

TESIS

POTENCIAL APÍCOLA DE CORRIENTES: PRODUCCIÓN DE MIELES MONOFLORALES DE ORIGEN EXÓTICO

Corrientes Beekeeping potential: production of exotic origin monofloral honey.

Kühbacher, Brigitte M.E.¹; Sobrado, Sandra V.²⁻³; Salgado Laurenti, Cristina R.¹⁻²⁻³

¹Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE.

³Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, UNNE/CONICET).

Mail: sobradosandra@gmail.com

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Ingeniera Agrónoma, en el marco de Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas CIN 2020: “*Características palinológicas y fisicoquímicas de mieles de Eucalyptus sp. (Myrtaceae) producidas en la provincia de Corrientes, Argentina*” (Resol. CE N° 1612/21). Los trabajos experimentales fueron realizados en el Área Taxonomía-Palinología del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, UNNE/CONICET); Morfología de Plantas Vasculares, FCA-UNNE; Laboratorio de Análisis de Productos Apícolas (LABAPI, FaCENA-UNNE y Ministerio de la Producción de la Provincia de Corrientes).

Corrientes es una de las provincias del Nordeste Argentino emergentes en la producción apícola. Con el objetivo de aportar a la definición del perfil del tipo de miel de la zona, se realizaron estudios integrados sobre 19 muestras del periodo apícola 2020-2021, provistas por la Cooperativa CAEMC Ltda. Se efectuaron análisis cuali- y cuantitativos según técnicas convencionales de Melisopalinología y determinación de parámetros fisicoquímicos de rutina para la comercialización de mieles. Mediante la aplicación de herramientas SIG y Sensores Remotos, se calcularon los índices NDVI, NBR y dNBR en torno a tres apiarios seleccionados del Departamento Monte Caseros. Se determinaron mieles monofloras de *Eucalyptus* sp., de *Citrus* sp. y polifloras de especies nativas con eucalipto como polen secundario. Las familias botánicas mejor representadas fueron Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae y Euphorbiaceae; siendo el 90% de los taxa nativos y el 10% restante exóticos. Los indicadores polínicos acompañantes están representados por especies nativas del NEA, principalmente arbóreas. Según el contenido de polen absoluto, las muestras fueron clasificadas como clase II, III y IV. Los valores de parámetros fisicoquímicos obtenidos se corresponden a los establecidos en el Código Alimentario Argentino. No se evidenció una relación directa entre las categorías de mieles, su origen botánico y los parámetros fisicoquímicos evaluados. Con los resultados de SIG y teledetección se logró una aproximación de la caracterización global del uso del suelo, estado de la vegetación y calidad de recuperación de la cobertura verde, luego de eventos de incendio/quemas.

Palabras clave: *Apis mellifera*, *Citrus* sp., *Eucalyptus* sp., SIG, miel.

Corrientes is one of the emerging provinces in beekeeping production of Northeastern Argentina. In order to contribute to the definition of the profile of the honey type of the area, integrated studies in 19 samples from the beekeeping period 2020-2021, provided by CAEMC Ltd. cooperative were conducted. Quali- and quantitative analyses were performed according to conventional techniques of Melisopalinology and determination of routine physicochemical parameters for honeys' marketing. Using GIS and Remote Sensors tools, NDVI, NBR, and dNBR indexes were calculated for three selected apiaries in Monte Caseros Department. Monofloral honeys of *Eucalyptus* sp., *Citrus* sp., and polyfloral honeys of native species with eucalyptus as secondary pollen were determined. The botanical families best-represented were Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae, and Euphorbiaceae; 90% of the taxa were native and the remaining 10% were exotic. The accompanying pollen indicators are represented by native species from Northeastern Argentina, mainly arboreal. According to the absolute pollen content, the samples were classified as class II, III, and IV. The values of physicochemical parameters obtained correspond to those established in the Argentine Food Code. There was no direct relationship between the categories of honeys, their botanical origin, and the physicochemical parameters evaluated. With the results of GIS and remote sensing, an approximation to the global characterization of land use, vegetation status, and quality of recovery of green cover after fire/burn events was achieved.

Key words: *Apis mellifera*, *Citrus* sp., *Eucalyptus* sp., GIS, honey.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

En muchos países del mundo se consumen distintos tipos de mieles producidas por *Apis mellifera* L., con características fisicoquímicas y sensoriales bien definidas, las cuales provienen de un origen floral y geográfico específico; lo que significa que, no sólo los recursos varían de región en región, sino que el mismo recurso puede ser diferencialmente preferido por las abejas, de un lugar a otro.

Argentina produce mieles de excelente calidad y de diferentes orígenes florales, dependiendo de la región de producción. De acuerdo al Mapa Regional de Identidad de mieles, propuesto por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Producción - Argentina (MAGyP, 2022), la Región NEA se caracteriza por la producción de mieles de néctar de especies cultivadas (*Eucalyptus* y *Citrus*) y nativas (e.g., algarrobo, chilca, palma, quebracho colorado, entre otras). En la Resolución N° 274/95 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - Argentina (SAGPyA) se establecen los porcentajes de polen requeridos para definir mieles monofloras de origen floral exótico; de acuerdo a este perfil, se categoriza como miel monoflora de, por ejemplo *Eucalyptus* sp. o *Citrus* sp., a aquellas que en cuya composición se encuentra un mínimo de 70% o de 10-20% de granos de polen de dichas especies, respectivamente.

Existen numerosos antecedentes de estudios de mieles monofloras de *Eucalyptus* sp. producidas en distintas provincias de nuestro país. Algunos estudios están centrados en análisis polínicos (Andrada et al., 1998; Basilio y Romero, 1996; Basualdo et al., 2006; Belmonte, 1996; Cabrera, 2006; Ciappini y Vitelleschi, 2013; Forcone y Tellería, 1998; 2000; Lusardi et al., 2005; Salgado y Pire, 1998; Tellería, 1992; Valle et al., 1995; 2001; 2007) y en análisis fisicoquímicos y sensoriales (Tamaño et al., 2005a-b; Tourn et al., 2010; Ciappini y Paz, 2011). Otras contribuciones, integran los tres tipos de análisis antes mencionados (Ciappini et al., 2007; 2009a-b; 2016; Malacalza et al., 2015), así como también se ha determinado la capacidad antioxidante de estas mieles (Ciappini et al., 2013). Por otra parte, en cuanto a mieles de *Citrus* sp. los antecedentes son menos frecuentes, registrándose estudios palinológicos en Corrientes (Salgado y Pire, 1998; 1999), y aquellas acciones promovidas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA-Famaillá (en conjunto con entidades gubernamentales), donde se impulsa al desarrollo de la Indicación Geográfica (IG) de miel de azahar de limón de Tucumán (INTA, 2020); mientras que los análisis fisicoquímicos se registran en menor proporción (Raschi et al., 2018, Maldonado et al., 2021).

Actividad apícola en la provincia

Aunque existen apicultores a lo largo de todo el país, la producción está concentrada en la región centro. Sin embargo, en los últimos 20 años la apicultura ha ido migrando hacia el norte del país. Tal es así que Corrientes es una de las provincias del Nordeste Argentino emergentes en la producción de miel, estando su producción basada principalmente en la floración de *Eucalyptus* sp. (Salgado y Pire, 1998; 1999). En la actualidad, la producción apícola correntina está constituida, en un 80%, por pequeños y medianos apicultores (Miño, 2019). En el Registro Nacional de Apicultores, para Corrientes se contabilizan alrededor de 31.290 colmenas de 640 apicultores, siendo la estimación de cosecha de miel según el promedio histórico provincial de al menos 626 tn. Sin embargo, actualmente con las pérdidas ocurridas por cuestiones climáticas, en los últimos tres años no se alcanza un 20% de dichos valores (Miño, 2019).

La provincia de Corrientes se encuentra organizada en seis cuencas apícolas, las cuales fueron definidas por el Consejo Asesor Provincial de apicultura, a través de la Ley Correntina Apícola N° 6.025. En esta se establece lo siguiente: Cuenca N° 1: San Cosme, Itatí, Berón de Astrada, San Luis del Palmar, Capital, Empedrado y Gral. Paz. Cuenca N° 2: Mburucuyá, Saladas, Concepción, San Roque y Bella Vista. Cuenca N° 3: San Martín, Gral. Alvear y Paso de los Libres. Cuenca N° 4: Santo Tomé, San Miguel e Ituzaingó. Cuenca N° 5: Mercedes, Curuzú Cuatía y Monte Caseros. Cuenca N° 6: Lavalle, Goya, Esquina y Sauce (Figura 1A).

Por otra parte, según Miño (2019) se registran unas ocho salas habilitadas fijas y tres salas móviles que brindan servicio de extracción de miel en diversas zonas de la provincia con un seguimiento anual de trazabilidad desde la provincia y el SENASA.



Teniendo en cuenta la creciente demanda de consumo de miel (tanto del mercado externo como interno), como alimento natural y terapéutico, el potencial de crecimiento de valor agregado es igualmente considerable. En este sentido, cabe destacar que Corrientes, con sus bosques cultivados de eucalipto, es productora de una miel con propiedades terapéuticas prometedoras (Miño, 2019), y sumado, además, a la extensión citrícola provincial, constituyen las principales fuentes estacionales de néctar aprovechado por la producción de mieles monoflorales características (UNNE Medios, 2022).

Actividad Forestal y Citrícola en la provincia

A partir de 1970, la producción forestal se constituyó en un objetivo prioritario en la Argentina; presentando Corrientes grandes áreas aplicadas a la plantación de variedades madereras, fundamentalmente pino y eucalipto, siguiendo en orden descendente el paraíso. En 1983, el área de forestación alcanzó las 98.438 ha, de pino preferentemente (Portal Turístico Provincial, 2023).

El cultivo de *Eucalyptus* sp. en Corrientes creció un 33,66% en hectáreas respecto de las registradas previamente (Elizondo, 2015). De acuerdo a la Actualización del Inventario de Plantaciones Forestales de la Provincia (i-BC S.R.L. 2018), la superficie actual forestada es de unas 161.972,29 ha, sobre un total de 516.711,17 ha de especies implantadas. El informe final contempla la zonificación en cuatro regiones (Cuenca Noreste, Centro, Sureste y Suroeste), siendo los departamentos que registran mayor cobertura de plantaciones de eucalipto (>15.000 ha): Ituzaingó, Santo Tomé (ambos de la Cuenca Noreste), Monte Caseros y Paso de los Libres (únicos integrantes de la Cuenca Sureste).

Por otra parte, la provincia es la segunda mayor productora de naranjas y mandarinas del país. Ocupa una superficie citrícola entre 26.000-30.000 ha, lo que representa el 22% de la superficie nacional (SENASA, 2021; Molina et al., 2019). La producción se encuentra dividida en dos regiones: a) Paraná Centro: concentra el 27% de la superficie (Bella Vista, Concepción, Saladas, San Roque, San Miguel, Lavalle, Goya, Ituzaingó, Mburucuyá, Empedrado y Esquina); y b) del río Uruguay: concentra el 73% de la superficie restante (Monte Caseros, Curuzú Cuatiá, Paso de los Libres y San Martín). De acuerdo a Molina et al. (2019), se puede indicar que en dos departamentos, Monte Caseros y Bella Vista, se concentra el 86% de la superficie productiva provincial, la Región del río Paraná Centro cuenta con el 92% de limón y Monte Caseros se orienta a cítricos dulces (84% de mandarina y naranja). Siendo esta última zona considerada como la cuenca mielera de la provincia, por sus características de clima y suelo, que propicia producciones alternativas como la apicultura (Hauck, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, la actividad apícola podría complementarse con la producción de recursos forestales y frutales aprovechando el néctar provisto, estacionalmente, por los cultivos de *Eucalyptus* sp. y *Citrus* sp., con la finalidad de obtener mieles monofloras, como parte de productos ecosistémicos no maderables. Se considera que el aprovechamiento de este recurso impactaría positivamente tanto para el sector forestal y citrícola, como también para el sector productivo apícola.

Por todo lo expuesto previamente, se consideró promisorio el abordaje de un estudio integrado sobre muestras de cosechas recientes, que ayuden a definir el perfil del tipo de miel de determinadas zonas de la provincia.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el potencial apícola en la provincia de Corrientes de dos especies cultivadas mediante la caracterización de perfiles polínicos y fisicoquímicos de mieles monofloras y el análisis de la flora con aplicación de herramientas satelitales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer el origen botánico de mieles mediante análisis polínicos.
- Establecer el origen geográfico de mieles estudiadas.
- Determinar el perfil fisicoquímico de mieles a partir de las variables asociadas al origenfloral.
- Evaluar las relaciones entre el origen floral y las propiedades fisicoquímicas de mieles analizadas.
- Inferir sobre el potencial apícola de diferentes sitios analizando la vegetación circundante al área del apiario.

HIPÓTESIS

El aporte de néctar de diferentes plantaciones y cultivares (*Eucalyptus* sp. y *Citrus* sp.) influye y determina propiedades fisicoquímicas diferenciales de las mieles monofloras de dichos taxones obtenidas en la provincia de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras. Las 19 muestras de miel, de 500 cc, fueron provistas por apicultores y/o asociaciones apícolas (Cooperativa Agropecuaria y de Electricidad Monte Caseros - CAEMC Ltda.) de la provincia (Figura 1A-B). Estas corresponden al periodo apícola 2020-2021 y son representativas de tres Cuencas Apícolas de Corrientes (Figura 1A): Cuenca 2: dos muestras del Dpto. Mburucuyá (1 productor), Cuenca 5: 15 muestras del Dpto. Monte Caseros (12 productores) y Cuenca 6: dos muestras del Dpto. Esquina (2 productores). Además, como parte de las actividades pre-profesionales, en noviembre del 2022 se realizó un viaje de campo a Monte Caseros, a fin de visitar diferentes apiarios de origen de las muestras analizadas en laboratorio (Figura 1C). En dicha oportunidad, además de colaborar en la toma de muestras destinadas a análisis de sanidad apícola (sublínea de investigación del Grupo Miel del NEA), se coleccionaron ejemplares botánicos de referencia, se tomaron registros fotográficos y de coordenadas geográficas, y se visitó la sala de extracción de la CAEMC Ltda. (Figura 1D-E).

Estudio palinológico (Figura 1). Las muestras de miel fueron procesadas según técnicas convencionales en Melisopalinología (Louveaux et al., 1978). Los granos de polen, previamente acetolizados (Erdtman, 1960), fueron montados en preparaciones permanentes, incluidos en gelatina glicerina y sellados con parafina. Para las observaciones, análisis y fotografía se utilizó un microscopio óptico con cámara digital incorporada (Leica DM500 e ICC50W, respectivamente) y el microscopio electrónico de barrido (JEOL 5800LV) del Servicio de microscopía de la SGCyT-UNNE. Se consideró la terminología descriptiva de Punt et al. (2007); y para la identificación taxonómica de tipos polínicos, los preparados de referencia de flora melífera del NEA de la Palinoteca-UNNE (PAL-CTES) e ilustraciones de Atlas Palinológicos (Markgraf y D'Antoni, 1978; Pire et al., 1992; 1994; 1998; 2001).

Análisis cualitativo. Posterior a las determinaciones, con un microscopio óptico, se realizó el recuento de 500-700 granos de polen por muestra, se calcularon los porcentajes relativos de tipos polínicos presentes en cada una, determinando así las clases de frecuencia propuestas por Louveaux et al. (1978) [Tabla 1]. De acuerdo a estas clases, se infieren las determinaciones de tipos de mieles (según el porcentaje de tipos polínicos determinados), lo cual está establecido en la Resol. N° 274/95 de la SAGPyA. En la misma se establecen que el porcentaje de polen requerido paramieles monofloras de *Eucalyptus* sp. es mínimo de 70% y para *Citrus* sp. de 10-20%.

Tabla 1. Clases de frecuencia de polen (Louveaux et al., 1978).

Rango de % de polen	Denominación	Sigla
Mayor a 45%	Dominante	D
15 a 45%	Secundario	S
3 a 15%	Menor importancia	M
Menos de 3%	Traza	T

Análisis cuantitativo. Este tipo de análisis indica el número absoluto de polen por unidad de peso de miel; en este estudio se utilizó 10 g de miel por muestra. Para ello, se siguió el método de Stockmarr (1971), el que consiste en agregar a cada muestra una píldora con un número conocido de esporas de *Lycopodium* (20848 esporas por píldora). Posteriormente se elaboraron los preparados permanentes y se contaron los granos de polen y esporas. Para calcular el contenido de polen absoluto se aplica la siguiente fórmula: $P_1 = p_e \times E_t / e_e$. Donde: P_1 = polen total en 10 g de miel, p_e = polen contado en la muestra, E_t = número de esporas introducidas y e_e = número de esporas contadas en la muestra. Conociendo este dato las mieles se clasificaron según las clases establecidas por Louveaux et al. (1978). y tipos de miel de acuerdo a lo propuesto por Persano Oddo et al. (2000) [Tabla 2].

Tabla 2. Clases (Louveaux et al., 1978) y tipos de miel (Persano Oddo et al., 2000).

Rango de granos de polen/10gr de miel	Denominación	Tipo de miel
< 20.000	Clase I	polen sub-representado
20.000 - 100.000	Clase II	polen normal
100.000 - 500.000	Clase III	polen sobre-representado
500.000 - 1.000.000	Clase IV	polen fuertemente sobre-representado o miel extraída por prensado
> 1.000.000	Clase V	casi exclusivamente miel de prensado

Estudios fisicoquímicos (Figura 1). Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Productos Apícolas (LABAPI, dependiente de FaCENA-UNNE y Ministerio de la Producción de la Provincia de Corrientes). En la Tabla 3 se resumen las variables convencionales para el estudio de calidad (Gaggiotti et al., 2019) y que fueron analizadas de acuerdo a la metodología desarrollada en Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000).

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos analizados, métodos y equipamientos utilizados.

Parámetro	Método	Equipo
Color	Método colorimétrico indirecto	Colorímetro HANNA
pH	Método directo	pH-metro
Conductividad eléctrica	Método volumétrico	Conductímetro Cole Parmer
Acidez libre	Método indirecto por titulación	Por titulación
Humedad	Método indirecto por refractometría	Refractómetro de mesa

Análisis estadístico descriptivo. Los datos obtenidos del análisis polínico y fisicoquímicos fueron cargados en una planilla de cálculo Excel©. Posteriormente, se determinaron los parámetros básicos de estadística descriptiva (rango, promedio, desvío estándar, frecuencia).

Análisis mediante Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos. Para la confección de mapas presentados, análisis de índices derivados de sensores remotos y sus productos obtenidos, se utilizó el software de libre acceso QGIS 3.16 (QGIS Development Team, 2023). Se cargaron puntos de georreferencia de proveniencia demuestras analizadas y los tomados personalmente en campo mediante GPS (Garmin Etrex22X), para conformar una capa de puntos. Se consultaron las bases de datos espaciales nacional (IDERA) y provincial (IDECOR) a fin de corroborar los sitios de plantaciones y cobertura de especies de interés (*Eucalyptus* sp.), para triangular con datos de apiarios cuyas muestras se analizaron y visitaron. Las capas vectoriales utilizadas fueron: Argentina, Corrientes, Departamentos, Servicios WFS IDECOR (superficie forestada de *Eucalyptus* periodo 2006-2018).

A partir de la selección de tres sitios, correspondientes a tres apiarios visitados en noviembre del 2022 (AP1-productor Juan Ponzoni; AP5-productor Mario Olivieri; AP7-productor Daniel Müller) se calcularon tres índices derivados de sensores remotos. Para ello, desde el portal de datos satelitales Sentinel Hub EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>), se descargaron imágenes del satélite Sentinel-2 / L2A (bandas B4, B8 y B12), para tres fechas de interés, las cuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta eventos de incendios producidos en el sur de la provincia de Corrientes (pre-incendio: 24 de noviembre 2021; pos-incendio: 17 de febrero 2022) y la fecha de visita a los apiarios del área de estudio (pos-incendio: 29 de noviembre 2022).

Primeramente se analizó el índice normalizado de vegetación (NDVI, *Normalized Difference Vegetation Index*) el cual es útil para evaluar la vegetación verde, adopta valores entre -1 (agua, estructuras artificiales, zonas sin vegetación) y +1 (cobertura vegetal densa y sana). Para obtener este índice espectral a escala monotemporal, es decir para cada fecha, se utilizaron las imágenes correspondientes al rojo visible (banda B4 = red) y al infrarrojo cercano (banda B8 = nir) del espectro electromagnético y se aplicó la fórmula $NDVI = (red - nir) / (red + nir)$.



Figura 1. Mapa de Cuencas Apícolas de Corrientes y metodología aplicada. A. Cuencas Apícolas y procedencia de muestras. B. Recepcionado de muestras. Visita a apiario y Cooperativa (Monte Caseros). C. Apiario el eucaliptal, productor Daniel Müller. D. Sala de extracción. E. Producto envasado. Análisis palinológicos. F. Procesamiento muestras en campana. G. Muestras acetolizadas. H. Montado de muestras. Análisis fisicoquímicos. I. Medición de conductividad eléctrica J. Medición de pH. K. Medición de acidez libre por titulación.

Por otro lado, se analizó el índice diseñado para resaltar áreas quemadas y evaluar la severidad de incendios, índice normalizado de área quemada o de Calcinación Normalizado (NBR, *Normalized Burn Ratio*), el cual usa las longitudes de onda del infrarrojo cercano (NIR) y el infrarrojo de onda corta (SWIR) del espectro electromagnético (Key y Benson, 2006). A partir de este, también se calculó la diferencia normalizada de la relación de áreas quemadas (dNBR, *Differentiated Normalized Burn Ratio*) comparativamente entre dos fechas (pre- y post-incendio) (Cardil et al., 2019). Para el cálculo del índice NBR se utilizaron las imágenes correspondientes al infrarrojo cercano (banda B8 = nir) y al infrarrojo cercano de onda corta (banda B12 = swir2), apli-

cando la fórmula $NBR = (nir - swir2) / (nir + swir2)$. Mientras que para obtener la variación de la severidad de incendios, en cada sitio, a escala bitemporal (febrero y noviembre 2022), se aplicó la fórmula $dNBR = NBR_{incendio} - NBR_{posincendio}$. Se siguió el estándar de la USGS (U.S. Geological Survey, Tabla 4) para clasificar y visualizar el mapa de severidad de la quema según los rangos propuestos:

Tabla 4. Categorías de dNBR propuestas por la USGS.

dNBR	Severidad de la quema
<-0,25	Recrecimiento alto post-fuego
-0,25 a -0,1	Recrecimiento bajo post-fuego
-0,1 a +0,1	No incendiado
0,1 a 0,27	Incendio, severidad baja
0,27 a 0,44	Incendio, severidad baja-moderada
0,44 a 0,66	Incendio, severidad moderada-alta
>0,66	Incendio, severidad alta

RESULTADOS

Estudios polínicos de mieles

Análisis cualitativos: Origen floral (Figuras 2 a 5)

El espectro polínico reveló la presencia de 59 tipos polínicos pertenecientes a 37 familias de Angiospermas; de los cuales, 30 se identificaron a nivel especie, 6 a género, 19 a tipos polínicos y 3 a nivel familia; mientras que, en promedio de las 16 muestras analizadas, de 7 a 8 granos de polen resultaron indeterminados (Figura 2). Las familias más representativas fueron: Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae y Euphorbiaceae. El 90% de los taxa identificados fueron nativos, mientras que el 10% restante corresponde a taxa introducidos.

De acuerdo a la ocurrencia de los taxa identificados y sus clases de frecuencia en las muestras analizadas (Figura 3), nueve muestras fueron clasificadas como monofloras de *Eucalyptus* sp., con valores mínimo de 75,1% y máximo de 96,2% de polen (Figuras 4 A a D). Por otro lado, otras ocho muestras se determinaron como monofloras de *Citrus* sp., cuyo porcentaje mínimo de polen presente fue de 10,4% y máximo de 40,2% (Figuras 4 F a J). Mientras que las dos restantes fueron categorizadas como mieles polifloras, aunque con presencia de *Eucalyptus* sp. como polen secundario (27,2-30,5%) [Figura 5].

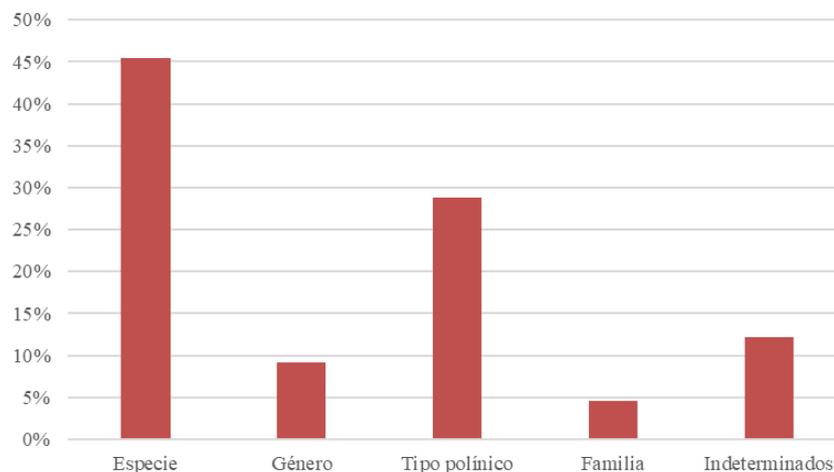


Figura 2. Porcentaje de identificación de taxa alcanzado.

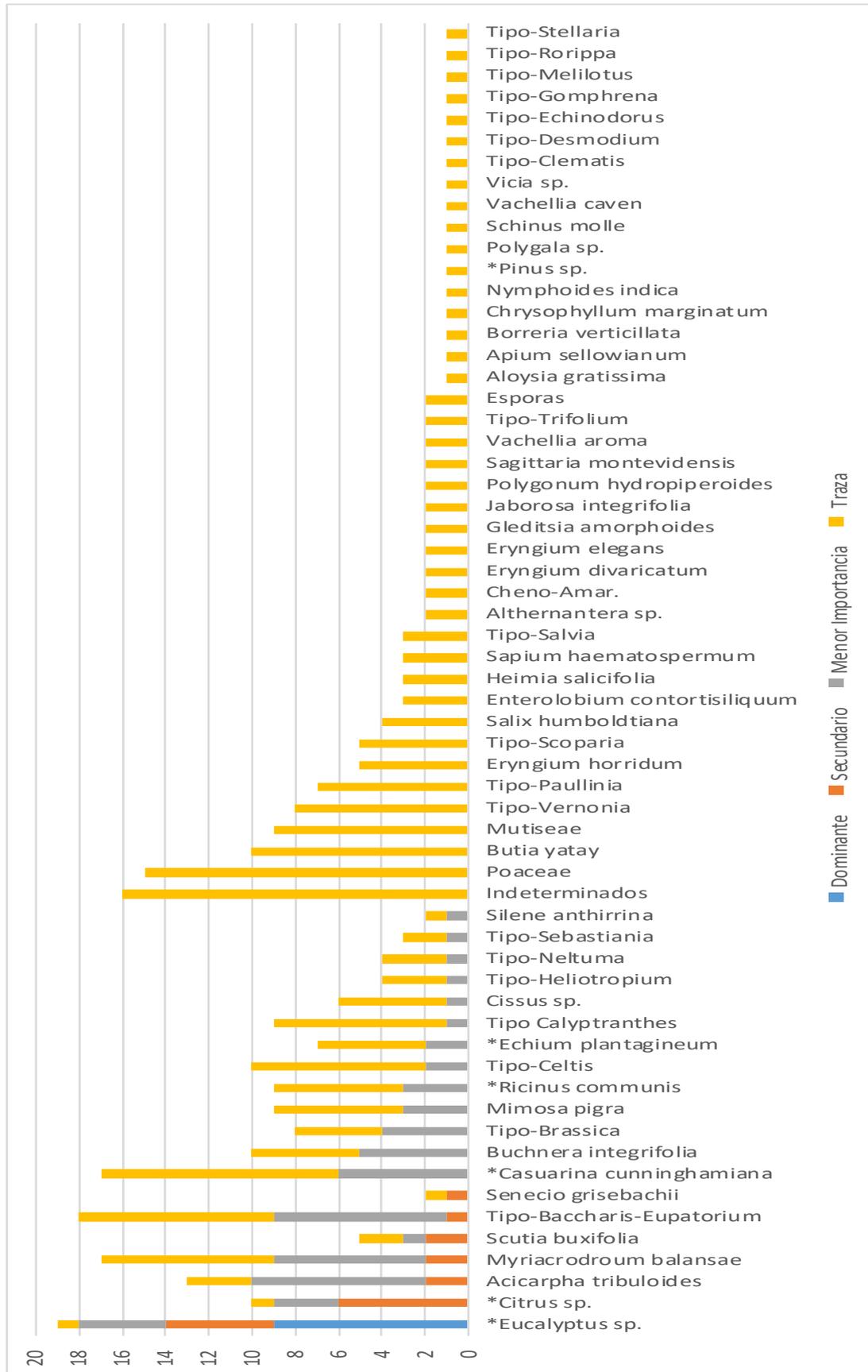


Figura 3. Ocurrencia de taxa identificados en las muestras analizadas y sus clases de frecuencia. El asterisco (*) indica las especies exóticas.

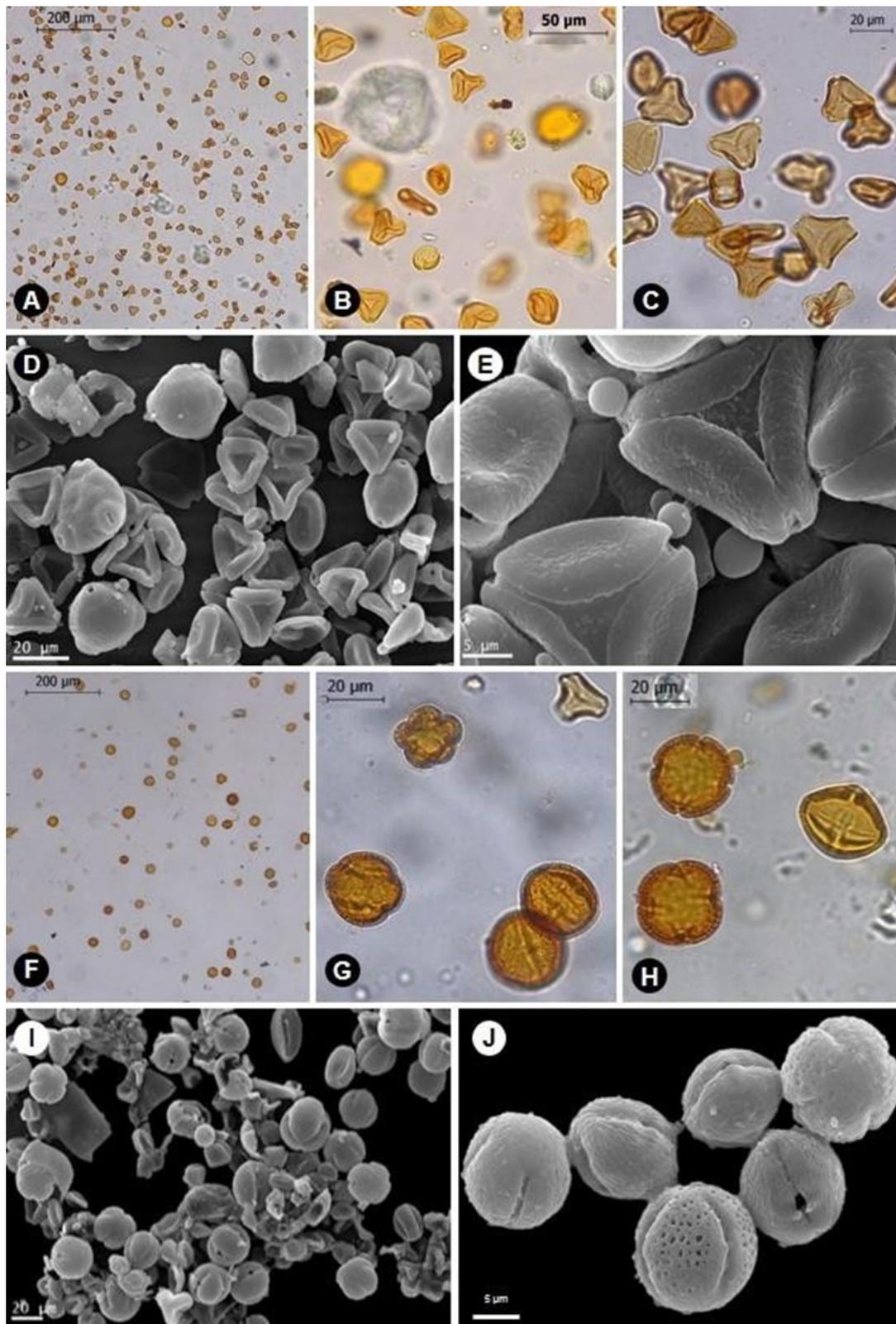


Figura 4. Microfotografías de mieles monofloras con microscopio óptico (MO) y electrónico de barrido (MEB). *Eucalyptus* sp.: A-C. Vistas generales con MO. D. Vista general con MEB. E. Detalle de granos de polen de eucalipto con MEB. *Citrus* sp.: F. Vista general con MO. G. Vista ecuatorial y subpolar de granos de polen de citrus en detalle. H. Detalle de granos de polen de citrus, vista ecuatorial y polar. I. Vista general con MEB. J. Detalle de granos de polen de *Citrus* sp con MEB.

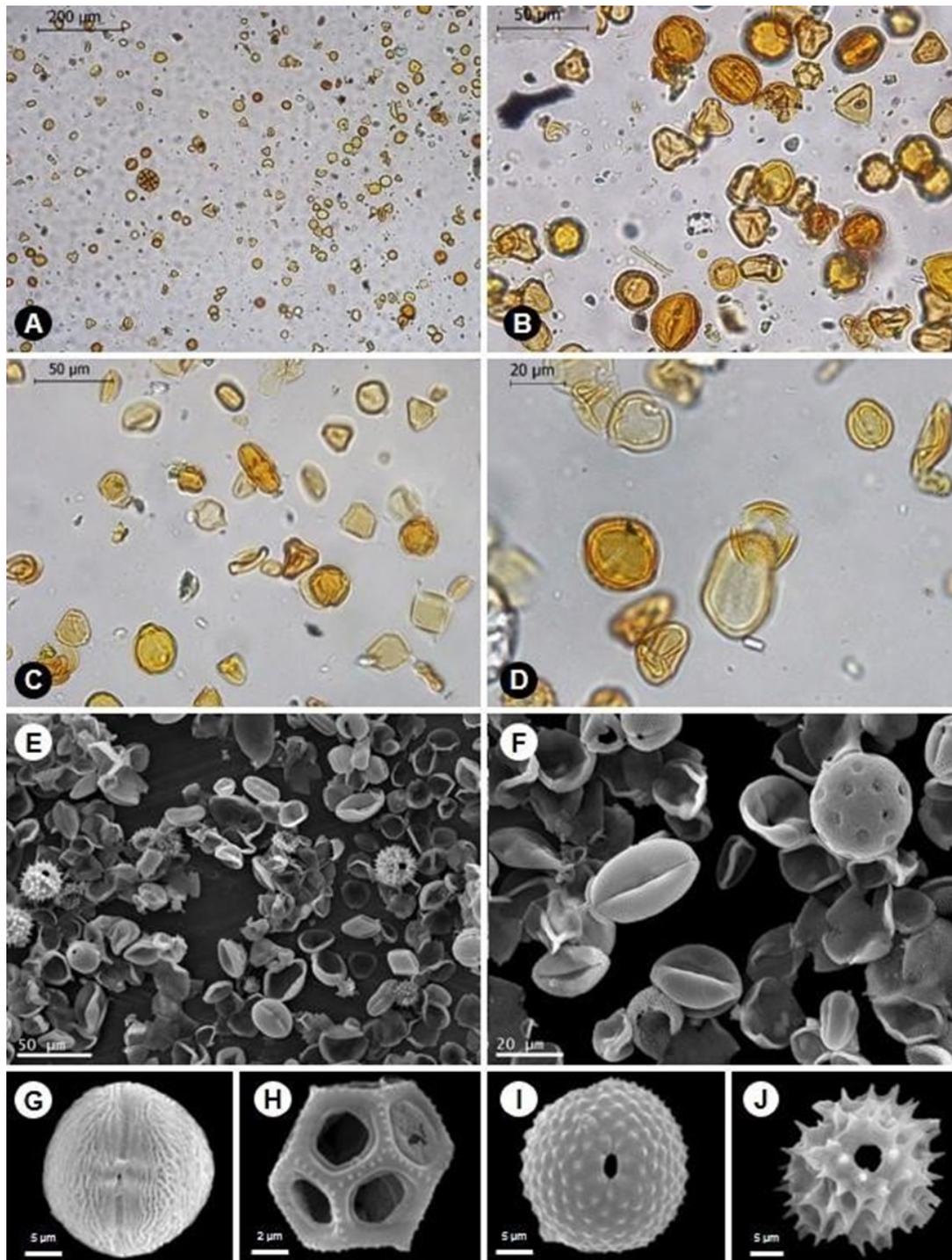


Figura 5. Microfotografías de mieles polifloras con microscopio óptico (MO) y electrónico de barrido (MEB). A-D. Vistas generales con MO a diferentes escalas de aumento; nótese la variedad de tipos polínicos dispersos en la muestra. E-F. Vistas generales con MEB. Detalle de granos de polen de tipos polínicos identificados en la muestra: G. *Myracrodruon balansae* (Anacardiaceae), vista ecuatorial. H. Tipo Gomphrena (Amaranthaceae), vista general. I. Tipo Mutiseae (Asteraceae), vista ecuatorial. J. Tipo Vernonanthura (Asteraceae).



Análisis cuantitativo: Clases de mieles

De acuerdo al contenido de polen absoluto determinado en las muestras (Tabla 5), seis se clasificaron como Clase II con un rango entre 43074,38 y 60648,73 granos de polen en 10 g de miel ($X= 51740,84$ granos/10 g miel); mientras que otras ocho se correspondieron a la Clase III con un rango de polen entre 120857,97 y 833920,00 en 10 g de miel ($X= 353375,56$ granos/10 g miel). Por último, tres muestras fueron correspondientes a la Clase IV, con un promedio de 1172222,71 granos de polen/10 g miel. Por la falta de volumen requerido de muestra para realizar el análisis, de las N° 15 y 16 no se obtuvieron datos.

Cabe destacar que no se evidenció una relación directa entre las categorías de mieles previas y el origen botánico de las mismas; ya que a la Clase II le corresponden en su mayoría mieles de citrus (celdas amarillas) y una muestra de miel poliflora (celda celeste). Por otro lado, a la Clase III se les asocia mieles de *Eucalyptus* sp. (celdas verdes), pero también de *Citrus* sp. Siendo, solo tres muestras con polen fuertemente representado que se corresponden con mieles monofloras de eucalipto y de origen multifloral.

Tabla 5. Determinación de polen absoluto por muestra de miel analizada. *Referencias:* los colores de celdas de la columna “Muestra” indican el origen floral: miel monoflora de *Citrus* sp. (amarillo), miel monoflora de *Eucalyptus* sp. (verde), miel poliflora (celeste).

Muestra	Granos de polen	Esporas contadas	N° absoluto de polen	Tipo de miel	Grupo / Clase
1	800	367	45445,23		
2	451	202	46546,77	Polen Normal	II
3	250	121	43074,38		
4	800	80	208480,00		
5	800	74	225383,78	Sobre-representado	III
6	800	89	187397,75		
7	800	64	260600,00		
8	800	16	1042400,00	Fuertemente Sobre-representado	IV
9	800	39	427651,28	Sobre-representado	III
10	800	298	55967,79	Polen Normal	II
11	800	53	314686,79	Sobre-representado	III
12	800	138	120857,97		
13	800	285	58520,70		
14	320	110	60648,73	Polen Normal	II
17	800	13	1282953,85	Fuertemente Sobre-representado	IV
18	800	14	1191314,29		
19	800	20	833920,00	Sobre-representado	III

Origen geográfico de mieles

Los espectros polínicos de mieles de *Eucalyptus* sp. de Corrientes (como parte de antecedentes previos y los resultados obtenidos en este estudio) fueron comparados con aquellos registrados para otras ecorregiones del país (Tabla 6). A partir de esta comparación se evidencia, para regiones como la Pampeana, Pampa, Espinal y Monte, y Monte en sentido estricto, el predominio de especies cultivadas o exóticas (malezas, forrajeras, etc.) las cuales provienen de suelos modificados por la alta acción antrópica. En cambio, los análisis de mieles de la provincia de Corrientes, evidencian que las principales especies acompañantes corresponden predominantemente a especies nativas, por ejemplo urunday (*Myracrodruon balansae*), cardo torito (*Acicarpa tribuloides*), coronillo (*Scutia buxifolia*), primavera (*Senecio pterophorus*), palma blanca (*Butia yatay*), entre otras.



Calidad fisicoquímica de mieles

De acuerdo a los protocolos analíticos realizados, todos los parámetros obtenidos se encuentran dentro de los valores aceptados en el Código Alimentario Argentino (CAA, Ley 18284, Cap. X, Art. 782-783). En la Tabla 7 se presentan los rangos de valores obtenidos para mieles analizadas. Cabe destacar que, no se evidencian diferencias significativas entre los parámetros de las 19 muestras analizadas.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos de las muestras de mieles analizadas: monoflora de *Eucalyptus* sp. (verde), monoflora de *Citrus* sp. (amarillo) y miel poliflora (celeste). Referencias: CE= conductividad eléctrica; DS= desvío estándar.

Miel	Variables	Humedad (%)	Color (mm Pfund)	CE (mS/cm)	pH	Acidez libre (meq/kg)
Monoflora de <i>Eucalyptus</i> sp.	Mín.	13	20	0,199	4,39	8,67
	Máx.	18	102	0,337	4,94	57,56
	Media	15,9	40,8	0,240	4,69	18,10
	DS	1,7	24,3	0,040	0,16	15,04
Monoflora de <i>Citrus</i> sp.	Mín.	13	28	0,165	4,15	10,86
	Máx.	20	88	0,345	5,18	28,25
	Media	15,8	47,8	0,239	4,68	21,28
	DS	2,4	24,6	0,057	0,38	7,94
Poliflora	Mín.	13,8	28	0,165	4,15	10,86
	Máx.	16,4	88	0,345	5,18	28,25
	Media	15,1	48	0,239	4,68	21,28
	DS	1,8	25	0,057	0,38	7,94

Tabla 6. Tipos polínicos presentes en mieles monofloras de *Eucalyptus* sp. Registrados para distintas ecorregiones fitogeográficas del país.

Autores	Provincia Fitogeográfica	Número de muestras	Pampeana (Buenos Aires – Santa Fe)	Pampeana, Espinal y Monte (Buenos Aires)	Monte (Chubut)	Chaqueña y Paranaense (Corrientes)	Chaqueña y Espinal (Corrientes)
Andrada et al., 1998; Basilio y Romero, 1996; Basualdo et al., 2006; Ciappini y Vitalloneschi, 2013; Lusardi et al., 2005; Tellería, 1998; 1992; Valle et al., 2001; 2007	Pampeana (Buenos Aires – Santa Fe)	287	Pampeana, Espinal y Monte (Buenos Aires)	Monte (Chubut)	Chaqueña y Paranaense (Corrientes)	Chaqueña y Espinal (Corrientes)	Kühbacher et al., 2022
% polen <i>Eucalyptus</i> sp.		287	>70% y hasta 85%	60%	>70%	70 a 97%	>70% y hasta 95%
Familias mejor representadas	Fabaceae y Asteraceae	Fabaceae y Asteraceae	Fabaceae y Asteraceae	Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae y Chenopodiaceae	Fabaceae y Asteraceae	Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae y Euphorbiaceae	Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae y Euphorbiaceae
Principales acompañantes	Carduus sp. Cichorieae Condalia microphylla Cruciferae Diptotaxis tenuifolia Echium plantagineum Heliantheae Helianthus annuus Lotus tenuis Medicago sativa Trifolium repens	Carduus sp. Diptotaxis tenuifolia Medicago sativa	Centaurea sp. Tamarix gallica	Plantago sp.	Myracrodruon balansae Baccharis sp. Citrus sp. Eryngium sp. Poaceae Salvia sp. Senecio sp. Tabebuia sp.	Acicarpa tribuloides Myracrodruon balansae Citrus sp. Scutia buxifolia Tipo Baccharis Senecio pterophorus Casuarina cunninghamiana Butia yatay	Acicarpa tribuloides Myracrodruon balansae Citrus sp. Scutia buxifolia Tipo Baccharis Senecio pterophorus Casuarina cunninghamiana Butia yatay
Predominio	De especies exóticas (cultivadas o adventicias), herbáceas, forrajeras, malezas. Sue- los modificados por la alta acción antrópica (cultivos, ganadería, etc.).					De especies nativas sobre exóticas, árboles y arbusto.	

Análisis mediante Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos

En la Figura 6, se observa el mapa generado a partir de la geolocalización de apiarios de procedencia de muestras analizadas disponibles y de los apiarios visitados en noviembre del 2022. Se aprecia, además, el registro de superficie forestada de *Eucalyptus* sp., disponible en el geoportal de la provincia Corrientes, el cual corresponde al periodo 2006-2018, registrándose unas 19096,7 ha para la zona. Esto permitió inferir visualmente sobre la correlación entre las áreas de mayor cobertura de plantaciones de la especie y el potencial de producción de miel teniendo en cuenta su trazabilidad y dichas parcelas de cultivo en la provincia, particularmente en el Dpto. Monte Caseros. Acompañan al mapa imágenes de los tres apiarios seleccionados para calcular los índices derivados de sensores remotos.

En la Tabla 8 se presentan los valores mínimos y máximos de los tres atributos geofísicos analizados (NDVI: índice de vegetación normalizado, NBR: índice normalizado de área quemada, y dNBR: diferencia normalizada de la relación de áreas quemadas), abarcando una superficie de 10 km² en torno a los tres sitios seleccionados (apiarios georreferenciados: AP1, AP5 y AP7).

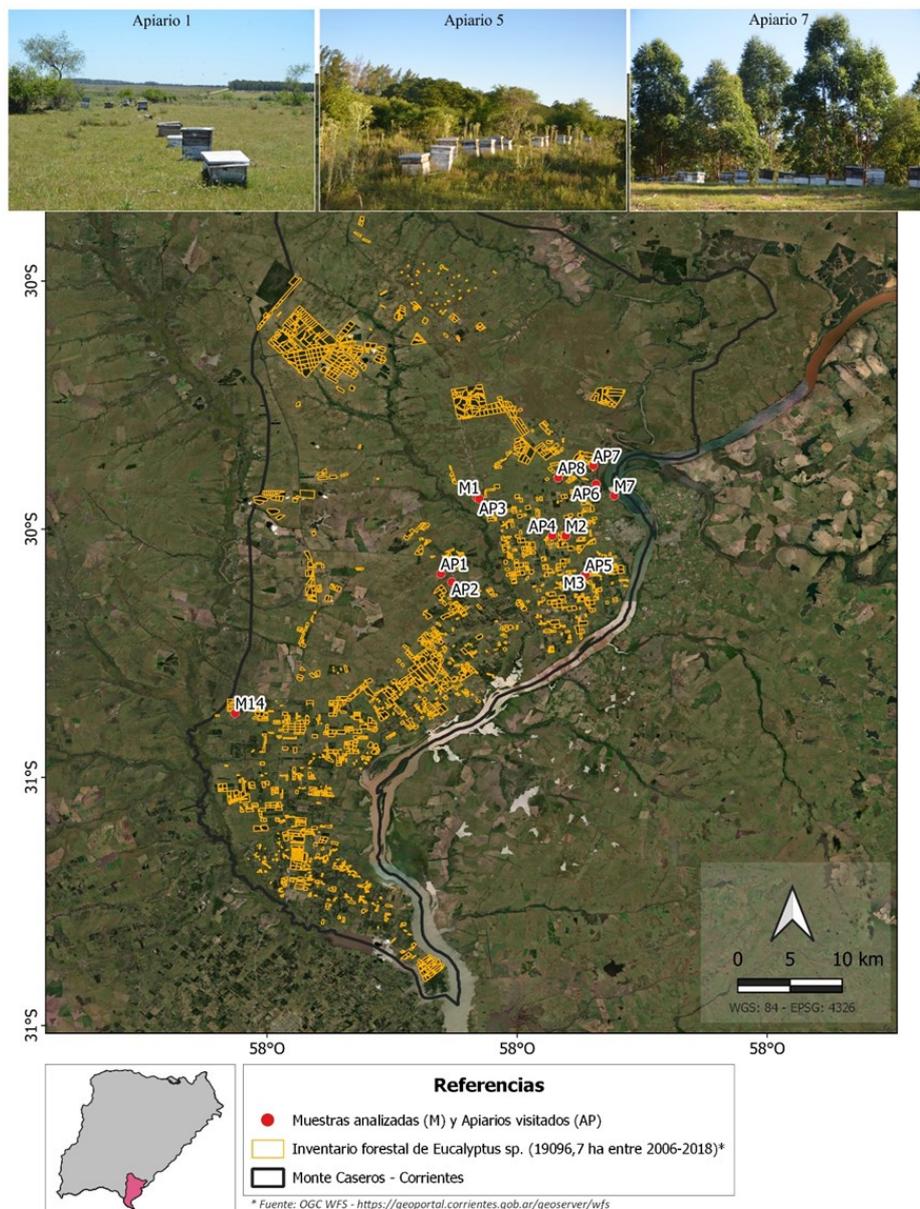


Figura 6. Mapa de procedencia de muestras analizadas (M) y apiarios visitados (AP), superficie forestada de *Eucalyptus* sp. e imágenes de apiarios seleccionados para análisis de índices derivados de sensores remotos.

Tabla 8. Valores de atributos geofísicos analizados de apiarios seleccionados para etapas monotemporales (NDVI y NBR) y bitemporales (dNBR).

Fechas de lectura de imágenes satelitales	Índices	Apiario 1		Apiario 5		Apiario 7	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
24-11-2021	NDVI	-0,33	0,93	0,05	0,90	-0,48	0,94
17-2-2022		-0,10	0,93	0,03	0,92	-1*	0,95
29-11-2022		-0,06	0,93	0,04	0,92	-0,49	0,94
24-11-2021	NBR	0,82	-0,73	0,77	-0,18	0,80	-0,27
17-2-2022		0,89	-0,62	0,78	-0,34	0,91	-1*
29-11-2022		0,81	-0,44	0,78	-0,33	0,82	-0,34
Incendios registrados 2-2022 / pos-incendios 11/2022	dNBR	0,82	-1	0,52	-0,72	0,74	-1,12

Referencia: *: río

En los histogramas presentados, basados en los cálculos del índice espectral NDVI a escala monotemporal (para las tres fechas) para el área del AP1, se observa que los valores más frecuentes son del rango de 0,4 a 0,6 (*vegetación moderada*), aunque para febrero del 2022 el pico de mayor frecuencia coincide con un rango de valores menores 0,2 a 0,3 (*áreas con vegetación escasa*) (Figura 7A). Seguidamente, en los histogramas de NDVI calculados para el AP5, se observa que los valores más frecuentes rondan entre los 0,4 y 0,6 (*vegetación moderada*); siendo más evidentes en febrero del 2022. Se destaca que, para esta área evaluada, no se registraron valores negativos de NDVI (Figura 7B). Por último, en los gráficos correspondientes al AP7 también se observa que valores comprendidos entre 0,4 a 0,6 fueron los más frecuentes en las tres fechas evaluadas. Cabe destacar que el registro de valor más negativo de este índice, observado en el histograma de febrero 2022 (con un valor de -1) corresponde al curso del río Uruguay (lectura de imagen satelital) (Figura 7C).

Por otro lado, el histograma resultante del cálculo del índice NBR a escala monotemporal para el AP1, muestra que los valores entre 0 a 0,2 son los más frecuentes; aunque la mayor frecuencia para febrero del 2022 se desplazan hacia valores negativos (-0,2 a 0) (Figura 8A). En cuanto al comportamiento de los datos obtenidos para el AP5, se destaca que hay una mayor amplitud de valores de NBR con alta frecuencia; los cuales van desde -0,1 (febrero 2022) hasta 0,3-0,4 en las tres fechas (Figura 8B). Por último, en cuanto al AP7, y al igual que los otros escenarios, los histogramas de noviembre 2021 y 2022 son similares entre sí, siendo los valores más frecuentes aquellos que van desde 0,1 hasta ca. 0,6 (Figura 8C).

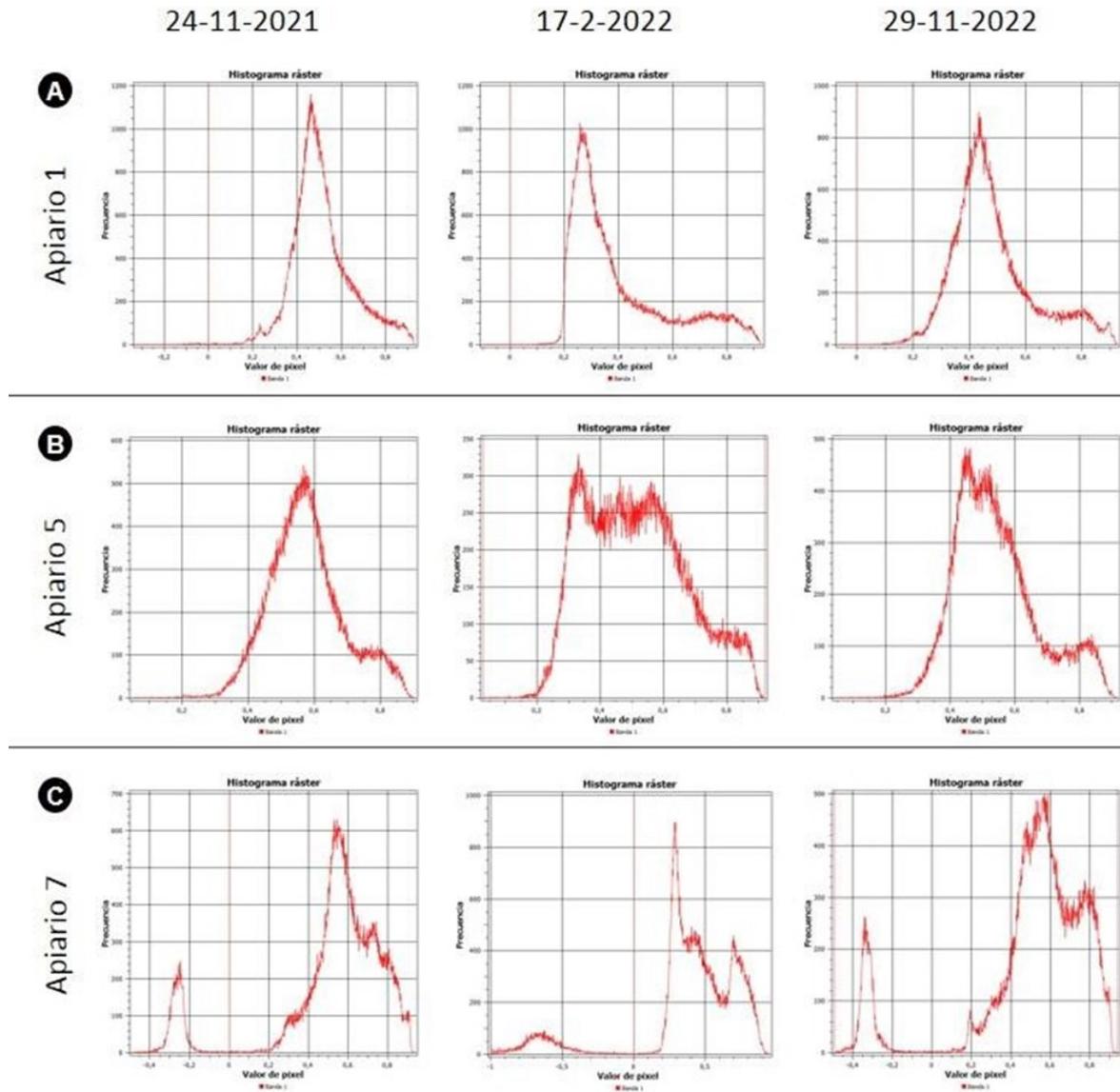


Figura 7. Histogramas de frecuencia de valores del índice espectral NDVI a escala monotemporal. A. apiario 1 (AP1). B. apiario 5 (AP5). C. apiario 7 (AP7).

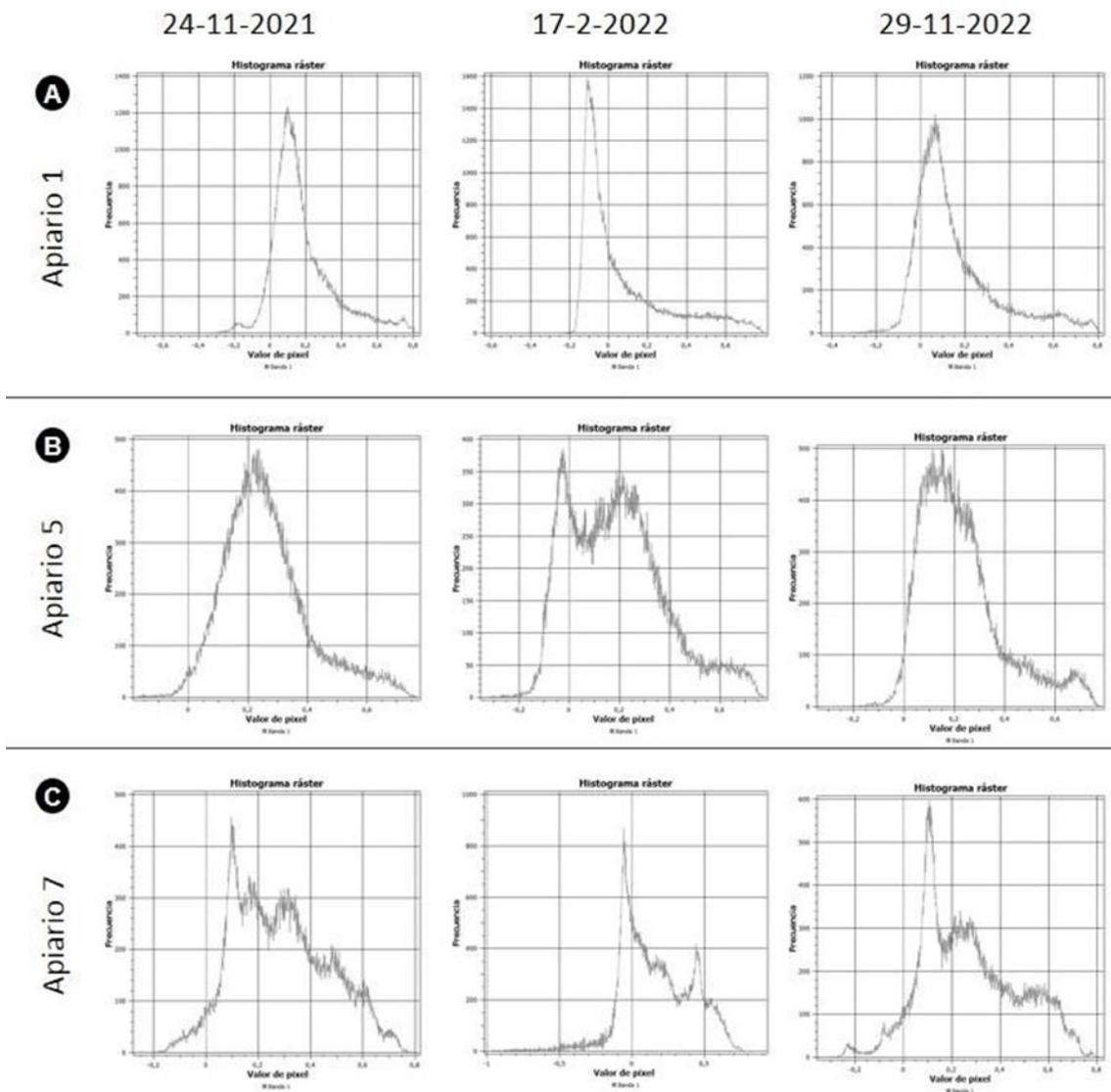


Figura 8. Histogramas de frecuencia de valores del índice espectral NBR a escala monotemporal. A. apiario 1 (AP1). B. apiario 5 (AP5). C. apiario 7 (AP7).

Las siguientes descripciones corresponden al área próxima (500 m²) a los apiarios seleccionados para este análisis.

AP1. El NDVI más bajo fue registrado en febrero del 2022, con un valor de 0,22; mientras que el mayor, de 0,36, fue registrado para noviembre del 2021. Ambos representan áreas con *vegetación escasa*. En relación a la dNBR el rango de valores registrados fue de -0,11 a -0,12, entre febrero y noviembre del 2022; correspondiéndose a la categoría de *recrecimiento bajo post-fuego*. Por otro lado, el valor más alto en escala de severidad de incendios fue de 0,82 (*incendio con severidad alta*), a unos aprox. 800 m al este del apiario (Figura 9).

AP5. Con un valor de 0,27, el NDVI más bajo fue registrado en febrero del 2022; mientras que el mayor, de 0,45 (área con *vegetación moderada*), fue registrado para noviembre del 2021, previo a los eventos de incendios que afectaron la zona. En cuanto a la dNBR el valor más alto en escala de severidad de incendios fue de 0,52 (*incendio con severidad de moderada a alta*), aunque a unos aprox. 530 m al oeste del apiario; siendo el rango de valores próximo éste correspondientes a la categoría de *recrecimiento alto post-fuego* (-0,19 a -0,23) (Figura 10).

AP7. El valor más bajo de NDVI alrededor del apiario 7 (0,30) fue registrado en febrero del 2022; en tanto que el mayor, de 0,42, fue registrado para noviembre del 2022. Ambos valores se corresponden con las categorías de *vegetación escasa a moderada*. En tanto que los valores de la dNBR en torno al apiario rondan entre los -0,019 a -0,14, los cuales se corresponden con la categoría de *recrecimiento alto post-fuego*. Registrándose valores próximos a 0,60 (*incendio de severidad moderada-alta*) sólo en una franja costera de ca. 1 km, a 1000 m al este del apiario (Figura 11).

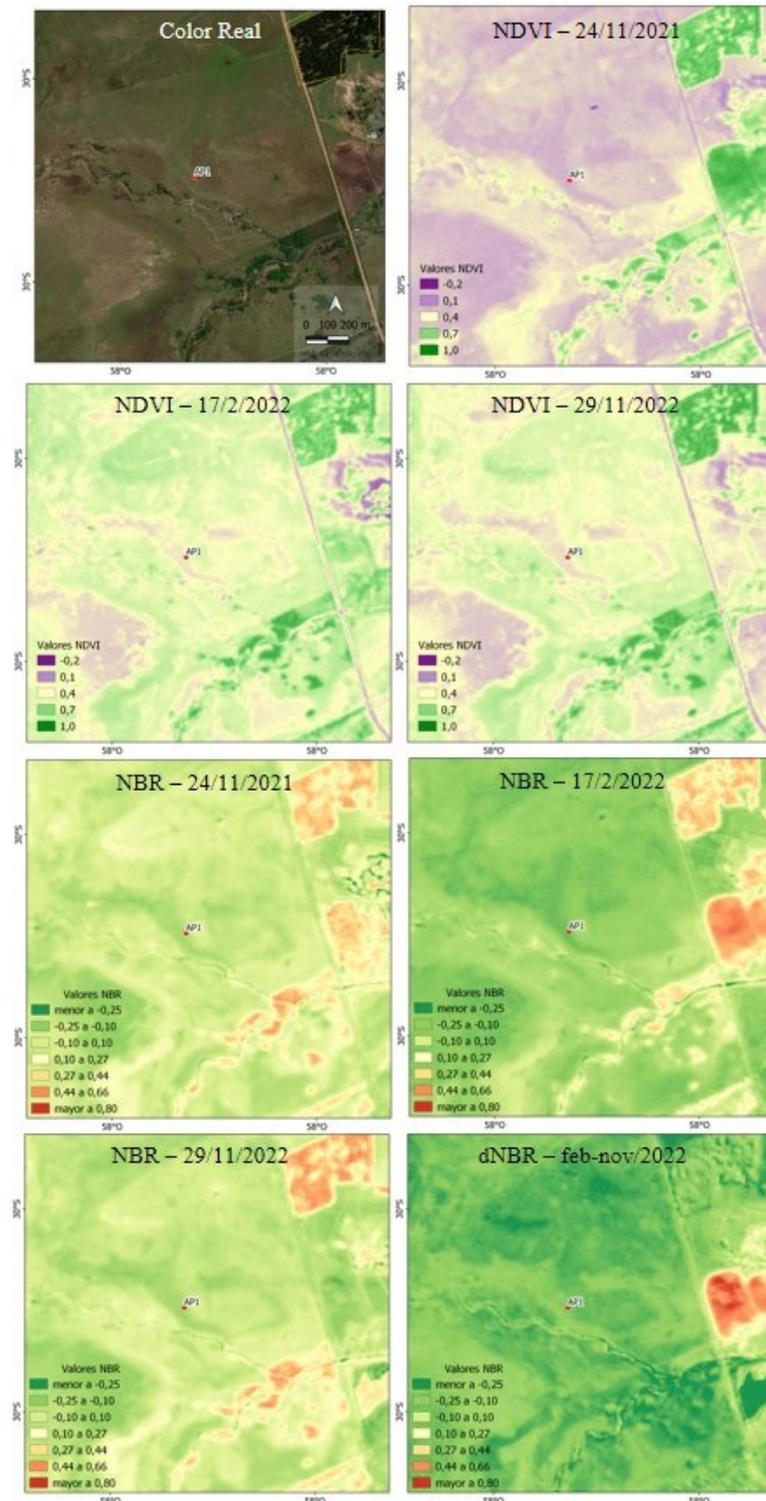


Figura 9. Mapas temáticos del Apiario 1. Índices derivados de sensores remotos: NDVI, NBR y dNBR. *Color real:* capa ESRI mostrando geolocalización del API.

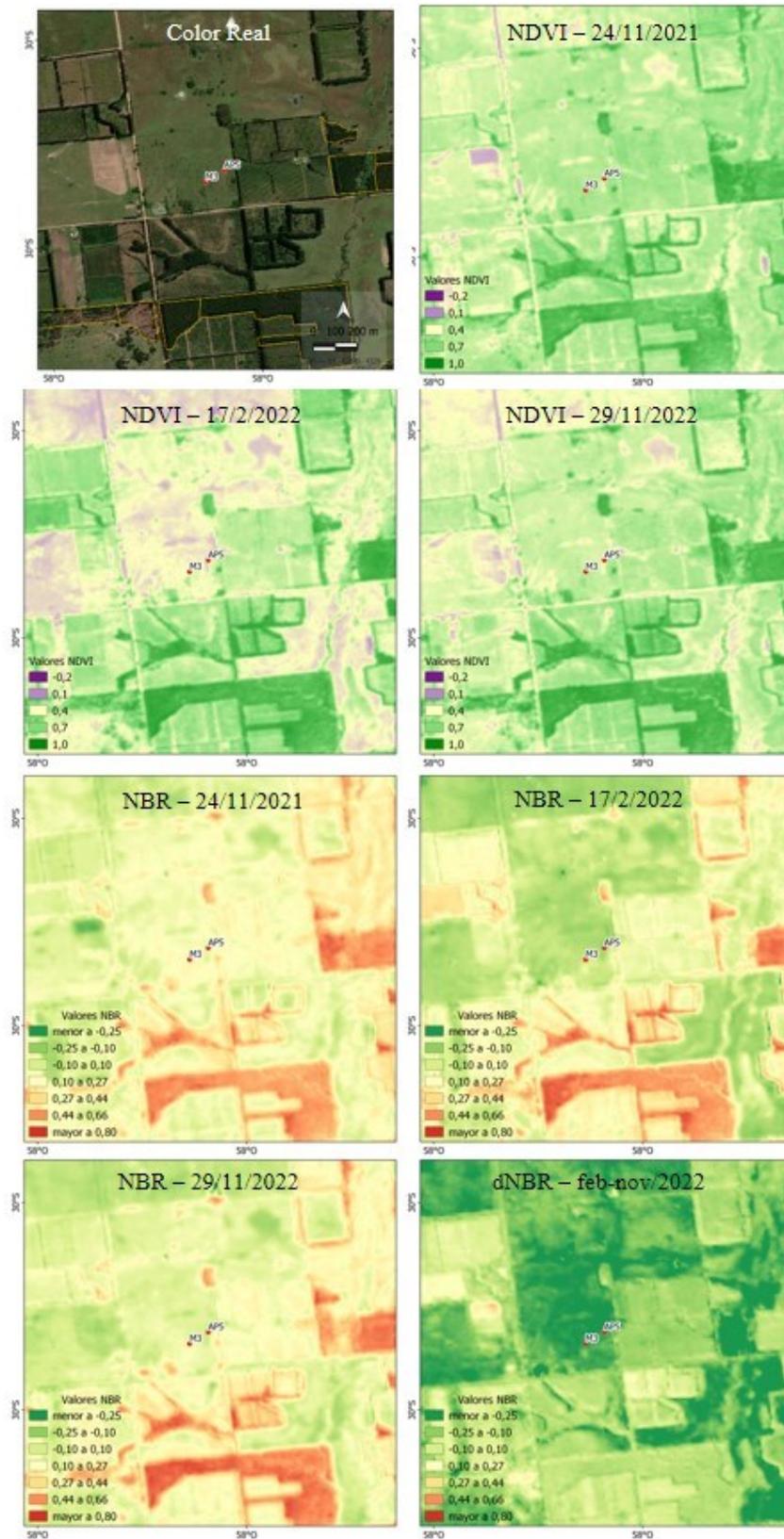


Figura 10. Mapas temáticos del Apiario 5. Índices derivados de sensores remotos: NDVI, NBR y dNBR. *Color real*: capa ESRI mostrando geolocalización del AP5.



Figura 11. Mapas temáticos del Apiario 7. Índices derivados de sensores remotos: NDVI, NBR y dNBR. *Color real*: capa ESRI mostrando geolocalización del AP7.

DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de producción apícola en Corrientes está centrado en el néctar de *Eucalyptus* sp. como materia prima. Asimismo, se considera que el néctar ofrecido por *Citrus* sp. constituye un potencial recurso para la producción de mieles monofloras en la provincia.

Para diferentes regiones de nuestro país, se conocen numerosos estudios centrados en análisis polínicos de mieles monofloras de *Eucalyptus* sp. Al comparar las mieles correntinas, con las producidas en otras regiones, se evidencia una alta representación de especies acompañantes de origen nativo, como por ejemplo *Acicarpa tribuloides* (cardo torito), *Myracruodron balansae* (urunday), varias especies de chilcas, palma (*Butia yatay*), entre otras. Mientras que en otras regiones, como la Pampeana los acompañantes son principalmente especies herbáceas de origen exótico, por ejemplo: *Carduus* sp., *Echium plantagineum*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Helianthus annuus*, *Lotus tenuis*, *Medicago sativa* y *Trifolium repens* (Andrada et al., 1998; Basilio y Romero, 1996; Basualdo et al., 2006; Ciappini y Vitelleschi, 2013; Lusardi et al., 2005; Tellería, 1988; 1992; Valle et al., 2001; 2007). También se registra a *D. tenuifolia* en la región Espinal-Pampa-Monte (Valle et al., 2007) y a *Tamarix gallica* y *M. sativa* para la región Monte (Forcone y Tellería, 1998). Los espectros polínicos actuales de las mieles analizadas (Kühbacher et al., 2022), indican pocas diferencias comparados con resultados publicados anteriormente (Salgado y Pire, 1998; 1999). En cuanto a la representación de la especie *Eucalyptus* sp., de acuerdo al porcentaje de polen, son los más altos respecto a otras zonas, ya que superan el 70%, pudiendo llegar hasta 96% de polen (Tabla 6).

Respecto a mieles de *Citrus* sp., son poco frecuentes los antecedentes publicados para la provincia (Salgado y Pire, 1998; 1999). Según estos, las muestras analizadas fueron categorizadas como “sobre-representadas en cantidad de polen” por tener hasta un 86-94%. Esta sobre-representación, podría atribuirse a las prácticas productivas realizadas por el apicultor; sincronizando la actividad con la floración de la especie en cultivo, a fin de garantizar las características sensoriales dadas por el néctar de citrus y transferidas a la miel.

Cada tipo de miel posee características fisicoquímicas relacionadas con el origen botánico. Varios estudios presentan información sobre características fisicoquímicas acordes al Código Alimentario Argentino enfatizando la calidad. Ciappini (2012) propone que para la evaluación de calidad de las mieles se pueden aplicar distintos sistemas de control de calidad: análisis melisopalínológico, fisicoquímico y sensorial, contribuyendo a caracterizar el producto. Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con lo publicado por Ciappini (2012) y Ciappini et al. (2016), se evidencia una relación entre valores de estudios fisicoquímicos de mieles *Eucalyptus* sp., de la zona Pampeana; excepto en el valor de acidez (zona Pampeana promedio: 20,9-22,3 meq/kg), ya que las mieles correntinas monofloras de esta especie poseen valores más bajos (en este trabajo promedio: 18,10 meq/kg). Por otro lado, los resultados de análisis fisicoquímicos de mieles de citrus producidas en la cuenca apícola correntina N° 5, difieren principalmente por el color ámbar extra claro con valores promedio de 47,8 mm Pfund, hasta de color ámbar con valores máximos de 88 mm Pfund, en comparación con lo registrado por Maldonado et al. (2021) para mieles de azahar producidas en NOA. Las cuales se caracterizan por ser de color muy claro con valores ≤ 30 mm Pfund.

Considerando que la apicultura correntina está estrechamente vinculada a la superficie forestada de *Eucalyptus* y a los cultivos de *Citrus*, los resultados obtenidos mediante el uso de sistemas de información geográfica y sensores remotos permiten lograr una aproximación para la caracterización global del uso del suelo, estado de la vegetación y calidad de recuperación de la cobertura verde, luego de determinados eventos como incendios o quemas. De acuerdo a los valores de NDVI obtenidos para los tres sitios de análisis, se infiere que corresponden a áreas de vegetación escasa a moderada; siendo el paisaje del apiario 7 el que se destaca por los valores más altos de este índice, es decir mayor densidad de hojas verdes, alrededor de los 10 km². Por otra parte, según los valores de dNBR obtenidos para los tres apiarios y teniendo en cuenta las fechas correspondientes a “incendio” y “post-incendio”, la respuesta a la severidad de estos sitios fue de recrecimiento bajo al post-fuego a una severidad moderada a alta.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el desarrollo del presente trabajo, se pueden realizar las siguientes apreciaciones sobre las mieles correntinas:

Origen floral

Se categorizaron 9 mieles monofloras de *Eucalyptus* sp. y 8 monofloras de *Citrus* sp.

Se determinaron 2 mieles polifloras de especies nativas de monte y *Eucalyptus* sp. como polen secundario.

Las familias mejor representadas en el espectro polínico son: Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae y Euphorbiaceae.

Origen geográfico

Las mieles correntinas monofloras de *Eucalyptus* contienen indicadores polínicos que las diferencian de otras obtenidas en otras regiones del país, principalmente especies arbóreas nativas como urunday (*Myracrodruon balansae*) y herbáceas como cardo torito (*Acicarpa tribuloides*) y primavera (*Senecio pteroporus*).

Las mieles correntinas monofloras de *Citrus* contienen indicadores polínicos especies nativas herbáceas como *Acicarpa tribuloides* (cardo torito) y *Scutia buxifolia* (coronillo), y arbóreas como el urunday (*Myracrodruon balansae*).

Calidad fisicoquímica

Los valores obtenidos de las muestras analizadas se encuentran dentro de los parámetros establecidos en el Código Alimentario Argentino.

No se apreciaron diferencias significativas entre los conjuntos de mieles monofloras de cada origen floral.

No se detectó una correlación directa entre las variables polínicas y fisicoquímicas.

Análisis mediante Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos

El uso de SIG y teledetección constituyen valiosas herramientas digitales que, combinadas con observaciones y trabajo a campo, pueden ser aplicadas con éxito para la evaluación de diferentes escenarios en el sector apícola.

El proceso metodológico aplicado en esta oportunidad podrá apoyar futuras investigaciones. Puede ser aplicado en zonas similares al área de estudio y también para realizar estimaciones/predicciones útiles en sistemas productivos combinados (ej. foresto-apicultura) en la provincia de Corrientes.

Finalmente, los resultados presentados constituyen un aporte al conocimiento de las mieles producidas en la provincia de Corrientes y la información generada representa un gran potencial de transferencia al sector apícola de la región en estudio.

Se considera que Corrientes, con sus bosques implantados de eucalipto y la superficie destinada a la producción cítrica, cuenta con un alto potencial para producir miel monofloral de estas especies. La caracterización de las mieles Correntinas permite diferenciarlas de otras regiones, incrementando el valor agregado.

REFERENCIAS

- Andrada, A., Valle, A., Aramayo, E., Lamberto S. y Cantamutto, M.** (1998). Análisis polínico de las mieles de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, 13(3), 265-275.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC).** (2000). *Official method of analysis of AOAC International*. 16th ed. Washington, D.C., USA.
- Basilio, A.M. y Romero, E.J.** (1996). Contenido polínico en las mieles de la región del Delta Del Paraná (Argentina). *Darwiniana*, 34(1-4), 113-120.
- Basualdo, M., Pereda, A. y Bedascarrasbure, E.** (2006). Caracterización botánica y geográfica de mieles de la Cuenca del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35(1), 5-14.



- Belmonte, P.C.** (1996). Sobre la tipificación de una miel procedente de San Miguel de Monte (Pampa Argentina). *Botánica Macaronésica*, 23, 149-154.
- Bogdanov, S., Rouff, K. y Persano Oddo, L.** (2004). Physico-chemical methods of the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35, S4-S17. <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>
- Cabrera, M.** (2006). Caracterización polínica de las mieles de la provincia de Formosa, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 8, 135-142.
- Código Alimentario Argentino (CAA).** Ley 18284. Capítulo X “Alimentos azucarados”. Art. 782-783 (Miel de abeja *Apis mellifera*). Buenos Aires, Argentina.
- Ciappini, M.C.** (2012). *Caracterización palinológica, fisicoquímica y sensorial de mieles de tréboles y de eucalipto producidas en la provincia fitogeográfica pampeana*. [Tesis de Carrera de Doctorado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires].
- Ciappini, M.C. y Paz, N.L.** (2011). Determinación del contenido de Hierro, Cobre y Zinc en mieles monoflorales. XIII Congreso CYTAL – AATA. Buenos Aires, Argentina.
- Ciappini, M.C. y Vitelleschi, M.S.** (2013). Características palinológicas de mieles de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y tréboles (*Trifolium* sp.) provenientes de la Provincia Fitogeográfica Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 45(1), 247-258.
- Ciappini, M.C., Gatti, M.B., Di Vito, M.V., Gattuso, M. y Gattuso, S.** (2007). Characterization of different floral origins honey samples from Santa Fe (Argentina) by palynological, physicochemical and sensory data. *Apiacta*, 43, 25-36.
- Ciappini, M.C., Gatti, M.B., Di Vito, M.V., Baer, J., Bellabarba, M., Erviti, N., Rivero, A. y Sklate Boja, J.M.** (2009a). Mieles de la provincia de Santa Fe (Argentina) determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según Provincias Fitogeográficas Primera Parte. *Invenio*, 12(22), 109-120.
- Ciappini, M.C., Gatti, M.B., Di Vito, M.V., Baer, J., Bellabarba, M., Erviti, N., Rivero, A. y Sklate Boja, J.M.** (2009b). Mieles de la provincia de Santa Fe (Argentina) determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según Provincias Fitogeográficas Segunda Parte. *Invenio*, 12(23), 143-150.
- Ciappini, M.C., Stoppani, F.S., Martinet, R. y Alvarez M.B.** (2013). Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 19, 45-51.
- Ciappini, M.C., Vitelleschi, M. y Calviño, A.** (2016). Chemometrics Classification of Argentine Clover and *Eucalyptus* Honeys According to Palynological, Physicochemical, and Sensory Properties. *International Journal of Food Properties*, 19, 111-123. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1020436>
- Elizondo, M.H.** (2015). Actualización del Inventario de Plantaciones Forestales de la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Provincia de Corrientes. Informe Final. Pp. 97.
- Forcone, A. y Tellería, M.C.** (1998). Caracterización palinológica de las mieles del Valle Inferior del Río Chubut (Argentina). *Darwiniana*, 36(1-4), 81-86.
- Forcone, A. y Tellería, M.C.** (2000). Caracterización palinológica de las mieles de la llanura del Río Senguerr (Chubut-Argentina). *Darwiniana*, 38(3-4), 267-271.
- Gaggiotti, M., Winter, J., Ciappini, M.C., Guitierrez, A. y Apablaza, O.** (2019). I. Análisis Físico-Químico. 9-20. En: Guía para la caracterización de mieles argentinas (Coord. A. Gurini). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. INTA. 50 pp.
- Hauck, V.I.** (2012). Monte Caseros, Corrientes, la del sabor dulce. Centro Regional Corrientes, INTA. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/monte-caseros-corrientes-la-del-sabor-dulce>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).** En Tucumán, promueven la miel monofloral de limón. *Argentina.gob.ar*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/en-tucuman-promueven-la-miel-monofloral-de-limon>
- i-BC S.R.L.** (2018). Actualización del Inventario de Forestal de Bosques Implantados en la Provincia de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Provincia de Corrientes. Informe Final. Pp. 45.
- Key, C.H. y Benson, N.C.** (2006). Landscape assessment sampling and analysis Methods. En D. C. Lutes (Eds.), *Firemon: Fire Effects Monitoring and Inventory System* (pp. LA1 – LA51). Rocky Mountain: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164- CD. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/241688462_Landscape_Assessment_LA_Sampling_and_Analysis_Methods



- Ley Correntina Apícola N° 6025.** Poder Legislativo. Provincia de Corrientes.
- Louveaux, J., Maurizio, A. y Vorwohl, G.** (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.
- Lusardi, M., Prado, D. y Gattuso, S.** (2005). Contenido polínico de las mieles del Sur de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 40(1-2), 1-6.
- Maidana, J.F.** (2004). La miel. Características y composición, análisis y adulteración. CEDIA. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina.
- Malacalza, N.H., Caccavari, M.A., Fagúndez, G. y Lupano, C.E.** (2005). Unifloral honeys of the province of Buenos Aires, Argentine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1389-1396. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2105>
- Markgraf, V. y D'Antoni, H.L.** (1978). *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP).** (2022). Mapa de identidades de miel. Disponible en: <https://magyp.gob.ar/apicultura/mapa.php>
- Maldonado, L.M., Marcinkevicius, K., Salomón, V., Sánchez, A.C., Álvarez, A., Lupo, L. y Bedascarrasbure, E.** (2021). Physicochemical and melissopalynological profiles of *Citrus limon* honey from Tucumán-Argentina. Hesperidin as a suitable marker of floral origin. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 47(3), 315-324.
- Miño, L.M.** (2019). Producción apícola en la provincia de Corrientes. Las abejas ofrecen más que miel. V Congreso Nacional de Derecho Agrario Provincial (Corrientes). 207-217 pp.
- Molina, N.A., Cáceres, S., Aguirre, M.R.A., Beltrán, V.M. y Lombardo, E.P.** (2019). Informe de la citricultura correntina 2018. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista. Hoja de divulgación N° 57.
- Pire, S.M., Anzotegui, L.M. y Cuadrado, G.A.** (1998). Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 1. Ed. EUDENE.
- Pire, S.M., Anzotegui, L.M. y Cuadrado, G.A.** (2001). Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 2. Ed. EUDENE.
- Pire, S.M., Anzotegui, L.M. y Cuadrado, G.A.** (2006). Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 3. Ed. EUDENE.
- Pire, S.M., Anzotegui, L.M. y Cuadrado, G.A.** (2013). Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 4. Ed. EUDENE.
- Portal Turístico Provincial.** (Febrero de 2023). Forestación en Corrientes. <https://www.corrientes.com.ar/provincia/forestacion.php>
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. y Le Thomas, A.** (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, 1-81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>
- QGIS Development Team.** (2023). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>.
- Raschi, A., Romano, E., Castillo, M.V., Vera, N. y Maldonado, L.M.** (2018). Análisis de los sitios reactivos de metilantranilato, un compuesto aromático de las mieles monoflorales de citrus (*Citrus* spp.). XXXIII Congreso Latinoamericano de Apicultura 2018.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA).** Resolución N° 274/95. Sistema de clasificación de la miel teniendo como base su origen botánico. *Boletín Oficial* n° 28268(1):2. República Argentina. Modificatoria de la Res. N° 1051/94. (SAGPyA). (1994). Sistema de clasificación de la miel teniendo como base el origen botánico.
- Salgado, C.R. y Pire, S.M.** (1998). Análisis polínico de mieles del Noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana*, 36(1-4), 87-93.
- Salgado, C.R. y Pire, S.M.** (1999). Contribución al conocimiento del contenido polínico de mieles de Corrientes (Argentina). *Ameghiniana*, 6, 95-99.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).** (2021). HLB Análisis Epidemiológico. Datos a Noviembre 2021, Corrientes. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/corrientes_n2021.pdf



- Stockmarr, J.** (1971). Tablets whit spores used in absolute pollen analysis. *Polen et Spores*, 13, 615-621.
- Tamaño, G., Locaso, D., Bacigalupo, R., Todone, P., Vales, J. y Gómez, M.** (2005a). Características físico-químicas de miel de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) producida en la región de Salto Grande. Actas de las II Jornadas de difusión de Proyectos de Investigación-Extensión INEX – UNER. www.fcal.uner.edu.ar.
- Tamaño, G., Locaso, D., Bacigalupo, R., Vales, J., Gómez, M. y Bordagaray, V.** (2005b). Determinación de hidroximetilfurfural e índice de diastasa como parámetros indicadores de buenas prácticas de manipulación en los procesos de extracción de miel de eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Actas de Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos “Apertura a nuevos procesos, productos e ideas: camino al futuro”- 1er Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías 2005. Mar del Plata.
- Tellería, M.C.** (1992). Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) I: Distrito Oriental. *Darwiniana*, 31(1-4), 345-350.
- Tourn, E., Marconi, A., Galléz, L., Andrada, A. y Confalonieri, A.** (2010). Miel de sudoeste bonaerense: características palinológicas, físico-químicas y perfil de azúcares. Actas XXVIII Congreso Argentino de Química. 4to Workshop de Química Medicinal. Buenos Aires. <http://www.aqa2010.org.ar>.
- UNNE Medios, Generando contenidos.** (29 diciembre 2022). Miel de Corrientes, destacan el potencial de la apicultura en la provincia. <https://medios.unne.edu.ar/2022/12/29/miel-de-corrientes-destacan-el-potencial-de-la-apicultura-en-la-provincia>
- Valle, A., Andrada, A., Aramayo, E. y Lamberto, S.** (1995). Pollen analysis of honeys from Southwest Buenos Aires Province, Argentine. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, 3, 375-383.
- Valle, A., Andrada, A., Aramayo, E., Gallez, L. y Lamberto, S.** (2001). Miel de la región periserrana del Sistema de Ventania, Argentina. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, 16(3), 343-354.
- Valle, A., Andrada, A., Aramayo, E., Gil, M. y Lamberto, S.** (2007). A melissopalynological map of the south and southwest of the Buenos Aires Province, Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5(2), 172-180. <https://doi.org/10.5424/sjar/2007052-237>

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste. Al Consejo Interuniversitario Nacional por el otorgamiento y financiamiento de la Beca EVC – CIN para realizar el trabajo, el cual se enmarcó en un Proyecto de Investigación de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE (PI 20A001) y es desarrollado por el Grupo de Investigación “Polen y Miel de NEA” (Resol. 1016/19 CS UNNE). A la Cooperativa CAEMC Ltda. de Monte Caseros (Corrientes) y a los productores que gentilmente cedieron sus muestras para análisis: de Monte Caseros: Mario Olivieri, Carlos Toriolo, Rafael Zambón, Martín Ferré, Daniel Müller, Sebastián Gutiérrez, Marcelo Carlino, Juan Ponzoni, Javier Brollo y Lucas Ibarrola; de Esquina: Raúl Grandioli y José Pellegrini; de Mburucuyá: Ángel Maculia.