

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Año 2024 | Volumen 17 (1)

Queda hecho el depósito que marca la ley.
ISSN 2362-4035 (Digital)
Año 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Mg. Ing. Agr. Mario César Bonillo

Vicerrectora

Dra. Lic. Liliana del Carmen Bergesio

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNJu

Decana

Dra. Noemí del Valle Bejarano

Vicedecana

Dra. Raquel Ángela Romeo

Sec. Académica: M. Sc. Susana E. Álvarez

Sec. Administrativa: Ing. Agr. Rodolfo Aguado

Sec. Extensión y Difusión: Ing. Agr. Graciela Elisa Simón

Sec. Ciencia y Técnica y Posgrado: Dra. Claudia B. Gallardo

COMITÉ EDITOR

Dra. Claudia B. Gallardo

Dra. Nancy Hernández de Borsetti

COMITÉ REVISOR

Dra. Cecilia Mónaco UNLP

Dra. Claudia Gallardo

Dra. Cecilia Giulianotti

Dra. Cristina Rueda

M. Sc. Ing. Agr. David Montenegro

M. Sc. Lic. Cs. Biol. Sandra Giunta

Ing. Qca. Cecilia Heit

Ing. Agr. José Catacata

Ing. Agr. Jorge Quiquinto

REVISIÓN Y TRADUCCIÓN

Master Esp. Trad. Liliana Beatriz Chávez

EDICIÓN Y DISEÑO

D.G. Marina Schimpf



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy | Jujuy | Argentina | C.P. 4600

Revista Científica de la FCA es producida y financiada por la Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu

CONTENIDO/CONTENTS

TRABAJOS

7-13 pag.

BASIDIOMICETES EN LA MUERTE DE EJEMPLARES DEL ARBOLADO URBANO
BASIDIOMICETES IN THE DEATH OF URBAN TREES

14-23 pag.

DESCRIPCIÓN EXPLORATORIA CUANTITATIVA DEL PROCESO DE MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE TABACO VIRGINIA EN LOS VALLES TEMPLADOS DE JUJUY, ARGENTINA, DURANTE EL PERIODO 2010 A 2023
QUANTITATIVE EXPLORATORY DESCRIPTION OF THE MECHANISATION PROCESS OF THE VIRGINIA TOBACCO CROP IN THE TEMPERATE VALLEYS OF JUJUY, ARGENTINA, DURING THE PERIOD 2010 TO 2023

24-33 pag.

NUEVOS APORTES A LA CRÍA DE *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) SOBRE UNA CACTÁCEA NATIVA DE JUJUY EN CONDICIONES DE LABORATORIO
NEW CONTRIBUTIONS TO THE BREEDING OF *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) ON A CACTUS NATIVE TO JUJUY IN LABORATORY CONDITIONS

34-46 pag.

ESTIMACIONES CRONOBIOLOGICAS DE LA CALIDAD DE VIDA PERCIBIDA EN HABITANTES DE LA PUNA JUJEÑA
CHRONOBIOLOGICAL ESTIMATES OF PERCEIVED WELL-BEING IN INHABITANTS OF THE PUNA JUJEÑA

47-54 pag.

COMPARACIÓN ENTRE TRAMPAS PARA EL MONITOREO DE GRILLOS EN UN SISTEMA HORTÍCOLA SUSTENTABLE
COMPARISON OF TRAPS FOR MONITORING CRICKETS IN A SUSTAINABLE HORTICULTURAL SYSTEM

NOTA TÉCNICA

55-60

METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE MUESTRAS DE INSECTOS POLINIZADORES
METHODOLOGY OF PREPARATION AND PALYNOLOGICAL ANALYSIS OF POLLINATING INSECT'S SAMPLES

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias

BASIDIOMICETES EN LA MUERTE DE EJEMPLARES DEL ARBOLADO URBANO

BASIDIOMICETES IN THE DEATH OF URBAN TREES

Noemí del Valle Bejarano*, Yanina Castro¹, Griselda Gerónimo¹, David Apaza¹, Yolanda Atanacio¹, Matias Vera¹, Andrea Ramos¹ y Carla Arjona¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias UNJu

*Autor para correspondencia:
noemibejarano@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 18/02/2024
Aceptado: 13/05/2024

RESUMEN

El ambiente urbano es un entorno difícil para los árboles, suelen presentar condiciones desventajosas para su desarrollo, muchas de estas condiciones, los predisponen al ataque de patógenos entre ellos basidiomicetes. La presencia de síntomas o signos de pudrición por parte de estos agentes fúngicos no significa, sin embargo, la muerte inmediata del árbol. El proceso puede extenderse durante varios años, lo que, junto con la compleja red de interacciones, dificulta la detección y diagnóstico temprano. La estimación del estado sanitario de los árboles es un tema ampliamente estudiado. Uno de los métodos más conocidos consiste en la inspección visual del árbol (VTA), el cual se enfoca en la detección visual de signos o síntomas que puedan asociarse con anomalías estructurales del ejemplar. A partir de este método se tomar en consideración un cierto número de factores biológicos, como síntomas característicos y la presencia de basidiomas o conidiomas, y la presencia de heridas en fustes y/o ramas. El incremento de la presión antrópica en parques y jardines, en la ciudad de San Salvador de Jujuy, y el interés por la conservación de árboles, como medida de prevención de riesgo de caída de ejemplares deteriorados, determino la necesidad de realizar el seguimiento de arboles deteriorados para diagnosticar su etiología, lo cual constituye el objetivo del presente trabajo. Entre los Basidiomycetes observados causando daño en el arbolado urbano de la ciudad de San Salvador de Jujuy fueron *Armillaria* spp., *Fomes* spp., *Ganoderma* spp. *Pycnoporus* sp., y las especies arbóreas más afectadas fueron *Fraxinus* sp., *Acer* sp., *Pinus* sp., *Salix* sp.

Palabras clave: arbolado urbano, San Salvador de Jujuy, deterioro, síntomas

SUMMARY

The urban environment is a difficult habitat for trees, as it usually presents disadvantageous conditions for their development. Many of these conditions predispose them to attacks by pathogens, including basidiomicetes. The

presence of symptoms or signs of rot by these fungal agents does not, however, mean the immediate death of the tree. The process can extend for several years, and the complex network of interactions, makes early detection and diagnosis difficult. Estimating the health status of trees is a widely studied topic. One of the best-known methods consists of visual tree inspection (VTA), which focuses on the visual detection of signs or symptoms that may be associated with structural anomalies in the specimen symptoms, the presence of basidiomas or conidiomas, and the presence of wounds on stems and/or bran. In this method, a certain number of biological factors are taken into consideration, such as characteristic ches. The increase in anthropic pressure in parks and gardens in the city of San Salvador de Jujuy, along with the interest in tree conservation to prevent the risk of falling damaged specimens, has determined the need to monitor trees diseases and diagnose their etiology, which is the objective of this work. Among the Basidiomycetes observed causing damage to the urban trees of the city of San Salvador de Jujuy were *Armillaria* spp., *Fomes* spp., *Ganoderma* spp. *Pycnoporus* sp., and the most affected tree species were *Fraxinus* sp., *Acer* sp., *Pinus* sp., *Salix* sp.

Keywords: urban trees, San Salvador de Jujuy, deterioration. symptoms

INTRODUCCIÓN

El arbolado urbano es un elemento por lo general es subestimado y descuidado por el habitante, influye sobre el microclima urbano regulándolo a través de la transpiración, lo cual tiene un efecto refrescante en la atmósfera, alteran la velocidad del viento, producen sombra, reducen el calentamiento solar de superficies artificiales y en consecuencia el consumo de energía (Kane, 2005). También contribuyen a reducir la contaminación del aire y absorben gases a través de sus estomas, reduciendo de este modo el nivel de dióxido de carbono (Nowak & Dwyer, 2007).

Está demostrado que la existencia de áreas verdes en la ciudad proporciona un conjunto de beneficios para el medio ambiente y la sociedad además de embellecer las vías de tránsito y viviendas, moderar el escurrimiento superficial, recrear e invitar al descanso y mejorar la calidad de vida de quienes viven en las urbes. El ambiente urbano es un entorno difícil para los árboles, suelen presentar condiciones desventajosas para su desarrollo, entre ellos: espacio reducido para el crecimiento de las raíces, suelo compactados, daños en el tronco y raíces causados por la actividad antrópica misma, heridas de poda y una falta general de cuidado (Pauleit et al., 2002; Terho, 2009b; Robles, 2014). Consideraciones que determinan la necesidad de cuidar los espacios verdes y el arbolado urbano de cualquier actividad que dañe o limite su eventual desarrollo como la acción de diversos contaminantes y de plagas y enfermedades, ya que la falta de cuidado fitosanitario es un factor importante de deterioro de los árboles urbanos.

Los basidiomicetos constituyen un grupo de hongos que reúne más de treinta mil especies consideradas superiores por su complejidad morfológica y la presencia de basidios, característica principal que define su identificación y clasificación taxonómica (Agris, 2005).

Los basidiomicetos tienen la capacidad de degradar eficientemente la lignina, polímero aromático, heterogéneo y complejo que protege las plantas de ataques de fitopatógenos. La degradación de materiales lignocelulósicos es un proceso que involucra la acción sinérgica de un gran número de enzimas extracelulares (Aro et al., 2005; 2006; Ortiz, 2009).

La presencia de síntomas como heridas, canchales, entre otros y/ o signos de pudrición los basidiomas, por parte de estos agentes fúngicos no significa, sin embargo, la muerte inmediata del árbol. El proceso puede extenderse durante varios años, lo que, junto con la compleja red de interacciones involucradas, dificulta la detección temprana de este tipo de ataque (Terho & Hallaksela, 2008).

Armillaria spp., *Ganoderma* spp., *Fomes* spp. *Fomitiporia* sp. y *Hydnopolyporus* sp., son hongos descomponedores de la madera muy frecuentemente hallados en el arbolado urbano (Moreira Rivas & Díaz Lezcano, 2021).

Armillaria es un género de la familia Agaricaceas, parásito facultativo, que luego de parasitar el árbol sobrevive saprofiticamente en tocones o raíces de los árboles muertos. *Armillaria mellea* (Vahl.:Fries) Kummer, ataca a todo tipo de plantas leñosas, nativas y exóticas en el monte o en parques y jardines. Sus cuerpos de fructificación son unas setas comestibles del color de la miel que aparecen en otoño, formando masas cespitosas que surgen en la base de los troncos de los árboles enfermos o en sus proximidades. La infección de las plantas sanas se produce normalmente en los puntos de contacto con otras raíces enfermas o mediante rizomorfos de color negro, por lo que la enfermedad se difunde de forma centrífuga. El síntoma característico es la masa laminar de micelio blanco que se observa al descortezar la zona del cuello de la raíz de los árboles. Debido a la destrucción por completo de los tejidos vivos del cuello de la raíz y de las raíces principales, las copas se secan gradualmente o de forma repentina, dependiendo del grado de desarrollo de la enfermedad en el sistema radicular y de la abundancia de agua en el suelo (Valdés et al., 2004).

Las especies de *Fomes* son numerosas y causan graves enfermedades en árboles afectan cuello, tronco y ramas en muchos países, podredumbres de madera de árboles, alteran en grado muy considerable la absorción de elementos nutritivos y la fijación de la planta al suelo, a la vez que puede conducir a la muerte del árbol entero. Su enorme acción destructiva ocurre en varias temporadas, una vez que ha penetrado en un árbol permanece en el mismo hasta mucho después de muerto el hospedante. A partir del punto inicial de entrada, invade el árbol y se propaga hasta otros pies circundantes con gran lentitud. Por término medio transcurren de 6 a 10 años entre la infección del tocón y la aparición de manchas fungosas próximas a las raíces, y aún mayor tiempo en casi todas las especies para la aparición (poco frecuente) de esporóforos (Blesa & Montoya, 1997; Garrido Benavent et al., 2020).

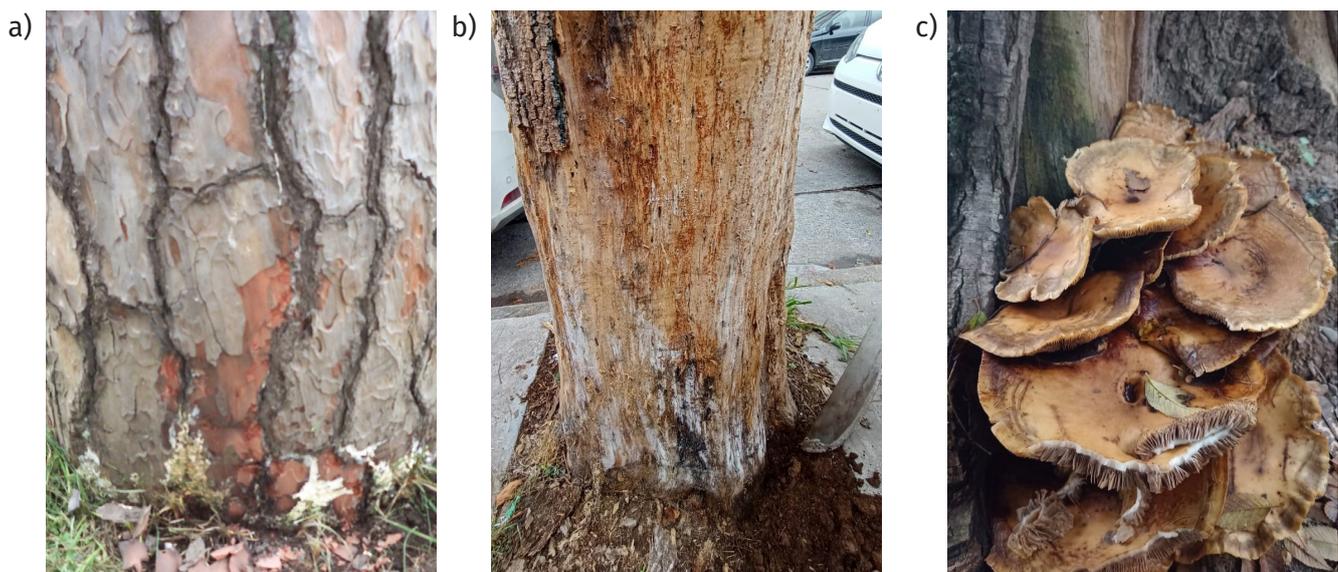


Figura 1: a) Daño de *A. mellea* en *Pinus* sp., b) En *Fraxinus* sp., masa laminar de micelio blanco observada al descortezar la zona del cuello de la raíz, c) Carpóforos de *A. mellea* en *Ulmus* sp.

Como consecuencia de la pudrición de las raíces por el hongo, se puede apreciar en la copa secado de puntas e incluso la muerte de ramas en su totalidad. Cuando el cuello de la raíz se ve afectado puede presentar exudaciones de savia o gomosis en el tronco. Es fácil que puedan aparecer otros patógenos oportunistas aprovechando la debilidad inmunológica del árbol como insectos xilófagos.

Otro ejemplar de este *Phyllum* encontrado causando daño en los árboles de la ciudad fue *Fomes* sp., se lo halló causando podredumbre de madera de árboles, afectando raíz y cuello, de sauces y álamos, se han observado cuerpos fructíferos (figura N°2), como es un hongo que una vez que ha penetrado en un árbol permanece en el mismo hasta mucho después estimamos que la infección data de varios años porque se observaron fructificaciones de este hongo que en otros sitios es poco frecuente tal como lo mencionan en otros trabajos. Su hábitat lo constituyen troncos muertos o aun vivos de diversos caducifolios: haya, roble, etc. produciendo la podredumbre blanca de la madera. Espora a finales de primavera. Se han observado especímenes de color blanco-plateado, grisáceos y casi negros. Los de cuerpos oscuros antiguamente habían sido clasificados como *F. nigricans*, pero en la actualidad este es reconocido como un sinónimo de *F. fomentarius*. El color por lo general es más claro en latitudes y altitudes menores. Es un hongo de gran interés micológico, biológicos e incluso antropológico. Es fácil confundir a *F. fomentarius* con la especie *P. igniarius*, del género *Ganoderma* y con el *F. pinicola*. Una forma fácil de distinguir el *F. fomentarius* es agregando una gota de hidróxido de potasio a un pequeño trozo del cuerpo superior del hongo. La solución tomará un color sangre oscura si el espécimen es *F. fomentarius*, a causa de la presencia del compuesto fomentariol (Blesa & Montoya, 1997; Garrido Benavent et al., 2020).



Figura 2: Daño de *Fomes* sp., en *Salix* sp., basidiocarpos desarrollados durante el otoño en el cuello de los árboles dañados.

Otros de los géneros identificados y asociado a ejemplares decadentes en el arbolado de la ciudad de San Salvador de Jujuy fue *Ganoderma*, y como se trata de un género que incluye saprobios o parásitos facultativos de numerosas especies (Sosa, 2009), pueden haber ingresado luego o asociado al ataque de plagas. Otro hallado frecuentemente asociado a heridas de poda o de roedores en árboles nativos fue *Schizophyllum* sp., un género cuyo cuerpo se asemeja a las ondas ondulantes de los corales apretados o al abanico chino suelto varían de color amarillo cremoso a blanco pálido. El sombrero es pequeño, de 1 a 4,5 cm de ancho con una textura corporal densa pero esponjosa figura N°3.



Figura 3: *Schizophyllum* en estado silvestre en árboles nativos del arbolado con heridas por mal manejo cultural.

Otro género saprófito descomponedor causante de pudrición blanca hallado en árboles deteriorados fue *P. coccineus*, un hongo muy común y llamativo por su color rojo (figura N° 4), saprobio una especie de amplia distribución degradador de madera blanda en sitios muy perturbados de zonas muy tropicales o subtropicales (Couturier et al., 2015).



Figura 4: Carpóforos anaranjados de *P. coccineus*, observado en arboles muy deteriorados o en tocones de ejemplares muertos.

En las mismas condiciones que *Pycnoporus*, se hallaron en ejemplares de *Fraxinus* sp. en sitios húmedos, basidiomas gelatinosos de *Auricularia* sp., de color rojo amarronado, de hasta 2-6 cm de longitud, forma redondeada muy irregular, se estrecha en uno de los lados, posee curvas parecidas a una oreja, bordes ondulados (figura N°5), como fructifica en madera, sobre ramas y troncos muertos su colonización es de tipo saprofítica (Kadimova et al., 2015).



Figura 5: Basidiomas gelatinosos de *Auricularia* sp., sobre ejemplares de *Acer* sp.

CONCLUSIONES

En el ámbito urbano, los árboles desempeñan múltiples roles esenciales, actúan como verdaderos pulmones verdes, brindan un aire más limpio y saludable para los habitantes de la ciudad, proporcionan sombra, contribuyendo a mitigar el efecto de la radiación solar y reducir la temperatura urbana, pero no son retribuidos de igual forma desde la ciudadanía, se pudo apreciar en este relevamiento ejemplares con daños por prácticas culturales, que dejaron grandes heridas en los árboles y que sirvieron de puerta de entrada a estos hongos, algunos de ellos patógenos facultativos, que de no mediar estas condiciones predisponentes no penetrarían *Armillaria* sp. y *Fomes* sp., son sin duda los patógenos de mayor agresividad hallados, para evitar su diseminación es necesario trabajar junto al municipio para implementar tareas de saneamiento en los sitios donde fueron hallados.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*, 5.a ed.. EE. UU. Elsevier Academic Press.
- Aro, N.; T. Pakula & M. Penttilä. (2005). Transcriptional Regulation of Plant Cell Wall Degradation by Filamentous Fungi. *FEMS Microbiology Review* (29): 719-739.
- Blesa, I. T., & Montoya, J. A. M. (1997). Contribución al conocimiento de los hongos lignívoros en el arbolado urbano de Albacete. *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses*, (40), 157-202.
- Calaza Martínez, P. (2007). Revisión bibliográfica y análisis comparativo de métodos de evaluación de riesgo de arbolado urbano. Caso particular: La Coruña.
- Garrido-Benavent, I. S. A. A. C., Velasco-Santos, J. M., Pérez-De-Gregorio, M. À., & Pasaban, P. M. (2020). *Fomes inzengae* (Ces. & De Not.) Cooke en la Península Ibérica. *Butlletí Societat Micològica Valenciana*, 24, 151-170.
- Kadnikova I A, Rui Costa, Kalenik T K, Guruleva O N, Shi Yanguo, "Chemical Composition and Nutritional Value of the Mushroom *Auricularia auricula-judae*." *Journal of Food and Nutrition Research*, 2015.

- Kane B (2005). Value, benefits and cost of urban trees. Virginia Cooperative Extension, Publication 420-181.
- Mattheck C & Breloer H (1994). Field guide for visual tree assessment (VTA). *Arboricultural Journal*. 18 (1): 1-23.
- Moreira-Rivas, E. I., & Díaz-Lezcano, M. I. (2021). Arbolado urbano de la zona metropolitana de Asunción (Paraguay) y hongos descomponedores asociados. *CEDAMAZ*, 11(2), 93-98.
- Nowak DJ & Dwyer JF (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. En: *Urban and community forestry in the northeast*. Juser, JE (Ed.). Springer. Pp 25-46.
- Ortiz, M. (2009). Aproximaciones a la comprensión de la degradación de la lignina. *Orinoquia* 13 (2): 137-144.
- Pauleit S, Jones N, García-Martin G, García-Valdecantos JL, Rivièrè LM, Vidal-Beaudet L, Bodson M & Randrup TB (2002). Tree establishment practise in towns and cities – Results from a European survey. *Urban Forestry & Urban Greening*. 1 (2): 83-96.
- Ramos Sosa y Cappello García 2009. Revisión del genero ganoderma (Basidiomycota), para el estado de Tabasco. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/download/431/350>.
- Robles, Carolina Analía. (2014). "Biodeterioro fúngico de madera en el arbolado urbano : prospección, histopatología y control biológico en plátanos (*Platanus acerifolia*)" .Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Argentina.
- Salinero, P. N. M. (2016). Aplicación de métodos visuales, tomográficos y de diagnóstico de patógenos fúngicos para la evaluación de riesgo en arbolado urbano y árboles singulares (Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela).
- Terho M & Hallaksela A-M (2008). Decay characteristics of hazardous Tilia, Betula, and Acer tres felled by municipal urban tree managers in the Helsinki City Area. *Forestry*. 81 (2): 151-159.
- Terho M (2009b). What was behind the bark? – An assessment of decay among urban Tilia, Betula and Acer trees felled as hazardous in the Helsinki City area. *Dissertationes Forestales*. 81:1-36.
- Valdés, M., Córdova, J., Valenzuela, R., Fierros A. M. Incremento del fitopatógeno *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten en bosque de pino-encino, en relación al grado de disturbio por tratamiento silvícola. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* [en línea]. 2004, 10(2), 99-103 [fecha de Consulta 9 de Abril de 2024]. ISSN: 2007-3828. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910205>.

TRABAJO

DESCRIPCIÓN EXPLORATORIA CUANTITATIVA DEL PROCESO DE MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE TABACO VIRGINIA EN LOS VALLES TEMPLADOS DE JUJUY, ARGENTINA, DURANTE EL PERIODO 2010 A 2023**QUANTITATIVE EXPLORATORY DESCRIPTION OF THE MECHANISATION PROCESS OF THE VIRGINIA TOBACCO CROP IN THE TEMPERATE VALLEYS OF JUJUY, ARGENTINA, DURING THE PERIOD 2010 TO 2023**

Marcos T. Catcoff^{1*}, Pedro U. Balderrama¹, Juan E. Regazzoni¹

¹Cátedra Mecanización Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47, San Salvador de Jujuy, Argentina (CP 4600).

*Autor para correspondencia:
mcatcoff@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 26/06/2023
Aceptado: 05/02/2024

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue describir cómo se desarrolla la mecanización en el cultivo de tabaco Virginia en la provincia de Jujuy, abarcando el periodo comprendido entre los años 2010 a 2023, empleando como base de datos, la provista por el departamento "División Tabaco" dependiente del Ministerio de Desarrollo Económico y Producción de la provincia de Jujuy, para dicho periodo. El cultivo del Tabaco Virginia producido en el Valle de los Pericos, en la provincia de Jujuy, abarco 12.609 hectáreas en 2022. Es una de las actividades agrícolas principales como factor dinamizador de la economía, que genera 20.000 puestos de trabajo y un aporte del 5,4 % al producto bruto geográfico provincial. Las características climáticas y edafológicas de esta región, la vuelven una de las más aptas para el cultivo de tabacos claros tipo Virginia. Desde los inicios de la producción en la década de 1940 el conjunto de actividades del cultivo se efectuó manualmente por su facilidad de implementación. Esta tradición de realizar las labores culturales de forma artesanal es una de las causas por las que la mecanización del cultivo se ha visto retardada, y en su momento se presentaron otras causas de índole social, política y técnica que también incidieron fuertemente. A fines de la década de 1970, se realizaron los primeros intentos de mecanizar las primeras etapas del cultivo con el ingreso de unas pocas máquinas trasplantadoras. Por las razones expuestas este proceso se detuvo, reiniciándose notablemente en los últimos años. Durante la campaña 2015-2016, se llevaron a cabo pruebas de cosecha mecanizada de tabaco Virginia, la propuesta fue desarrollada por la empresa Massalin Particulares en fincas productoras del departamento El Carmen. A través del análisis de los datos provistos, se demuestra que el proceso de mecanización del cultivo de Tabaco tipo Virginia en la provincia se sustentó en la notable disminución de la oferta laboral, por sobre otros factores de índole económico, como sucedió en otros cultivos.

Palabras clave: mecanización, tabaco, valles templados

SUMMARY

The objective of this work was to describe how mechanization is developed in the cultivation of Virginia tobacco in Jujuy province, covering the period from 1970 to 2023, using as a database the one provided by the "Tobacco Division" department of the Ministry of Economic and Production Development of Jujuy province, for said period. The cultivation of Virginia Tobacco produced in the Valle de los Pericos, in Jujuy province, covers 12,609 hectares in 2022, is one of the main agricultural activities as an economy driving factor, generating 20,000 jobs and a contribution of 5.4% to the provincial gross geographic product. The climate and soil characteristics of this region make it one of the most suitable for the cultivation of light Virginia-type tobaccos. Since the beginning of production in the 1940s, all cultivation activities were carried out manually due to their ease of implementation. This tradition of handcrafting cultural work is one of the reasons why farming mechanization has been delayed, and at the time there were other causes of a social, political and technical nature that also had a strong impact. At the end of the 1970s, the first attempts to mechanize the first stages of cultivation were presented with the introduction of a few transplanting machines. For the reasons above mentioned, this process has come to a standstill, being significantly resumed in recent years. During the 2015-2016 campaign, mechanized harvesting tests of Virginia tobacco were carried out, the proposal was developed by Massalin Particulares company in producing farms in El Carmen department. Through the analysis of the data provided, it is demonstrated that the mechanization process of Virginia-type tobacco cultivation in the province was based on the notable decrease in labour supply, over other economic factors, as happened in other crops.

Keywords: mechanization, temperate valleys, tobacco

INTRODUCCIÓN

La producción de Tabaco (*Nicotiana tabacum*) en la República Argentina se encuadra dentro de las Economías Regionales, es realizada por 18.931 productores. Se produce en dos áreas bien definidas: Noroeste argentino (NOA) y Noreste argentino (NEA). En el NOA el área tabacalera se distribuye principalmente en las Provincias de Jujuy, Salta exclusivamente tabaco tipo Virginia y en menor medida en Tucumán y Catamarca, con tabaco tipo Burley y algo de Virginia (Ministerio de Agroindustria de Nación, 2017). Siendo la provincia de Jujuy la principal productora de tabaco, con un 36 % de la producción nacional (Dipec, 2023).

Dentro de esta actividad, la cual ejerce un importante efecto multiplicador en la economía-social de las provincias, con una participación del 5,4 % del producto bruto geográfico provincial, interviene una gran cantidad de actores, entre los cuales se encuentra en primer lugar el productor y su familia, seguido por el acopiador, el exportador, la industria, las entidades privadas, gremiales, organismos del estado, comercio en general, talleres metalúrgicos, prestadores de servicios, entre otros, generando 20.000 puestos de trabajo (Hansen, 2022).

El cultivo de tabaco es una producción de difícil reemplazo, ya que ningún otro cultivo alcanza el nivel de uso intensivo de mano de obra e infraestructura como esta producción; con el agravante de una fuerte concentración espacial y, en el caso particular del Virginia, con una fuerte inversión en la etapa de secado que dificulta el reemplazo de esta producción por otra (Cámara del Tabaco de Jujuy, 2011).

La actividad tabacalera presenta a su favor una importante ocupación de mano de obra, cercana a 130 jornales por hectárea durante todo el proceso, esto representa un impacto social positivo por la importante fuente laboral para los habitantes de las zonas rurales y urbanas que directa o indirectamente dependen del cultivo de tabaco (Ledezma, 2005).

El ciclo completo del cultivo de tabaco es de aproximadamente 270 días y demanda gran cantidad de mano de obra, dado que la siembra, el trasplante y la cosecha es manual. Además, durante el cultivo se desflora y desbrota planta por planta, las hojas maduras son cosechadas de manera escalonada y deben pasar por un proceso de curado en estufas (Fernández, 2008).

El Tabaco tipo Virginia tiene un proceso de pre-industrialización en finca antes de ser comercializado, el cual consiste en el curado del mismo en estufas, con posterior clasificado, lo cual le ha conferido calidad de exportación a mercados internacionales (Fernández de Ullivarri, 1974).

Desde los inicios de la producción en la región tabacalera de Jujuy, el conjunto de labores, a excepción de la labranza, se efectuó manualmente por su facilidad de implementación. A fines de la década del '70, se presentan los primeros intentos de mecanizar las primeras etapas del cultivo con el ingreso de unas pocas máquinas trasplantadoras. Acostumbrados a las labores manuales, el trabajo de menor calidad que generalmente realizan las máquinas, además de la presencia frecuente de suelos pedregosos hizo que la trasplantadora sea relegada. Luego, durante los últimos años de la década del 90 se incorporan nuevamente máquinas para trasplante de origen italiano con la aceptación de grandes productores, que junto al desarrollo de "plantines con pilón" (plantas en bandeja) expresaron la potencialidad de la combinación de ambas tecnologías (Martínez, 2003).

La evolución de la mecanización en Salta y Jujuy fue extremadamente lenta en relación a la tecnología disponible en comparación con otras zonas productivas tabacaleras del mundo (EEUU, Canadá, Europa) donde la mecanización data de la década del 70 – 80 (Todd, 1981) con el uso de trasplantadoras, desfloradoras y cosechadoras. Ciertamente la rentabilidad del tabaco y la disponibilidad de la mano de obra calificada y no calificada, han influido en retardar el proceso. En épocas donde el productor disponía de liquidez para la compra de maquinarias, el costo y disponibilidad de la mano de obra empleada era favorable al trabajo manual (Martínez, 2003).

Durante la campaña 2015-2016, se llevaron a cabo pruebas de cosecha mecanizada de tabaco Virginia, la propuesta fue desarrollada por la empresa Massalin Particulares en fincas productoras del departamento El Carmen, provincia de Jujuy. Se empleó la cosechadora de 2 surcos de la firma Spapperi modelo RA942E, con la cual se logró reducir significativamente los tiempos operativos y los costos en jornales. Esta tecnología emplea un sistema de curado en canasto en estufas específicas De Cloet y la variación de la clasificación, con el empleo de valores de calidad promedio y sin diferenciación en clases. Sin embargo, su adopción se encuentra limitada a los productores que entregan exclusivamente su tabaco a la empresa Massalin Particulares, quien adquiere el tabaco bajo esta tipificación (Márquez, 2015).

En la actualidad si bien la rentabilidad del tabaco viene disminuyendo paulatinamente, no es el margen económico estrecho quien motoriza el proceso de mecanización sino la escasas y disponibilidad de mano de obra. Principalmente, las etapas de trasplante, cosecha y carga de estufas de curado demandan gran esfuerzo físico, no siempre los trabajadores están dispuestos a realizar este tipo de labores, sumado a la persistencia del régimen de seguridad social denominado "plan trabajar", afectando el entramado laboral. Además, el productor presenta dificultades para el acceso al crédito, principalmente por altos costos

financieros y requisitos necesarios, sin dejar de lado los impositivos. Estas dificultades son subsanadas por las empresas acopiadoras, quienes financian insumos entre otros consumibles a sus clientes que efectúan devoluciones monetarias cuando entregan la cosecha (Hansen, 2022).

Analizar procesos de mecanización agrícola en un espacio productivo determinado implica tener presente múltiples aspectos; productivos, sociales y ambientales que condicionan su aplicabilidad y adopción de las tecnologías mecanizadas disponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología consistió inicialmente en una selección de estudios e informes con la finalidad de contribuir a los objetivos del estudio a través de la técnica de recopilación, análisis y sistematización de información secundaria o trabajos previos que son referencias significativas.

Para realizar los análisis de cuantificación y promedios, se trabajó sobre datos suministrados por el departamento “División Tabaco”, organismo dependiente del Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de Jujuy y para su tratamiento se utilizó planilla de cálculo Microsoft Excel versión 2013. La información abarca el periodo 2007 a 2023 y se referencia solamente a 890 productores empadronados en la base de datos, lo que representa un 91 % del total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

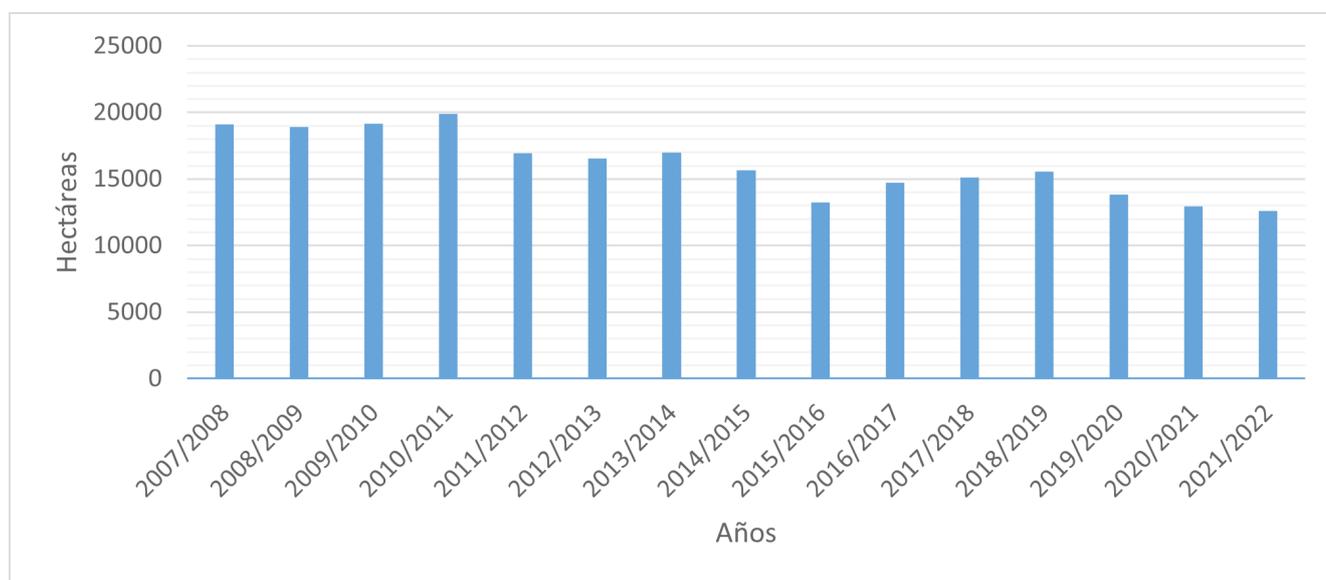


Figura 1: Superficie implantada con Tabaco Virginia durante los años 2007 a 2022, en la provincia de Jujuy.
 Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy.

El gráfico de la superficie implantada desde el año 2007 al 2022 (15 años), manifiesta una disminución de aproximadamente 6.500 ha; pasando de 19.128 ha en 2007/08 a las 12.609 ha para la campaña 2021/22.

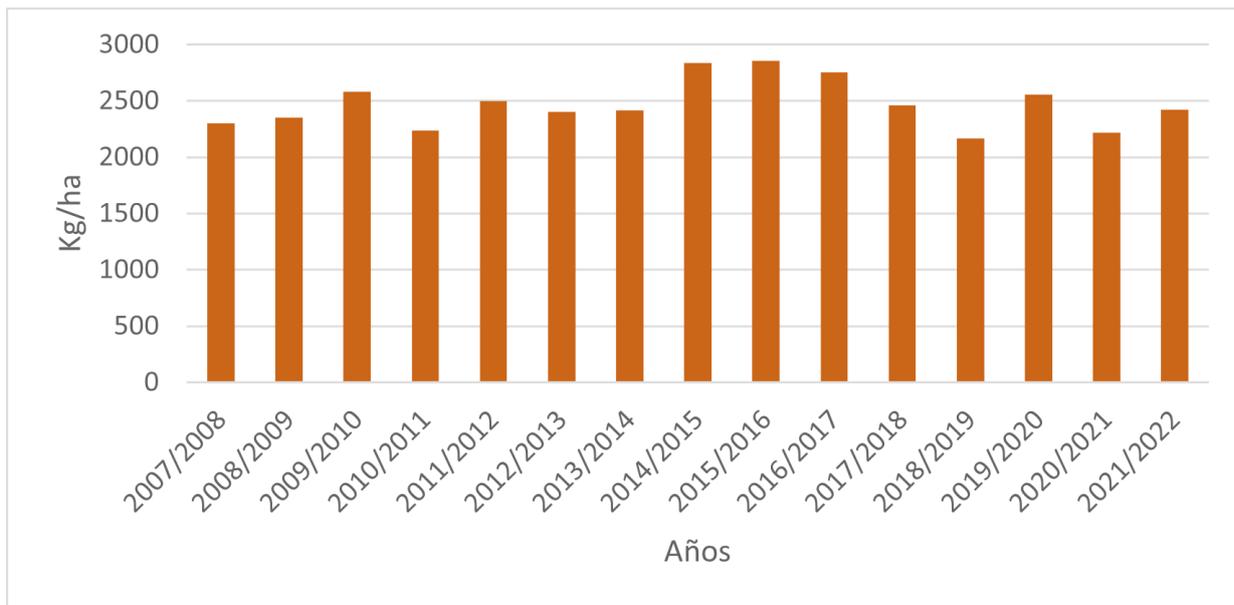


Figura 2: Rendimiento Medio (kg/ha) de Tabaco Virginia, durante los años 2007 a 2022, en la provincia de Jujuy. Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy.

Los valores de rendimientos promedian 2470 kg/ha, mostrando un valor sostenido en el tiempo.

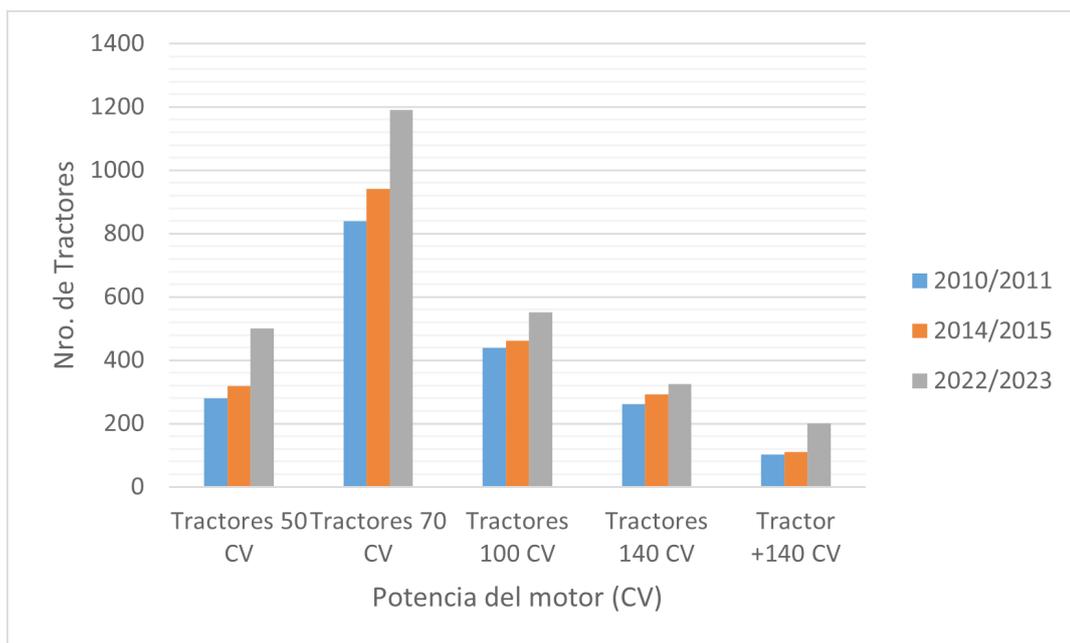


Figura 3: Cantidad de tractores afectados a la producción tabacalera de Jujuy, durante los años 2010 a 2023. Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy.

A pesar de la disminución de la superficie destinada a producir tabaco el número de tractores empleados demuestra un incremento en los últimos trece años en los rangos de potencia considerados. Se observa que el estrato de 70 CV es el que mayor concentración de unidades dispone, esto es debido a su mayor versatilidad en las distintas tareas del cultivo.

El estudio realizado por el grupo CREA “Los Lapachos”, durante los años 1995/96, en fincas del Dpto.

El Carmen sobre el uso de tractores específicamente empleados en la producción de tabaco determinó que el 84,6 % del empleo se centralizó en tres labores; preparación de suelo (32,1%), cultivos/escarda (21%) y acarreo de hoja verde (31,5%). A excepción de la primera, las otras requieren de baja demanda de potencia.

Los datos publicados por el CNA 2018 arrojan un total de 2854 tractores, pero no se encuentra desglosado por departamentos ni por tipo de uso productivo, en la provincia de Jujuy, al cotejar estos datos con los declarados en División Tabaco para ese mismo año, demuestran que la mayoría se aglutina en el sector tabacalero.

Por otro lado, la mayor cantidad de unidades de tractores están representados por el estrato de bajas potencias (menor a 75 CV), y de ellos, más del 80 % superan los 15 años de antigüedad. Ello significa que se encuentran amortizados, tanto por uso como por obsolescencia. Esto permitiría explicar la alta tasa de empleo de tractores amortizados que continúan su labor en tareas livianas como la escarda y el transporte de hojas verdes de tabaco.

Según los promedios determinados por el equipo de trabajo de la Cátedra, el sector dispondría de casi tres (3) unidades tractoras por cada unidad productiva en una relación directa entre el número de tractores declarados con la cantidad de superficie plantada, y aproximadamente se dispondría una energía motriz superior a 13 CV por hectárea. Esto indicaría una dotación energética que supera holgadamente la necesidad del sector.

En otro orden, los tractores mayores a 140 CV, presentan un aumento en cantidad debido a que se emplean para brindar servicios de preparación de suelos y/o en otros cultivos como la siembra directa de granos y legumbres.

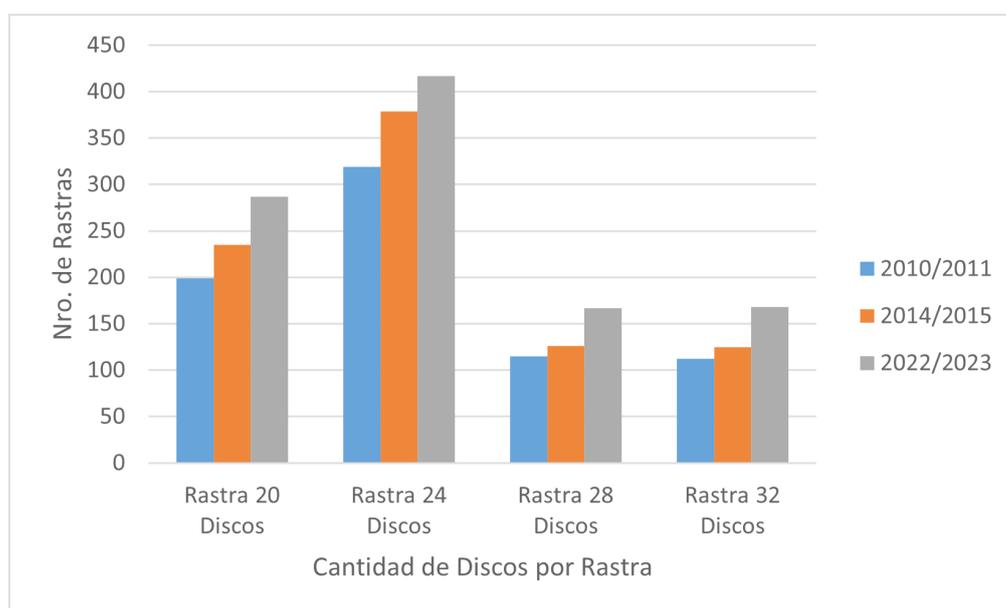


Figura 4: Cantidad de rastras afectados a la producción tabacalera de Jujuy, durante los años 2010 a 2023, en la provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy.

La cantidad de rastras de discos demuestra un crecimiento en aquellas de 20 y 24 discos, las cuales son las más comúnmente empleadas en la zona. Ello se debe a la disponibilidad de mayor potencia en la barra que se emplean para su tiro debido a la tendencia a incorporar unidades tractoras con doble

tracción asistida. Usualmente las rastras son equipadas con discos de 24 pulgadas de diámetro.

También en los estratos de las rastras de discos de 28 y 32 discos la tendencia de crecimiento es sostenida, en menor medida que las anteriores, debido a que se necesitan para su tracción tractores de gran potencia.

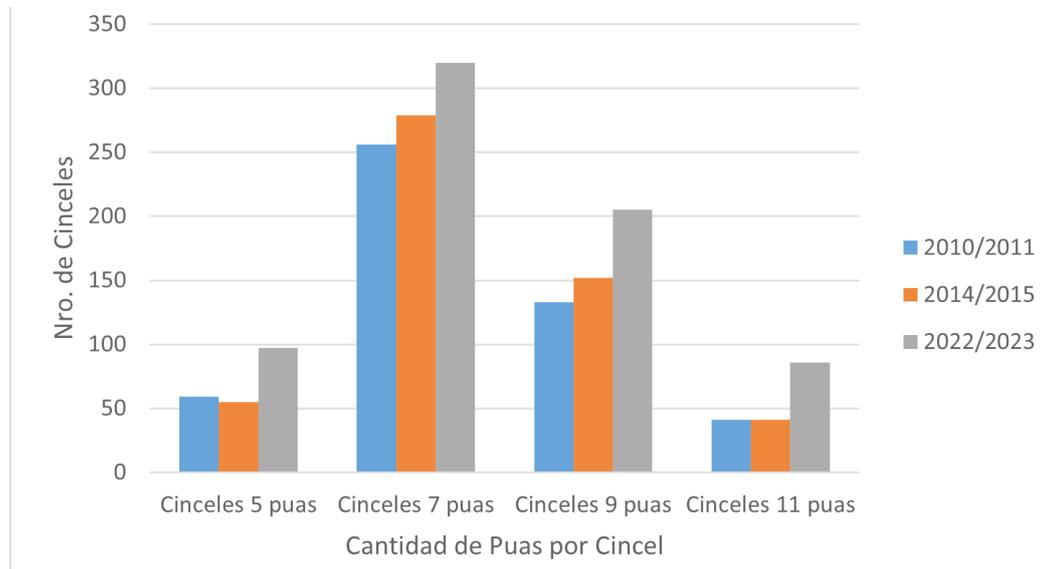


Figura 5: Cantidad de cinceles afectados a la producción tabacalera de Jujuy, durante los años 2010 a 2023, en la provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy

Siguiendo con la misma tendencia de aumento del número de tractores y de rastras de discos a través de los últimos años, los cinceles acompañan a la misma. El estrato de cinceles de 7 púas es el de mayor número presenta, debido a que su capacidad de trabajo es la óptima en relación a la potencia disponible en los tractores; ya que puede tirar del mismo un tractor de 90 o 100 CV tracción simple o tractores de 75 CV tracción asistida. Los cinceles de once (11) púas presentan un crecimiento sostenido que en concordancia con el aumento en número de tractores con potencias superiores a 140 CV que han duplicado sus existencias.

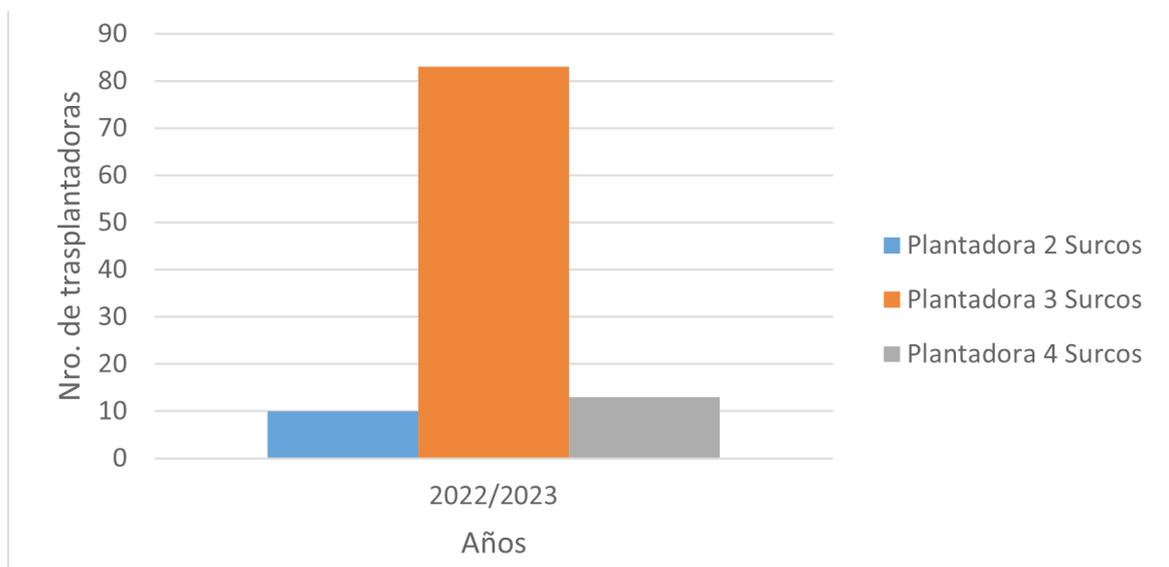


Figura 6: Cantidad de trasplantadoras afectadas a la producción tabacalera de Jujuy, durante los años 2022 a 2023, en la

provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. de Jujuy

Según los resultados obtenidos en División Tabaco, del Ministerio de la Producción de la Pcia., las maquinas trasplantadoras ingresan en los años 2022 y 2023, siendo la de 3 surcos la más empleada, esto se debe a la relación de potencia demandada en el tractor que tira de las mismas (120 CV).

Acordamos lo expuesto por Martínez J.D. (2003), las primeras trasplantadoras de pinzas ingresan en el año 1970 y su uso se ve retrasado debido al empleo de mano de obra barata y resurgen en los últimos años con la escasez de la mano de obra debido a los planes sociales que si bien no impiden trabajar, los trabajadores rurales descreen y deciden no realizar actividades.

La cantidad de cosechadoras de tabaco mecanizadas, presento un crecimiento en la última campaña, impulsado por una de las compañías acopiadoras de tabaco en la zona. Esto se acompaña de una aceptación del producto final, tabaco sin clasificar y a granel, tomando un promedio de clases para la valoración final.

Los modelos más empleados son los de 2 surcos de la marca italiana Spaperi, no obstante, cabe mencionar que hubo intentos de mecanizar la operación de cosecha mediante prototipos de invención local y nacional, “Cosechadoras de Dawidowicz y Bustinza Gomas”, confirmado lo expuesto por Regazzoni et al. (2020).

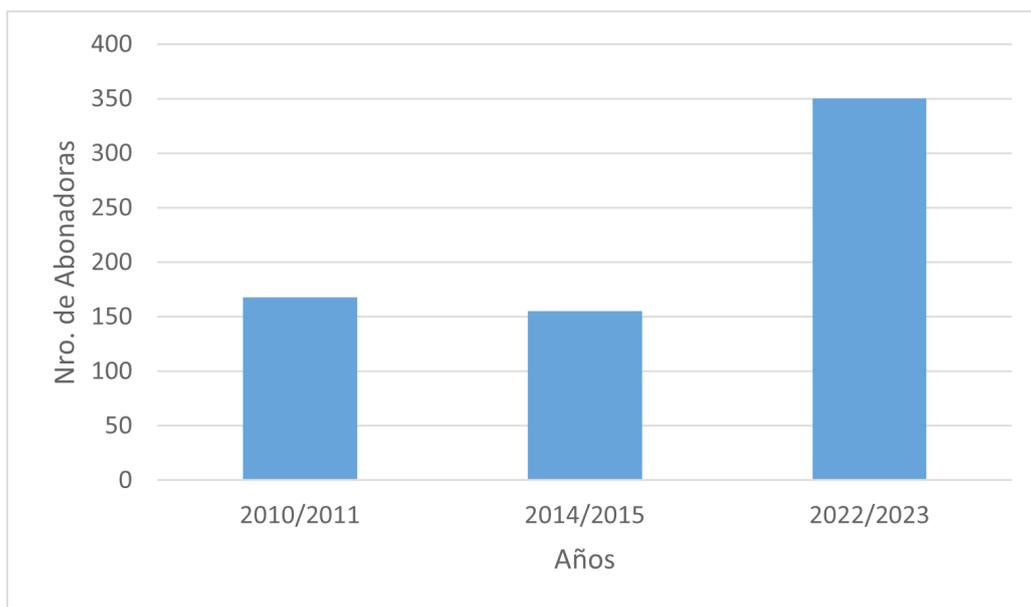


Figura 7: Cantidad de máquinas abonadoras de tabaco, durante los años 2010 a 2023, en la provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia en base a datos de División Tabaco – Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Pcia. De Jujuy

El parque de máquinas abonadoras/fertilizadoras duplicó sus existencias en las últimas campañas, esto se debe a la necesidad de aumentar la eficiencia en la aplicación de fertilizantes dado el mayor costo de los mismos (1000 U\$S/ton de Urea en noviembre 2022).

Estos datos no diferencian el tipo de fertilizadoras, pero coincide con la incorporación de máquinas trasplantadoras. Permite una mejora sustancial en la efectividad del fertilizante al facilitar fertilizar a profundidad de raíz y a ambos lados de la planta, en comparación con la aplicación manual en superficie y a un solo lado de la planta, lo que ratifica su adaptación al sistema mecanizado de trasplante (Regazzoni et al., 2000).

En los últimos años se fue generalizando el uso de abonos verdes sembrados luego de la cosecha de tabaco; por ejemplo, sorgo forrajero o avena gigante. Las fertilizadoras al voleo, denominadas “trompito”, son también utilizadas en las siembras de estos cultivos de servicio por su simplicidad y alta capacidad de trabajo.

CONCLUSIÓN

A partir de la información disponible para este trabajo de investigación podemos concluir inicialmente que los principales motivos, en relación a los causantes del proceso de mecanización de la producción tabacalera de Jujuy, fueron tres:

a) Estrechos márgenes de rentabilidad, en concordancia lo planteado por Rodríguez Issler (2019) quien determinó que el costo de producción tabaco tipo Virginia durante la campaña 2018/19 alcanzó una rentabilidad del 18 % para un sistema de producción convencional. En cambio, las cifras mejoraron al 24 % en el sistema mecanizado.

b) Mayor costo de los insumos, siendo los fertilizantes el insumo de mayor peso en el costo de producción, estos han ocultado al aumento del valor de la mano de obra y precio del combustible. Considerando la variación anual (enero 2022 a enero 2023), ambos han superado con holgura al índice inflacionario de precios al consumidor (98,8 %). Es así que el valor de la mano de obra se incrementó un 100,08 % y el precio del combustible ascendió un 120,42 % en lo que va del año afirmado lo expuesto por Hansen (2022).

c) Disminución de la oferta de mano de obra, afirmando los trabajos de Rodríguez Issler (2019) y Márquez (2015), ambos manifiestan una reducción entre el 70 y 90 % en el gasto de mano de obra para aquellas actividades como trasplante, cosecha, curado y clasificación. Si bien el ahorro en divisas es importante, en el análisis global ve diluido por los componentes del costo de las inversiones requeridas. No obstante, lo trascendente de este punto está dado por el número de personal requerido para hacer las labores. En el caso de trasplante se requieren de 16 personas contra 9 personas cuando se emplea la máquina trasplantadora. Lo mismo sucede en la cosecha mecánica donde la comparación es 3 o 4 personas contra 18 personas del sistema manual.

Este estudio exploratorio demostró colateralmente que el crecimiento de los parques de maquinaria agrícola del sector tabacalero, propiciaron el aumento del factor de producción Capital, sin embargo se plantea la incógnita y abre esta la posibilidad de una futura investigación para conocer si estas acciones se realizaron como una forma adrede de capitalización de las unidades productivas, o fue un hecho derivado al azar de las circunstancias económicas imperantes de cada época atravesada por el sector. Este interrogante y muchos más resaltan la importancia de continuar trabajando en líneas de investigación exploratoria, donde se genere información que permitan la toma de mejores decisiones sobre el manejo agronómico del principal cultivo industrial de la provincia de Jujuy.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece por su colaboración a la Dra. María Eugenia Calvó (FHyCS- UNJU), a los Ing. Agr. Bruno Bianco y Federico Manero (División Tabaco, Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la provincia de Jujuy).

Este trabajo se dedica a la memoria del Ing. Agr. Jorge Daniel Martínez (Profesor de la Cátedra de Mecanización Agrícola, FCA-UNJu). *Su recuerdo permanecerá en nuestra querida Facultad.*

BIBLIOGRAFÍA

- Demanda intensiva de mano de obra. (2011). Reporte Cámara del Tabaco de Jujuy, Argentina.
- Dirección provincial de estadísticas y censos de Jujuy. (2023). Anuario estadístico. Recuperado de: (<https://dipec.jujuy.gob.ar/indicadores-economicos/agropecuario/tabaco/>).
- El Cultivo del Tabaco en Argentina. (2017). Resumen Fondo Especial del Tabaco. Ministerio de Agroindustria de la Nación.
- Fernández de Ullivarri, D. (1974). El cultivo de los tabacos claros. 1ª. ed. Cerrillos, Salta (AR) Editorial INTA.
- Franck, R. (1998). Costos de la Maquinaria Agrícola. Cátedra de Administración Rural, FAUBA.
- Hansen, M. (2022). La sostenibilidad del productor tabacalero jujeño. Tesis de Maestría en Dirección de Empresas. Univ. del CEMA – Buenos Aires – 117 pp.
- INDEC. Censo Nacional Agropecuario. (2018). ISBN 978-950-896-607-0- Ministerio de Economía, Buenos Aires.
- Ledesma, J. (2005). La importancia del tabaco para la Argentina y sus regiones. Nobleza Picardo S. A. I. C. y F.
- Márquez, L. (2015). Impacto de la mecanización del cultivo de tabaco sobre la mano de obra y calidad del producto. Informe Técnico Massalín Particulares. 24 pp.
- Martínez, J. D. (2003). Mecanización del Cultivo de Tabaco Virginia en el Noroeste Argentino. Universidad Nacional de Jujuy, Editorial EDIUNJU. Argentina.
- Regazzoni J., Catcoff M. & Balderrama P. (2020). La cosecha mecanizada del Tabaco Virginia en las provincias de Salta y Jujuy. Cát. Mecanización Agrícola – Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Argentina.
- Regazzoni J.E., et al. (2000). Incorporación del trasplante mecánico en el cultivo de Tabaco Virginia. Avances en Ingeniería Rural 1998/2000 – 97 – 103 -Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Rodriguez Issler, G. (2019). Sustentabilidad del sector tabacalero del NOA a través de la mecanización. Tesis Carrera Administración de Empresas. Facultad de Economía y Administración, Universidad Católica de Salta. Argentina.
- Todd, F. A. (1981). Flue cured Tobacco Producing a Healthy Crop. 1ra. Edición. Editorial Parker Grafics. Carolina del Norte. Estados Unidos.

NUEVOS APORTES A LA CRÍA DE *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) SOBRE UNA CACTÁCEA NATIVA DE JUJUY EN CONDICIONES DE LABORATORIO

NEW CONTRIBUTIONS TO THE BREEDING OF *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) ON A CACTUS NATIVE TO JUJUY IN LABORATORY CONDITIONS

Graciela C. Gomez^{1,2*}, María J. Barrionuevo², María I. Zamar¹

¹Departamento Entomología, Instituto de Biología de la Altura, UNJu

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

*Autor para correspondencia:
gracielagomez@inbial.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 09/04/2024
Aceptado: 10/05/2024

RESUMEN

La provincia de Jujuy es una de las provincias argentinas prioritarias para la conservación de la familia Cactaceae debido a su alta riqueza específica. Estas plantas mantienen poblaciones de distintos insectos fitófagos. En la Quebrada de Humahuaca, *Cactoblastis doddi* Heinrich cumple su ciclo vital sobre *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck. Hasta el presente no se conoce la mortalidad de los estados inmaduros de este lepidóptero en condiciones de laboratorio. El objetivo fue ampliar la información referida al ciclo de vida *C. doddi* sobre *O. sulphurea* bajo condiciones ambientales de laboratorio con el fin de establecer bases para la elaboración de un protocolo de cría. Se realizaron muestreos en la localidad San Pedrito (departamento Tilcara) ubicada en la Prepuna jujeña. A partir de larvas de *C. doddi* obtenidas en campo se realizó la cría en laboratorio, se aplicó la Ley de Dyar, se evaluó la mortalidad de los estados inmaduros y se determinó el sexo de las pupas a través de dos metodologías. Se registró una elevada mortalidad de huevos y larvas de *C. doddi*. En relación a los métodos utilizados para discriminar el sexo de las pupas, la técnica del pesaje fue la más eficiente. Las pupas hembras fueron más pesadas que los machos. A través de este estudio se logró conocer nuevos aspectos de la cría de *C. doddi* bajo condiciones ambientales de laboratorio, siendo útil esta información para establecer las bases de un protocolo de cría.

Palabras clave: mortalidad, estados inmaduros, *Opuntia sulphurea*, conservación

SUMMARY

The province of Jujuy is one of the priority Argentine provinces for the conservation of the Cactaceae family due to its high specific richness. These plants maintain populations of different phytophagous insects. In

Quebrada de Humahuaca *Cactoblastis doddi* Heinrich fulfills its life cycle on *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck. Up to the present, the mortality of the immature stages of this lepidopteran under laboratory conditions is not known. The aim was to expand the information regarding the life cycle of *C. doddi* on *O. sulphurea* under laboratory ambient conditions in order to establish bases for the development of a breeding protocol. Sampling was carried out in the town of San Pedrito (Tilcara department) located in the Prepuna of Jujuy. From larvae of *C. doddi* obtained in the field, laboratory rearing was carried out, the Law of Dyar was applied, the mortality of the immature stages was evaluated and the sex of the pupae was determined through two methodologies. A high mortality of eggs and larvae of *C. doddi* was recorded. In relation to the methods used to discriminate the sex of the pupae, the weighing technique was the most efficient. Female pupae were heavier than males. Through this study, new aspects of *C. doddi* breeding under laboratory environmental conditions were known, this information being useful to establish the bases of a breeding protocol.

Keywords: mortality, immature stages, *Opuntia sulphurea*, conservation

INTRODUCCIÓN

Cactaceae (Magnoliophyta: Caryophyllales) constituye una familia americana que reúne 200 géneros y 2000 especies. En la República Argentina está representada por unos 37 géneros, con alrededor de 210 especies, distribuidas en casi todas las provincias fitogeográficas, especialmente en el dominio chaqueño: provincias del Chaco, del Espinal, de la Prepuna y del Monte (Kiesling et al., 2011).

La región noroeste de Argentina (NOA) forma parte de uno de los centros de diversidad de cactáceas más importantes a escala global (Ortega-Baes et al., 2010) siendo Jujuy una de las provincias prioritarias para la conservación de estas plantas debido a su elevada riqueza específica (Ortega-Baes et al., 2015).

Las cactáceas mantienen poblaciones de varias especies de insectos fitófagos entre los que se encuentran los lepidópteros Phycitinae (Pyralidae) (Zimmerman, Erb, & Mcfadyen, 1979; Zimmermann, Bloem & Klein, 2007). Uno de los géneros asociados a las cactáceas es *Cactoblastis* Ragonot, integrado por las especies: *C. doddi* Heinrich, *C. cactorum* (Berg), *C. bucyrus* Dyar, *C. mundelli* Heinrich y *C. ronnai* (Brèthes) (Heinrich, 1939).

En la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) Arce de Hamity & Neder de Román (1999) y Gomez, Neder de Román, Linares & Zamar (2015) estudiaron los ciclos de vida en laboratorio y la caracterización morfológica de los estados inmaduros *C. bucyrus* y *C. doddi*, respectivamente.

Cactoblastis doddi cumple su ciclo vital sobre *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck, en condiciones de laboratorio se manifiesta como bivoltina, tiene una generación corta de verano (147 días) y una larga de invierno (> 258 días) (Gomez et al., 2015), pero no existen referencias sobre la mortalidad de los estados inmaduros de esta especie.

El objetivo fue ampliar la información referida al ciclo de vida *C. doddi* sobre *O. sulphurea* bajo condiciones ambientales de laboratorio con el fin de establecer bases para la elaboración de un protocolo de cría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Corresponde a la localidad de San Pedrito (23°36'17"S; 65°22'00"O; 2427 msnm) ubicada en el departamento Tilcara de la provincia de Jujuy (Rep. Argentina). El área se encuentra en la provincia fitogeográfica de la Prepuna (Cabrera & Willink, 1973 y Cabrera, 1976). Braun Wilke et al., (2000), la categorizan fisonómicamente como estepa matorral prepuneña. El clima es seco y cálido, con lluvias exclusivamente estivales de 150-200 mm/año. La vegetación es predominantemente arbustiva, baja y esparcida entre las que destacan los géneros *Opuntia* Mill., *Parodia* Spegazzini, *Lobivia* Britton & Rose, y cactáceas arborescentes como *Trichocereus terscheckii* (Parm. ex Pfeiff.) Britton & Rose y *T. atacamensis* (Phil.) Backeb (Cabrera & Willink, 1973; Cabrera, 1976).

Obtención de *C. doddi* en campo y cría en laboratorio

Se realizaron dos muestreos, en febrero de 2009 y 2010 coincidentes con el desarrollo de la generación de invierno de *C. doddi*. Se extrajeron cladodios de *O. sulphurea* que contenían en su interior larvas del lepidóptero, cuya presencia se manifestó a través de los orificios en la epidermis ocasionados por las larvas y por la presencia de materia fecal. Los cladodios de *O. sulphurea* colectados (entre 1-3 cladodios) se dispusieron en bolsas de tela *voile* para su posterior acondicionamiento en el laboratorio.

La cría en laboratorio se inició en febrero de 2009 con larvas de *C. doddi* de la generación de invierno y concluyó en marzo de 2011 con la emergencia de adultos de la generación de verano. Durante este período se estudiaron dos generaciones de verano completas, desde huevo a adulto, correspondientes a los años 2009 y 2010 (dos cohortes o repeticiones) (Fig. 1). Ambas generaciones de verano se consiguieron a partir de huevos puestos en laboratorio por hembras de la generación de invierno. Para ello, los adultos emergidos fueron alimentados con una solución de agua destilada y miel diluida al 70% contenida en un trozo de algodón hidrofílico dentro de un recipiente de plástico de 3x2x3 cm. Para la oviposición se colocó un cladodio limpio sobre la base de las jaulas.

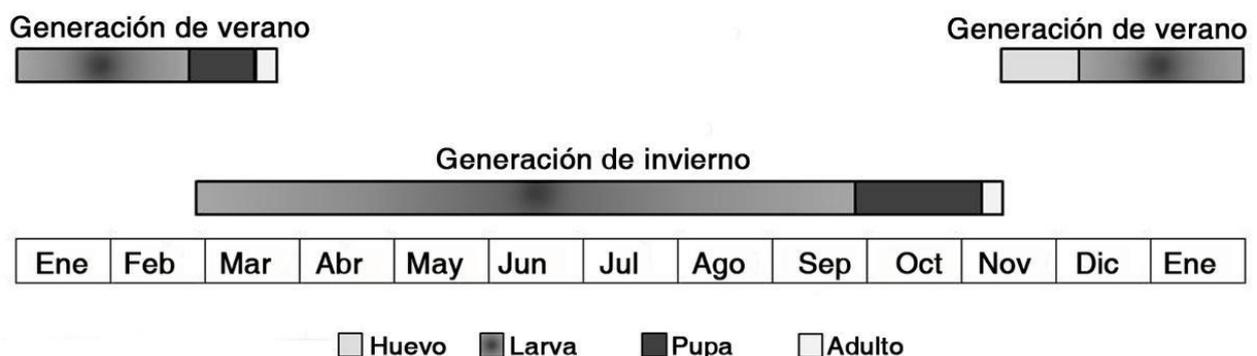


Figura 1: Ciclo de vida de *C. doddi* sobre *O. sulphurea* en laboratorio. Generación de invierno (febrero a noviembre) obtenida a partir de larvas de campo. Generación de verano (noviembre a marzo) obtenida a partir de huevos puestos por hembras de la generación de invierno.

El desarrollo del ciclo de vida se llevó a cabo en el insectario del Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) de la Universidad Nacional de Jujuy bajo las siguientes condiciones: Temperatura: 23±3°C; Humedad Relativa: 69±11% fotoperíodo 12:12h L/O. Los cladodios con larvas de *C. doddi* se acondicionaron en jaulas de madera de 40x40x40 cm. Para evitar posibles contaminaciones, las jaulas fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%.

Las larvas se alimentaron con sustrato natural limpio (sin insectos). Para la pupación se ubicaron a los cladodios sobre una bandeja de plástico de 22x30x3 cm con arena limpia en el interior de las jaulas antes descriptas.

Control del crecimiento de las larvas: el reconocimiento de los estadios de *C. doddi* se realizó mediante las medidas del ancho cefálico. Debido a que las orugas viven en el interior de tejidos vegetales se dificulta la observación de las mismas, por ello se controló diariamente el interior de los cladodios mediante incisiones y observación del crecimiento de las larvas bajo microscopio estereoscópico. Para asegurar el sustrato alimenticio de las larvas se colocaron cladodios nuevos y sanos.

Para evaluar el crecimiento de las larvas se midió el ancho de las cápsulas cefálicas con un micrómetro ocular incorporado al microscopio estereoscópico (micras). El diámetro de la cápsula cefálica permite estimar la edad aproximada de la larva en una especie dada (Barrionuevo, 2011), el incremento ocurre en una progresión geométrica con una razón constante (q) para cada especie (Sardesai, 1969).

Mortalidad de los estados inmaduros

Se calculó el porcentaje de mortalidad de los estados inmaduros de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Mortalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos muertos por estado del ciclo de vida} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de individuos que inician el estado}}$$

La mortalidad de cada estado fue evaluada a partir de las dos cohortes por separado:

Huevo: Para evaluar la mortalidad de este estado se obtuvieron en laboratorio dos oviposturas, una proveniente de una hembra de dos días de vida de la cría de 2009 y otra de una hembra de cuatro días de la cría de 2010. Cada ovipostura estuvo constituida por 129 huevos.

Larva: La mortalidad se obtuvo a partir de las orugas provenientes de oviposturas obtenidas en laboratorio de las crías de las generaciones de verano de 2009 y 2010.

Pupa: La mortalidad de este estado se evaluó a partir de las pupas correspondientes a las crías de las generaciones de verano de 2009 y 2010.

Determinación del sexo de pupas de *C. doddi*

Se usaron dos metodologías, la primera consistió en extraer mecánicamente el capullo de seda que envuelve a las pupas, esta técnica implica cortar o rasgar manualmente un pequeño orificio en un extremo del capullo y empujar suavemente la pupa desde el extremo opuesto (Marti & Carpenter, 2008). El lote estuvo constituido por 15 ejemplares.

El segundo método consistió en el pesaje de pupas, con la premisa de que las hembras pesan más que los machos, como ocurre en otras especies de lepidópteros (Gomez, Fernández Salinas & Barrionuevo, 2020). Se empleó una balanza de precisión y se procedió a pesar individualmente las pupas, sin extraer mecánicamente el capullo de seda, de un lote de 26 ejemplares (obtenidos en laboratorio). Para confirmar el sexo se individualizó cada pupa en un recipiente de plástico hasta la emergencia del adulto. Con el fin de evaluar si existían diferencias estadísticas entre el peso (gramos) de ambos sexos se realizó el test no paramétrico de Wilcoxon mediante el uso del software R 3.6.3.

Para comparar la eficacia de cada método se tomó como parámetro el porcentaje de mortalidad de pupas obtenido con cada técnica de determinación de sexo.

RESULTADOS

Control del crecimiento de las larvas: La tasa de crecimiento del diámetro cefálico de *C. doddi* se muestra en la Tabla I. El valor q calculado a partir de las cápsulas cefálicas fue 1,3. El incremento evidenciado en la progresión geométrica a través de un valor constante confirmó la existencia de siete estadios larvales en condiciones de laboratorio.

Tabla 1: Medidas de las cápsulas cefálicas y tasa de crecimiento de estadios larvales de *C. doddi* y *C. bucyrus* mantenidas bajo condiciones de laboratorio.

Estadio	AC (micras) <i>C. doddi</i>	q <i>C. doddi</i>	AC (micras) <i>C. bucyrus</i>	q <i>C. bucyrus</i>
I	476		600	
II	636	1.3	750	1.3
III	839	1.3	880	1.2
IV	1 063	1.3	1110	1.3
V	1 365	1.3	1400	1.3
VI	1 804	1.3	1600	1.2
VII	2 087	1.2	2000	1.3
VIII	-	-	2500	1.3
IX	-	-	3000	1.2

Mortalidad de los estados inmaduros en laboratorio

Huevos: El porcentaje de mortalidad del estado de huevo registrado en la cría del año 2009 fue de 40% (n=51) y mientras que en el año 2010 fue de 74% (n=95), obteniéndose un promedio de $57 \pm 25\%$ de mortalidad.

Larvas: Se observó una elevada mortalidad larval, con valores del 100% para la cría del año 2009 (n=78) y de 94% para la cría del año 2010 (n=32). Las orugas enfermas se mostraron inquietas movilizándose en grupo por las paredes y techo de las jaulas. Fue común encontrarlas muertas, colgadas del techo, sostenidas por sus espuripedios posteriores y con una coloración rojiza o puntuaciones negras (Figuras 2 y 3).

Pupa: la mortalidad de este estado fue del 41% en el año 2010 (n=12). No se registraron datos de mortalidad de la cría del año 2009 debido a que las orugas no alcanzaron el estado de pupa.



Figura 2: Larvas de *C. doddi* colgadas de sus espuripedios.



Figura 3: Larvas de *C. doddi* con signos de enfermedad movilizándose por el techo de la jaula.

Determinación del sexo de pupas de *C. doddi* en laboratorio

El método más eficiente para determinar del sexo de las pupas fue el pesaje de los ejemplares ya que a través del mismo no se registró mortalidad. En tanto que el segundo método de sexado, mediante el cual se extraía mecánicamente el capullo de seda, presentó un porcentaje de mortalidad elevado (80 %).

Con respecto al peso de las pupas, existieron diferencias entre los sexos siendo las hembras más pesadas que los machos (♀ : 0,42 g; ♂ : 0,29 g; $z= 4,3$, $p=1.923\text{e-}07$, Wilcoxon) (Tabla II).

Tabla 2: Resumen estadístico del peso (gramos) de 26 pupas de *Cactoblastis doddii* mantenidas bajo condiciones ambientales controladas de laboratorio.

Parámetro	Machos	Hembras
N	13	13
Peso mínimo (g)	0,25	0,41
Peso máximo (g)	0,36	0,46
Media (g)	0,29	0,42
Mediana (g)	0,29	0,42

DISCUSIÓN

Bajo condiciones ambientales de laboratorio, la tasa de crecimiento de las larvas de *C. doddii* ($q= 1,3$) fue la misma que la reportada para *C. bucyrus* por Arce de Hamity & Neder de Román, 1999 (tabla I), quienes calcularon el incremento cefálico a partir de las medidas de las cápsulas cefálicas del primer y segundo estadio larval. Esta medida solo resulta útil para identificar los estadios larvales, pero no para diferencias las especies co-genéricas entre sí.

Por otro lado, la fecundidad promedio de *C. doddii* en laboratorio fue elevada (129 huevos por postura) en comparación con la especie cogenérica *C. bucyrus* (53 ± 12 por postura) (Arce de Hamity & Neder de Román, 1999). A pesar de ello, el estado de huevo se ve afectado por una elevada mortalidad cuyo porcentaje promedio es de $57\pm 24\%$, es decir que aproximadamente la mitad de los huevos de una postura logra eclosionar. La variación en la mortalidad de huevos de las crías de los años 2009 (40%) y 2010 (74%) podría deberse a diferencias en la edad de las hembras. En el año 2009, la ovipostura fue colocada por una hembra de dos días de vida, mientras que en 2010 la edad de la hembra fue de cuatro días. Estudios realizados por Legaspi, Baez & Legaspi (2009) demostraron que la mortalidad de huevos de *C. cactorum* es mayor cuando las hembras superan los tres días de edad.

Con respecto a la mortalidad del estado larval, la misma fue elevada con valores comprendidos entre 94-100%. La muerte de las orugas de *C. doddii* pudo ser producida principalmente por microorganismos patógenos. Se considera que hubo primeramente una enfermedad viral y a partir de ella se instalaron bacterias que en conjunto provocaron la muerte larval (Álvarez com. pers. 2011).

Los síntomas detectados tales como el cambio de color, irritabilidad, movimientos de una posición a otra seguidos por la muerte, larvas muertas con fuerte olor pútrido colgadas por sus espuripedios, han sido estudiados para distintos lepidópteros. Se conoce que determinados virus producen irritabilidad en las larvas de lepidópteros forestales infectados, las cuales suben a las copas de los árboles u otro hospedero, donde se cuelgan de sus espuripedios y mueren (Steinhaus, 1949). Este comportamiento se observó también en larvas de *C. cactorum* criadas sobre dieta artificial, las cuales se encontraron muertas colgadas de las paredes de los recipientes de cría; las mismas fueron positivas para el virus icosaédrico (VI) y para el virus de la polyhedrosis citoplasmática (CPV) (Marti & Carpenter, 2007).

Estudios realizados por Pemberton & Cordo (2001) en Argentina, demostraron la presencia de otro patógeno: *Nosema* (Microsporida: Nosematidae) en larvas de *C. cactorum*. Asimismo, en muchas enfermedades, los insectos afectados adquieren una coloración característica que los distingue de los individuos sanos; una coloración marrón oscura a negra puede deberse al deterioro de los tejidos sometidos a la acción enzimática de las bacterias. En este tipo de enfermedad, los tejidos internos toman una consistencia viscosa, acompañada de olor (Steinhaus, 1949).

Respecto a la mortalidad de las pupas de *C. doddi*, el valor registrado fue relativamente bajo (41%), comparado con *C. cactorum* cuya mortalidad varía desde 13% (Zamudio, 2009) hasta 60% (Logarzo et al., 2008).

Con relación a los métodos utilizados para discriminar el sexo de las pupas, la técnica del pesaje (pupa más capullo) fue la más eficiente ya que no produjo la muerte de los ejemplares. A través de este método pudo confirmarse que existen diferencias en el peso de ambos sexos. Estos resultados fueron coincidentes con diversos estudios realizados sobre *C. cactorum* los cuales demostraron que las hembras son más pesadas que los machos (Legaspi & Legaspi, 2007; Sarvary et al., 2008). Por otro lado, el método de extracción mecánica del capullo de seda para identificar el sexo a través de la observación directa no fue adecuado debido a que afectó la vitalidad de *C. doddi* provocando un 80% de mortalidad. Una alternativa a esta técnica es la inmersión en hipoclorito de sodio propuesta por Marti & Carpenter (2008) quienes eliminaron los capullos de las pupas de *C. cactorum* mediante la inmersión en disoluciones de NaClO durante 20-198 segundos. Este tratamiento es eficaz y no afecta la emergencia de los adultos, pero no fue probado en el presente estudio.

La cría de *C. doddi* bajo condiciones de laboratorio difiere de las de otras especies de lepidópteros cuyos ciclos de vida pueden llevarse a cabo con facilidad ya que pueden ser observados a simple vista. Debido a los hábitos endofíticos de *C. doddi* no es posible la observación directa, siendo necesario realizar incisiones en los cladodios de *O. sulphurea*, esta manipulación puede afectar a los individuos incluso ocasionarles la muerte. Por otro lado, el estado larval es el más prolongado, ésta característica lo hace más susceptible a contraer enfermedades virales durante la cría en condiciones ambientales de laboratorio.

CONCLUSIONES

A través de este estudio se logró conocer nuevos aspectos de la cría de *C. doddi* bajo condiciones ambientales de laboratorio, siendo útil esta información para establecer las bases de un protocolo de cría.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce de Hamity, M.G. & Neder de Román, L E. (1999). Bioecología de *Cactoblastis bucyrus* (Lepidoptera: Phycitidae), especie dañina al cardón *Trichocereus pasacana* en la Prepuna jujeña (Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58 (3-4), 23-32. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/32476>
- Barrionuevo, M.J. (2011). Redescrición de los estados preimaginales de *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 70 (3-4), 169-184. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/24404>
- Braun Wilke, R., Santos, E., Picchetti, L., Larrán, M. Guzmán, G., Colarich, C. & Casoli, C. (2000). Carta de aptitud ambiental de la provincia de Jujuy. Colec. Arte-Ciencia, Serie Jujuy en el presente, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Cabrera, A.L. & Willink, A. (1973). Biogeografía de América Latina. OEA, Washington, Estados Unidos.
- Cabrera, A.L. (1976). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina.
- Gomez, G.C., Neder de Román, L.E., Linares, M.A. & Zamar, M.I. (2015). Morfología de los estados inmaduros

- y biología de *Cactoblastis doddi* (Lepidoptera: Pyralidae) en la prepuna de Jujuy (noroeste de Argentina). *Revista de Biología Tropical*, 63 (4), 971-980. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/17197>
- Gomez, G.C., Fernández Salinas, M.L. & Barrionuevo, M.J. (2020). Ciclo de vida de *Chlosyne lacinia saundersii* (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. en condiciones controladas de laboratorio. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 79 (4): 31-38. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/66322>
- Heinrich, C. (1939). The cactus- feeding Phycitinae: A contribution toward a revision of the american pyralidoid moths of the family Phycitidae. *Proceedings of the United States National Museum*, 86 (3053), 354-361.
- Kiesling, R., Saravia, M., Oackley, L., Muruaga, N., Metzinger, D. & Novara L. (2011). Flora del Valle de Lerma. Cactaceae Juss. *Aportes Bot. de Salta-Ser. Flora*, 10 (7), 1-142.
- Legaspi, J.C. & Legaspi, B.C. (2007). Life Table Analysis for *Cactoblastis cactorum* immatures and female adults under five constant temperatures: Implications for pest management. *Annals of the Entomological Society of America*, 100, 497-505. Recuperado de https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/26446/2007_cactus_moth_lifetable_jcl.pdf
- Legaspi, J.C., Baez, I. & Legaspi, B. (2009). Reproduction, Longevity, and Survival of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of Entomological Society of America*, 102 (3): 45-449.
- Logarzo, G. A., Varone, L., Brianoj, A. Lobos, E., Ruiz, D. G, Guala, M. E., Palottini, F. & Hight, S. (2008). Tablas de vida de *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae) en cultivos de tuna en Argentina. En: *Actas y Trabajos del VII Congreso Argentino de Entomología, 2008*, Córdoba. pp. 282.
- Mann, J. (1969). Cactus-feeding insects and mites. *Bulletin of the Smithsonian Institution United National Museum*, 256, 44-52.
- Marti, O.G., Styer, E. L., Myers, R. & Carpenter, J.E. (2007). Viruses in laboratory- reared cactus moth, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*, 90 (1), 274-277. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/4151169>
- Marti, O.G. & Carpenter, J. E. (2008). Chemical desilking of *Cactoblastis cactorum* Berg pupae. *Journal of Entomological Science* 43 (3), 344-347.
- Ortega-Baes, P., Godínez-Alvarez, H., Sajama, J., Gorostiague, P., Sührling, S., Galíndez, G., Bravo, S., López-Spahr, D., Alonso-Pedano, M., Lindow-López, L., Barrionuevo, A., Sosa, C., Curti, R.N., & Juárez, A. (2015). La familia Cactaceae en Argentina: patrones de diversidad y prioridades políticas para su conservación. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, **50**, 71-78
- Ortega-Baes, P., Sührling, S., Sajama, J., Sotola, E., Alonso-Pedano, M., Bravo, S. & Godínez-Alvarez, H. (2010). Diversity and conservation in the cactus family. *Desert Plants* (ed. Ramawat K. G.), pp. 157-173. Springer, Berlin- Heidelberg. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02550-1_8
- Pemberton, R.W., & Cordo, H.A. (2001). *Nosema* (Microsporida: Nosematidae) species as potencial biological control agents of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae): Surveys for the Microsporidia in Argentina and South Africa. *Florida Entomologist*, 84 (4), 527-530. Recuperado de <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/74999>

- Sardesai, I.B. (1969). Relationship of size of fecal pellets to larval molts in Lepidoptera. *Annals of the Entomological Society of America*, 62 (3), 662. Recuperado de <https://academic.oup.com/aesa/article-abstract/62/3/662/24282?redirectedFrom=fulltext>
- Sarvary, M.A, Bloem, K.A., Bloem, S., Carpenter, J., Hight, S.D., & Dorn, S. (2008). Diel flight pattern and flight performance of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) Measured on a flight mill: Influence of age, gender, mating status, and body size. *Journal of economic Entomology*, 101 (2), 314-324.
- Steinhaus E.A., (1949). *Principles of insect pathology*. McGraw-Hill, New York.
- Zamudio, M.P. (2009). *Morfología de estados inmaduros y adultos y tabla de vida de Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Zimmermann, H., Bloem, S., & Klein, H. (2007). *Cactoblastis cactorum*. Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal. FAO-IAEA, México.
- Zimmermann, H., Erb, H.E., & McFadyen, R. E. (1979). Annotated list of some cactus feeding insects of South America. *Acta Zoológica Lilloana*, 33 (2), 101-112.

TRABAJO

ESTIMACIONES CRONOBIOLOGICAS DE LA CALIDAD DE VIDA PERCIBIDA EN HABITANTES DE LA PUNA JUJEÑA

CHRONOBIOLOGICAL ESTIMATES OF PERCEIVED WELL-BEING IN INHABITANTS OF THE PUNA JUJEÑA

Nancy Elizabeth Hernández^{1, 2, 3*}, Yolanda Luján Atanacio¹, Mabel Teresita Larrán¹, Emanuel Celestino González Poma^{1, 2}, Graciela Tonello³ y Emma Alfaro Gómez^{1, 3}

¹Facultad de Ciencias Agrarias. UNJu. ²Instituto de Estudios Celulares, Genéticos y Moleculares (ICeGeM), UNJu. ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

*Autor para correspondencia:
nancy.hernandez@fca.unju.edu.ar

RESUMEN

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 06/12/2023
Aceptado: 11/03/2024

La provincia de Jujuy exhibe una diversidad de ambientes físicos, donde la extensa región de la Puna abarca aproximadamente dos tercios de su territorio. Este entorno, caracterizado por su hostilidad climática, refleja una baja densidad poblacional, siendo menos estudiada, lo que despierta interés. El propósito de este trabajo fue estudiar la relación entre luz ambiental-entorno-bienestar psicométrico de los habitantes de la puna jujeña. Se analizaron diversas variables geográfico-climáticas y ambientales, incluyendo la iluminación natural, el fotoperiodo, la heliofanía, la georreferenciación y el periodo estacional, entre otras, con el fin de contrastarlas con datos de bienestar obtenidos a través de cuestionarios de calidad de vida WHOQOL-BREF (W-B). La hipótesis planteada sugiere que la iluminación ambiental ejerce una influencia significativa en el comportamiento y bienestar de las personas. Se evaluaron 33 individuos con un cronotipo neutro (según el cuestionario de vespertinidad-matutinidad), con edades comprendidas entre los 20 y 50 años. Se empleó el instrumento W-B en las cuatro estaciones del año, generando un perfil con cuatro dimensiones que comprende ítems puntuados relacionados con la salud física, psicológica, relaciones sociales y ambiente, así como dos ítems individuales sobre la percepción de calidad de vida y salud personal. Los resultados obtenidos a través del cuestionario W-B mostraron una capacidad discriminativa psicométrica, diferenciando claramente entre estaciones opuestas del año. El análisis estadístico (ANOVA-Test Tukey, correlación y regresión simple) reveló que no hubo diferencias significativas en las variables analizadas entre primavera y verano, ni entre otoño e invierno, pero sí entre éstas agrupaciones estacionales, lo que concuerda con los valores medidos de fotoperiodo e intensidad lumínica máxima. Se observó una tendencia descendente en los valores de todas las variables estudiadas hacia el solsticio invernal, y un aumento hacia el solsticio estival, en consonancia con los modelos cronobiológicos esperados, lo que

sugiere una marcada influencia altitudinal.

Palabras clave: Cronobiología, calidad de vida, Bioclimatología, Puna jujeña

SUMMARY

The province of Jujuy displays a diversity of physical environments, where the extensive region of the Puna encompasses approximately two-thirds of its territory. This environment, characterized by its climatic hostility, reflects a low population density, making it less studied, which arouses interest. The purpose of this study was to examine the relationship between natural light, environmental conditions and psychometric well-being of the inhabitants of the Jujuy's Puna. Various geographic-climatic and environmental variables were analyzed, including natural illumination (photoperiod, light intensity and heliophany), georeferencing, and seasonal period, among others, in order to contrast them with well-being data obtained through WHOQOL-BREF (W-B) questionnaires. The proposed hypothesis suggests that environmental lighting significantly influences people's behavior and well-being. Thirty-three individuals with a neutral chronotype (according to the morningness-eveningness questionnaire) were evaluated, aged between 20 and 50 years. The W-B instrument was used in the four seasons of the year, generating a profile with four dimensions comprising scored items related to physical health, psychological well-being, social relationships, and environment, as well as two individual items regarding the perception of well-being and personal health. The results obtained through the W-B questionnaire demonstrated psychometric discriminative capacity, clearly differentiating between opposite seasons of the year. Statistical analysis (ANOVA-Test Tukey, simple correlation and regression) revealed no significant differences in the variables analyzed between spring and summer, nor between autumn and winter, but did between these seasonal groupings, consistent with the measured values of photoperiod and maximum light intensity. There was a downward trend in the values of all variables studied towards the winter solstice, and an increase towards the summer solstice, in line with expected chronobiological models, suggesting a pronounced altitudinal influence.

Keywords: Chronobiology, well-being, Bioclimatology, Puna jujeña

INTRODUCCIÓN

Desde épocas remotas se ha encontrado que el tiempo atmosférico y el clima afectan a la salud y bienestar del hombre. Como variable compuesta del ambiente físico (precipitación, humedad -relativa y absoluta-, temperatura, radiación -intensidad, heliofanía y fotoperiodo-, etc.), puede convertirse en condicionante de las actividades humanas (Vigo, 2017). Es por ello que resulta conveniente integrar estas variables y transformarlas en medidas que acoten esta información, como los índices de confort, definidos como un proceso subjetivo en el que intervienen aspectos fisiológicos y psicológicos, que impactan sobre la calidad de vida percibida de las poblaciones humanas.

El concepto de confort térmico, o más propiamente comodidad higrotérmica (CH), es entendido como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que se tiene confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termorreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con una indumentaria ligera. Esta situación puede registrarse mediante índices que no deben ser sobrepasados para que no se pongan en funcionamiento los sistemas termorreguladores (metabolismo, sudoración y otros). El cuerpo humano está preparado para reaccionar ante los cambios térmicos ambientales, mediante reacciones con consumo de energía por procesos metabólicos. En este sentido, la comodidad surge de un microclima que no produzca reacción del cuerpo, ahorrando gastos de energía de los mecanismos de termorregulación natural (el abrigo es un fenómeno de termorregulación artificial).

La temperatura normal del cuerpo humano es de 36,5 °C. En ciertas enfermedades puede elevarse hasta los 41 °C o 42 °C (hipertermia), tornándose peligrosa para la salud. Nuestro cuerpo es muy sensible a los aumentos de la temperatura interior, siendo que solo 5 o 6 grados de más pueden causar daños muy importantes y hasta la muerte. Se toleran aún menos las bajas temperaturas, dado que a los 35 °C (hipotermia) se comienza a sentir somnolencia, pudiendo derivar en letargo. Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 21 °C y 25 °C. La humedad relativa -HR-, a la que usualmente se achaca como causa de la incomodidad es menos significativa, ya que la tolerancia del cuerpo es grande a esta variable, admitiendo límites entre 20% y 75%. Por el contrario, el cuerpo es muy sensible a los cambios de radiación. Si la temperatura es inferior a 18 °C pero hay "buen Sol", se siente que la sensación de CH aumenta.

La calidad de vida ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como la percepción del individuo sobre su posición en la vida, en el contexto de cultura y sistemas de valores en que vive, en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones (Lucas-Carrasco, 1998). Desde la década de los 90 la OMS validó un primer instrumento para medir Calidad de Vida denominado WHOQL-100 (Power et al., 1999). Posteriormente, se seleccionó la mejor pregunta de cada una de las facetas, obteniéndose el WHOQOL-BREF, que produce un perfil de calidad de vida de cuatro áreas: física, psicológica, relaciones sociales y ambiente (Skevington et al., 2004). Otros estudios (Espinoza et al., 2011; Skevington, 2004; Tonello et al., 2018) denotan la importancia de este método, con poder resolutivo, para caracterizar la calidad de vida de las personas.

El desarrollo individual y social está fuertemente vinculado con el nivel de confort que brinda el hábitat, integrándose a los factores que intervienen en un determinado territorio con el ambiente natural y las relaciones entre estos, convirtiéndose en una necesidad que influye en la salud física, psíquica y social (Vigo, 2017).

La cronobiología estudia la adaptación de los seres vivos a las variaciones cíclicas del ambiente, que ocurren como consecuencia de los movimientos de nuestro planeta. Mientras la rotación determina un patrón repetitivo diario de iluminación y temperatura, la traslación se relaciona con los cambios estacionales. Esta repetición de ciclos ambientales estimuló a los organismos a desarrollar un mecanismo capaz de percibir estas variaciones y utilizarlas como fuente de información (Hernández de Borsetti et al., 2011). Con el tiempo ese mecanismo intrínseco evolucionó en un sistema interno de registro temporal: el reloj biológico (Valdez, 2015; Dunlap & Loros, 2004). Este sistema está constituido por un conjunto de estructuras que generan, coordinan y sincronizan el ritmo de sueño-vigilia y el resto de los ritmos circadianos, tanto internamente como con el ambiente, sincronizando las fases o picos de los diferentes ritmos con el ciclo de luz-oscuridad natural (Madrid, 2016; Madrid, 2018).

En este sentido, si bien, el reloj biológico básicamente funciona de la misma manera en todas las personas, hay variaciones en los genes de este reloj, que determinan las preferencias diurnas o nocturnas, es decir el cronotipo de cada individuo (Morales & García, 2003). El conocimiento del cronotipo es fundamental en la vida cotidiana de las personas, porque permite utilizar de manera adecuada y eficiente su potencial, por ejemplo, adjudicar un turno de trabajo conveniente a las capacidades del trabajador,

horario adecuado para las actividades académicas, deportivas, etc. (Tonello et al., 2018). Para su correcto funcionamiento, se requiere que este reloj biológico “se ponga en hora” cada día (sincronización), mediante sus componentes: vía de entrada (input), oscilador (reloj central) y vía de salida (output) o ritmos circadianos.

La oscilación periódica de la luz es el principal factor ambiental que sincroniza al reloj biológico regulando los procesos fisiológicos, de comportamiento, y conductas (Rawashdeh et al., 2007), siendo un determinante de la salud, calidad de vida (bienestar) y confort humano (Cardinali & Golombek, 1994; Golombek, 2002; González Poma et al., 2018). La principal hormona circadiana es la melatonina, sintetizada y secretada fundamentalmente en la glándula pineal (Hernández de Borsetti, 2011). Su propiedad más notable es la de transmitir al organismo la información sobre la duración relativa del día y la noche mediante la integración de señales neurales procedentes de la retina. Estas señales son dependientes de la duración e intensidad de la iluminación ambiental y, en respuesta a ellas, el cuerpo sintetiza y libera al torrente circulatorio otras señales que proporcionan una información temporal básica para sincronizar numerosos ritmos circadianos. La melatonina es capaz de provocar avances (administración al comienzo de la noche) y retardos (administración al final de la noche) en los ritmos circadianos de diversos procesos, tales como la actividad metabólica, la actividad locomotora, el sueño, la vigilia, el aprendizaje, y de esta manera determina la calidad de vida o salud psicológica de las personas. (Dunlap et al., 2004).

Si bien la variable fotoperiodo es dependiente de la estacionalidad y de la latitud geográfica, es la variable altitudinal la que define el comportamiento de las otras variables de la luz (tipos de radiación, intensidad, heliofanía, etc.) (González Poma et al., 2018), lo que sería de gran impacto en la percepción de la calidad de vida. La disminución del fotoperiodo, el descenso de la intensidad lumínica, y el bajo valor del índice termohigrométrico de confort, influyen negativamente sobre el estado de ánimo de las personas, afectando la capacidad del cerebro para el manejo de la información, y viceversa para cuando aumentan los valores de las variables estudiadas.

En la Puna las condiciones climáticas son muy particulares debido a la influencia del relieve y la cota altitudinal (Atanacio et al. 2018; Atanacio et al. 2020). Los cambios de temperatura son bruscos e intensos y la amplitud térmica diaria puede alcanzar hasta 35°C, debido a los bajos contenidos de vapor de agua, así como los fuertes vientos. Las precipitaciones anuales son escasas y se concentran en los meses de verano; esta sequedad ambiental es acentuada por la fuerte irradiación solar (Larrán et al. 2013). El período libre de heladas es muy corto, y cuando ocurren son frecuentes e intensas (Paoli et al., 2002).

OBJETIVO

Estudiar la interacción entre factores ambientales, salud y calidad de vida a través del instrumento WHOQOL-BREF, en habitantes de la Puna jujeña, teniendo en cuenta las variaciones ambientales y estacionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se situó en la localidad de Puesto del Marqués (Lat. 22° 31'S; Long 65° 42'W. ASNM: 3496m), y alrededores (Abra Pampa y La Quiaca), dado que se considera una población representativa desde el punto de vista ambiental y de la relación urbano-rural de su población.

Para la determinación de Índices Climáticos y de Confort, se utilizaron las series históricas de las estaciones meteorológicas de La Quiaca (Latitud: 22° 06' 08" S; Longitud: 65° 35' 34" O), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de Abra Pampa (Latitud: 22° 43' 13" S; Longitud: 65° 41' 49" O) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).



Figura 1: Ubicación de la localidad de Puesto del Marqués en el mapa de la provincia de Jujuy
(Fuente: <https://mapcarta.com/es/20025784>)

Para el cálculo del Índice de Confort, se aplicó el índice Termo-higrométrico de Thom (“Thermo-Hygrometric Index: THI) (1959), a partir de la fórmula: $THI = T_m - [0,55 - (0,0055 \cdot HR)] \cdot (T_{max} - 14,5)$ (T_m : Temperatura media, HR : Humedad Relativa t T_{max} : Temperatura máxima) a partir de los datos históricos de las estaciones meteorológicas mencionadas y datos estimados para la localidad de Puesto del Marqués. Se utilizaron los datos diarios de temperatura media y máxima (°C), humedad relativa (%), del año 2017 y 2018 obtenidos del Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica del INTA (SIGA).

Las mediciones de curvas de luz, intensidad lumínica y fotoperiodo (real), se realizaron con un luxómetro digital (Extech HD450), equipado con memoria para la grabación de los datos y posterior valoración. Se realizaron mediciones mensuales, en las cuatro estaciones del año. El lugar de muestreo a campo fue elegido de modo tal, que la iluminación artificial, no produjera interferencias en las mediciones. Los primeros datos se tomaron antes del amanecer, cuando la medición fue de cero lux y terminaron al final del día (noche), cuando se alcanzó nuevamente el valor nulo.

El fotoperiodo real se determinó por la diferencia entre el último (noche) y el primer dato (amanecer) registrado, diferente de cero.

Muestra: se estudiaron 50 participantes de ambos sexos con modo de vida predominantemente rural, con edades comprendidas entre 18 y 50 años (con el fin de ser fisiológicamente comparables), de los cuales se excluyeron a aquellos con problemas de sueño y/o que tomaban medicamentos inductores del sueño, o que eran trabajadores rotativos y/o nocturnos, o con cronotipos diferentes al neutro.

Determinación del cronotipo: se realizó a través del cuestionario de Matutinidad y Vespertinidad de Horne-Östberg (1976), el cual consta de preguntas que evalúan la hora de levantarse, acostarse, horarios preferidos para la actividad física y mental, así como la percepción subjetiva del nivel de alerta, determinando las tres posibilidades de cronotipos: alondra, neutro y búho.

Análisis de calidad de vida percibida: para las mediciones subjetivas de calidad de vida, se utilizó la versión adaptada para Argentina por Bonicatto et al. (2000) del instrumento de WHOQOL-BREF, que recoge preguntas sobre el modo de vivir, las propias expectativas y las preocupaciones personales, el cual contiene veintiséis preguntas en total; que incluye una de Calidad de Vida global y otra de salud general y 24 preguntas relacionadas a distintos dominios: Físico (Aspectos: Dolor y Discomfort, Energía y Fatiga, Sueño y Descanso), Psicológico (Aspectos: Sentimientos Positivos y Negativos, Imagen Corporal, Autoestima y Pensamiento, Aprendizaje, Memoria y Concentración), Relaciones Sociales (Aspectos: Relaciones Personales, Soporte Social y Actividad Sexual), y Medio Ambiente (Aspectos: Seguridad Física, Ambiente Hogareño, Medio Ambiente (Físico, Transporte). Las escalas de respuesta son de tipo Likert (1 a 5) donde las puntuaciones mayores indican mejor calidad de vida. Es importante aclarar que este instrumento no posee un puntaje total (los dominios no son acumulables), sino que su análisis propone puntajes para cada uno de los dominios, tampoco se plantea una categorización de los mismos.

La aplicación del instrumento se hizo a cada uno de los participantes, en las cuatro estaciones de año, entre mayo de 2017 a marzo del 2018. En cada cuestionario se incluyó una hoja de recolección de datos: el sexo, edad, la fecha de la encuesta, etc.

Para calcular los puntajes de los ítems se sumaron los valores obtenidos en cada pregunta.

Salud Física: $[6-(Q3)] + [6-(Q4)] + Q10 + Q15 + Q16 + Q17 + Q18$

Salud Psicológica: $Q5 + Q6 + Q7 + Q11 + Q19 + [6-(Q26)]$

Relaciones sociales: $Q20 + Q21 + Q22$

Ambiente: $Q8 + Q9 + Q12 + Q13 + Q14 + Q23 + Q24 + Q25$

La letra Q corresponde al número de la pregunta en el cuestionario. Los valores se transformaron de escala Likert a porcentuales. Para las variables de percepción (Calidad de vida y salud personal) se transformó el valor porcentual a adjetivo (Muy malo = 20%, Malo = 40%, Regular o Normal= 60%, Bueno = 80% y Muy bueno = 100%), y cada esfera se evaluó de manera independiente (Espinosa *et al.*, 2011). La OMS acepta como valores saludables aquellos que se encuentran por encima del 60%.

Los datos se procesaron en una base datos en Microsoft Excel, para su posterior análisis estadístico (ANOVA-Test de Tukey, correlación y regresión lineal simple), mediante el programa InfoStat.

Consideraciones éticas: los participantes (voluntarios) fueron informados de los objetivos de este estudio y firmaron su consentimiento, de acuerdo a las regulaciones de privacidad aplicables, contando con la aprobación del Comité de Bioética de la Provincia de Jujuy, respetando los principios éticos respectivos, salvaguardando la información de cada voluntario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del análisis de los datos climáticos obtenidos de las estaciones meteorológicas, se confirma que la región de la Puna (abarcando al área de estudio), se caracteriza por un clima extremo. El nivel óptimo de confort se obtuvo para valores de índice Termohigrométrico (THI) que oscilaron entre 15 y 20°C. Se determinó que la mayor cantidad de días confortables a lo largo del año se observan en el

período de primavera-verano, coincidiendo con la mayor duración del fotoperiodo e intensidad máxima de luz, medidos con luxómetro digital. Los días confortables, son escasos en otoño, mientras que en invierno: en 2017 sólo se registró un día y en 2018 ningún día, por lo que resulta despreciable. En cuanto a otoño-invierno hay predominancia absoluta de días fríos (tablas 1a y b).

Tabla 1a: Valores de las diferentes categorías del Índice de confort ITH para el año 2018.

Estación del año	Categoría THI 2018 (Índice Termo-Higrométrico)						
	Muy frío	Frío	Templado	Confortable	Caluroso	Muy caluroso	Total
Otoño	6	65	10	11	0	0	92
Invierno	0	92	0	0	0	0	92
Primavera	0	26	14	50	1	0	91
Verano	0	14	29	47	0	0	90
Total	6	197	53	108	1	0	365

Tabla 1b: Valores de las diferentes categorías del Índice de confort ITH para el año 2017.

Estación del año	Categoría THI 2017 (Índice Termo-Higrométrico)						
	Muy frío	Frío	Templado	Confortable	Caluroso	Muy caluroso	Total
Otoño	2	82	3	5	0	0	92
Invierno	1	86	4	1	0	0	92
Primavera	0	28	20	43	1	0	92
Verano	0	9	23	54	3	0	89
Total	3	205	49	103	4	0	365

Las variables climáticas analizadas, mostraron en general un comportamiento similar para las estaciones de primavera-verano y entre invierno-otoño, con marcada diferencia entre estaciones contrastantes: fotoperiodo (verano 13,46h vs invierno 10,7h), intensidad máxima de luz (verano: 120,4Klux vs invierno: 83,65Klux, Grafico 1) y días confortables (mayores en verano, Tabla 1).

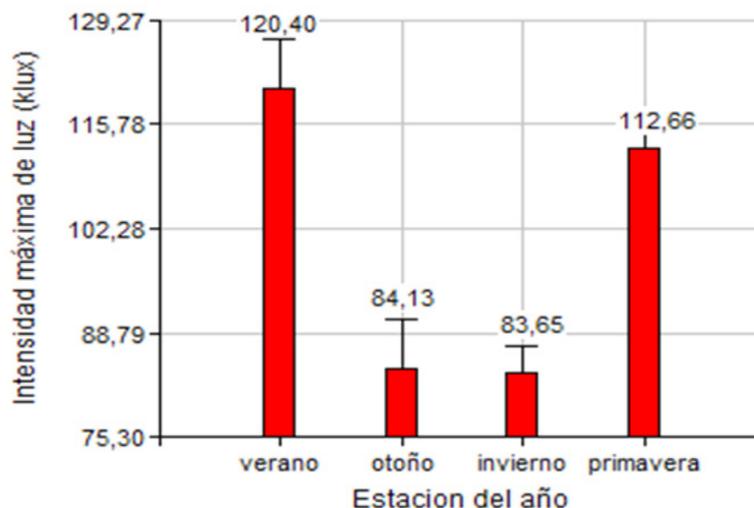


Gráfico 1: Registro de la Intensidad media máxima lumínica en las cuatro estaciones del año

A partir de ejecutar los criterios de exclusión, la muestra se redujo a 36 individuos, a los cuales se les aplicó el cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad de Horne y Östberg, en donde 33 mostraron ser de cronotipo neutro (15 hombres y 18 mujeres entre 20 y 50 años), resultando el 90% de la muestra, lo que coincide con los valores esperados.

El cuestionario WHOQOL-BREF, como instrumento para determinar bienestar percibido en los pobladores de la región, se aplicó para las diferentes estaciones del año (2017-2018), mostrando valor psicométrico de diferenciación estacional, resultado determinante para el análisis de calidad de vida subjetiva, resultando con diferencias de significancia entre las estaciones contrastantes (invierno-verano).

A partir del análisis del instrumento, para la primera parte del cuestionario, mostró que no hay diferencias significativas entre géneros para calidad de vida percibida, pero si para satisfacción con el estado de salud, ambos en términos generales. En este sentido, se registraron diferencias entre las estaciones contrastantes, con valores mayores en verano tanto para calidad de vida general como así también para satisfacción con el estado de salud (tabla N°2).

Tabla 2: Test de WHOQOL-BREF. Resultados del ANOVA - test de Tukey ($\alpha=0,05$).

	Sexo	n	Verano	Primavera	Otoño	Invierno
Calidad de vida general	F: 65,28	33	77,12 A*	68,64 AB*	63,18 A*	58,94 B *
	M: 68,67					
Estado de salud general	F: 60,40 B*		76,27 A*	65,16 B*	68,95 B*	55,46 B*
	M: 68,52 A*					

(*) A, B: Letras distintas señalan diferencias de significancia estadística.

Para la segunda parte del cuestionario se obtuvieron diferentes resultados derivado del análisis de las dimensiones individuales del cuestionario WHOQOL-BREF mediante ANAVA y Test de Tukey ($\alpha=0,05$). La variable Salud Física mostró diferencias de significancia estadística para la estación verano respecto a las otras tres estaciones, asumiendo un valor mayor. En cuando a la variable Psicológica, no se encontraron diferencias significativas entre sexos, sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre las estaciones verano/otoño e invierno, y primavera/invierno. Para la variable Relaciones Sociales, no se encontraron diferencias significativas entre sexos, sin embargo, determinó diferencias significativas entre

las estaciones de verano respecto al resto, y primavera en comparación con invierno. En cuanto a la variable Ambiente (físico), mostró diferencias significativas entre sexos y entre las estaciones verano/otoño e invierno, y primavera/invierno (tabla N°3 y gráfico N°2).

Tabla 3: Test de WHOQOL-BREF. Resultados del ANOVA - Test de Tukey ($\alpha=0,05$) para las dimensiones del cuestionario, según estacionalidad.

Dimensiones	Sexo	n	Verano	Primavera	Otoño	Invierno
Salud Física	F: 74,62 A	33	80,39 A*	74,6 B*	72,04 B*	70,1 B*
	M: 73,94 A					
Perfil Psicológico	F: 67,90 A	33	76,36 A*	70,14 AB*	66,25 BC*	59,97 C*
	M: 68,47 A					
Relaciones Sociales	F: 57,70 A	33	66,05 A*	58,73 B*	53,87 BC*	49,83 C*
	M: 56,53 A					
Ambiente	F: 71,61 A	33	77,96 A*	72,36 AB*	67,09 BC*	61,90 C*
	M: 68,05 B*					

(*) A, B, C: Letras distintas señalan diferencias de significancia estadística.

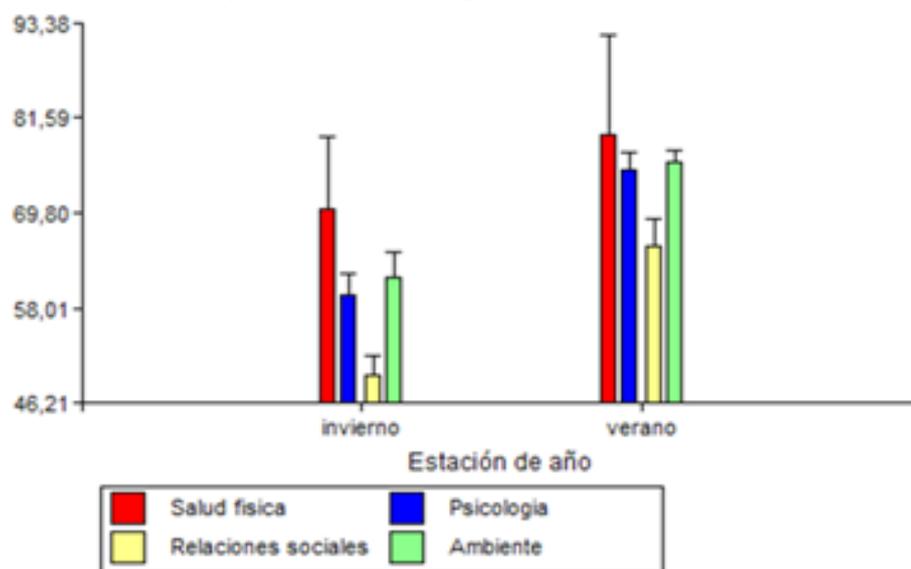


Gráfico 2: Resultados de las mediciones subjetivas de calidad de vida percibida por dimensiones: Salud física, Relaciones Sociales, Salud Psicológicas y Ambiente, en invierno-verano

Para establecer la relación entre calidad de vida general percibida respecto al confort climático, se construye la siguiente tabla (4).

Tabla 4: Test de WHOQOL-BREF: Calidad de vida general, y valores individuales y promedios del total de días confortables para la región y periodos estudiados.

Calidad de vida general (n=33)			Verano	Primavera	Otoño	Invierno
			77,12	68,64	63,18	58,94
Días confortables (totales)	Año	2018	47	50	11	0
		2017	54	43	5	1
		Promedio	50,5	46,5	8	0,5



Gráfico 3: Regresión lineal simple para las variables Calidad de Vida General y el promedio de Días confortables en función de las estaciones del año, para el periodo 2017-2018.

El mismo refleja una clara asociación positiva, con una ecuación de la recta gobernada por una pendiente de 0,2788 y una ordenada al origen de 59,618. El coeficiente de correlación de Pearson calculado fue 0,916, correspondiendo un valor de R² para una regresión lineal simple de 0,8392.

Se corrobora que en la región en estudio (Puna jujeña) las características climáticas son muy particulares, debido a la influencia del relieve. Se caracteriza por inviernos fríos, veranos frescos suaves, otoño fresco, transformándose a frío en las localidades ubicadas a mayor altura, y primaveras frescas a frescas suaves, lo que impacta en los índices de confort.

En relación a la determinación de cronotipos, los resultados se mostraron coincidentes con la bibliografía general, la cual establece que aproximadamente un 90% de la población mundial corresponde a cronotipos neutros (o indiferenciados) y sólo un 10% a matutino/vespertinos (Caba y Valdez, 2015).

CONCLUSIONES

Los resultados del cálculo del Índice de Confort Termohigrométrico, basado en la combinación de las variables meteorológicas de temperatura y humedad relativa permiten ser asociados con la calidad de vida percibida.

El estudio climático y los Índices de Confort son coincidentes con los datos obtenidos del Cuestionario Whoqol-Bref, sobre el bienestar percibido de los habitantes de Puesto del Marqués y alrededores, en la Puna Jujeña, que muestran valores más elevados hacia el solsticio estival con un marcado descenso en el invernal, mostrando correlación positiva, en donde el análisis de regresión lineal simple permitió establecer la relación entre estas variables, con una ecuación de la recta del tipo: Calidad de Vida General (WB)=0,2788 x Promedio de días confortables+59,618, con una confiabilidad de 83,92%.

Además de la correlación que existe con el confort climático, existen eventos sociales que impactan en la percepción de los habitantes estudiados, reflejada en el cuestionario WB. Entre ellos se menciona que el modo de vida de las poblaciones muestreadas es predominantemente rural, con baja influencia urbanística, en donde la trashumancia de ganado se da entre estaciones contrastantes. Los roles juegan un papel importante, en donde se muestran parcialmente diferenciados según el sexo de los individuos. Además, las festividades (fiestas de fin de año, carnaval, etc.) coinciden en la mayoría de los casos con los periodos de vacaciones de los menores a clases, por lo que el vínculo familiar podría verse reforzado, integrado al fortalecimiento de los vínculos sociales extra-familiares en general, que es evaluado en el cuestionario WB e impacta en las variables de integración del mismo.

En cuanto a la relación con la radiación solar, y debido a que la luz es el principal sincronizador del Reloj Biológico, y que su influencia es biodinámica, afectando al sistema endócrino a través de la modulación circadiana de la hormona melatonina y, en consecuencia, a todo el organismo, es que la disminución del fotoperiodo, el descenso de la intensidad lumínica, y el bajo valor del índice termohigrométrico de confort, influyen negativamente sobre el estado de ánimo de las personas, afectando la capacidad del cerebro para el manejo de la información, y viceversa para cuando aumentan los valores de las variables estudiadas.

La tendencia indica que descienden los valores de todas las variables estudiadas hacia el solsticio invernal y ascienden hacia el solsticio estival, ajustándose a los modelos cronobiológicos esperados.

BIBLIOGRAFÍA

- Atanacio Y, González Poma E, Beleizán F, Vaca C, Pantorrilla M, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Evaluation of the wellbeing of people according to seasonal photoperiods in Jujuy Province. *BIOCELL* 42 (suppl. 2), A-90. 2018. ISSN 1667-5746 (online version).
- Atanacio Y, González Poma E, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2020. Relation between solar radiation variables and psychometric states in the dwellers of the puna jujeña associated with chronobiological studies. *BIOCELL* 44 (suppl. 2), 2020. A-24. *BIOCELL* 44 (suppl. 2), 2020 ABSTRACTS. ISSN 0327- 9545 A 1 – A 80. ISSN 1667-5746 (online version).
- Bonicatto, S., Zaratiegui, R., Lorenzo, L., & Pesina, P. 2000. Evaluación de calidad de vida en pacientes con depresión mayor: predictibilidad de los niveles de severidad. *Acta psiquiátrica y psicológica de américa latina*, núm. 46(4), pp. 318-324.
- de Borsetti, N. H., Dean, B. J., Bain, E. J., Clanton, J. A., Taylor, R. W., & Gamse, J. T. (2011). Light and melatonin schedule neuronal differentiation in the habenular nuclei. *Developmental biology*, 358(1), 251-261.
- Caba M. & Valdéz P. 2015. Ritmos circadianos de la célula al ser humano. Universidad de Veracruz, Xalapa. México.
- Cardinali D. P., & Golombek D. A. 1994. Naturaleza y Propiedades de los Ritmos Biológicos. Análisis de los ritmos Circadiano. En: Cardinali D.P., Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E, editores. Introducción a la

- Cronobiología, Fisiología de los ritmos biológicos. Santander: Caja Cantabria. Ed Universidad de Cantabria, p.15-26.
- Dunlap J. C., J. J. Loros and P. J. 2004 DeCoursey. Chronobiology: biological timekeeping Sinauer. Associates, Sunderland, Mass.
- Espinoza I., Parraguez P. O., Torrejon M. J., & Lucas-Carrasco R. 2011. Validación del cuestionario de calidad de vida (WHOQOL-BREF) en adultos mayores chilenos. Rev. Med. Chile;139: 579-586
- Golombek, D (Compilador). 2002. Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad. Colección Biomedicina Universidad Nacional de Quilmes. Universidad Nacional de Quilmes Ediciones.
- González Poma E, Atanacio Y, Beleizán F, Pantorrilla M, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Difference between calculated and real photoperiod and its importance in chronobiology. BIOCELL 42 (suppl. 2), A-91. 2018. ISSN 1667-5746 (online version).
- González Poma E, Beleizán F, Atanacio Y, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Determination of light intensity as an alternative to the Heliophania register in chronobiological studies. BIOCELL 42 (suppl. 2), A-92. 2018. ISSN 1667-5746 (online version)
- Hernández de Borsetti, Benjamin J. Dean, Emily J. Bain, Joshua A. Clanton, Robert W. Taylor, and Joshua T. Gamse. 2011. "Light schedules neurogenesis in the zebrafish epithalamus via melatonin signaling". Journal of Developmental Biology, Oct 1;358(1):251-61. Epub Aug 5.
- Horne JA and Östberg O. 1976. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. International Journal of Chronobiology 4, 97-100.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://www.argentina.gob.ar/inta/informacion-agroclimatica>.
- Larrán MT, Carta de Aptitud Ambiental de la Provincia de Jujuy. Cap. 3. Clima. 2013. Segunda Edición. Ed. EdiUnJu.
- Lucas-Carrasco R. 1998. Versión española del WHOQOL. Madrid: Ediciones Ergon. 1998. Versión original: OMS. The World Health Organization Quality of Life (WHOQOL)-BREF World Health Organization.
- Madrid J. A. 2016. Versión castellana del cuestionario de matutinidad-vespertinidad de Horne Y Östberg (revisado).
- Madrid J. A. 2018. Organización funcional del sistema circadiano humano. Pediatra Integral; XXII (8): 385-395.
- Morales J. F. D., & García, M. A. 2003. Relaciones entre matutinidad-vespertinidad y estilos de personalidad. Anales de Psicología/Annals of Psychology, 19(2), 247-256.
- Paolí H., Bianchi, A. R., Yáñez C. E., Volante J. N., Fernández D. R., Mattalía M. C., & Noé Y. E. 2002. Recursos Hídricos de la Puna, valles y Bolsones áridos del Noroeste Argentino. Convenio INTA EEA Salta-CIED.
- Power, M; Bullinger, M & Harper, A. 1999. Health psychology. The World Health Organization WHOQOL-100: tests of the universality of Quality of Life in 15 different cultural groups worldwide. psycnet.apa.org

- Rawashdeh O, Hernández de Borsetti NE, Roman GW, & Cahill GM. 2007. Melatonin suppresses nighttime memory formation in zebrafish. *SCIENCE* 318, 1144-1146.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). <https://www.smn.gob.ar>.
- Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica del INTA (SIGA). <https://www.argentina.gob.ar/inta/informacion-agroclimatica>.
- Skevington, S., Lotfy, M. & O'Connell, K. The World Health Organization's WHOQOL-BREF quality of life assessment: Psychometric properties and results of the international field trial. A Report from the WHOQOL Group. 2004. *Qual Life Res* 13, 299–310. <https://doi.org/10.1023/B:QURE.0000018486.91360.00>.
- Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*, 12(2), 57-61. doi:10.1080/00431672.1959.9926960.
- Tonello, G.; Hernández De Borsetti, N; Borsetti, H; Tereschuk Ml; López Zigarán, S. 2018. Efectos Psicobiológicos De La Luz: Melatonina Cortisol Percepción De Bienestar. *Investigación en Salud*. San Miguel de Tucumán: Ministerio de Salud. Gobierno de Tucumán. vol.2 n°1. p36 - 37. issn 2591-5908.
- Tonello, G.; Hernández de Borsetti, N; Borsetti, H; Tereschuk, L & S López Singarán. 2018. Perceived well-being and light-reactive hormones: An exploratory study.
- Valdez P. 2015. *Cronobiología. Repuesta psicofisiológica al tiempo*. México: Trillas.
- Vigo M. 2017. *Propuestas para el Diseño Urbano Bioambiental en Zonas Cálidas Semiáridas*. Secretaria de Ciencia y Tecnología.

COMPARACIÓN ENTRE TRAMPAS PARA EL MONITOREO DE GRILLOS EN UN SISTEMA HORTÍCOLA SUSTENTABLE

COMPARISON OF TRAPS FOR MONITORING CRICKETS IN A SUSTAINABLE HORTICULTURAL SYSTEM

Omar D. Medina^{1*}, Fabio Alabar², Lucas Sánchez Mera³, Claudia B. Gallardo¹ y Javier Bautista¹

¹Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina

²Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina

³Ingeniero Industrial

*Autor para correspondencia:
omarmedina@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 05/10/2023
Aceptado: 05/02/2024

RESUMEN

Los grillos (Gryllidae) son insectos omnívoros que pueden transformarse en plagas. En el Noroeste Argentino, la provincia de Salta se destaca como la más participativa en los ingresos de hortalizas en el Mercado Central de Buenos Aires, siendo Colonia Santa Rosa una localidad del departamento de Orán (Salta, Argentina) dedicada principalmente al cultivo intensivo de hortalizas. Esta actividad se realiza bajo intensas prácticas de labranza que generan erosión de suelo. Sin embargo, algunos sistemas productivos que practican un manejo regenerativo del suelo han comenzado a sufrir una serie de inconvenientes emergentes como los grillos del género *Gryllus* y *Anurogryllus*. Para realizar un control racional de esta plaga es necesario conocer su dinámica poblacional, a fin de escoger correctamente la estrategia a utilizar. El presente estudio tuvo como objetivo comparar dos tipos de trampa una de atracción alimenticia (TAA) y otra de atracción luminosa (TAL) para el monitoreo de grillos en un sistema hortícola sustentable de la provincia de Salta. Se realizaron 18 monitoreos durante los meses de enero a marzo. La TAL presenta mayor captura (>10 grillos) que la atracción alimentaria, siendo más efectivas que las de atracción alimenticia para el monitoreo de grillos en sistemas hortícolas sustentables.

Palabras clave: Horticultura, manejo regenerativo

SUMMARY

Crickets (Gryllidae) are omnivorous insects that can become pests. In the Argentine Northwest, Salta province stands out as the most participatory in the inflow of vegetables in the Central Market of Buenos Aires, being Colonia Santa Rosa, a town in the department of Orán (Salta, Argentina) dedicated mainly to the intensive cultivation of vegetables. This activity is carried out under intense tillage practices that generate soil erosion. However, some production systems that practice regenerative soil management have begun to suffer from a series of emerging problems, such as crickets of the

Gryllus and *Anurogryllus* genus. To carry out rational control of this pest, it is necessary to know its population dynamics, in order to correctly choose the strategy to use. The objective of this study was to compare two types of traps, one with food attraction (AAT) and another with light attraction (LAT) for monitoring crickets in a sustainable horticultural system in Salta province. 18 monitorings were carried out from January to March. The TAL presents a greater capture (>10 crickets) than the food attraction, being more effective than those of food attraction for monitoring crickets in sustainable horticultural systems.

Keywords: Horticulture, regenerative management

INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en Argentina tiene un papel preponderante por su aporte al Producto Bruto Interno, además se ubica entre las principales actividades generadoras de empleo (INET, 2010). En el Noroeste Argentino (NOA), la provincia de Salta se destaca como la más participativa en los ingresos de hortalizas en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) (Ríos & Perez, 2017). Siendo Colonia Santa Rosa una localidad del Departamento de Orán (Salta, Argentina) dedicada principalmente al cultivo intensivo de hortalizas entre otras producciones de importancia económica de la región.

La producción hortícola en el NOA se realiza principalmente bajo intensas prácticas de labranza, generando erosión y pérdida de materia orgánica (Panigatti, 2015). La erosión del suelo cambia la composición de la comunidad microbiana, con una disminución de la abundancia relativa de filos dominantes como Proteobacteria, Bacteroidetes y Gemmatimonadetes y un aumento algunas familias de bacterias involucradas en el ciclo del N, como Acetobacteraceae y Beijerinckiaceae, lo que demuestra que la erosión del suelo tiene un impacto negativo significativo en la diversidad y funcionalidad microbiana del suelo (Qui et al., 2021). Sin embargo, algunos sistemas hortícolas se empiezan a volcar hacia la regeneración del suelo, manejándolo con cobertura verde permanente, remoción mínima y rotación de cultivos (Checa & Medina, 2023. García et al., 2023. Bautista & Medina, 2023). Siendo estas prácticas la base para la regeneración y cuidado del suelo (Savory & Butterfiel, 2019).

Estas prácticas relativamente nuevas para la horticultura del NOA, empiezan a generar una serie de inconvenientes (aumento de población de insectos) que no se esperaban, por ejemplo, el grillo común (*Gryllus argentinus*) y el grillo subterráneo (*Anurogryllus muticus*) pueden convertirse en plagas de importancia ya que al reducirse la labranza y aumentar la cobertura viva del suelo, mejoran las condiciones microambientales para estos insectos, favoreciendo las poblaciones de grillos hasta convertirse en un verdadero problema (Jacobs et al., 1992. Gallardo et al., 2020), llegando a cortar un elevado porcentaje de plantines por hectárea (Castrensana et al., 2019). Por lo tanto, es necesario monitorear y brindar una solución a este problema para que los ánimos de hacer un manejo sustentable no decaigan.

Para realizar un control racional de esta plaga es necesario tener una idea de su dinámica poblacional (Vigiani, 2005), para ello se pueden utilizar distintos tipos de trampas, que, ordenadas de acuerdo al menor o mayor precio serían las siguientes: de caída con solución atractiva (Szinwelki et al., 2013), de caída con atracción alimenticia (Martín-Vega et al., 2013), las de atracción lumínica (Timothy & Okrikata, 2020) y atracción acústica (Walker, 1988).

Las trampas de caída con atracción sólida o líquida, consisten en un recipiente de tamaño y forma variado que se entierra al ras del suelo donde los grillos caen y, gracias a un líquido (etanol, agua con

detergente o aceite vegetal) no puedan escapar. Algunas sustancias atractivas líquidas son líquidos azucarados como el jugo de caña (Szinwelki et al., 2013). Mientras que algunos atractivos alimenticios sólidos utilizados pueden ser desde semillas hasta calamar (*Teuthida* sp.) (Martín-Vega et al., 2013). Las trampas de atracción lumínica, consisten en una fuente de luz generada por diferentes tipos de energía como ser eléctrica corriente, batería recargables o descartables, solar, vapor de mercurio (Band et al., 2019), el color de la luz puede variar según los insectos en cuestión (Band et al., 2019. Timothy & Okrikata, 2020) y apunta a un recipiente al ras del suelo para lograr la captura de los grillos. Mientras que las trampas de atracción acústica, simulan el llamado de apareamiento específico de la especie a capturar, para lo que se debe tener un grabador con el sonido y un reproductor al volumen indicado, además de todos los medios para su funcionamiento en la intemperie y los recipientes de captura (Walker, 1988).

El objetivo de este trabajo es comparar dos tipos de trampas, una de atracción alimenticia y otra de atracción lumínica ambas creadas en forma artesanal, y determinar su sensibilidad a la población de *Gryllus* sp., para posteriormente ser utilizada en el monitoreo poblacional y el manejo racional de esta plaga. Con este trabajo se espera contribuir a la producción hortícola sustentable en el NOA y facilitar al productor una herramienta de monitoreo práctica y económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de muestreo

El ensayo se realizó en el establecimiento productivo *La Selvita* S.R.L., ubicado en Colonia Santa Rosa, Salta, Argentina. El predio se encuentra en el Bosque Pedemontano, el piso altitudinal más bajo de las Yungas Australes, en la localidad Colonia Santa Rosa la temperatura anual media es de 19,7 °C, con una máxima mensual media de 24,5 °C en el mes de enero y una mínima mensual media de 13,6 °C en el mes de Julio (Armada, 2007). La precipitación anual media es de 1073 mm, registrándose enero como el mes más lluvioso con una media mensual de 214 mm y Julio como el mes más seco con una media mensual de 7 mm (Armada, 2007). Según la clasificación climática de Thornthwaite, la Colonia Santa Rosa presenta un clima sub-húmedo húmedo, mesotermal (templado) con una pequeña deficiencia de agua a un exceso de agua nulo y una eficiencia térmica en la época estival de 33 % (Armada, 2007).

Se eligió este sitio de estudio por ser un sistema hortícola de 70 ha de superficie que maneja el suelo con remoción mínima, cobertura vegetal permanente, rotación de cultivos y por tener una actitud positiva hacia el monitoreo. Estas prácticas la convierten en una finca hortícola que produce de manera sustentable apuntando al mercado de contra estación, es decir, para venta de hortalizas de verano en temporada de invierno al sur del país (Buenos Aires, Mendoza, Santa Fe, Córdoba).

Trampas para el monitoreo

El establecimiento productivo *La Selvita* S.R.L. implementa desde hace 6 años trampas de atracción alimentarias de fabricación propia. Se colocan en el límite entre el bordo de plantación y el pasillo (entrebordo) a razón de 1 trampa por lote de 0,5 ha entre los meses de enero a marzo. La trampa de atracción alimenticia consiste en una botella plástica con tres agujeros en la parte superior donde se colocaron cañas simulando un túnel oscuro. Se colocó arroz blanco crudo en las botellas y se las enterraron hasta que las cañas quedaron al ras del suelo (Figura 1). El sitio de estudio eligió el arroz como atrayente alimenticio por ser un alimento sólido (fácil de transportar) y no perecedero que debía reponerse con menor frecuencia, lo que le daba practicidad al uso de las trampas.



Figura 1: Trampa de atracción alimenticia ubicada entre el límite del bordo de plantación y el pasillo (entrebrodo). A. Trampa alimenticia artesanal. B. Trampa alimenticia en posición de uso.

Sin embargo, la baja captura de *Gryllus sp.* por las trampas de atracción alimentaria no refleja el daño que causa esta plaga en los cultivos, lo que llevó a los productores a considerar ineficiente a la trampa de atracción alimentaria como herramienta de monitoreo. En este contexto, se propone una trampa de atracción lumínica de elaboración propia.

Trampa de atracción lumínica

La trampa de luz consistió en una luz led azul de alto brillo, alimentada con una batería de 3,7 V; al ser un sistema autónomo la misma durante el día se cargaba mediante un panel solar el cual durante la carga abría el circuito de la luz led permaneciendo apagada durante el día, entonces el propio sol hacía de interruptor y que la luz se encendiera durante la noche. El circuito constaba de resistencias, diodo, transistores, luz led, cables batería 3,7 V y un panel solar de 5 V. Este sistema se montó sobre un recipiente plástico con tapa, el cual se colocó en un soporte de hierro a 20 cm de un tacho de 5 lts cortado longitudinalmente con agua y aceite vegetal enterrado al ras del suelo (Figura 2).



Figura 2: Trampa de atracción lumínica ubicada entre el límite del borde de plantación y el pasillo (entrebordo).

Costo estimativo de las trampas

La trampa de atracción alimenticia se elaboró con materiales reciclados (botellas y restos de cañas bambú (*Bambusa vulgaris*) por lo tanto, el único costo que tuvo fue el de la mano de obra y el alimento arroz (*Oryza sativa*). Su costo fue de US\$ 0,53 (fecha estimada para el precio de 20/03/2024). Mientras que la trampa de luz utilizó materiales de fabricación industrial y nuevos, su costo fue de US\$ 55 (fecha estimada para el precio de 20/03/2024). El costo de una trampa de atracción acústica no se estimó, pero según Walker (1988) fue de US\$170.

Muestreo de campo

Se realizaron 18 muestreos distanciados cada 2 a 5 días entre ellos (según la disponibilidad de tiempo de los operarios del campo) durante los meses de enero, febrero y marzo del año 2021. Se eligieron estas fechas de monitoreo debido a que el verano otorga las condiciones ideales para el crecimiento de los grillos, ya que aumenta la temperatura, humedad y con ello la oferta de alimento. Además, el tiempo de trasplante del tomate (*Solanum lycopersicum*) es de febrero a marzo, por lo tanto, se considera necesario conocer la dinámica poblacional de por lo menos un mes de anticipación, para poder actuar (o no) con tiempo sobre la población de grillos.

Se utilizaron una trampa de atracción alimenticia y otra de atracción lumínica distanciadas 10 metros entre ellas. Se instalaron en un entrebordo cubierto con pastura perenne (*Brachiaria* sp.) en un lote hortícola de 0,5 ha.

Esta forma de distribuir las trampas, fue la que habitualmente se utiliza en el sitio de estudio, es decir, una trampa cada 0,5 ha de cultivo. El objetivo del trabajo no fue recomendar una mejor distribución de

trampas, sino, inicialmente, utilizar una trampa de mayor captura para seguir la población de grillos con mayor sensibilidad. Por este motivo, la trampa de atracción luminosa se colocó en el mismo lote hortícola que la de atracción alimentaria, distanciadas entre ellas a 10 m. La distribución de trampas utilizadas en *La Servita S.R.L.*, se debe a la practicidad en relación a su superficie de trabajo.

Comparamos el número de grillos capturados en ambas trampas mediante el test de Mann Whitney para determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de cada trampa. El test de Mann Whitney se realizó con la librería coin (Hothorn et al., 2008) en el software R v.4.0.5. (R Core Team, 2021).

RESULTADOS

La trampa de atracción lumínica presenta mayor captura (>10 grillos) que la atracción alimentaria en los 18 muestreos realizados. Se observa una tendencia creciente \approx logarítmica de la captura de grillos con la trampa de atracción lumínica y una tendencia creciente \approx lineal en la trampa de atracción alimentaria (Figura 3). Sin embargo, la trampa de atracción alimentaria presenta un punto de meseta donde la variación en la captura de grillos permanece aproximadamente constante (Figura 3). El test de Mann Whitney encuentra diferencias significativas (p -value= 0.0002412, $Z = -3.5347$) entre las trampas empleadas en este estudio.

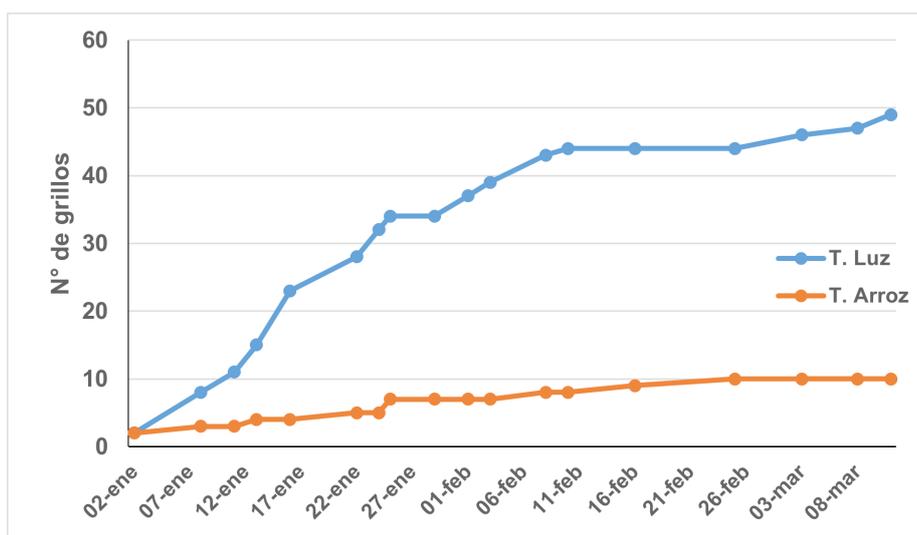


Figura 3: Frecuencia absoluta acumulada de capturas de grillos por trampas empleadas en *La Servita S.R.L.*

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que la trampa de atracción lumínica captura mayor número de grillos que las de atracción alimentaria (utilizadas a priori) en *La Servita S.R.L.* Si bien existe una diferencia marcada en el costo de elaboración de las trampas, la trampa de atracción lumínica es una alternativa viable en el monitoreo de poblaciones de grillos. Dada la creciente tendencia en la captura de grillos a partir de la trampa de atracción lumínica elaborada en forma artesanal, es posible asumir su uso como herramienta de monitores de grillos. Como también lo demostraron Timothy & Okrikata (2020), la luz de color azul es muy atractiva para los grillos, por este motivo se decidió utilizar únicamente este color para la confección de las trampas de luz. Lo que no deja afuera la opción de evaluar otros colores de luz para seguir perfeccionando la trampa de luz a futuro (Pérez & Ferrer, 2021). Ya que los autores mencionados demostraron esa preferencia en un ambiente muy diferente a donde se llevó a cabo este trabajo. A pesar de que Szinwelki et al., (2013) y Martín-Vega et al., (2013) obtuvieron buenos resultados con trampas de caída con atracción alimenticia (líquida y sólida respectivamente), nuestra orientación hacia una

trampa lumínica semiautomática se debe principalmente a la practicidad de su uso, es decir, no depende de reponer alimentos de manera constante ni de prender y apagar durante el momento de monitoreo, condición necesaria cuando se trabaja en sistemas productivos intensivos. Además, nuestro resultado podría estar indicando que, en condiciones de alimento abundante para los grillos (cobertura verde permanente) una trampa de atracción lumínica podría ser más efectiva que una de atracción alimenticia. Por otro lado, la baja captura de la trampa de atracción alimenticia podría deberse a que el arroz no resulta ser muy atractivo para los grillos como lo reportan Martín-Vega et al., (2013) y se demuestra en este trabajo.

La trampa de arroz tiene la ventaja de tener un bajo costo, dando la posibilidad de utilizar un elevado número de trampas por hectárea, sin embargo, la trampa de luz fabricada en este trabajo no deja de ser accesible y más económica que una trampa de atracción acústica, que son caras, de difícil fabricación o acceso en nuestro país, a pesar de estar posicionadas como las trampas más efectivas para la captura de grillos (Walker, 1988).

CONCLUSIÓN

Las trampas de atracción lumínica son más efectivas que las de atracción alimenticia para el monitoreo de grillos de los géneros *Gryllus* y *Anurogryllus* en sistemas hortícolas con manejo sustentable de suelo.

Las trampas de luz semiautomáticas no se alejan de los costos ni de la practicidad que se necesita en un sistema de producción intensivo donde el principal objetivo es producir alimentos considerando un manejo integrado de plagas.

AGRADECIMIENTOS

Al establecimiento productivo *La Selvita* SRL por abrir sus puertas y colaborar con información de mucho valor.

BIBLIOGRAFÍA

- Armada, N. R. (2007). Diferencias entre composición y estructura forestal en dos sitios de selva de montaña en Salta, Argentina. Tesis de grado. Recuperado de: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76181/mod_folder/content/0/Tesina_Neli_Romano_Armada.pdf
- Martín, B., Pérez, H., y Ferrer, M. (2021). Light-emitting diodes (LED): a promising street light system to reduce the attraction to light of insects. *Diversity*, 13(2), 89.
- Band, S. S.; Vaishampayan, S.; Shrikant, P.; y Navya, M. (2019). Comparative efficiency of ultra violet black light lamp and mercury vapour lamp as a light source in light trap against major insect pest of Kharif crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1): 532-537.
- Bautista, J. y Medina, O.D. (2023). Cultivos de servicio en la producción de frutilla en la provincia de Jujuy, Argentina. *Cultivos intensivos bajo cubierta, Investigación, Desarrollo e innovación en el marco del Proyecto estructural 009, año3, nro. 4.* p 64-67. ISSN 2718-6458.
- Castresana, Jorge, Rosenbaum, Javier, y Gagliano, Elena. (2019). "Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajo cubierta en Concordia - Provincia de Entre Ríos, Argentina". *Idesia (Arica)*, 37(3), 17-27. DOI: 10.4067/S0718-34292019000300017.

- Checa, S. y Medina, O.D. (2023). Cultivo de servicio en dos invernaderos de pimiento a contra estación en Orán, Salta, Argentina. Cultivos intensivos bajo cubierta, Investigación, Desarrollo e innovación en el marco del Proyecto estructural 009, año3, nro. 4. p 54-56. ISSN 2718-6458.
- Chukwu A. T. y Okrikata, E. (2020). Phototactic response of two spotted cricket (*Gryllus bimaculatus* De geer) to electric bulb light colours and types. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*. Vol. 7, No. 2, pp. 66-72. ISSN(e): 2312-6477. ISSN(p): 2313-0393. DOI: 10.18488/journal.70.2020.72.66.72
- Gallardo, C.B.; Tapia, S.; Agostini, S.; y Medina, O.D. (2020). TEMA 7: ORTHOPTERA. Especies de Importancia Agrícola. Apuntes de Cátedra. Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy, Argentina.
- García, J.C.; Fernandez de Ullivarri, J. y Medina, O.D. (2023). Cultivo de servicio para disminuir la preparación de suelo en cultivo a campo de hortalizas a contra estación en Colonia Santa Rosa, Salta, Argentina. Cultivos intensivos bajo cubierta, Investigación, Desarrollo e innovación en el marco del Proyecto estructural 009, año3, nro. 4. p 51-53. ISSN 2718-6458.
- Hothorn, T.; Hornik, K.; van de Wiel, M. A. y Zeileis, A. (2008). "Implementing a class of permutation tests: R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. The coin package." *Journal of Statistical Software*, 28(8), 1–23. DOI: 10.18637/jss.v028.i08.
- Jacobs, S. B., Byers, R. A., y Anderson, S. G. (1992). Habitat and Food Preferences of *Allonemobius allardi* (Orthoptera: Gryllidae) and Potential Damage to Alfalfa in Conservation-Tillage Systems. *Journal of Economic Entomology*, 85(5), 1933–1939. doi:10.1093/jee/85.5.1933
- Martín-Vega, D., Aguirre-Segura, A., Barranco, P., Baz, A., y Cifrián, B. (2013). Necrophagy in crickets, katydids and grasshoppers? Orthoptera collected in carrion-baitedtraps in central Spain. *Annales de La Société Entomologique de France (N.S.)*, 49(1), 91–99. doi:10.1080/00379271.2013.769320
- Panigatti, J.L. (2015). Aspectos de la erosión de los suelos en Argentina. Ed. AACs. Buenos Aires. 70 pp. ISBN: 978+987-33-6714-4.
- Qiu, L., Zhang, Q., Zhu, H., Reich, P. B., Banerjee, S., van der Heijden, M. G., ... y Wei, X. (2021). Erosion reduces soil microbial diversity, network complexity and multifunctionality. *The ISME journal*, 15(8), 2474-2489.
- Savory, A. y Butterfield, J. (2019). Manejo Holístico. Una revolución del Sentido común para regenerar nuestro ambiente. 3ra ed. ISBN: 978-956-9727-10-8.
- Szinwelki, N.; Yotoko, K.S.C.; Solar, R.; Seleme, L.R. y Sperber, C. F. (2013). Ethanol fuel pitfall traps through rapid sinking and death of captured orthopterans. *Environmental Entomology*, Vol 42, Issue 4, pp 758-762. DOI: 10.1603/EN13030.
- Timothy, C. A. y Okrikata, E. (2020). Phototactic response of two spotted cricket (*Gryllus bimaculatus* De Geer) of electric bulb light colours and types. *International Journal of Sustainable Agricultural Research Conscientia Beam*, vol 72, pp. 66-72.
- Vigian, A. R. (2005). Hacia el control integrado de plagas. 3ra ed. Universidad Nacional de Jujuy. Ediunju.
- Walker, T. J. (1988). Acoustic Traps for Agriculturally Important Insects. *Florida Entomologist*, Vol. 71, No. 4, pp. 484-492.

METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE MUESTRAS DE INSECTOS POLINIZADORES

METHODOLOGY OF PREPARATION AND PALYNOLOGICAL ANALYSIS OF POLLINATING INSECT'S SAMPLES

Leila Eliana Rocha^{1*}, Ana Carina Sánchez¹ y María Inés Zamar²

¹Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Universidad Nacional de Jujuy - CONICET, Laboratorio de Análisis Palinológicos, Facultad de Ciencias Agrarias. Alberdi 47, C.P. 4600, S. S. de Jujuy, Argentina.

²Instituto de Biología de la Altura (INBIAL), Universidad Nacional de Jujuy. Avenida Bolivia 1661, C.P. 4600, S.S. de Jujuy, Argentina.

*Autor para correspondencia:

lalei344@gmail.com

Período de Publicación:

Junio 2024

Historial:

Recibido: 11/12/2023

Aceptado: 05/02/2024

RESUMEN

Los insectos son los principales referentes de la polinización biótica de las angiospermas en el mundo. El polen es una de las recompensas ofrecidas a los polinizadores y su abordaje permite determinar qué especies florales proveen este recurso como alimento, y al mismo tiempo, son polinizadas. La palinología es la disciplina dedicada al estudio del polen y puede ser aplicada para analizar el transporte polínico en insectos. En esta nota, presentamos una metodología de preparación de muestras procedentes de insectos polinizadores, previa a los tratamientos de la remoción química y la acetólisis.

Palabras clave: acetólisis, Entomopalinología, polinización

SUMMARY

Insects are the main references of biotic pollination of angiosperms in the world. Pollen is one of the rewards offered to pollinators and its study allows determining which species provide this resource as food and, at the same time, are pollinated. Palynology is the discipline dedicated to the study of pollen and can be applied to analyze pollen transport in insects. In this note, we present a methodology for the preparation of samples from pollinators insects, prior to chemical removal and acetolysis treatments.

Keywords: acetolysis, Entomopalynology, pollination

INTRODUCCIÓN

La polinización es la transferencia de polen viable desde las anteras (órgano masculino de la flor) al estigma (órgano femenino) y puede ocurrir en la misma flor o entre flores diferentes (Peña, 2003). Además del viento o del agua, esta transferencia es realizada por animales, principalmente insectos, quienes polinizan el 67% de las plantas de dispersión zoófila (Bonilla Gómez, 2016).

El polen como alimento proporciona cerca del 20% de los carbohidratos que necesitan y el total de proteínas (Ricou, Schneller, Amiaud, Plantureux & Bockstaller, 2014). Los polinizadores, particularmente las abejas (Hymenoptera, Apoidea), se destacan por el hábito de remover y transportar grandes cantidades de polen (Nates-Parra, 2005). Como elemento de estudio, el polen representa la flora y puede ser útil en muchas disciplinas; no se deteriora fácilmente y es un marcador natural (Jones & Jones, 2001). En este contexto de la polinización, el polen puede ser analizado para determinar qué especies florales son forrajeadas y polinizadas, al mismo tiempo.

Para el análisis polínico, se ha contado desde su aparición con la técnica de acetólisis de Erdtman (1960) que consiste en el tratamiento del polen con la mezcla acetolítica de anhídrido acético: ácido sulfúrico; la acetólisis elimina el contenido celular y queda expuesta la exina, la cubierta del polen que está provista de un conjunto de cualidades morfológicas visibles al microscopio que hacen posible su identificación taxonómica (Méndez, 2014). Recientemente, Caccavari & Cilla (2010) propusieron una técnica de desprendimiento del polen con hidróxido de potasio (KOH), denominada remoción química; que extrae el polen acopiado en las corbículas¹ o escopas² de las abejas. Según las autoras, esta técnica puede ser suficiente para el reconocimiento de los caracteres del polen, o complementarse con la acetólisis, dependiendo de si es necesario o no un reconocimiento taxonómico más preciso de los tipos polínicos.

A pesar de las ventajas de ambas técnicas, sus efectividades se comprobaron sólo en abejas y no en otros grupos de insectos polinizadores. Dado que los insectos son diversos en formas y tamaños, no existe una metodología estándar de preparación y obtención de muestras de dichos insectos. En este sentido, presentamos una metodología de preparación de muestras procedentes de insectos polinizadores, propuesta y aplicada por primera vez por Rocha (2019), con la aplicación de las técnicas de remoción química (Caccavari & Cilla, 2010) y acetólisis (Erdtman, 1960).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar esta metodología se contaron con visitantes florales colectados de un cultivo de *Fragaria x ananassa* Duch. "frutilla", en la Finca Fernández, localidad de Las Pampitas, El Carmen, Jujuy. Los visitantes pertenecían a los órdenes Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera y Hemiptera y se obtuvieron mediante técnicas de captura activa (observaciones directas, transectas) y pasiva (trampas de caída o *bee bowls*). Para su conservación, se colocaron en frascos con alcohol al 70% y se depositaron en la colección entomológica "Dra. Lilia Estela Neder" del Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) de la Universidad Nacional de Jujuy, para su posterior identificación taxonómica. Los visitantes florales más frecuentes fueron *Apis mellifera* L. "abeja melífera", cuyos ejemplares presentaban restos de cargas corbiculares (Figura 1A y B) y *Allograpta exotica* Wiedemann "mosca de la flor" (Figura 1C). También se destaca la presencia de visitantes florales nativos como *Plebeia catamarcensis* Holmberg, una abeja nativa sin aguijón (Meliponini) (Figura 1D).

¹Pequeña área cóncava y lisa en las extremidades posteriores de las abejas corbiculadas (por ejemplo, Apini, Meliponini) rodeada por un borde de pelos y destinada a la colecta de polen o resina. Sólo las hembras presentan corbículas.

²Zona densamente pilosa en las extremidades posteriores de abejas no corbiculadas (por ejemplo, Eucerini, Xylocopini) o en otras partes del cuerpo, como el abdomen en las abejas de la familia Megachilidae.

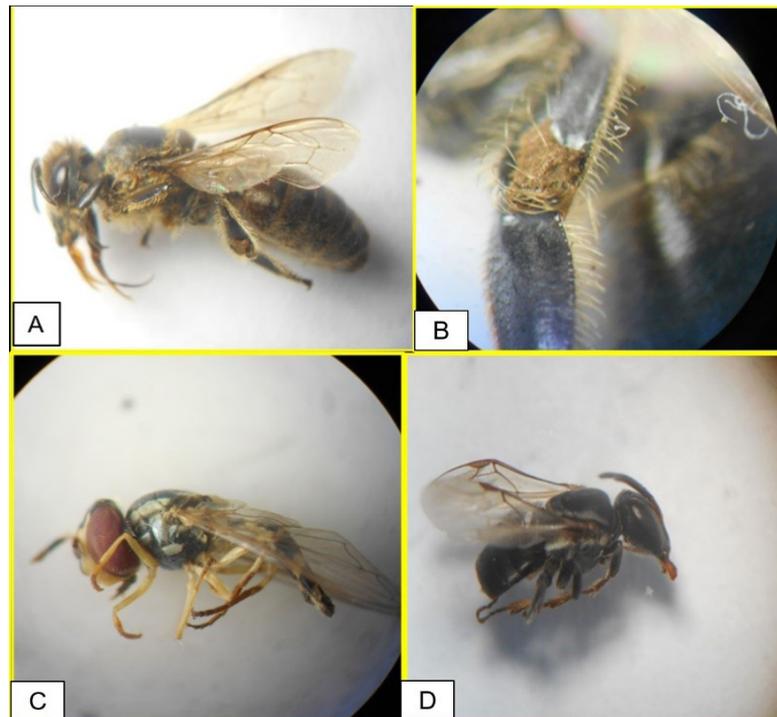


Figura 1. Visitantes florales frecuentes de *Fragaria x ananassa* colectados en la Finca Fernández, Las Pampitas, El Carmen, Jujuy. A: *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae); B: Corbícula de *Apis mellifera* con carga polínica; C: *Allograpta exotica* (Diptera, Syrphidae); D: *Plebeia catamarcensis* (Hymenoptera, Apidae).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación y categorización de las muestras de insectos polinizadores

Todos los insectos deben identificarse hasta el nivel taxonómico más preciso posible. Para su análisis, la muestra puede estar constituida por uno o más ejemplares de la misma especie o taxón, la elección dependerá del objetivo de estudio. En ambos casos, no deben incluirse ejemplares de otras especies o taxa, ya que se busca preservar el polen en la muestra y no contaminarlo.

Los insectos difieren en dimensiones y formas. Si se desea analizar el tracto digestivo, se debe diseccionar el o los ejemplares de una longitud igual o superior a 1 cm, con ayuda de pinza, aguja histológica y microscopio estereoscópico. La extracción también puede efectuarse desprendiendo la cabeza con mucho cuidado. Por otra parte, si se desea analizar las partes externas, estas pueden diferenciarse en cabeza, tórax, abdomen y extremidades (patas anteriores, medias y posteriores). De esta manera, las muestras se categorizan según el esquema que se presenta en Figura 2:

Polen digestivo (PD): referente al polen que se halla en el tracto digestivo del o los ejemplares.

Polen superficial (PS): referente al polen presente en las partes externas del o los ejemplares (cabeza, tórax, abdomen, y extremidades).

Para los ejemplares con una longitud inferior a 1 cm, la disección puede tornarse dificultosa, así que es más simple analizar todo el polen presente. En ese caso, las muestras pueden categorizarse como:

Polen total (PT): referente a la totalidad de polen, tanto digestivo como superficial.

Una vez categorizadas las muestras, éstas se colocan en tubos de centrífuga de 10 cm³.

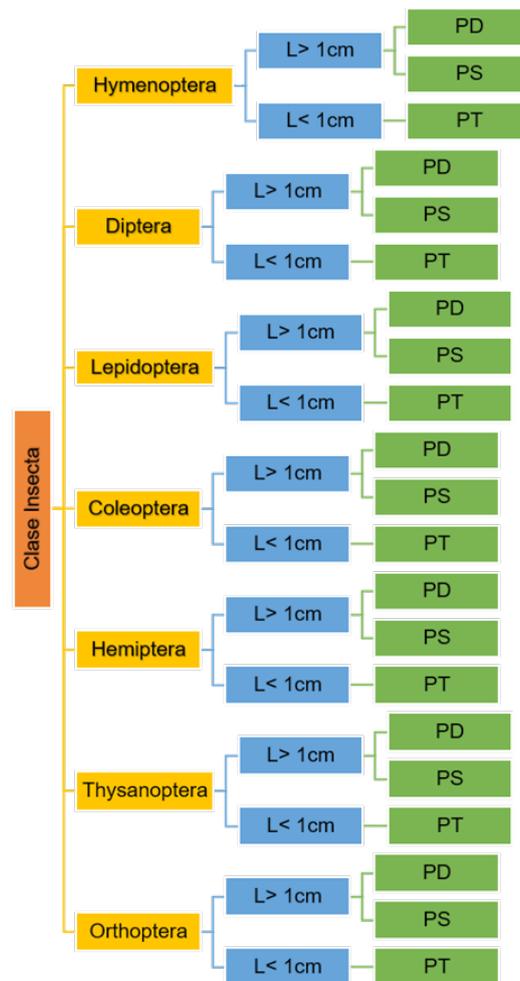


Figura 2. Esquema metodológico de la preparación y obtención de muestras de insectos para el procesamiento de polen.

Remoción del polen y acetólisis

A continuación, se aplica la técnica de remoción química (Caccavari & Cilla, 2010):

1. Agregar KOH a los tubos de centrífuga que contienen las muestras de PD y PS o PT. Posteriormente, llevarlas a calentar a baño María a 50°C aproximadamente, durante 10 min. Para que se desprendan los granos de polen, presionar suavemente las estructuras del o los ejemplares con varillas de vidrio. Finalizado el tiempo, retirar las muestras y dejarlas enfriar.

2. Retirar con una pinza los restos de las muestras PS o PT. Si es necesario, emplear un tamiz para filtrar dichos restos y verter todo el contenido en un vaso precipitado y de este a cada tubo de centrífuga, utilizando mínimamente agua destilada para cortar el efecto del KOH. Repetir el procedimiento para cada muestra. A continuación, llevar los tubos a la centrifugadora a 3.100 rpm por 5 min. De ese modo, los granos de polen se concentrarán en el fondo de cada tubo. Tras la centrifugación, eliminar los sobrenadantes de las muestras (la fase líquida que se halla por encima de los granos de polen).

3. Aplicar la técnica de acetólisis, siempre bajo campana de extracción de gases:

3a) Lavar las muestras con ácido acético glacial, para deshidratar el residuo. Homogeneizar cada mezcla con la misma varilla de vidrio empleada para la remoción química y llevar a centrifugación (3.100 rpm, 5 min). Eliminar el sobrenadante.

3b) Incorporar en cada tubo la mezcla acetolítica: anhídrido acético y ácido sulfúrico (proporciones 2,25 cm³: 0,25 cm³, respectivamente). Primero se incorpora el anhídrido acético y luego, con mucho cuidado, el ácido sulfúrico. Homogeneizar cada mezcla para evitar la destrucción de los granos de polen y llevarlas luego a baño María por 10 min a 50°C. Finalizado el tiempo, retirarlas y dejarlas enfriar. Posteriormente, centrifugarlas (3.100 rpm, 5 min) y eliminar los sobrenadantes.

4. Lavar las muestras con ácido acético una vez, para cortar la acetólisis. Homogeneizar, centrifugar y eliminar los sobrenadantes.

5. Lavar una o dos veces las muestras con agua destilada, para eliminar los restos de todos los reactivos utilizados. Homogeneizar, centrifugar y eliminar los sobrenadantes.

6. Traspasar con micropipetas los granos de polen obtenidos a tubos Eppendorf. Agregar a cada tubo Eppendorf dos o tres gotas de glicerina que conserva el polen a través del tiempo, permitiendo su montaje y observación al microscopio.

Esta metodología de preparación y análisis palinológico se aplicó por primera vez en ejemplares de los órdenes Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera y Coleoptera (Figura 2). La información obtenida de las observaciones microscópicas se cuantificó como abundancia y frecuencia polínicas, las cuales permitieron estimar a los potenciales polinizadores de la frutilla y, además, dilucidar las diversas interacciones de los polinizadores con otras especies florales del lugar.

En cuanto a las técnicas aplicadas, la remoción química demostró que también es efectiva para otros insectos, facilitando el desprendimiento de los granos de polen (Caccavari & Cilla 2010). Por su parte, la acetólisis resultó eficiente para la observación, identificación y descripción de los granos de polen (Mercado & Pérez 2013). Si bien, otras metodologías de análisis palinológico no emplean la acetólisis por su alto poder corrosivo (Dafni, Kevan & Husband, 2005; Carabalí-Banguero, Montoya-Lerma & Carabalí Muñoz, 2020), el uso de la acetólisis no implica un gran esfuerzo o experiencia del investigador para distinguir con precisión los caracteres taxonómicos (Mercado & Pérez 2013).

CONCLUSIONES

La metodología propuesta de preparación y análisis de polen constituye una herramienta fundamental para el estudio del polen asociado a los polinizadores como abejas y otros insectos que no son reconocidos como tal. Junto con las técnicas aplicadas, permiten un análisis y procesamiento más ordenados de las muestras que se quiere estudiar. Con esta metodología, la palinología se complementa a los estudios de polinización por dos motivos: al estimar a los polinizadores de un determinado cultivo y al determinar qué otras especies florales son beneficiadas con este servicio ecosistémico.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos PUE 22920170100027CO (INECOA CONICET JUJUY), A/192 y F/0026 (SeCTER-UNJu). Al Laboratorio de Análisis Palinológicos de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNJu), por facilitar la realización del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Bonilla Gómez, M.A. (2016). El servicio ecosistémico de polinización prestado por las abejas. En: *Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA) Capítulo Abejas*. Ed. MG. Nates Parra. Departamento de Biología.

Universidad Nacional de Colombia. pp. 41-58.

Caccavari, M. & Cilla, G. (2010). Remoción química como nueva alternativa a la remoción mecánica para el estudio del polen transportado en las escopas de abejas silvestres. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s., 12(2): 255-262.

Carabalí-Banguero, D., Montoya-Lerma, J. & Carabalí-Muñoz, A. (2020). Cargas polínicas en entomofauna visitante floral de *Persea americana* (Lauraceae) cv. Hass. *Caldasia*, 42(1): 105-114.

Dafni, A., Kevan, P.G. & Husband, B.C. (2005). Plant-pollinator interface. En: *Practical Pollination Biology*. Eds. A. Dafni, P.G. Kevan & B.C. Husband. Cambridge, Ontario, Canada pp. 329-400.

Erdtman, G. (1960). The Acetolysis Method, a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54: 561-564.

Jones, G.D. & Jones, S.D. (2001). The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotropical Entomology*, 30: 341-350.

Méndez, M.V. (2014). Recursos nectaríferos y poliníferos utilizados por *Apis mellifera* L. en la localidad de Tilquiza, Jujuy, Argentina. Tesina de Grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.

Mercado, J. & Pérez, C.A. (2013). Una nueva metodología para el análisis palinológico de muestras coprológicas en vertebrados polinizadores. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(1): 165-170.

Nates-Parra, M.G. (2005). Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 75: 7-20.

Peña, J.E. (2003). Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 69: 6-20.

Ricou, C., Schneller, C., Amiaud, B., Plantureux, S. & Bockstaller, C. (2014). A vegetation based indicator to assess the pollination value of field margin flora. *Ecological Indicators*, 45: 320-331.

Rocha, L.E. (2019). Insectos polinizadores en el cultivo de *Fragaria x ananassa* Duch. en Las Pampitas, El Carmen, Jujuy. Tesina de Grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.