y los tallos, denominados culmos (Akinlabi *et al.*, 2017). Los rizomas son tallos subterráneos de crecimiento horizontal, los cuales almacenan nutrientes y fijan la planta al suelo. Los culmos forman el eje principal de la parte aérea de las plantas de bambú, constituyendo la mayoría de la parte leñosa. Estos culmos son cilíndricos, y se subdividen en secciones por diafragmas o nudos (Amanda & Untao, 2001). La sección entre dos nudos de un culmo se conoce como entrenudo. Los culmos son huecos por dentro, pero poseen unas gruesas paredes, las cuales presentan una fina cutícula exterior formada por la presencia de silicatos. Los culmos se complementan con un espeso sistema de ramas, envolturas, follaje y flores. Las especies de bambú se diferencian unas de otras en distintas características, como el estilo de crecimiento del culmo, pudiendo ser desde erguido, con las puntas caídas, trepador o arqueado (Akinlabi *et al.*, 2017).

La mayor parte de las especies de esta subfamilia tardan varios años en florecer, su floración es de larga duración, gregaria, pudiendo florecer simultáneamente todos los individuos de una comunidad o varias en distintos lugares, e incontrolable (Lin *et al.*, 2010).

Los bambús pertenecen a la subfamilia Bambusoideae dentro de la familia Poaceae. Existen aproximadamente unas 1100-1500 especies diferentes de bambú que han sido identificadas y clasificadas en 115 géneros distintos a lo largo del globo (Chaowana, 2013; Steinfeld, 2001). La mayoría de las especies se distribuyen en Asia, encontrándose también un gran número de especies en Latinoamérica y África. Respecto a su distribución geográfica, los bambús se distribuyen en todos los continentes, excepto en Europa y la Antártida, encontrándose en las zonas distribuidas latitudinalmente entre los 46º Norte hasta los 47º Sur,

y apareciendo altitudinalmente desde el nivel del mar hasta los 4300 metros de altitud (Soderstrom & Calderon, 1979; Akinlabi, *et al* 2017).

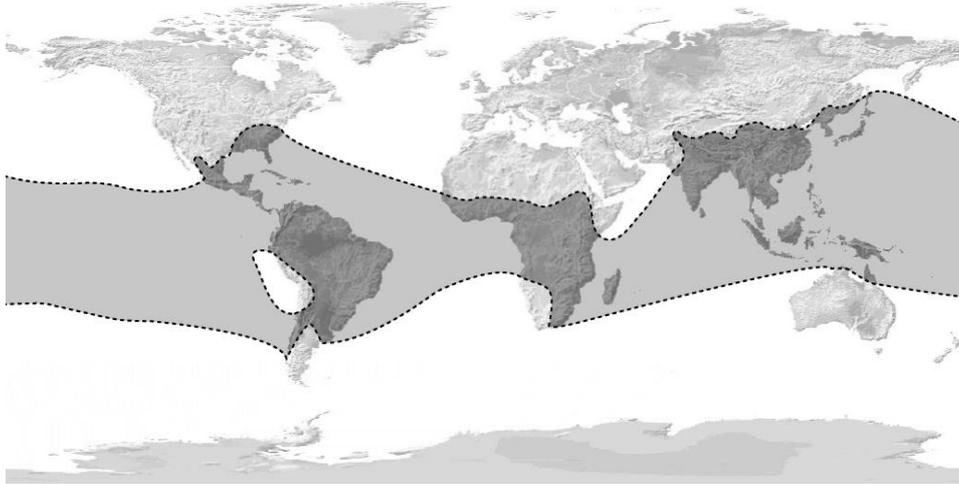


Figura 1. Distribución mundial de la subfamilia Bambusoideae.

Los bambús se clasifican en tres tribus basadas en caracteres moleculares y morfológicos. Estos caracteres incluyen las tribus Arundinarieae, Bambuseae y Olyreae. La tribu Arundinarieae es conocida como bambús de climas templados y se diferencia de la tribu Bambuseae, o bambús tropicales, por el tipo de rizoma y el desarrollo de sus ramas (Zhang & Clark, 2000). La tribu Olyreae está formada por bambús herbáceos, diferenciados de los bambús leñosos porque están formados por culmos débilmente lignificados, sin hojas en el culmo y sin lígulas externas, características presentes en los bambús leñosos (Akinlabi, *et al.*, 2017). Esta tribu está distribuida principalmente en la cuenca del Amazonas. La tribu Arundinarieae está formada por 30 géneros, estos bambús leñosos se encuentran en áreas con climas cálidos templados en el sureste de América del Norte, África Subsahariana, Asia del Sur y Asia Oriental (Akinlabi, *et al* 2017).

Los bambús más ampliamente distribuidos en el planeta pertenecen a la tribu Bambuseae, siendo esta la tribu más diversa formada por ocho subtribus con 70 géneros, así como 812 especies. Las especies de bambú que encontramos en nuestro territorio están incluidas en esta última tribu. Estos vegetales se localizan en áreas verdes de zonas urbanas y periurbanas y en cultivos para producción de plantas con fin ornamental, y más recientemente en plantaciones con fin energético (Akinlabi, *et al* 2017).

Son los bambús más cultivados a causa de su carácter exótico y su elevada diversidad. Fueron inicialmente introducidos en Europa desde el cinturón monzónico del Sudeste asiático, el sur de China y Japón a principios del siglo XIX.

Las plantas de bambú han sido utilizadas desde la antigüedad para multitud de fines. Esta cantidad no ha hecho más que incrementarse con el desarrollo de nuevas tecnologías, desde la utilización de todas sus partes para la producción de distintos combustibles, a la aplicación de sus partes leñosas en la construcción o la producción de diversos productos, de primera, segunda y sucesivas transformaciones (Akinlabi, *et al* 2017).

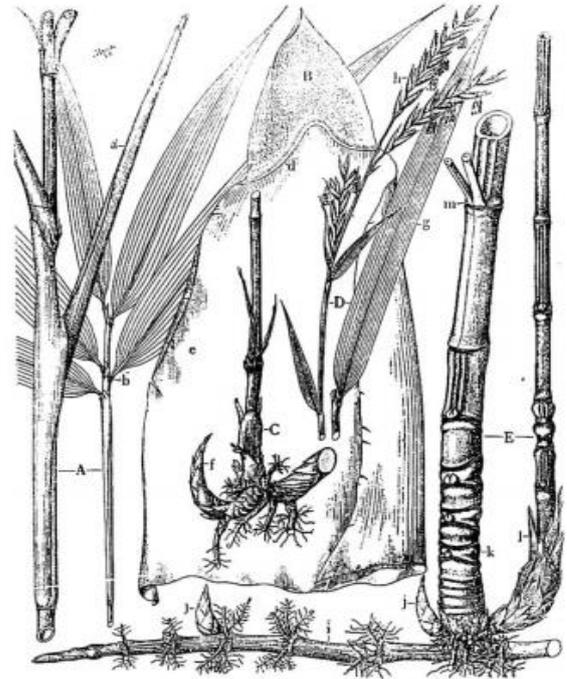


Fig. 1. *Pseudosasa japonica*; a. vástago, b. rama con hojas. B. *Bambusa Bambos*, vaina espátacea; c. Lámina dejando ver los pelos en la cara superior; d. ligula; e. vaina. C. *Bambusa Multiplex*, rizoma y caña. f. rizoma definido. D. *Pleoblastus Simonty*; g. hoja, h. rama florífera. E. *Phyllostachys aurea*, i. rizoma indefinido; j. brote que origina el vástago; k. base de la caña con inle medios muy cortos; l. catáfilas; m. ramas apareadas dejando ver la caña canaliculada.

Figura 2. Descripción de algunas características morfológicas del bambú.

A.



B.



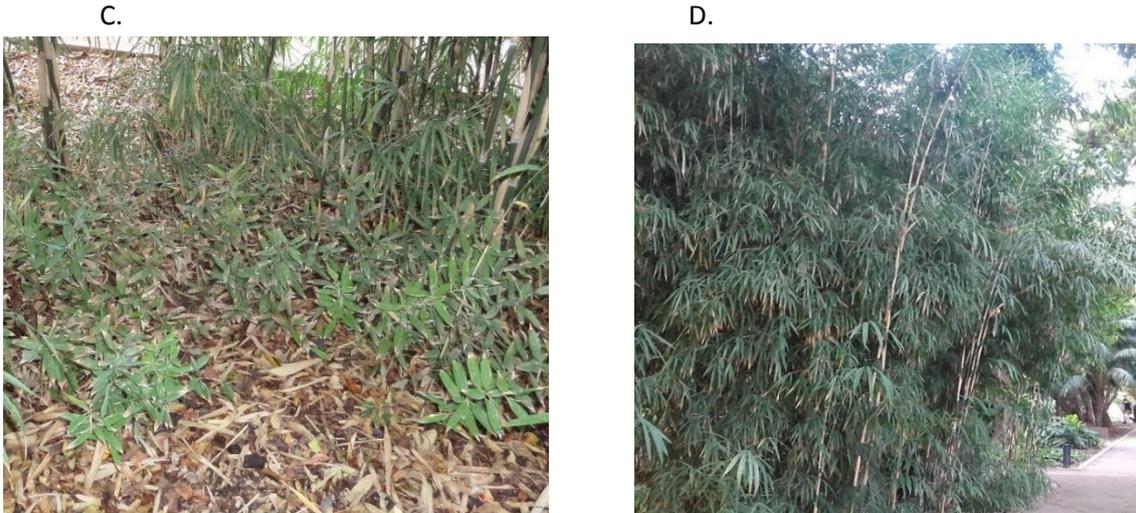


Figura 3 Ejemplares de plantas de bambú de la tribu Bambusodeae presentes en el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. *Phyllostachys aurea* junto a *Dendrocalamus giganteus*, (A), *Dendrocalamus giganteus* (B), *Shibataea kumasaka* (C) y *Pleioblastus pumilus* (D).

2. Enfermedades y plagas de los bambús.

El incremento del comercio global de bambú en los últimos años para su uso ornamental está favoreciendo la introducción accidental y dispersión de multitud de insectos y enfermedades patógenas desde sus lugares de origen a nuevos territorios (Akinlabi, *et al* 2017).

2.1. Enfermedades de los bambús.

Los bambús son vulnerables a varias enfermedades y desórdenes fisiológicos, los cuales pueden afectar a las plantas en invernaderos, plantaciones y en su hábitat natural. Cerca de 170 especies de bambús, pertenecientes a 26 géneros se han catalogado como vulnerables a varias enfermedades y desórdenes (Mohanani, 1997).

Estas plantas son vulnerables a varias enfermedades en sus distintas fases de crecimiento. Entre el gran número de enfermedades registradas en bambús, las enfermedades potenciales que pueden repercutir en la producción de bambú incluyen, la pudrición de culmos emergentes y en crecimiento, la pudrición en la base del culmo, el tizón del bambú y la escoba de brujas del bambú. La incidencia, severidad y dispersión de estas enfermedades dependen en su mayoría de las condiciones microclimáticas, y de las prácticas de conservación del hábitat (Mohanani, 1997).

2.2. Plagas de los bambús.

Los insectos forman una gran parte de los ecosistemas de bambú, con más de 800 especies identificadas como plagas de bambú. Si bien los sistemas de bosques naturales suelen tener una forma natural de mantener las poblaciones de plagas bajo control, los peligros se incrementan e intensifican en las plantaciones, provocando la necesidad de un adecuado conocimiento, vigilancia y manejo de las plagas (Akinlabi, *et al* 2017).

Los bambús son susceptibles de ser atacados por varios tipos de insectos fitófagos (Singh & Bhandari, 1988). Entre estos insectos se encuentran aquellos que atacan a bambús vivos, y los insectos que atacan a los bambús ya cosechados. En la primera categoría, las principales amenazas incluyen insectos que atacan a los rizomas, brotes emergentes, culmos, follaje y semillas. La naturaleza de estos ataques incluye la absorción de savia, defoliación, la apertura de orificios de perforación en brotes y culmos, la apertura de galerías o la alimentación de rizomas. Estos insectos pertenecen a los órdenes Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Coleoptera (Singh & Bhandari, 1988; Koshy & Harikumar, 2001).

Los insectos perforadores de brotes y culmos son los que producen los daños más graves. La mayoría de insectos defoliadores y chupadores de savia son considerados plagas de menor importancia, pero algunos de estos insectos muestran fluctuaciones poblacionales que pueden causar importantes daños, pudiendo provocar la defoliación y/o el colapso de los tallos y ramas.

Las plagas estudiadas en el presente trabajo pertenecen al grupo de los insectos chupadores de savia. A continuación, se realiza una breve descripción de la tipología y variedad de los insectos de este grupo.

2.3. Insectos chupadores de savia que atacan a bambú.

Existe un gran número de insectos que poseen un aparato bucal modificado en forma de estilete chupador para alimentarse de la savia de hojas, ramas, culmos, rizomas y brotes. Estos insectos pueden dañar los bambús de forma diversa: (1) absorbiendo fluidos de la planta, (2) causando daños mecánicos, (3) inyectando compuestos tóxicos en la planta, y (4) transmitiendo enfermedades. Estos daños pueden resultar en defoliación, marchitamiento de brotes jóvenes y ramas e incluso la muerte de los culmos (Varma & Sajeev, 1988).

Un gran número de especies pertenecientes principalmente a las familias Thripidae, Aleyrodidae, Aphididae, Asterolecaniidae, Pseudococcidae, Diaspididae y Coccidae, han sido registradas en distintas especies de bambú (Akinlabi *et al*, 2017). La mayoría de estos insectos, se encuentran en la superfamilia Coccoidea y pertenecen a los géneros *Asterolecanium* (18 especies), en el que se encuentra *Bambusaspis bambusae*, *Chionaspis* (4 especies), *Odonaspis* (9 especies) y además la especie *Asteropteryx bambusae* Buckton (Varma y Sajeev, 1988).

2.4. Insectos cóccidos asterolecánidos.

La distribución de este grupo es cosmopolita, cuenta con 24 géneros y 244 especies descritas (SCALENET.INFO, 2017). Los miembros de esta familia se desarrollan principalmente en el hemisferio norte, y la mayoría de especies solo desarrollan una generación anual. Morfológicamente son diversos, en algunos géneros de esta subfamilia la hembra está situada debajo de una cubierta o cubierta translúcida, que lleva a su alrededor espinas cerosas, generalmente blancas y más o menos brillantes (Russell, 1941). La hembra adulta tiene contorno circular o elíptico y es convexa, con el lado inferior plano y el superior abombado. Las antenas pueden estar reducidas a un tubérculo o ser bien visibles, teniendo un número de artejos variable que pueden llegar a nueve. Las patas son ausentes o muy rudimentarias (Russell, 1941). Una vez hecha la puesta los segmentos abdominales se repliegan dentro de los torácicos. La larva es móvil, con antenas y patas desarrolladas, anillo anal y pelos largos en los lóbulos anales (Williams, 1988).

Hasta la fecha, 21 especies de la familia Asterolecaniidae han sido citadas en plantas de bambú, la mayoría de ellas en plantas del género *Bambusa*, provocando problemas de distintos grados de severidad (SCALENET.INFO, 2017).

2.5. Género *Asterolecanium*.

El género *Asterolecanium* pertenece a la familia Asterolecaniidae, y la subfamilia Asterolecaniinae. La subfamilia Asterolecaniinae se caracteriza por la presencia de poros en forma de 8 y conductos tubulares ciríparos asimétricos. Las hembras adultas poseen una cubierta más o menos vítrea, que posee unas finas espinas alrededor del borde en forma de corona o franja. No poseen patas y tampoco antenas salvo unos rudimentos (Russell, 1941).

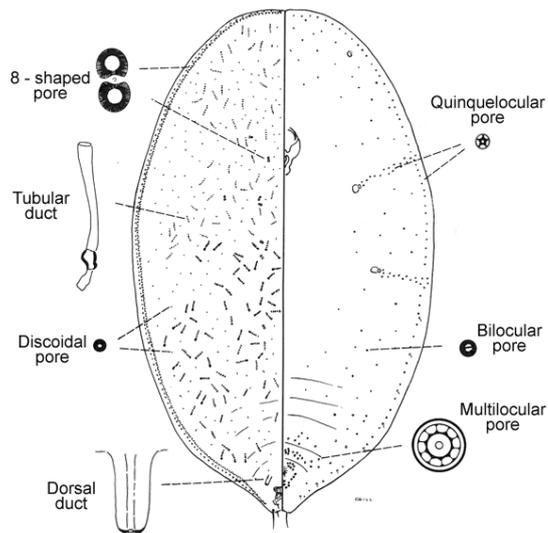


Figura 4. Características morfológicas de *Bambusaspis bambusae*, Boisduval. Fuente: Scale insects.

La reproducción puede ser sexual o asexual mediante el proceso de partenogénesis. Las hembras incuban los huevos en cavidades debajo de su sección torácica. Las larvas son el único estadio móvil y representan la única oportunidad de dispersión de los individuos hembra. Estas se mueven durante poco tiempo hasta que encuentran un lugar y lo colonizan (Russell, 1941).

A pesar de que se han encontrado especies del género *Asterolecanium* en al menos 37 familias vegetales, las especies de este género son predominantes en las familias Poaceae, Arecaceae y Fagaceae. Las especies que afectan a estas familias son específicas de sus respectivos huéspedes y su alimentación suele estar restringida a una sola parte de la planta, como hojas, brotes o cortezas, mientras que algunas otras viven indiscriminadamente en hojas, brotes, tallos, frutos y troncos (Russell, 1941).

Se han registrado varias especies de este género como plagas de distintas partes de los bambús. Entre estas especies se incluyen *Asterolecanium delicatum* Green, *A. Coronatum* Green, *A. flavoaliatum* Green, *A. lanceolatum* Green, *A. logum* Green, *A. pudibundum* Green, *A. rubronumatum* Green, *A. ugugamme* Green, *A. solenophoides* Green y *Bambusaspis bambusae* Boisduval (Varma y Sajeev, 1988).

2.6. Pulgones (Aphididae).

Los áfidos o pulgones son un grupo muy amplio de insectos de pequeño tamaño, de cuerpo blando y por lo general gregarios. Se alimentan de la savia de hojas, tallos o raíces de plantas y árboles. Su cuerpo posee una forma globosa, antenas relativamente largas, un par de estructuras con forma tubular denominados sifones que se insertan en la parte superior del quinto o sexto segmento abdominal y una prolongación al final del abdomen llamada cauda. Dentro de este grupo existen formas aladas y no aladas. Las alas de los áfidos son frágiles, membranosas y prácticamente no poseen venación (Coulson & Witter, 1990).

Los ciclos de vida de los áfidos son muy variables, variando de simples a complejos con hospedantes alternos, generaciones aladas y no aladas, así como generaciones asexuales y sexuales. Se caracterizan por tener, en ocasiones, generaciones partenogénicas. La partenogénesis es un tipo de reproducción asexual mediante la cual una célula reproductora forma un nuevo individuo sin la necesidad de fecundación. De esta forma, los pulgones pueden desarrollar varias generaciones que son copias genéticas del individuo productor (Blackman & Eastop, 2017).

Los áfidos se alimentan del floema de las plantas al que llegan con los estiletes de su probóscide (Figura 3). Debido a las altas concentraciones de azúcares que posee el floema, no pueden digerir toda la cantidad consumida, desechando el exceso por su ano. Esta sustancia de desecho es un compuesto residual de alto contenido en azúcares denominado melaza. La melaza puede servir de alimento para ciertos insectos como abejas e incluso hormigas, viviendo estas últimas en muchas ocasiones en simbiosis con los pulgones (Dajoz, 2001). Esta simbiosis se basa en una cooperación en la que las hormigas se alimentan de la melaza excretada por los pulgones y éstos gozan de su protección frente a depredadores como los coccinélidos. Estas relaciones de simbiosis pueden causar graves daños en algunas especies vegetales, al aumentar el periodo de supervivencia de los pulgones en el hospedante. Además, si la cantidad de melaza es abundante se crea una capa brillante que deseca las hojas debido a la presión osmótica producida por la cantidad de sales acumulada en el exterior de las células. Esta capa suele ser rápidamente colonizada por distintos tipos de hongos, los cuales producen que las manchas se tornen de color negro, reduciendo la capacidad fotosintética de las plantas (Dajoz, 2001).

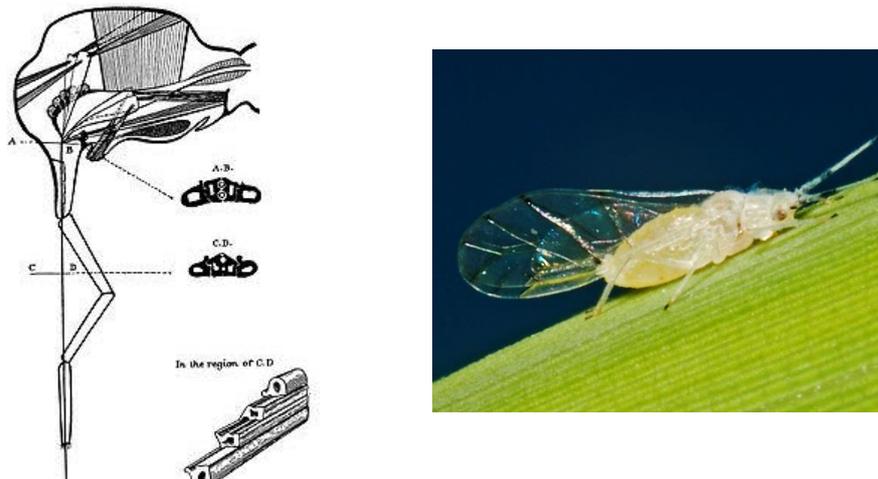


Figura 5. Esquema de alimentación de un pulgón (Izquierda). Individuo de la especie *Takecallis arundicolens*, Clarke (Derecha).

2.7. Género *Takecallis*.

Perteneciente a la familia Aphididae, el género *Takecallis*, está formado por un pequeño conjunto de especies de pulgones, originarias del sureste asiático, en las regiones Oriental, aunque actualmente varias especies del género *Takecallis* se distribuyen ampliamente en la región oriental, Asia del Sur, Oceanía, Europa y América del Norte (Halbert *et al*, 2000; Qiao & Zhang, 2004). Las especies que forman este género son: *Takecallis affinis*, Ghosh; *Takecallis arundicolens*, Clarke; *Takecallis arundinariae*, Essig; *Takecallis assummentus*, Qiao & Zhang; *Takecallis sasae*, Matsumura y *Takecallis taiwana*, Takahashi. Se caracterizan por ser pequeños pulgones, de cuerpo alargado y estrecho. Las antenas son de gran longitud, pudiendo superar la longitud del cuerpo. Los sifones son cortos y truncados. Por lo general, todos los individuos de las generaciones vivíparas de las especies que se incluyen en el género son alados. De las seis especies que incluye este género, cinco de ellas parecen no tener alternancia de hospedantes, alimentándose durante todo el año en plantas de bambú (Blackman & Eastop, 2017).

3. El Jardín Botánico de la Universidad de Valencia.

Por ser el espacio en el que principalmente se ha desarrollado este trabajo, conformando un lugar con una gran diversidad botánica, con multitud de especies de bambú sobre las que se pueden estudiar caracteres específicos de estos vegetales y debido también a los métodos de control ecológico de plagas que se llevan a cabo en este lugar, se procede a describir algunos aspectos del Jardín.

La primera descripción que se posee del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia se remonta al año 1567, encontrándose las primeras referencias escritas sobre la construcción de un jardín en el año 1631. A lo largo de 200 años fue un huerto vinculado a los estudios de Medicina. Hasta el s. XIX ocupó diversos emplazamientos en la ciudad de Valencia. Fue en el año 1802 cuando la Universidad lo situó definitivamente en el Huerto de Tramoyeres, fuera de los muros de la ciudad, cerca de las Torres de Quart (Santamaría, 2001). A lo largo del s. XIX se impartieron clases de botánica y se realizaron experiencias de aclimatación de plantas de interés agrícola. Durante el s. XX, el Jardín Botánico sufrió un largo periodo de abandono hasta que, en el año 1987, la Universidad de Valencia inició un proceso de restauración integral que concluyó en el 2000. Actualmente el Jardín dedica su investigación al conocimiento de la diversidad vegetal, la conservación de las especies raras, endémicas o amenazadas de la flora mediterránea y la conservación de los hábitats naturales.

En la actualidad se cultivan más de 4.500 especies diferentes distribuidas en una superficie de 40.000 m², ordenadas en 20 colecciones. La Escuela Botánica es la que ocupa una mayor extensión, ocupando una tercera parte de la superficie del Jardín. El resto es monográfico y responde a tres criterios fundamentales: plantas utilizadas por el ser humano, plantas cultivadas bajo protección y plantas de un mismo ambiente ecológico. La mayor parte de las colecciones se encuentra al aire libre, algunas ocupan los invernaderos y otras el umbráculo (Güemes, 2001).

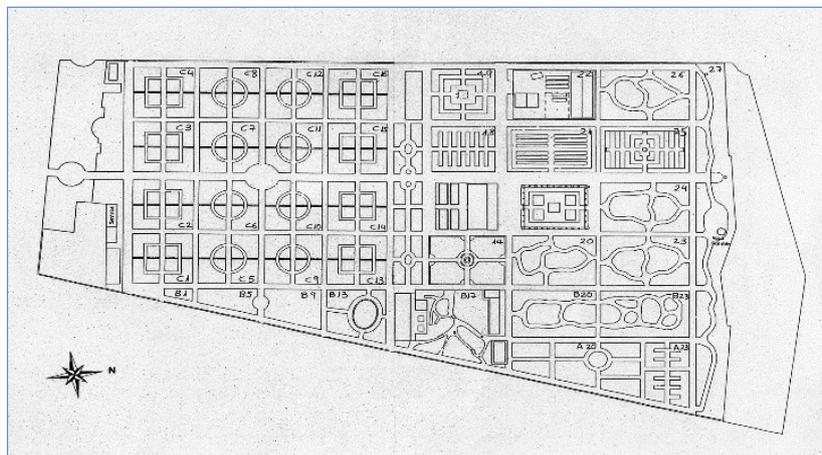


Figura 6. Plano del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia.

En la mitad sur del Jardín se ubica la Escuela Botánica, la colección más antigua que recoge la diversidad vegetal, atendiendo a su evolución. La Escuela se creó hace dos siglos para dar clases prácticas de botánica. Las colecciones están ordenadas según el sistema natural de Endlicher, aunque en sus inicios lo estuvo de acuerdo con el método sexual Linneano, y en

carteles informativos se pueden identificar el origen de las principales familias, sus características y utilidades (Santamaría, 2001).

3.1. Plantas de bambú en el Jardín Botánico de Valencia.

En el Jardín Botánico se encuentra un grupo de especies de bambú, cuyas plantas forman una representación de la tribu Bambuseae. Estas especies alcanzan un tamaño importante en su hábitat natural, pero debido a su condición de plantas cultivadas se pueden encontrar bambús de gran envergadura, los cuales alcanzan alturas superiores a los 15 m y también varias plantas de bambú pequeñas, muy similares en tamaño a plantas herbáceas. En la siguiente tabla se puede observar una clasificación por el desarrollo en altura de las especies de bambú presentes en el Jardín Botánico.

Tabla 1. Especies de bambú del Jardín Botánico y clasificación según su porte.

Especie de bambú	Tribu	Tipo
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambuseae	Elevado porte
<i>Bambusa ventricosa</i>	Bambuseae	Arbustiva
<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambuseae	Elevado porte
<i>Phyllostachys nigra</i>	Bambuseae	Arbustiva
<i>Phyllostachys vidris</i>	Bambuseae	Elevado porte
<i>Shibataea kumasaka</i>	Bambuseae	Herbácea
<i>Pleioblastus pygmaeus</i>	Bambuseae	Herbácea
<i>Pleioblastus pumilis</i>	Bambuseae	Herbácea

3.2. Jardinería ecológica en el Jardín Botánico de Valencia.

La problemática derivada del empleo de técnicas de cultivo y de defensa fitosanitaria en parques y jardines ha conducido a la búsqueda de sistemas más sostenibles, entre ellos la jardinería integrada, que ha experimentado gran difusión en los últimos años en zonas verdes urbanas, o la jardinería ecológica, la cual supone una alternativa a aquella convencional, en cuanto a que apuesta por la búsqueda del equilibrio con la naturaleza. Estos métodos consideran las múltiples relaciones de las plantas cultivadas con los organismos del suelo, la atmósfera, el agua, el clima y el microclima, y estudian el efecto en las plantas de las perturbaciones en cada uno de estos factores (Southwood & Henderson, 2000).

El manejo ecológico de plagas supone la integración de diversas herramientas de control, tanto físicas, como químicas y biológicas. En el control biológico de plagas es necesario conocer el comportamiento de los insectos y sus dinámicas poblacionales. Esto permite realizar un seguimiento de los insectos fitófagos y saber si superan determinados umbrales que los

puede situar como agentes que producen daños. Por otra parte, es fundamental conocer si una plaga tiene enemigos naturales y saber si estos organismos son capaces de controlarla. El control biológico es una parte muy importante de muchos programas de manejo integrado y ecológico de plagas. En este tipo de gestión, adquiere una gran relevancia el manejo de las plantas y del hábitat en el que se encuentran. En relación al control químico, son muy pocos los insecticidas autorizados en el manejo ecológico. Es por esto que adquiere una mayor importancia el seguimiento de las poblaciones de insectos para poder definir el momento más adecuado de los tratamientos (Southwood & Henderson, 2000). En el año 2004 el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia decide realizar un cambio en el tipo de manejo de plagas llevado a cabo hasta ese momento. Se comienzan a desarrollar actividades de control biológico de plagas que se han continuado hasta la actualidad.

En la gestión del Jardín se utilizan los tres métodos principales en los que se basa este tipo de manejo, control biológico por conservación, aumentativo y control clásico de importación. Para ello y dentro del control biológico por conservación se llevan a cabo estudios continuos de los enemigos naturales de las principales plagas del Jardín. Relacionado con el control aumentativo de enemigos naturales, se realizan sueltas de parasitoides y depredadores en los momentos que son necesarios. Y, por último, en cuanto al control clásico, se ha importado el parasitoide *Neodryinus typhlocybae* Ashmead, como medida de control de la plaga *Metcalfa pruinosa* Say, debido a su compleja gestión en el Jardín para poder controlarla con otras medidas de gestión (Beltrà & Soto, 2007).

Hasta el momento no se han realizado estudios en profundidad de las plagas en plantas de bambú dentro del Jardín Botánico. Las medidas utilizadas con mayor frecuencia se basan en la aplicación de soluciones jabonosas sobre el bambú para disolver y limpiar las melazas producidas por pulgones y la retirada de individuos y plantas en mal estado. Durante los últimos años se ha observado que esto no es suficiente y algunos aspectos de los organismos plaga situados en el jardín no son bien conocidos por lo que se pretende que este trabajo aporte información que facilite e implemente la gestión que se lleva a cabo actualmente.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

Los bambús son plantas de creciente interés debido a la diversidad de sus usos potenciales que ha permitido un gran aprovechamiento de estas plantas. El carácter ornamental ha sido también un factor decisivo en el establecimiento de estas plantas en nuestro ecosistema de forma cada vez más frecuente. Recientemente, además, se han considerado los bambús como grandes sumideros de secuestro de carbono y están considerados en la actualidad como potenciales cultivos energéticos debido a su alta productividad y crecimiento.

La creciente aparición en nuestro territorio de zonas verdes en las que se cultivan este tipo de plantas para su uso ornamental, y la aparición de cultivos dedicados a la producción intensiva de estos vegetales para sus distintos usos, requiere un mayor conocimiento de los problemas de plagas asociados a estos vegetales, ya que en general, sus comportamientos son desconocidos fuera de sus lugares de origen.

El cuidado de los parques y áreas verdes urbanas y periurbanas se encuentra cada vez más sujeto a las exigencias adoptadas por las administraciones locales, que apuestan por la implantación de una jardinería saludable y en busca de un mayor equilibrio con la naturaleza. El manejo integrado de plagas, mediante métodos poco tóxicos para el ambiente y los organismos que viven en él, es la metodología vigente para la gestión actual de plagas de vegetales. Este tipo de manejo necesita implementar el conocimiento del comportamiento de las poblaciones de las especies plaga, conociendo bien su tipo de desarrollo, cuantificando sus poblaciones y desarrollando técnicas de muestreo que sean de utilidad en la posterior toma de decisiones en el control de plagas (Southwood y Henderson, 2000).

Por todo esto y con la finalidad de obtener los conocimientos adecuados para el manejo de estas plagas, los objetivos del siguiente trabajo son:

- Identificar las plagas de mayor incidencia en los bambús de áreas verdes urbanas y periurbanas de la ciudad de Valencia.
- Conocer su incidencia en las diferentes especies de bambús.
- Conocer su preferencia por las diversas partes del vegetal
- Definir su desarrollo en condiciones mediterráneas.
- Conocer la evolución de sus poblaciones a lo largo del tiempo

MATERIAL Y MÉTODOS.

1. Área de estudio.



Figura 7. Plano de localización del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia.

El trabajo realizado se ha desarrollado principalmente en el área del Jardín Botánico. Los muestreos realizados en el Jardín están condicionados a la limitada disponibilidad del material vegetal debido al bajo número de especímenes de la misma especie presentes en el Jardín. Esta limitación condicionó los muestreos realizados y descartó muchos otros tipos de muestreos debido a su inviabilidad, por lo que las técnicas utilizadas para el seguimiento de las plagas encontradas se han adaptado a las condiciones del medio.

2. Localización de plantas de bambú en el Jardín botánico de la Universidad de Valencia.

Para la localización de las plantas de bambú se realizó un recorrido completo del Jardín Botánico, registrando todas las colecciones vegetales presentes en el mismo, de este modo se detectaron las zonas del Jardín Botánico con todas las plantas de bambú pertenecientes a distintas especies.

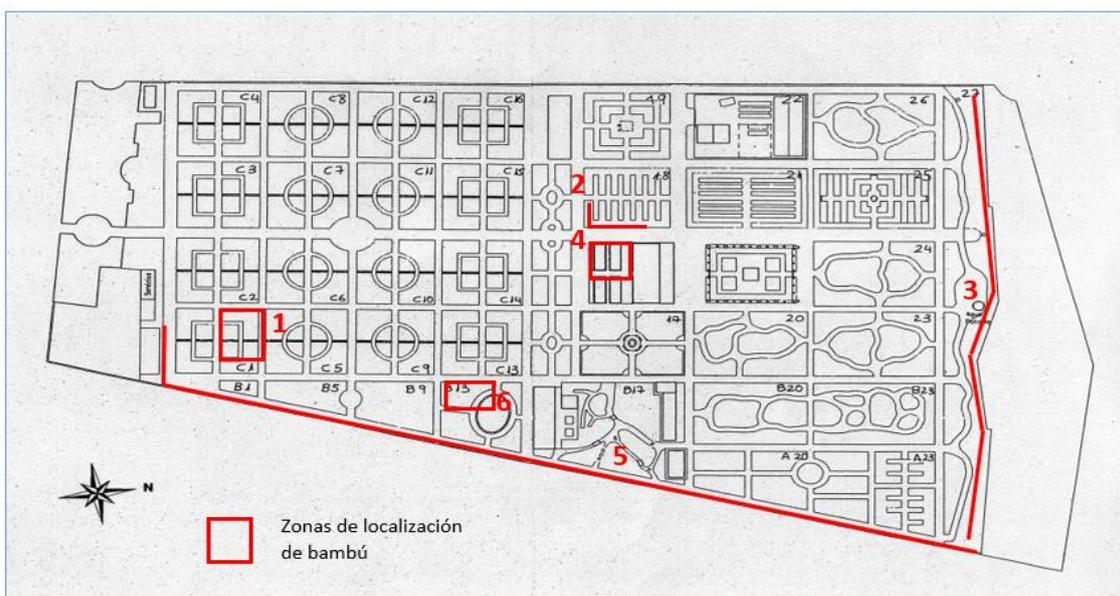


Figura 8. Plano de localización de las plantas de bambú en distintas áreas del Jardín Botánico.

Tabla 2 Especies de bambú del Jardín Botánico y zona de localización.

Especies de bambú	Áreas de localización
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	1, 2, 3
<i>Bambusa ventricosa</i>	1, 4
<i>Phyllostachys nigra</i>	1, 6
<i>Phyllostachys vidris</i>	1
<i>Pleioblastus pumilis</i>	1
<i>Shibataea kumasaka</i>	1
<i>Phyllostachys aurea</i>	3, 5
<i>Pleioblastus pygmaeus</i>	1

En referencia a las áreas en las que se han localizado las plantas de bambú dentro del recinto del Jardín Botánico (Fig. 8), a continuación, se realiza una breve descripción de dichas áreas.

Zona 1: es un área perteneciente a la colección de la Escuela Botánica, en la que podemos encontrar 7 de las 8 especies de bambú presentes en el Jardín, situándose muy cercanas unas de las otras. Dicha zona abarca una extensión aproximada de 150 m².

Zona 2: está formada por una parcela donde solamente se encuentran plantas de bambú de la especie *Dendrocalamus giganteus*, localizada junto a zona de cultivo de las plantas de Vid.

Zona 3: se encuentra situada en la pared norte del Jardín, formada por dos especies de bambú, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus giganteus*, esta última solamente se encuentra en un reducido espacio de dicha área. Toda esta zona se encuentra bajo un dosel arbóreo.

Zona 4: la forma una planta de bambú de la especie *Bambusa ventricosa* Munro que se encuentra en el invernadero de plantas tropicales.

Zona 5: está formada por un seto continuo de plantas de *Phyllostachys aurea* de 5 metros de altura, que abarca las paredes este y sureste del Jardín Botánico. Todas estas plantas se han considerado una única área.

Zona 6: corresponde a una pequeña masa de plantas de *Phyllostachys nigra* Lodd. ex Lindl, localizadas junto a la colección de plantas acuáticas y que se encuentran bajo un dosel arbóreo.

3. Detección de plagas en los bambús del Jardín Botánico de Valencia.

El estudio se inició con la realización de una prospección de todas las áreas con bambú del Jardín para localizar e identificar las plagas presentes en el mismo y de este modo realizar una acotación del terreno de estudio a dichas áreas. Los muestreos llevados a cabo para ello se realizaron mediante la observación de todas las plantas de bambú de cada área, observando plantas alternas en los casos en los que estos vegetales formaban setos, inspeccionando todos sus órganos excepto las raíces, analizando la presencia o ausencia de cualquier plaga sobre estos vegetales y utilizando una lupa para mayor precisión en las observaciones. Este muestreo se repitió una vez al mes durante el transcurso del estudio con la finalidad de detectar nuevas plagas que se pudieran instalar en periodos posteriores al primer muestreo.

Una vez detectadas las plagas, se acotaron zonas del seguimiento de éstas. En el momento de detección de los insectos se realizó una toma de muestras de los mismos mediante su recogida con la ayuda de tijeras de poda y pinceles, depositándolos en una bolsa de cierre hermético para su correcto traslado. Una vez en el laboratorio se almacenaron los insectos en botes de vidrio etiquetados y posteriormente, mediante claves de identificación (Williams, 1988; Blackman & Eastop, 1994) se identificaron las especies de insectos plaga observadas a lo largo del estudio.

4. Muestreo sistemático para el estudio de poblaciones de *Bambusaspis bambusae*.

El estudio de la población de esta especie de insecto en el bambú del Jardín Botánico se ha realizado mediante tres procedimientos distintos:

- Muestreo periódico de las poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en hojas.
- Muestreo puntual en altura de las poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en los culmos.
- Muestreo periódico de poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en entrenudos de culmos.

Se procede a describir a continuación cada uno de ellos.

4.1. Muestreo periódico de las poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en hojas.

Los muestreos sistemáticos de la plaga de *Bambusaspis bambusae* en las hojas de bambú se han realizado desde el enero de 2017 hasta la actualidad. Durante los meses de enero, febrero y marzo los muestreos se realizaron quincenalmente. Desde el mes de abril hasta noviembre los muestreos pasaron a ser semanales debido a una mayor actividad de la plaga. Dichos muestreos se realizaron en las Zonas 1, 2 y 3. La zona 4 se excluyó del muestreo debido a la imposibilidad de realizar un muestreo sistemático continuado.

En cada una de estas áreas se recogieron, mediante tijeras de podar entre 5 y 10 hojas de bambú infestadas por insectos de *B. bambusae*, según la abundancia de la plaga, realizando la toma en distintas alturas y orientaciones. Las hojas recogidas se almacenaron en bolsas de plástico de cierre hermético correctamente cerradas y etiquetadas. Dichas muestras fueron posteriormente trasladadas al laboratorio para su estudio.

Una vez en el laboratorio, se realizó la observación de las hojas mediante la ayuda de una lupa estereoscópica. Se revisó tanto el haz como el envés de cada foliolo de las hojas recogidas, así como los raquis foliares. Se llevó a cabo la inspección de un total de 100 individuos vivos, entre los que 75 estaban localizados entre el haz y el envés y 25 en los raquis foliares. Se diferenciaron individuos vivos de los muertos y, en los vivos, se distinguieron entre todos los estadios inmaduros y diversos niveles de desarrollo de los adultos. La longitud de cada uno de

ellos fue registrada. Mediante una lupa estereoscópica conectada a una cámara de alta resolución Nikon Digital Sight DS-FI1, se realizaron fotografías detalladas de los individuos.

4.2. Muestreo puntual en altura de las poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en los culmos.

En el mes de julio se procedió al muestreo en altura de los culmos en la zona 1. El muestreo se llevó a cabo, mediante la ayuda de una plataforma elevadora, en los entrenudos situados a 6, 8, 10 y 12 metros de altura. Para ello se observó la presencia de población de *B. bambusae* a cada una de estas alturas y se recogieron cuidadosamente, con la ayuda de un escarpelo, un mínimo de 100 individuos de *B. bambusae* situados en la zona central de estos entrenudos. Debido a la longitud del brazo de la plataforma elevadora, y a la presencia de ramas que imposibilitaban el muestreo a mayor altura, no se recogieron muestras en alturas superiores de 12 metros. Las muestras recogidas se almacenaron separadamente en bolsas herméticas correctamente etiquetadas. Tras el traslado de las muestras al laboratorio se procedió a su observación bajo una lupa estereoscópica. Para ello se separaron individuos vivos de muertos, registrando el estadio de desarrollo en cada uno de los individuos vivos.

4.3. Muestreo periódico de poblaciones de *Bambusaspis bambusae* en entrenudos de culmos.

Para esta tarea se procedió al muestreo de doce culmos de bambú de la especie *Dendrocalamus giganteus*, de las parcelas 1 y 2. En cada culmo se eligió un entrenudo situado a la altura de los ojos de la persona que realizaba el muestreo, procurando que los entrenudos escogidos fuesen homogéneos en cuanto a tamaño y grado de infestación de plaga. Las cañas se eligieron al azar en las matas de *D. giganteus*, escogiendo tanto cañas situadas en el interior de las matas como en el exterior. Este muestreo se llevó a cabo cada quince días entre abril y agosto de 2017.

En cada caña se dividió el espacio del entrenudo elegido en 10 secciones sucesivas de 3 cm de longitud cada una, empezando desde el nudo inferior y terminando la última sección en el nudo superior. El muestreo en campo se ha realizado contando todos los individuos vivos en cada una de estas secciones observadas en la zona expuesta a la persona que realizaba el

muestreo, como se observa en la Figura 9, y separando individuos vivos de muertos mediante el levantamiento con un escarpelo de los individuos en los que había alguna duda.

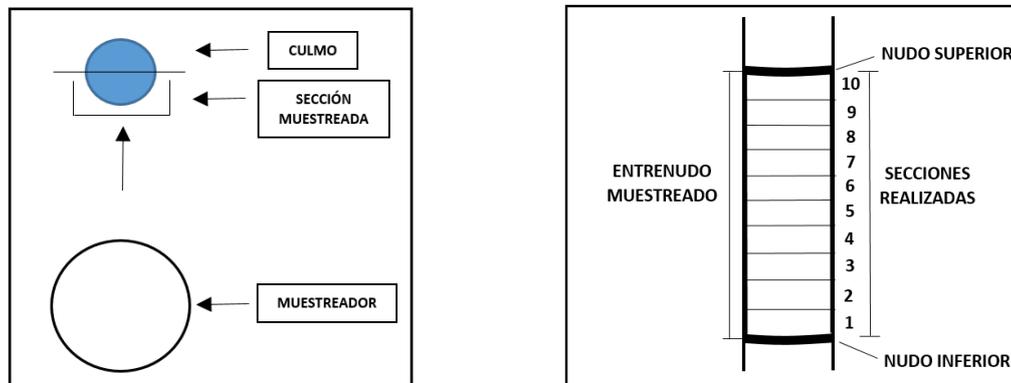


Figura 9. Detalle del muestreo de uno de los entrenudos de los culmos. Vista en planta (izquierda) y vista lateral (derecha).

Para la contabilización de individuos vivos nos servimos de una lupa manual para una apropiada distinción de los mismos, una cinta métrica para la correcta división de las secciones y de un cuaderno donde se anotaron los datos recogidos.

5. Muestreo periódico de las poblaciones de *Takecallis arundicolens*.

A lo largo del periodo de estudio, otra de las plagas que apareció en el Jardín fue *Takecallis arundicolens*. Tras la primera detección de este insecto, se procedió a realizar un seguimiento sistemático del mismo para estudiar sus poblaciones. El seguimiento de esta plaga en las plantas de bambú del Jardín botánico se realizó desde marzo de 2017 hasta la actualidad. Dicho muestreo se realizó semanalmente sobre las plantas de bambú de la especie *Phyllostachys aurea*, situadas en la Zona 5, en las paredes perimetrales sur y este del Jardín.

En cada muestreo realizado se observó un total de 75 hojas, seleccionando aleatoriamente 37 hojas situadas en alturas entre 0 y 1 metros y 38 hojas situadas entre los 1 y 2 metros. Para la realización del seguimiento de las poblaciones se realizó un conteo de la totalidad de individuos por hoja, con la ayuda de una lupa. En los casos en los que la cantidad de pulgones por hoja era muy elevada y la contabilización individual de los individuos conllevaba gran dificultad, se contabilizó la cantidad de pulgones situada en una sección 2 cm² de la

superficie foliar, extrapolando a continuación esta cifra a toda la superficie de la hoja. Las cifras de pulgones contabilizados en cada hoja fueron anotadas en un estadillo.

En varios de los muestreos se recogieron pulgones para su correcta identificación en laboratorio mediante claves de identificación (Blackman & Eastop, 1994). Se registró además cualquier tipo de interacción de los pulgones con otros insectos.

6. Tratamiento estadístico de los datos.

Los datos tomados en los muestreos de *Bambusaspis bambusae* fueron analizados estadísticamente mediante los softwares informáticos Excel 2016 y Statgraphics XVII X64.

Se utilizó un Test ANOVA para definir los distintos estadíos observados de *B bambusae* mediante la medida de la longitud de los individuos vivos observados. También se utilizó un Test ANOVA para estudiar la existencia de diferencias significativas en la cantidad de población en las diferentes secciones tomadas de los culmos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Plagas detectadas en las plantas de bambú del Jardín.

En el Jardín Botánico se han hallado 5 zonas con plantas de bambú separadas espacialmente (fig. 10.), las cuales han sufrido la afección de distintas plagas.

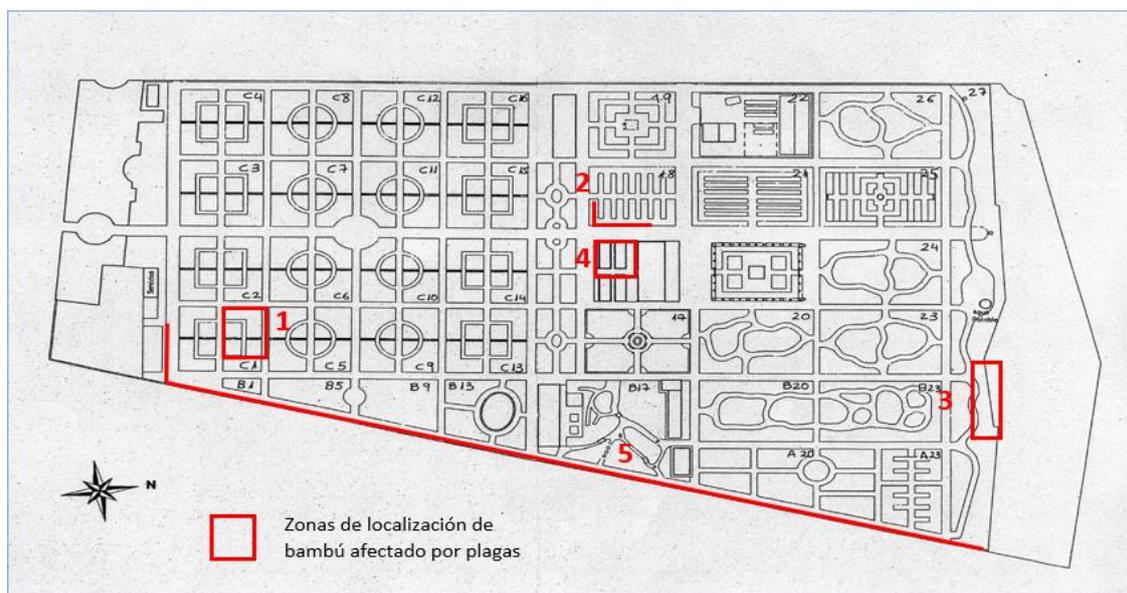


Figura 10. Plano del Jardín Botánico con localización de las áreas con plantas de bambú afectadas por plagas.

Tabla 3. Especies de plagas detectadas en las plantas de bambú del Jardín Botánico.

Plagas detectadas	Especies de bambú atacadas	Zonas de detección	Fecha de detección
<i>Bambusaspis bambusae</i> .	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	1, 2, 3	26/01/2017
	<i>Bambusa ventricosa</i>	1,4	26/01/2017
<i>Takecallis arundicolens</i>	<i>Phyllostachys aurea</i>	5	30/03/2017

Las prospecciones realizadas a lo largo del estudio han producido como resultado el hallazgo de dos plagas importantes en los bambús del Jardín Botánico: *Bambusaspis bambusae* y *Takecallis arundicolens*. Estas plagas han afectado a tres de las ocho especies de bambú presentes en el Jardín Botánico, cuya localización se puede observar en la Figura 10.

Como se observa en la Tabla 3, *Bambusaspis bambusae* se encuentra presente en dos de las ocho especies de bambú presentes en el Jardín. Su distribución es amplia, encontrándose en 4 de las 6 áreas del Jardín con presencia de bambú (fig. 10). En varias de estas áreas se

encuentra esta plaga sobre hospedantes distintos: en la Zona 1 sobre *Dendrocalamus giganteus* y *Bambusa vetricosa*, en las Zonas 2 y 3, sobre *Dendrocalamus giganteus* y sobre *Bambusa vetricosa* en la Zona 4. Esta plaga ha sido hallada en todas las plantas de los hospedantes detectados, *D. giganteus* y *B. vetricosa*.

En la bibliografía se pueden encontrar referencias de esta especie en otros hospedantes vegetales que están presentes en el jardín como son *Phyllostachys aurea* y también el género *Pleiolobatus* (Russell, 1941). De momento no se ha detectado la presencia de esta plaga en estas especies vegetales a pesar de estar en contacto directo con las plantas afectadas.

Por otro lado, el pulgón *Takecallis arundicolens* solamente ha sido localizado en plantas de *Phyllostachys aurea* y tan sólo en la Zona 5. A pesar de esto hay que destacar que esta zona es muy extensa y gran parte de las plantas que la forman estaban infestadas de esta especie plaga. La otra área que cuenta con esta especie vegetal, la Zona 3, se encuentra situada bajo un dosel arbóreo, con plantas de bambú de dos especies distintas, entremezcladas y mucho más separadas, pero no se ha presentado ninguna huella de aparición de esta plaga. Este hecho muestra una distribución irregular de *Takecallis arundicolens* dentro del jardín. Su presencia sólo en la Zona 5 del Jardín, y su ausencia en la Zona 4, podría deberse a que todavía no ha alcanzado esa última área o también, a que prefiere lugares con una mayor densidad foliar como es la Zona 5.

Ninguna de estas plagas fue registrada en el listado que se realizó de las plagas del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia en el año 2007 (Beltrà & Soto, 2007).

2. *Bambusaspis bambusae* Boisduval.

2.1. Identificación taxonómica.

Tras la detección de las poblaciones de *B. bambusae* en las plantas de bambú del Jardín botánico se trasladaron al laboratorio muestras de este insecto para su identificación taxonómica. Algunas de sus características morfológicas más claras, permitieron su identificación. Las hembras de esta especie están completamente encerradas en una cubierta formada por una secreción semi-transparente de textura vidriosa, con los márgenes de la misma envueltos por una franja de varas cerosas. Estas características, descritas por Robert Newstead

en 1903 para ciertos géneros de cóccidos, permitieron diferenciar el género *Bambusaspis*, al que pertenecía este insecto.

Mediante la clave especializada específica de identificación de asterolecánidos propuesta por Williams, en 1988 (Anexo I), se identificó a este insecto como *Bambusaspis bambusae*, Boisduval.

2.2. Descripción y biología de la especie.

El insecto fue identificado originalmente por Boisduval en 1869 como “*Asterolecanium bambusae*” en *Bambusa arundinaceae* y *Bambusa distorta*, en Algeria. Se ha datado como común en Asuán, Egipto, regiones del oeste de las Indias (Cockerell, Maxwell-Lefroy); Brasil (Hempel); y Sri Lanka (Green). Hoy por hoy, este insecto está considerado como una plaga de dispersión cosmopolita (SCALENET.INFO, 2017).

B. bambusae ha sido citado en 18 géneros de 7 familias de vegetales distintas, destacando la familia Poaceae, la cual engloba la mayoría de los hospedantes (SCALENET.INFO, 2017).

Debido a la escasa información acerca de la biología de *B. bambusae*, se ha realizado un seguimiento de los distintos estadios por los que pasa el insecto en función de las diferentes longitudes obtenidas de los individuos muestreados.

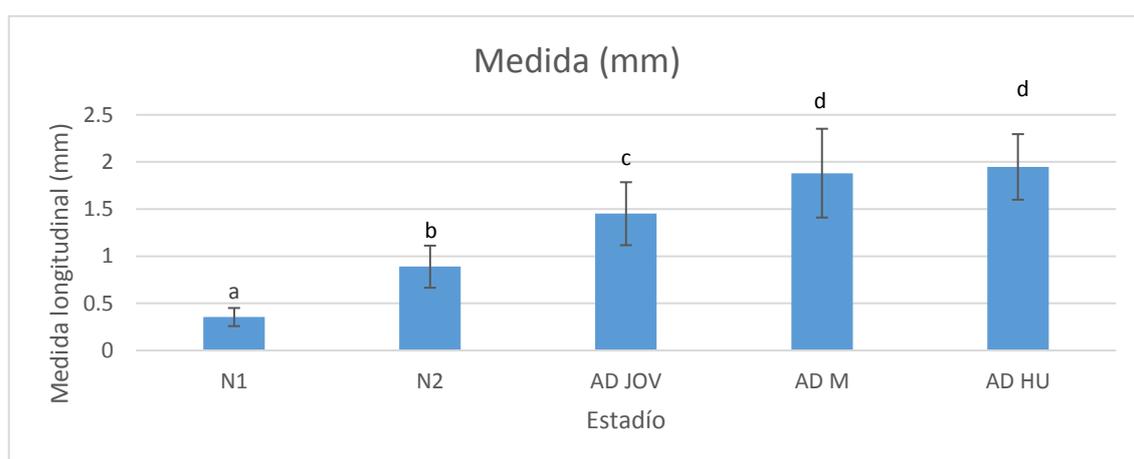


Figura 11. Longitudes medias de los insectos obtenidas en las mediciones realizadas en el laboratorio bajo lupa binocular.

La Figura 11 nos indica la existencia de cinco grupos de datos correspondientes a las medidas de la longitud de los individuos de *Bambusaspis bambusae*, los cuales se pueden separar estadísticamente por su tamaño. Estas longitudes corresponderían a dos estadios inmaduros y tres fases de maduración de las hembras adultas, hecho que coincide con la descripción de la biología de otros insectos de la misma familia, como en el caso de *Asterodiaspis variolosa* (Podsiadło, 1975). Las longitudes de cada grupo son significativamente diferentes al resto excepto entre las longitudes de las hembras adultas jóvenes y las maduras y con huevos (estos dos iguales entre sí). El significativo incremento de tamaño observado entre el estadio de hembra joven (AD JOV) y hembra madura y con huevos (AD M y AD HU) posiblemente es debido al mayor volumen que se produce en el cuerpo de esta durante el proceso de gestación con objeto de proporcionar mayor espacio para la formación de los huevos bajo su cuerpo (Coles *et al*, 1988) y no al crecimiento en sí del cuerpo ya que, en estado adulto no se produce crecimiento del insecto.

Este análisis estadístico, se complementó con un registro fotográfico de los individuos muestreados en las hojas, el cual se expone a continuación. Se describe brevemente cada estadio.

- **N1:** Primer estadio larvario y único móvil. La larva se desplaza hasta localizar en la planta un lugar idóneo donde completar su ciclo vital. Tamaño de 0.35 mm de longitud. La larva móvil posee patas (fig. 12). Posteriormente el insecto se fija inmovilizándose y atrofiando las patas.



Figura 12. Individuo N1 móvil sobre foliolo, se aprecian las patas y antenas desarrolladas (Izquierda). Individuo del estadio N1 una vez fijado en el foliolo (Derecha).

- **N2:** Segundo estadio de desarrollo del insecto, de un tamaño promedio de 0.89 mm, pudiendo abarcar desde envergaduras de 0.6mm, hasta tamaños de más de 1mm. El tegumento externo está levemente más esclerotizado, el área dorso-perimetral está rodeada de filamentos cerosos.



Figura 13. Individuo del estadio N3 con filamentos dorso-perimetrales desarrollados.

- **Hembra adulta:** debido a la complejidad de esta fase de desarrollo del insecto, se ha decidido dividir la misma en diferentes subfases:
 - Hembra adulta joven: De tamaño medio de 1.45 mm, con la cubierta más esclerotizada y de aspecto más hinchado y abultado. Coloración del individuo verde-amarillento, ocasionalmente rojizo. La coloración de los filamentos dorso-perimetrales es algo más oscura.



Figura 14. Hembra en su fase de adulta joven.

- Hembra adulta madura: individuo completamente formado, tamaño medio 1.88 mm. Cubierta esclerotizada, de aspecto muy globoso.



Figura 15. hembra adulta madura localizada en el nervio central del envés de un foliolo.

- Hembra adulta grávida: a medida que el proceso de formación de huevos avanza, el cuerpo de la hembra se va retirando, y la cavidad se va llenando de huevos de color amarillo. El individuo muere al terminar dicho proceso, coincidiendo con la eclosión de los huevos.



Figura 16. Hembras adultas en avanzado proceso de producción de huevos.

Durante el transcurso del estudio, no se ha observado en ningún momento individuos macho. Ya en los trabajos realizados por Newstead en 1903 sobre el estudio de esta especie no se detectó ningún individuo masculino. Este hecho indica que los individuos machos deben aparecer en proporciones muy pequeñas.

2.3. Hospedantes y Daños observados en el Jardín.

Debido a la detección de la aparición de esta plaga sobre dos especies de bambú en el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia (Tabla 3), se realiza una breve descripción de estos

hospedantes, con el fin de conocer su origen, distribución hábitos de desarrollo y usos. Esta información puede ser consultada en el Anexo III.

A.- Daños en las hojas:



Figura 17. Ramas y hojas de *Bambusa ventricosa* afectadas por *Bambusaspis bambusae*.



Figura 18. Daños producidos por *Bambusaspis bamubusae* en planta de *Dendrocalamus giganteus*.

Se ha observado en el transcurso de este trabajo que, aunque la afección en hojas y ramas de bambú por la especie *B. bambusae* ha sido frecuente y cuantiosa, los casos en que se ha observado la muerte de estos órganos vegetales debido a dichas afecciones han resultado

bajos en comparación con el nivel de afección. Los mayores daños registrados se han producido en los picos de incremento poblacional en los meses de julio y agosto, encontrándose ramas y hojas de crecimiento anual totalmente infestadas que en periodos muy cortos de tiempo se secaron en su práctica totalidad.

B.- Daños en los culmos:



Figura 19. Culmos de *Dendrocalamus giganteus* recubiertos por *Bambusaspis bambusae* (Izquierda) y raquis foliar de una hoja de bambú infestado por *Bambusaspis bambusae* (Derecha).

En estas zonas del vegetal no se ha detectado la muerte de órganos vegetales a causa de la presencia de *B. bambusae*. Esto posiblemente sea debido a la gran envergadura de los mismos. La fuerte estructura de éstos en comparación con las hojas hace necesario una mayor cantidad de plaga para provocar los síntomas que se producen con más facilidad en las hojas. Los daños registrados sobre estos culmos son principalmente estéticos, debido a la presencia de elevadas poblaciones de insectos, tanto vivos como muertos, cubriendo completamente su superficie y proporcionando un aspecto muy enfermizo a la planta. Estos daños, sin embargo, pueden tener mayor repercusión que la meramente estética ya que, si el nivel de afección se sigue incrementando, puede afectar a la fisionomía de la planta, ralentizando su desarrollo y mermando su capacidad de producción (Singh & Bhandari, 1988). Además, son la forma más idónea de dispersión de la plaga a zonas en las que no existe infestación.

2.4. Estructura poblacional de *B. bambusae* en el Jardín.

El muestreo periódico de las poblaciones de *B. bambusae* localizadas en las hojas, ha permitido realizar su estructura poblacional a lo largo del periodo estudiado.

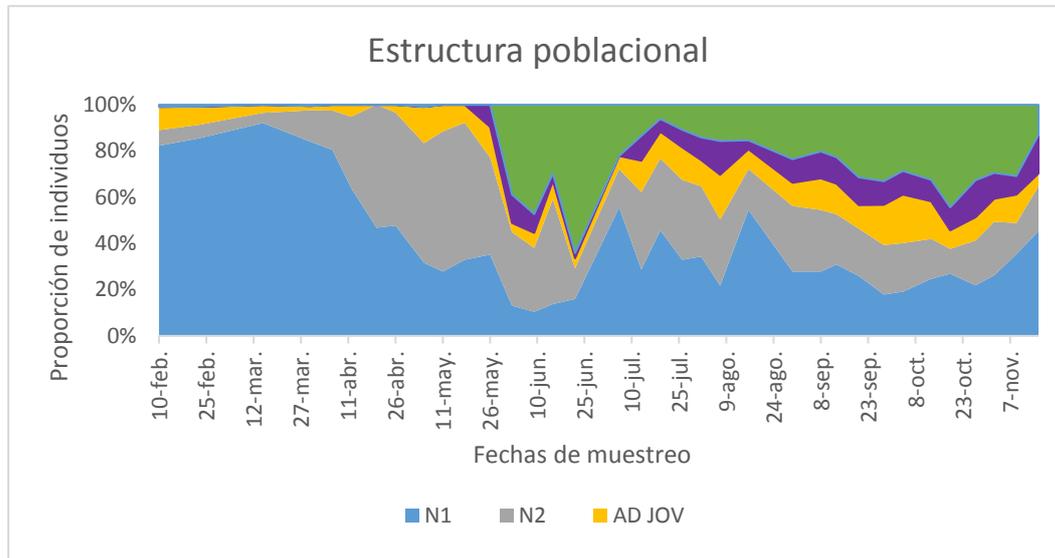


Figura 20. Estructura poblacional de *Bambusaspis bambusae*.

La estructura poblacional muestra que, en nuestro territorio, las poblaciones de *B. bambusae* presentan lo que parecen ser dos generaciones al año. Este resultado es similar al documentado por las observaciones realizadas en Egipto para otra especie de asterolecánido, *Asterolecanium pustulans* Ckll (Eraki, 1991), donde este insecto presenta también dos generaciones, una primaveral y otra otoñal.

Como se observa en la Figura 20, el ciclo comienza con una primera aparición de larvas del estadio N1 durante el mes de junio. Estas larvas proceden de la eclosión de los huevos producido por la gran cantidad de hembras grávidas que se encuentran en primavera. Su aparición se solapa con una menor proporción de hembras adultas durante todo el verano, formando lo que podría ser una segunda generación de carácter muy leve a mediados de agosto, y otoño, donde gradualmente vuelve a incrementarse el número de hembras adultas. Esto marca el próximo inicio de una nueva generación mucho menos definida. La eclosión de los huevos producidos en otoño explica una nueva aparición de larvas del estadio N1, cuya proporción se va incrementando a medida que pasa el tiempo. La sucesiva aparición de N1, junto con la bajada de las temperaturas puede explicar la acumulación de población de este estadio causando que estas larvas se desarrollen muy lentamente o no lleguen a hacerlo por la mortalidad de algunos de estos individuos debido a este factor. Esta situación se mantiene hasta marzo, momento en el que se produce un brusco cambio, pasando la mayoría de esta población

acumulada a estadíos inmaduros más desarrollados en abril y mayo. A partir de finales de mayo gran parte de la población inmadura pasa a adulta, dando paso a la primera generación del año.



Figura 21. Grupo de individuos muertos del estadío N1 de *Bambusaspis bambusae* en raquis foliar de bambú.

Es de destacar que la plaga pase el invierno en su primera fase larvaria, constituyendo ésta el momento más vulnerable de la población. Sin embargo, la alta capacidad de reproducción de esta plaga compensa la alta mortalidad que se puede producir en este estadío (fig. 21). Cabe remarcar que los datos mostrados están elaborados tan sólo contabilizando individuos vivos, asegurándose para ello con la observación de estos insectos mediante el levantamiento de cada uno de ellos con la ayuda de una aguja entomológica.

2.5. Población de *Bambusaspis bambusae* en culmos en altura.

En la Tabla 4 se muestra la población recogida de la superficie de los entrenudos de varios culmos a 6, 8, 10 y 12 metros de altura. Se muestra también la presencia de población, tanto viva como muerta y los individuos vivos hallados, así como sus estadíos.

Tabla 4. Población hallada en el muestreo en altura del entrenudo de culmos.

Altura de muestreo (m)	Presencia de población	Población viva	Nº de individuos	Estadío
6	SI	NO	0	-
8	SI	SI	10	N3, AD JOV, 8 AD HU
10	SI	SI	12	2 N3, 3 AD JOV, 2 AD, 2 AD HU
12	SI	SI	3	3 AD HU

Como se observa en la Tabla 4, la práctica totalidad de la población recogida en estos muestreos estuvo compuesta por individuos muertos de *B. bambusae*. En las muestras recogidas a 6 metros de altura no se detectaron individuos vivos, pero sí se observaron en los muestreos realizados a 8, 10 y 12 metros. La alta abundancia de esta población muerta posiblemente sea debida a que se están observando individuos que forman parte de generaciones de años anteriores y por tanto estarían vivos en este momento.

La detección de plaga a estas alturas de la planta es de gran importancia, ya que supone un incremento en la complejidad y los costes del seguimiento de las poblaciones y su manejo. Todo esto resulta más difícil de llevar a cabo debido a la necesidad de herramientas más complejas, mayor cantidad de personal, o material más complejo para llevar a cabo la gestión del manejo de la plaga.

2.6. Distribución de la población en entrenudos de los culmos.

En la figura 22 se muestra la distribución media de los individuos de *B. bambusae* en las distintas secciones observada en los entrenudos a lo largo de todo el estudio. Se muestra la cantidad de población en 10 secciones diferentes, desde la primera (comprendida entre el nudo inferior y hasta 3 cm por encima de él), hasta la última sección (comprendida entre el nudo superior y hasta 3 cm por debajo de él). Las demás secciones tendrán también 3 cm cada una de ellas y estarán distribuidas correlativamente entre la primera y última descritas.

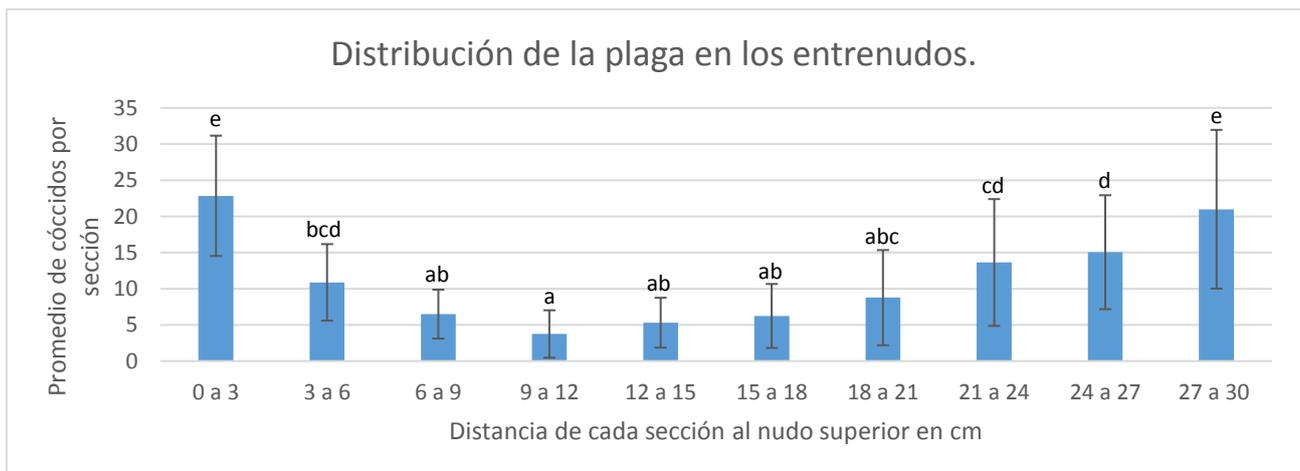


Figura 22. Distribución de la plaga de *Bambusaspis bambusae* registrada en los entrenudos de bambú.

Como se observa en la figura 22, la mayor concentración poblacional de la plaga en los culmos se encuentra, con una diferencia significativa, en las secciones inmediatamente contiguas a los nudos (de 0 a 3 y 27 a 30 cm), y tiende a disminuir a medida que se aleja de los mismos. El número de individuos vivos que se pueden encontrar en estas secciones es considerable, indicando el análisis estadístico realizado una distribución similar de la población en ambas (entre 21-23 individuos). Estos resultados parecen sugerir que, a partir de este número de individuos la población no posee suficiente espacio para instalarse en estas secciones, por lo que tiende a dispersarse a otras secciones donde la población es menor.

La alta concentración poblacional de plaga que se desarrolla junto al nudo inferior del entrenudo posiblemente esté asociada a la presencia de hojas caulinares, las cuales se forman en este nudo inferior y cubren gran parte de la superficie del mismo. Esto crea un refugio idóneo para la plaga, la cual se encuentra protegida al estar cubierta por estas hojas pudiendo desarrollarse con mayor facilidad. Posiblemente los insectos comienzan su dispersión desde esta zona hacia el resto del entrenudo y entrenudos contiguos.



Figura 23. Población de *Bambusaspis bambusae* en culmo oculta tras hoja caulinar.

Para observar la movilidad que se produce en los culmos, se han eliminado los datos de las secciones cercanas a los nudos, por ser éstas las que contienen mayor número de individuos, y se ha representado la cantidad de población encontrada en el resto de las secciones a lo largo del tiempo.

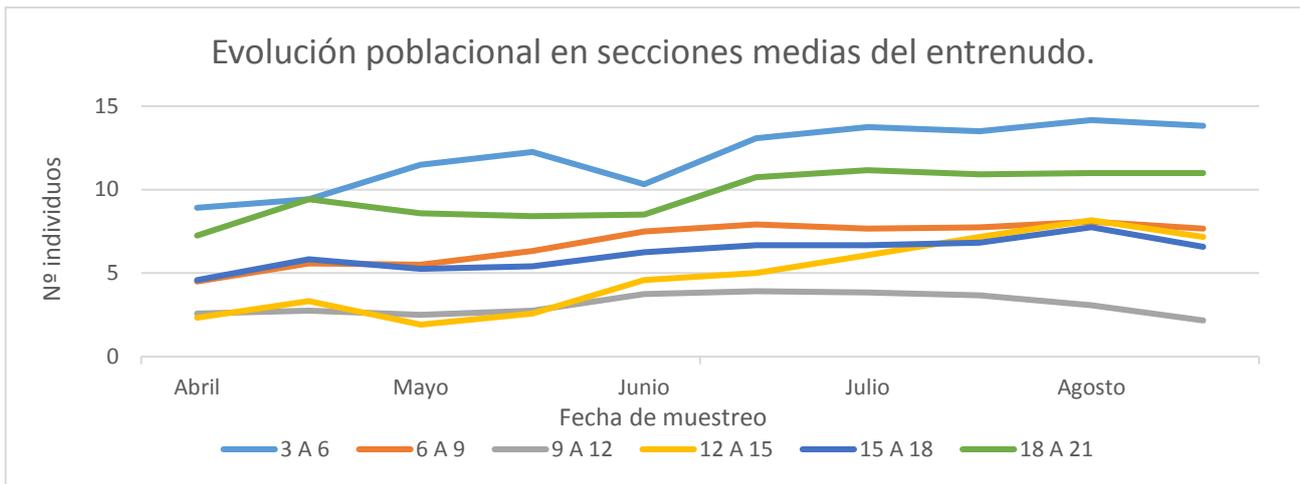


Figura 24. Evolución de la dispersión de *Bambusaspis bambusae* en las secciones centrales de los entrenudos.

En el momento que comienza el muestreo en el mes de abril se observa que, a medida que nos acercamos al centro del entrenudo la población tiende a ser menor. Las secciones adyacentes a los nudos (sin contar las secciones eliminadas en este caso) son las que mayor población presentan, con una media de 8 individuos por sección, mientras que las secciones centrales presentan una media de 3,75 individuos por sección. Esta tendencia se puede apreciar a lo largo de todo el periodo de estudio.

En el periodo de estudio, desde abril hasta agosto, se produce un incremento de la población en la superficie del entrenudo, siendo éste desigual en las distintas secciones. Éste incremento es mayor en las secciones próximas a los nudos, siendo de 5 individuos en la sección de 3 a 6 cm y de 4 individuos en la de 18 a 21 cm. Si se atiende a secciones más centrales, se observa que el incremento a lo largo de este periodo es menor, siendo solamente de 3 individuos en la sección de 6 a 9 cm, de 2 en la sección de 15 a 18 cm, o disminuyendo en un individuo en la sección de 9 a 12 cm. En cambio, en la sección más central, la que comprende los 12 a 15 cm desde el nudo inferior, la población experimenta un incremento de 5 individuos, comparable a las secciones más próximas a los nudos. Este mayor incremento en esta sección podría deberse a una confluencia de las dispersiones producidas desde ambos nudos hacia el centro del entrenudo.

El máximo incremento de población se registra en la sección más cercana al nudo inferior, indicando una predominante dispersión de la plaga desde este lugar. Esto se debe probablemente a la aparición del insecto en los lugares próximos a este nudo tras las hojas caulinares.

2.7. Indicaciones para el manejo de la plaga.

Dada la relevancia de la plaga y sus poblaciones y los daños causados en el Jardín Botánico, se considera necesaria la toma de decisiones para la realización de gestión de esta plaga.

El desarrollo para su utilización de compuestos feromonales carece de interés debido a la baja frecuencia de aparición de machos de esta especie y la no existencia de estos compuestos a nivel comercial. Aunque en la bibliografía se ha registrado la existencia de ácaros depredadores pertenecientes al género *Agistemus* de la familia Stigmaeidae (Farag *et al*, 1990), no se ha observado a lo largo del estudio realizado ninguna muestra de depredación ni parasitismo, por lo que tampoco es recomendable actualmente basar el control de esta especie en estos organismos.

Actualmente, la recomendación más viable es la aplicación de productos fitosanitarios de baja toxicidad, de acuerdo a los tratamientos que se realizan en el Jardín Botánico y de acuerdo también a la actual normativa vigente. El momento idóneo para la realización de dichos tratamientos sería a finales de junio, momento donde la población se encuentra de forma más homogénea en el estadio de mayor sensibilidad.

De excepcional importancia es el control de esta plaga en los lugares con mayor cantidad de población como son las zonas cercanas a los entrenudos, en los que además debido a que los individuos están cubiertos y protegidos por hojas caulinares, los tratamientos resultan más dificultosos.

3. Takecallis arundicolens Clarke.

3.1. Identificación taxonómica.

Tras detectar este áfido en el envés de las hojas de bambú se recogieron varios individuos para su correcta identificación taxonómica. Mediante la clave de pulgones de Blackman & Eastop (1994) se identificó este insecto como una especie del género *Takecallis*, huésped de plantas del género *Phyllostachys*. Para la identificación a nivel de especie se utilizó la revisión realizada por Qiao y Zhang del género *Takecallis* en 2004 (Anexo II), concluyendo que la especie presente de pulgón era *Takecallis arundicolens*.

3.2. Descripción de la especie.

Este insecto está catalogado como plaga en vegetales pertenecientes a los géneros *Arundinaria*, *Bambusa*, *Phyllostachys* y *Sasa* (Blackman & Eastop, 2017).

El denominado pulgón de cola negra del bambú, “Black-tailed amboo aphid” fue encontrado originariamente en China, Taiwán, Japón y Corea, pero es una especie invasiva y en la actualidad se encuentra ampliamente distribuida en Europa y otros continentes (Blackman & Eastop, 2017).

El abdomen de los individuos adultos alados en esta especie es de color amarillo claro, sin ninguna muestra de marcas dorsales. El tercer segmento de las antenas es pálido en la base, pero con una porción oscura. La cauda es llamativamente negra, claramente visible en la parte posterior del abdomen del áfido. Los estadíos inmaduros pueden variar desde una coloración amarillo claro a un amarillo oscuro, y no poseen la cauda de color negro como los individuos adultos. En este estadio son muy fácilmente confundibles con otras especies del género.

La especie de bambú en la que se ha encontrado esta especie de pulgón en el Jardín, *Phyllostachys aurea* Rivière & C. Rivière será descrita brevemente en el Anexo III.

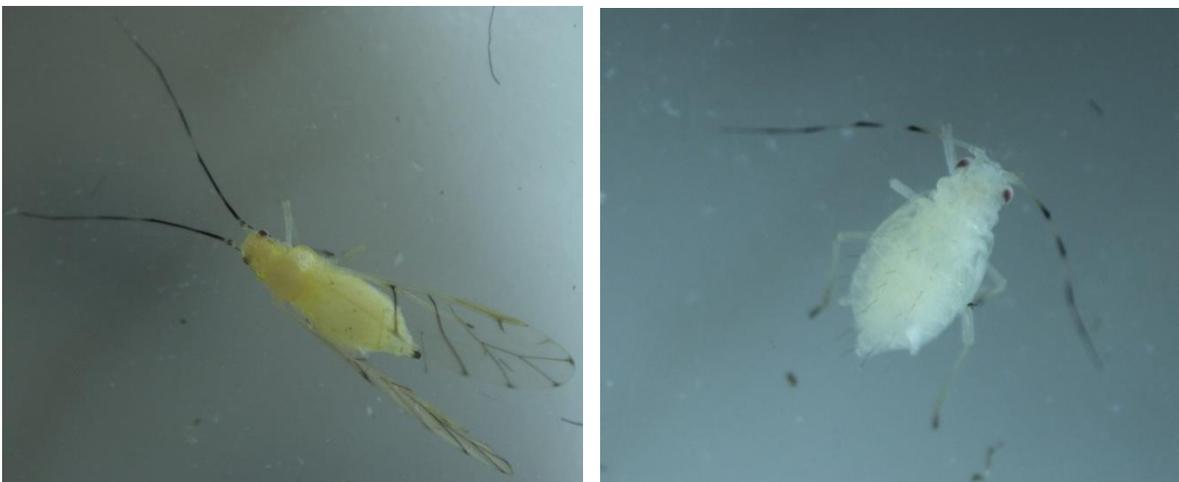


Figura 25. Individuo adulto (izquierda) e inmaduro (derecha) de *Takecallis arundicolens* capturados en el Jardín Botánico.

3.3. Daños observados en el Jardín Botánico.

La presencia de esta plaga sobre los bambúes de *Phyllostachys aurea* del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia ha provocado diversos efectos negativos sobre estos vegetales. Los más destacados han sido la pérdida de follaje debido a los daños directos e indirectos

ocasionados por los pulgones. Como daños directos destacan los producidos por la acción de su alimentación mediante el aparato bucal picador chupador al succionar la savia, causando deformaciones en las hojas, brotes y frutos. Los daños indirectos derivan de la secreción de melaza y su deposición sobre las hojas del bambú. Estas secreciones ensucian las plantas y provocan el desarrollo de negrilla sobre las gotas de melaza, dificultando la capacidad fotosintética y afectando a la calidad de las plantas. La pérdida de follaje derivada de estos daños ha tenido como efecto principal el debilitamiento y marchitez de las plantas de bambú afectadas.



Figura 26. Daños producidos por la acción de la plaga de *Takecallis arundicolens* sobre los bambús del Jardín Botánico.

3.4. Dinámica poblacional de *Takecallis arundicolens*.

Las observaciones realizadas a lo largo de los muestreos nos indican que la dinámica poblacional obtenida para este insecto tiene su mayor abundancia en primavera. Sus poblaciones siguen presentes en las plantas de bambú hasta septiembre, aunque en menor cantidad. Tras el pico de población registrado en abril, el nivel poblacional decrece para sufrir un segundo repunte en el mes de junio, el cual posteriormente decrece paulatinamente (fig. 27).

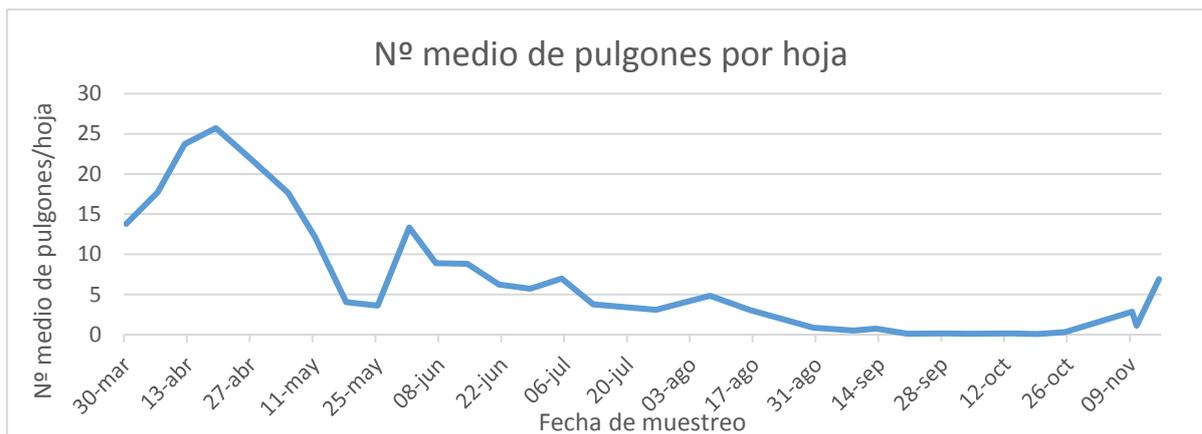


Figura 27. Dinámica poblacional de *Takecallis arundicolens*.

Takecallis arundicolens está generalmente considerada como una especie de ciclo anholocíclico estricto, aunque se han descrito generaciones ovíparas en el sur de Francia (Blackman & Eastop, 1984). No sabemos cómo se comporta en España, pero la disminución de población en verano podría indicar una migración de sus poblaciones a otro tipo de hospedante vegetal.

En la figura 28 se puede observar que las poblaciones presentes en las plantas de *Phyllostachys aurea* son muy similares en los muestreos realizados a alturas diferentes, en la base de la planta (de 0 a 1m), y entre 1 y 2m. Visto esto, será necesario para un correcto manejo de la plaga realizar muestreos en alturas superiores para descubrir si la plaga se comporta del mismo modo o, en cambio, aumenta o disminuye su población.

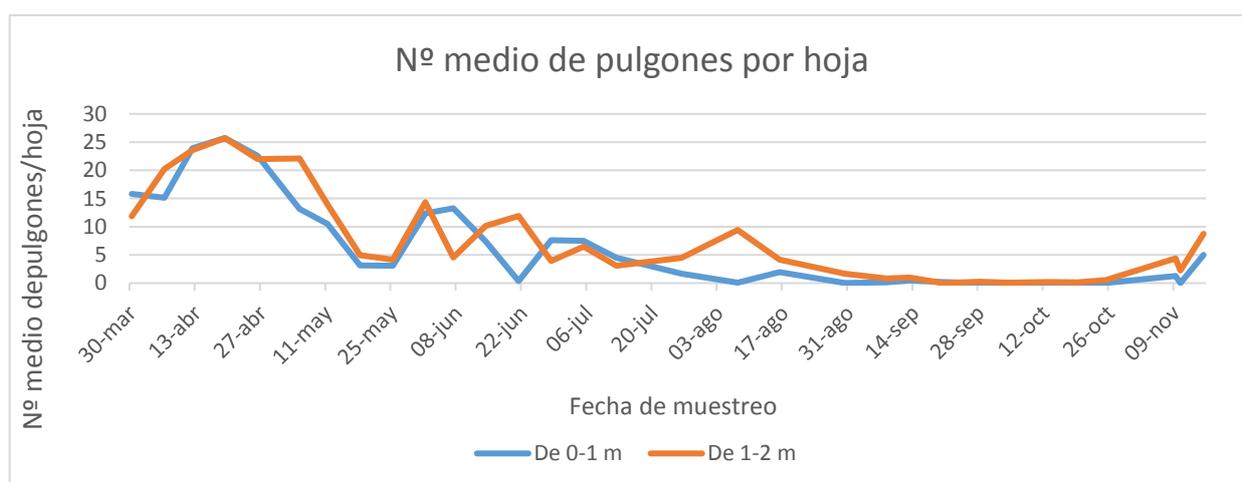


Figura 28. Dinámica poblacional de *Takecallis arundicolens* atendiendo a la altura donde se han realizado los muestreos.

3.5. Relaciones de *Takecallis arudicolens* con otras especies de insectos.

El incremento de las poblaciones de pulgones se ve influido por factores abióticos y bióticos que afectan positiva o negativamente a su desarrollo. Uno de los factores biótico que afecta en este sentido es la presencia de determinados organismos que interactúan con los pulgones, cooperando positiva o negativamente con éstos (Delfino & Buffa, 2000).

-Relaciones positivas.

Las relaciones positivas de *Takecallis arundicolens* con otros insectos en este estudio se pueden establecer en la interacción del pulgón con las hormigas, las cuales se asocian con éstos para aprovechar la melaza que segregan (Delfino & Buffa, 2000). Al mismo tiempo, las hormigas son capaces de proteger a los pulgones de enemigos naturales y de esta manera poder seguir obteniendo su melaza.

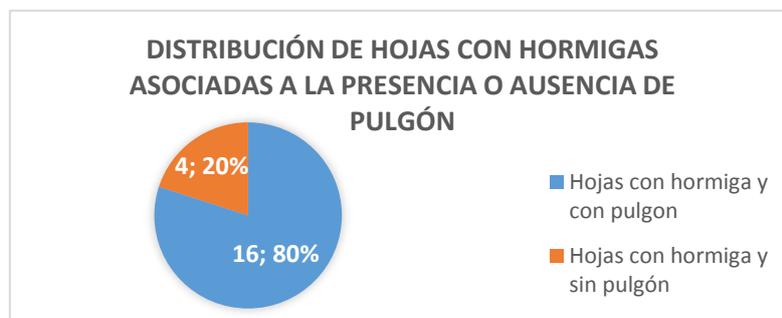


Figura 29. Hormigas encontradas en hojas de bambú en contacto con pulgones.

La mayoría de los casos en los que se ha detectado la presencia de hormigas en las hojas de bambú ha sido en folíolos ocupados por pulgones (fig. 29), siendo mucho menor las hojas con presencia de hormigas en hojas que carecían de pulgones. La asociación de estos dos insectos puede llegar a producir un peor control natural de las poblaciones del pulgón por parte de sus enemigos naturales (Delfino & Buffa, 2000).

-Relaciones negativas.

Entre los insectos depredadores de pulgones más conocidos se encuentran las crisopas, las cuales realizan sus puestas cerca de las colonias de pulgones para facilitar la depredación inmediata de pulgones a las larvas que emerjan de los huevos.

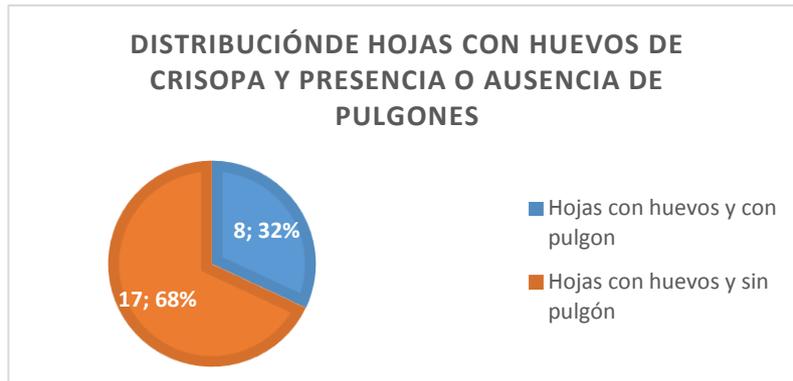


Figura 30. Huevos de crisopa encontrados en hojas de bambú junto a *Takecallis arundicolens*.

La Figura 30 nos muestra el porcentaje de hojas con presencia de huevos de crisopas asociadas a la presencia o ausencia de pulgones, puede observarse que la mayoría de los huevos de crisopa se encontraron en hojas que tienen ausencia de pulgones. A lo largo del periodo de estudio no se han observado larvas de crisopa en los muestreos realizados alimentándose de estos pulgones. Hay que tener en cuenta que las crisopas tienen una alimentación polífaga y no específica de esta especie de pulgón. Las observaciones obtenidas pueden indicar que *Takecallis arundicolens* no sea el alimento preferido en la dieta de las poblaciones de crisopas.



Figura 31. Huevos de crisopa sobre hoja de bambú fotografiados en el Jardín Botánico.

Existen muy pocos registros de enemigos naturales de *Takecallis arundicolens* en la bibliografía. Rakhshani et al. (2017) registró recientemente en el *Journal of Natural History* la actividad de una nueva especie parásita, documentada como *Trioxys remaudierei*, atacando a pulgones del género *Takecallis* fuera de su área de origen. En los muestreos realizados en el Jardín no se ha observado ningún individuo de *Takecallis arundicolens* parasitado en ningún momento del periodo de estudio.

3.6. Indicaciones para el manejo de la plaga.

Ninguna de las observaciones realizadas indica que *Takecallis arundicolens* pueda ser controlado actualmente con métodos biológicos. Por los datos obtenidos, sería importante para el control de la plaga, la reducción de las poblaciones de hormigas. El tratamiento más adecuado para su control parece ser la aplicación de productos fitosanitarios de baja toxicidad, de acuerdo a los tratamientos que se siguen en el Jardín Botánico. Se recomiendan los tratamientos en los meses de marzo a mayo, periodo de máxima actividad de esta plaga, evitando de esta forma que las poblaciones aumenten excesivamente produciendo daños directos sobre las plantas.

CONCLUSIONES.

En relación al trabajo realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Se han identificado dos especies de plagas en distintas especies de bambú en el Jardín Botánico de la Universidad de Valencia, el cóccido *Bambusaspis bambusae* y el áfido *Takecallis arundicolens*.
2. *Bambusaspis bambusae* se ha detectado en dos especies de bambú de las ocho presentes en el jardín, *Dendrocalamus giganteus* y *Bambusa ventricosa*, mientras que *Takecallis arundicolens* solo se presenta en una única especie vegetal, *Phyllostachys aurea*.
3. Se ha observado que *Bambusaspis bambusae* presenta dos generaciones anuales en nuestro territorio, la primera tiene lugar al final de la primavera y la segunda en otoño. En esta última, su desarrollo se ralentiza pasando en estado inmaduro un largo periodo hasta que llegan de nuevo a hembras adultas.
4. *Bambusaspis bambusae* se localiza en hojas, ramas, brotes y culmos de sus hospedantes. Realiza rápidamente la dispersión de sus poblaciones en las plantas a través de los culmos, sobre todo mediante las zonas de sus nudos.
5. El áfido *Takecallis arundicolens* se localiza en el envés de las hojas de *Phyllostachys aurea*. Sus poblaciones son muy abundantes principalmente en primavera, desaparecen al final del verano y vuelven a aparecer en otoño.
6. Los daños producidos por *Takecallis arundicolens* son importantes pudiendo llegar a matar plantas de bambú cuando las poblaciones son altas en un tiempo relativamente corto.
7. No se detectan parasitoides de ninguna de las dos plagas estudiadas, y los depredadores presentes en el jardín no parecen poder controlar dichas plagas. Por este motivo, de momento, se aconseja recurrir a tratamientos con productos poco tóxicos y respetuosos con el ecosistema estudiado en periodos de máxima sensibilidad de las plagas a ellos. Se recomienda también limpiezas con jabón en las plantas con presencia de *Takecallis arundicolens* con la finalidad de eliminar las melazas y la aparición de deposiciones de negrillas.

BIBLIOGRAFÍA.

AKINLABI, E. T; ANANE-FENIN, K. AKWADA, D. R. 2017. *Bamboo: The Multipurpose Plant*. Springer International Publishing AG. South Africa. 268 pp.

AMANDA, S. & UNTAO, S. 2001. *Fracture properties of Bamboo. Composites*. Part B, VOL 32: 451-459 pp.

BELTRÀ, A. & SOTO S, A. 2007. *Estudi del període de transició del maneig convencional al maneig ecològic de plagues al Jardí Botànic de València*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Valenci: Universidad Politécnica de Valencia. P 75.

BLACKMAN R. L. & EASTOP V. F. (1994). *Aphids on the world's trees. An identification and information guide*. Wallingford. CAB International, Wallingford.

BUT, P.P.H., & CHIA, L.C. 1995. *Bambusa tuldoides* Munro. In Dransfield S, Widjaja EA, (eds.). *Plant Resources of South-east Asia No. 7. Bamboos: 72–74*. Backhays, Leiden.

CHAOWANA, P. 2013. *Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites*. *Journal of Materials Science Research*; Vol. 2, No. 2.

COLES, R. B., VERBERNE', F. & BROOKES, H. M. 1988. *THE IMMATURE AND ADULT STAGES OF CALLOCOCCUS LEPTOSPERMZ (MASKELL) (HOMOITERA: COCCOIDEA: ASTEROLECANIIDAE), WITH OBSERVATIONS ON LIFE HISTORY*. 15-25 pp.

COULSON, R. & WITTER, J. 1990, *Entomología Forestal: Ecología y control*. Editorial Limusa, México, 1ª ed.

DAJOZ, R. 2001, *Entomología Forestal: los insectos y el bosque. Papel y diversidad de los insectos en el medio forestal*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, edición española.

DELFINO, M. A. & BUFFA, L. M. 2000. *Algunas interacciones planta-áfido-hormiga en Córdoba*. (Argentina). Vol. 11, p. 3-15. ISSN: 1130-4251.

ERAKI, M.M. 1991. *Ecological studies on certain scale insects infesting fig trees*. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Al-Azhar Univ.

FARAG, A.I, ABO EL-GHAR, G.E.S, ZOHD, G.I. & SAND, A.E. 1990. *Predatory efficiency, development and reproduction of Agistemus exsertus on juvenoid-treated scale insects (Acarina, Stigmaeidae -- Homoptera: Coccoidea)*. *Proceedings of the Sixth International Symposium of Scale Insect Studies, Part II*. Cracow, Poland.

GÜEMES, J. 2001. *Les Col·leccions de les Plantes. El Jardí Botànic de la Universitat de València*. Ed. Universitat de València. València, 243 p.

HALBERT, S.E., REMAUDIÈRE G., WEBB, S.E. 2000. *Newly established and rarely collected aphids (Homoptera: Aphididae) in Florida and the southeastern United States*. The Florida Entomologist. Vol 83: 79-91 pp.

KOSHY, K. C. & HARIKUMAR, D. 2001. *Reproductive biology of Ochlandra scriptoria, an endemic reed bamboo of the Western Ghats, India*. Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society. Vol 15: 1-7 pp.

LIN, X.C., CHOW, T.Y., CHEN, H.H., LIU, C.C., CHOU, S.J., HUANG, B.L., KUO, C.I., WEN, C.K., HUANG, L.C. & FANG, W. 2010. *Understanding bamboo flowering based on large-scale analysis of expressed sequence tags*. Genet. Mol. Res. Vol 9 (2): 1085-1093 pp.

MOHANAN, C. 1997. *Diseases of bamboos in Asia: An illustrated manual*. New Delhi, INBAR. 228p.

NEWSTEAD, R. 1903. *Monograph of the Coccidae of the British Isles, Vol II*. Printed by Adlard and Son, Bartholomew Close, London, E.G. 466 pp.

PODSIADŁO, E. 1975. *Life cycle of Asterodiaspis variolosa (Ratzeburg, 1870) (Homoptera, Coccoidea, Asterolecaniidae) in Poland*. In Annales Zoologici (Vol. 32, No. 15, pp. 347-355). Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

QIAO GX & ZHANG GX 2004 *Review of the genus Takecallis Matsumura (Homoptera: Aphididae: Myzocallidinae) from China and description of one new species*. THE RAFFLES BULLETIN OF ZOOLOGY. Vol 52(2): 373-378 pp.

RAMANAYAKE, S.M.S.D., YAKANDAWALA, K. 1997. *Micropropagation of the giant bamboo (Dendrocalamus giganteus Munro) from nodal explants of field grown culms*. Institute of Fundamental Studies. Hantuna Road. Kandy, Sri Lanka. Vol 129, Issue 2, 213-223 pp.

RAKSHANI, E., PONS, X., LUMBIERRES, B., HAVELKA, J., PÉREZ HIDALGO, N., TOMANOVIĆ, Z., & STARÝ, P. 2017. *A new parasitoid (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of the invasive bamboo aphids Takecallis spp. (Homoptera: Aphididae) from Western Europe*. Journal of Natural History. Volume 51, Issue 21-22.

RUSSELL, L.M. 1941. *A classification of the scale insect genus Asterolecanium* P: 150-154.

SANTAMARÍA, M.T. 2001. *El Jardín Botánico de Valencia: orígenes*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 189 p.

SINGH, P. & BHANDARI, R.S. 1988. *Insect pests of bamboos and their control*. Indian Forester, Vol 114(10): 670-683 pp.

SODERSTROM, T. R. & CALDERON, C. E. 1971. *Insect pollination in tropical rainforest grasses*. Biotropica Vol 3: 1-16 pp

SOUTHWOOD, T.R.E.; HENDERSON, P.A. 2000. *Ecological methods*. Ed. Blackwell science. Oxford. 574 p.

STEINFELD, C. 2001. "A Bamboo Future", *Environmental Design and Construction, Texture and Mechanical Graded Structure of Bamboo*", Composites. Part B, 28B, 13-20 pp.

VARMA, R.V. & SAJEEV, T.V. 1988. *Insect Pests of Bamboos in India*.

WILLIAMS, D. J. 1988. *Homoptera, Coccoidea, (Scale insects)*. 2ND INTERNATIONAL COURSE ON APPLIED TAXONOMY OF INSECTS/MITES OF AGRICULTURAL IMPORTANCE. 62 p.

ZHANG, W., & CLARK, L. G. 2000. Phylogeny and classification of the Bambusoideae (Poaceae). *Grasses: systematics and evolution*, 35-42.

SCHRÖDER, S. 2010. *Dendrocalamus giganteus*. Recuperado de: <https://www.guaduabamboo.com/species/dendrocalamus-giganteus> Fecha de consulta: [30/09/2017].

BLACKMAN, R.L. & EASTOP, V.F. *Aphids on the World's plants. An online identification and informative guide*. Actualizado en 2017. Recuperado de: <http://www.aphidsonworldsplants.info> Fecha de consulta: [1/10/2017].

ScaleNet: *A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database*. Actualizado en 2017. Recuperado de: <http://scalenet.info>. Fecha de consulta: [23/09/2017].