



*ORIGEN
BOTÁNICO Y
EFECTOS
DE MIELES
TÓXICAS*

María Membrive Moyano

Facultad de Farmacia
Universidad de Sevilla

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE FARMACIA
GRADO EN FARMACIA



ORIGEN BOTÁNICO Y EFECTOS DE MIELES TÓXICAS

MARÍA MEMBRIVE MOYANO

Sevilla, 1 de junio de 2021

Departamento: Biología Vegetal y Ecología

Tutora: Rocío Juan Rodríguez

Revisión bibliográfica

RESUMEN

Título del trabajo: Origen botánico y efecto de las mieles tóxicas

La miel es un alimento natural complejo que ha sido utilizado por los seres humanos desde hace miles de años. En general, el consumo de miel tiene efectos nutricionales positivos, pero algunas de ellas pueden ser tóxicas, por lo que su consumo puede llegar a provocar graves problemas de salud. No obstante, la estrategia de usar la miel tóxica en conflictos bélicos con el fin de debilitar a los adversarios debió ser habitual en la Antigüedad.

El origen botánico de este tipo de mieles es diverso, aunque predominan principalmente especies de las familias Ericaceae y Solanaceae. También se han notificado intoxicaciones por mieles procedentes de otras especies como por ejemplo *Turbina corymbosa* (Convolvulaceae), *Melicope ternata* (Rutaceae), *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae), etc.

Se aporta la distribución y descripción de las especies cuyas mieles han provocado un mayor número de intoxicaciones y/o aquellas que se usan de forma tradicional, ya sea con fines medicinales o rituales. Además, se indican los principales usos que han tenido estas mieles a lo largo de la historia, así como los que tienen en la actualidad.

Por otro lado, siempre que ha sido posible, se señala cuál o cuáles son los compuestos responsables de la toxicidad de estas mieles, entre los que han destacado la grayanotoxina, los alcaloides tropánicos, la tutina, la melitoxina o las toxoalbúminas, entre otros. Finalmente, se exponen brevemente los efectos de la intoxicación y algunos casos reportados, además de posibles tratamientos para contrarrestar los síntomas.

Palabras clave: Poisonous honey, honey hunting, intoxication by honey, grayanotoxina, *Ericaceae*, *Solanaceae*

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 ¿Qué es la miel?	4
1.2 Uso histórico de la miel.....	4
1.3 Antecedentes sobre la toxicidad de la miel	5
2. OBJETIVOS.....	7
3. METODOLOGÍA.....	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 Taxones que producen mieles tóxicas	9
4.2 Taxones más representativos	10
4.3 Uso tradicional de las mieles tóxicas.....	15
4.4 Composición química de las mieles tóxicas	20
4.5 Efectos de las mieles tóxicas en los humanos (casos reportados)	23
5. CONCLUSIONES.....	25
6. BIBLIOGRAFÍA	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ¿Qué es la miel?

La miel es un alimento complejo natural formado por una mezcla de carbohidratos, aminoácidos, proteínas, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales (Fig. 1). Químicamente, la miel contiene azúcar (70-80%), agua (10-20%) y en menor cantidad (1%) ácidos orgánicos, minerales, proteínas, compuestos fenólicos y aminoácidos. Estas pequeñas trazas son las que a veces pueden provocar toxicidad (Rasgele y Kekecoglu, 2014).

La miel es producida por las abejas a partir del néctar de las plantas y de la melaza, y se puede consumir sin procesar. Su composición química depende de muchos factores como su madurez, la fuente de néctar o melaza, la especie de abeja, la región geográfica, las condiciones climáticas, procesamiento, y condiciones o tiempo de almacenamiento (Rasgele y Kekecoglu, 2014; Ullah et al., 2018).



Figura 1. Miel de abejas. Fuente: <https://viviendoenlatierra.com/2011/09/07/20-maneras-de-utilizar-la-miel/>

Los azúcares, como principales componentes de la miel, contribuyen a su sabor. Así, la miel con un alto contenido en fructosa (p.e., acacia) suele ser más dulce que las que tienen mayor concentración de glucosa, como la miel de colza (Bogdanov et al., 2008). Sin embargo, otros componentes minoritarios como pigmentos, ácidos, minerales, etc. también son responsables de las diferencias entre los distintos tipos de miel, ya que suelen variar dependiendo de su origen botánico (Bogdanov et al., 2008; Boukraâ y Sulaiman, 2009).

Varios estudios (*in vitro* e *in vivo*) han documentado la importancia de la suplementación dietética con miel natural en el crecimiento de bacterias beneficiosas (Bifidobacterias y *Lactobacillus*) y su efecto prebiótico en el tránsito gastrointestinal (Jones et al., 2011). Otros estudios han mostrado la actividad antibacteriana de la miel *in vitro*, y los estudios de diferentes casos clínicos han demostrado que la aplicación de miel en las heridas cutáneas de los pacientes elimina la infección y mejora la cicatrización (Boukraâ y Sulaiman, 2009).

1.2 Uso histórico de la miel

La historia ha revelado que los seres humanos han utilizado la miel durante miles de años en todas las sociedades del mundo. La miel ha sido mencionada en el Talmud, el antiguo y nuevo testamento de la Biblia y en el Corán (Al-Waili et al., 2012). Fue el único edulcorante conocido por la humanidad durante mucho tiempo y, además uno de los alimentos más antiguos. Esto queda reflejado en las conocidas pinturas del arte levantino, que muestran escenas de abejas y figuras recolectando miel. Una de las más representativas, data entre el 9000 - 6000 a. C., es la que se encuentra en la Cueva de la Araña (Bicorp, Valencia, Fig. 2), que es conocida como símbolo mundial de la apicultura (Becerra, 2008).

Los seres humanos, además han curado sus heridas con miel, y han comerciado con ella desde que se ha registrado la historia. Los arqueólogos han descubierto panales de miel en Egipto que fueron enterrados en las tumbas de los faraones, cuya miel era aún comestible. Según Aristóteles, "comer miel prolonga la vida", mientras que Hipócrates dice "como miel y la uso en el tratamiento de muchas enfermedades porque la miel es un buen alimento y buena para la salud". Por otro lado, Pedanius Dioscórides, un cirujano romano en el ejército, escribió en su libro que "la miel podría usarse como tratamiento para enfermedades del estómago, heridas con pus, hemorroides y tratamiento para dejar de toser" (Nayik et al., 2014).

La miel, también constituía el ingrediente principal de una bebida alcohólica muy popular en el antiguo Egipto, Grecia el Imperio Romano y la Europa medieval, conocida como hidromiel, cuya producción data del 7000 a.C. (Becerra, 2008; Vidrih y Hribar, 2016).

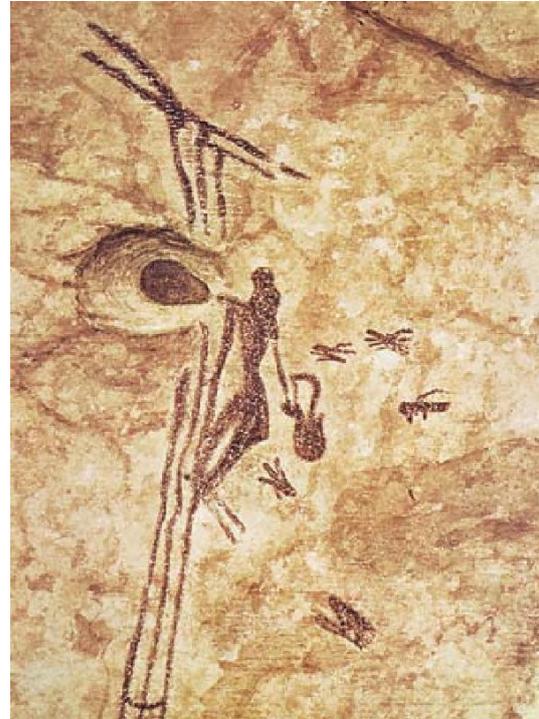


Figura 2. Recolección de miel. Cueva de la Araña (Bicorp, Valencia). Fuente: <https://www.planetbee.org/planet-bee-blog//the-sacred-bee-bees-in-caveman-times>.

La miel jugó, además, un importante papel en la magia y en algunos cultos. Los antiguos egipcios ofrecían miel a sus deidades como sacrificio, y también la usaban en el rito de momificación (Becerra, 2008; Eteraf-Oskouei y Najafi, 2013).

1.3 Antecedentes sobre la toxicidad de la miel

En general, el consumo de miel tiene efectos nutricionales positivos (Bogdanov et al., 2008). Sin embargo, no todas las mieles son comestibles, ya que algunas pueden llegar a tener propiedades tóxicas, pudiendo originar serios trastornos gastrointestinales, cardíacos, respiratorios o neurológicos (Boukraâ y Sulaiman, 2009).

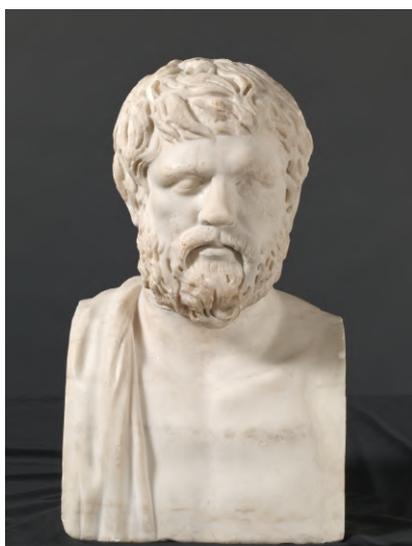


Figura 3. Jenofonte. Fuente: <https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/portrait-of-the-writer-xenophon/90ffdd20-ed7b-4428-8de2-2a00c04fbf42>

La primera referencia histórica sobre una intoxicación por miel fue descrita en el 401 a. C. por Jenofonte, autor ateniense y comandante militar (Fig. 3). Jenofonte relató que los soldados que comieron la miel de la región costera del Mar Negro en Turquía, padecieron un claro estado de embriaguez, vómitos, diarrea, y adquirieron la apariencia de hombres moribundos. No obstante, estos soldados recuperaron el conocimiento en 24 horas, y al cabo de 2-4 días se recuperaban por completo (Cakici, 2017).

La estrategia de utilizar esta miel en conflictos bélicos debió ser habitual. Se sabe que el rey Mitrídates IV, del noreste de Anatolia, la utilizó como arma contra Pompeyo el Grande en el 67 a. C. Siguiendo el consejo de su principal consejero, el médico griego Kateuas, Mitrídates IV hizo una retirada táctica dejando panales que contenían miel tóxica a lo largo del camino por el que avanzaban las tropas romanas. Los romanos iban consumiendo la miel a medida que avanzaban, quedando incapacitados y, siendo así fácilmente vencidos (Becerra, 2008; Gunduz et al., 2008).

En la zona del Cáucaso, tradicionalmente se ha empleado este tipo de miel, conocida como *delibal*, para potenciar el poder embriagante de algunas bebidas alcohólicas. De hecho, en el siglo XVIII se exportaba frecuentemente a Europa, por ser un producto muy requerido por las tabernas, donde se conocía como *miel fou*, es decir miel loca (Becerra, 2008). No obstante, la mitad oriental de Estados Unidos no escapó a episodios de intoxicaciones por miel. En 1794, en la Sociedad Filosófica Estadounidense

(The American Philosophical Society), se leyó una reseña sobre una intoxicación producida por miel en E.E.U.U., aunque no se publicó hasta 1802 (Lampe, 1988).

Durante el siglo XIX, salieron a la luz varias noticias sobre intoxicaciones producidas por mieles en otros países como Brasil, Sudáfrica o Nepal. Sin embargo, no fue hasta finales del siglo XIX cuando se consigue aislar un compuesto tóxico de la miel en la zona del mar Negro, a la que denominaron andromedotoxina, confirmando la toxicidad de algunas mieles según su origen botánico (Wood et al., 1954; Becerra, 2008).

No obstante, no se debe confundir la toxicidad de la miel como consecuencia de su origen botánico con la provocada por un mal almacenamiento o una adulteración intencionada. Esto sucede cuando por ejemplo se añaden altas concentraciones de carbohidratos, como el jarabe invertido de remolacha. Este tipo de adulteración puede representar graves riesgos para la salud, especialmente si son consumidas, sin conocimiento, por diabéticos (Sivakesava e Irudayaraj, 2001). El sobrecalentamiento de la miel, el uso de recipientes metálicos, o un almacenamiento prolongado en malas condiciones hacen que aumenten los niveles de hidroximetilfurfural (HMF), compuesto tóxico producido, sobre todo, por la degradación de la fructosa. Este compuesto, ausente en el néctar y en las mieles frescas, es uno de los parámetros que se usan para determinar la calidad de la miel (Fallico et al., 2004; Islam et al., 2014; Shapla et al., 2018).

Para este trabajo nos vamos a centrar exclusivamente en las mieles tóxicas debido de su origen botánico. Desde el descubrimiento de la andromedotoxina se han realizado numerosos estudios que han ido revelando qué especies son las responsables de mieles tóxicas. Son frecuentes diversos géneros de la familia Ericaceae (*Rhododendron*, *Kalmia* o *Ledum*), o de Solanaceae como *Datura* o *Hyoscyamus* (Gunduz et al., 2008; Islam et al., 2014; Rasgele y Kekecoglu, 2014).

2. OBJETIVOS

Debido a que las aportaciones sobre la existencia de mieles tóxicas están bastante dispersas, y centrada fundamentalmente en el género *Rhododendron*, en esta revisión bibliográfica se han marcado los siguientes objetivos:

1. Inventariar los taxones botánicos (familias, géneros y especies) que producen mieles tóxicas.
2. Caracterizar desde un punto de vista botánico las especies más importantes.

3. Sintetizar la información sobre el uso tradicional de las mieles tóxicas en distintas partes del mundo.
4. Comparar la composición y las propiedades de las especies más destacadas, ya sea por su frecuencia o por su singularidad.
5. Analizar algunos casos reportados sobre los efectos de las mieles tóxicas en humanos.

3. METODOLOGÍA

Para la elaboración de esta revisión bibliográfica se ha llevado a cabo una búsqueda extensa de artículos de diferentes años utilizando las siguientes bases de datos: Google Scholar, PubMed, y Web of Science.

La búsqueda se ha comenzado centrada en el concepto de ‘mieles tóxicas’ como tema general, para ir conociendo su origen botánico. En esta primera búsqueda se le ha dado prioridad a conseguir información sobre todos los taxones que producen mieles tóxicas, su distribución geográfica, efectos sobre el ser humano, etc.

Posteriormente, se ha profundizado la búsqueda en las especies más frecuentes, utilizando como palabras clave “mad honey”, “miel loca” y “grayanotoxin” en las diferentes bases de datos, para profundizar en sus usos tradicionales, composición, propiedades, etc.

Para las descripciones botánicas se han usado distintas floras o artículos taxonómicos. La nomenclatura y las sinonimias de las distintas especies se han verificado mediante “The Plant List”(1)*, una base de datos internacional de nombres de plantas en la que cooperan distintas instituciones como el Real Jardín Botánico de Kew y el de Missousi de St Louis.

Las fotografías del texto se han tomado de internet, indicándose en el pie de imagen la fuente de la que se ha obtenido.

En todas las imágenes empleadas en la elaboración de esta revisión bibliográfica se indica la fuente de donde se ha obtenido, ya que corresponden a algunas páginas de internet o distintos artículos científicos.

*Las referencias electrónicas, salvo las que son exclusivas de los pies de figura, aparecen tras la Bibliografía ordenadas por números siguiendo el orden en que se citan en el texto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Taxones que producen mieles tóxicas

Según la bibliografía consultada, los taxones responsables de producir mieles tóxicas pertenecen a diferentes familias de angiospermas (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de taxones que producen mieles tóxicas

Especie	Familia	Área geográfica	Fuente
<i>Senecio jacobea</i>	Asteraceae	Norteamérica	Deinzer et al. (1977)
<i>Turbina corymbosa</i>	Convolvulaceae	Mesoamérica	Vit y Barrera (2002)
<i>Coriaria arborea</i> <i>Coriaria nepalensis</i> <i>Coriaria japónica</i> <i>Coriaria ruscifolia</i>	Coriariaceae	Nueva Zelanda	Beasley et al. (2018)
<i>Andromeda</i> sp.	Ericaceae	Hemisferio norte	Jaeger (1961)
<i>Kalmia angustifolia</i>	Ericaceae	Norteamérica	Lampe (1988) Yilmaz et al. (2006)
<i>K. latifolia</i>	Ericaceae	Norteamérica	Lampe (1988)
<i>Ledum palustre</i>	Ericaceae	Norte de Europa	Kozlova (1957)
<i>Rhododendron</i> spp.	Ericaceae	Himalaya	Rasgele y Kekecoglu (2014)
<i>R. albiflorum</i>	Ericaceae	Norteamérica	Mejías et al. (2007)
<i>R. ferrugineum</i>	Ericaceae	Europa	Popescu y Kopp (2013)
<i>R. luteum</i>	Ericaceae	Europa Himalaya	Mahomoodally et al. (2020) Neupane et al. (2021)
<i>R. macrophyllum</i>	Ericaceae	Norteamérica	Lampe (1988) Rasgele y Kekecoglu (2014)
<i>R. occidentale</i>	Ericaceae	Norteamérica	Rasgele y Kekecoglu (2014)
<i>R. ponticum</i>	Ericaceae	Europa	Erfmeier et al. (2009)
<i>R. simsii</i>	Ericaceae	Himalaya	Neupane et al. (2021)
<i>Tripetaleia paniculata</i>	Ericaceae	Japón	Kohanawa (1957)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	Estados Unidos	Vit y Barrera (2002)
<i>Gelsemium sempervirens</i>	Gelseminaceae	Carolina del Sur	Kebler (1896) Vit y Barrera (2002)
<i>Melicope ternata</i>	Rutaceae	Nueva Zelanda	Espina-Pérez y Ordetx-Ros, 1983 Islam et al. (2014)
<i>Serjania lethalis</i>	Sapindaceae	Brasil	Islam et al. (2014)
<i>Atropa belladonna</i>	Solanaceae	Hungría	Ott (1998)
<i>Datura metel</i>	Solanaceae	México y Hungría	Reid (2008)
<i>D. stramonium</i>	Solanaceae	Sudamérica	Marciniak y Sikorski (1972)
<i>Hyoscyamus niger</i>	Solanaceae	Hungría	Ott (1998)
<i>Turbina corymbosa</i>	Solanaceae	Mesoamérica	Carod-Artal (2015)

Como se puede apreciar en la tabla, las principales familias cuyas especies producen mieles más o menos tóxicas son *Ericaceae* y *Solanaceae*. En la familia *Ericaceae* las especies más destacadas son *Rhododendron ponticum*, *R. luteum*, *R. albiflorum*, *R. macrophyllum*, *Kalmia angustifolia*, *K. latifolia* y *Ledum palustre*. En cuanto a la familia *Solanaceae* predominan *Datura stramonium*, *D. metel* e *Hyoscyamus niger*.

4.2 Taxones más representativos

Las especies más frecuentemente reportadas son las del género *Rhododendron* y *Kalmia*, concretamente *Rhododendron albiflorum*, *R. luteum*, *R. ponticum*, *R. simsii*, *K. angustifolia* y *K. latifolia*. No obstante, la miel procedente de *Turbina corymbosa*, al igual que la de rododendro, se ha usado de forma tradicional por sus propiedades singulares. Por ello, estos serán los taxones que se traten con mayor profundidad en este apartado.

Género *Rhododendron* L.

Este género pertenece a la familia *Ericaceae*, e incluye alrededor de 850 especies en el mundo, divididas en ocho subgéneros: *Azaleastrum* Planch., *Candidastrum* Franch., *Hymenanthes* (Blume) K. Koch, *Mumazalea* (Sleumer) W.R. Philipson & M.N. Philipson, *Pentanthera* (G. Don) Pojarkova, *Rhododendron*, *Therorhodion* (Maxim.) A. Gray and *Tsutsusi* (Sweet) Pojarkova (Brown et al., 2006).

Este género se considera un taxón relicto del Terciario, con una distribución circumboreal en el hemisferio norte. Más tarde, la colisión de la placa india y la placa auroasiática dio lugar a las montañas del Himalaya. El cambio de las condiciones climáticas seguido de la escala de tiempo geológico contribuyó a generar un cambio en la distribución de numerosas especies, entre las que se encuentra *Rhododendron*. En definitiva, la cordillera del Himalaya podría haber sido un corredor importante para la dispersión de especies vegetales, ya que conecta muchas regiones florísticas y reinos biogeográficos, ejerciendo por ello, un papel fundamental en la biogeografía de las especies (Namgay y Sridith, 2020).

Distribución: La mayoría de las especies se encuentran en las laderas de los valles profundos que bordean el este del Himalaya y el sureste del Tíbet, o en las cadenas montañosas que forman la columna vertebral del archipiélago que se extiende entre el continente asiático y Australia: las islas de Java, Sumatra, Borneo, Nueva Guinea y Filipinas. El resto de las especies, aunque en número mucho menor, se distribuyen mucho más ampliamente en el hemisferio norte, y se encuentran aisladas unas de otras: Japón, el noroeste de América del Norte, los Apalaches, y montañas del Cáucaso (Irving y Hebda, 1993).

Descripción: Árbol, arbusto o subarbusto perennifolio o caducifolio, de hasta 7 metros de altura. Tallos erectos o rastreros. Ramas glabras o con pelos. Hojas simples pecioladas, alternas; limbo coriáceo o membranoso con márgenes enteros, planos o revolutos. Inflorescencias en racimos terminales, a veces axilares, generalmente con 3-35 flores. Flores pentámeras, actinomorfas o \pm zigomorfas, hermafroditas, con o sin perfume. Cáliz generalmente con 5 piezas más o menos soldadas. Corola de acampanada a infundibuliforme, generalmente con 5 pétalos, más o menos connados; caduca después de la floración. Androceo con 5-12 (-20) estambres, insertos o exsertos. Gineceo con ovario súpero, generalmente pentalocular; estigma capitado. Fruto capsular con dehiscencia septicida; glabro o con indumento. Semillas muy pequeñas, planas, de elipsoideas a fusiformes, y más o menos aladas (Gómez, 1994; Judd y Kron, 2008; Sawidis et al., 2011, Zhang et al., 2008).

Clave de las especies de Rhododendron más relevantes (Fig. 4)

- 1.- Inflorescencias axilares con 1-2 flores blancas *R. albiflorum*
- 1.- Inflorescencias terminales con al menos 3 flores de otro color2
- 2.- Arbusto caducifolio. Flores amarillas *R. luteum*
- 2.- Arbusto perennifolio o semiperennifolio. Flores rosadas3
- 3.- Limbo de las hojas de hasta 7 cm. Cápsula densamente estrigosa.....*R. simsii*
- 4.- Limbo de las hojas >7cm. Cápsula glabra *R. ponticum*

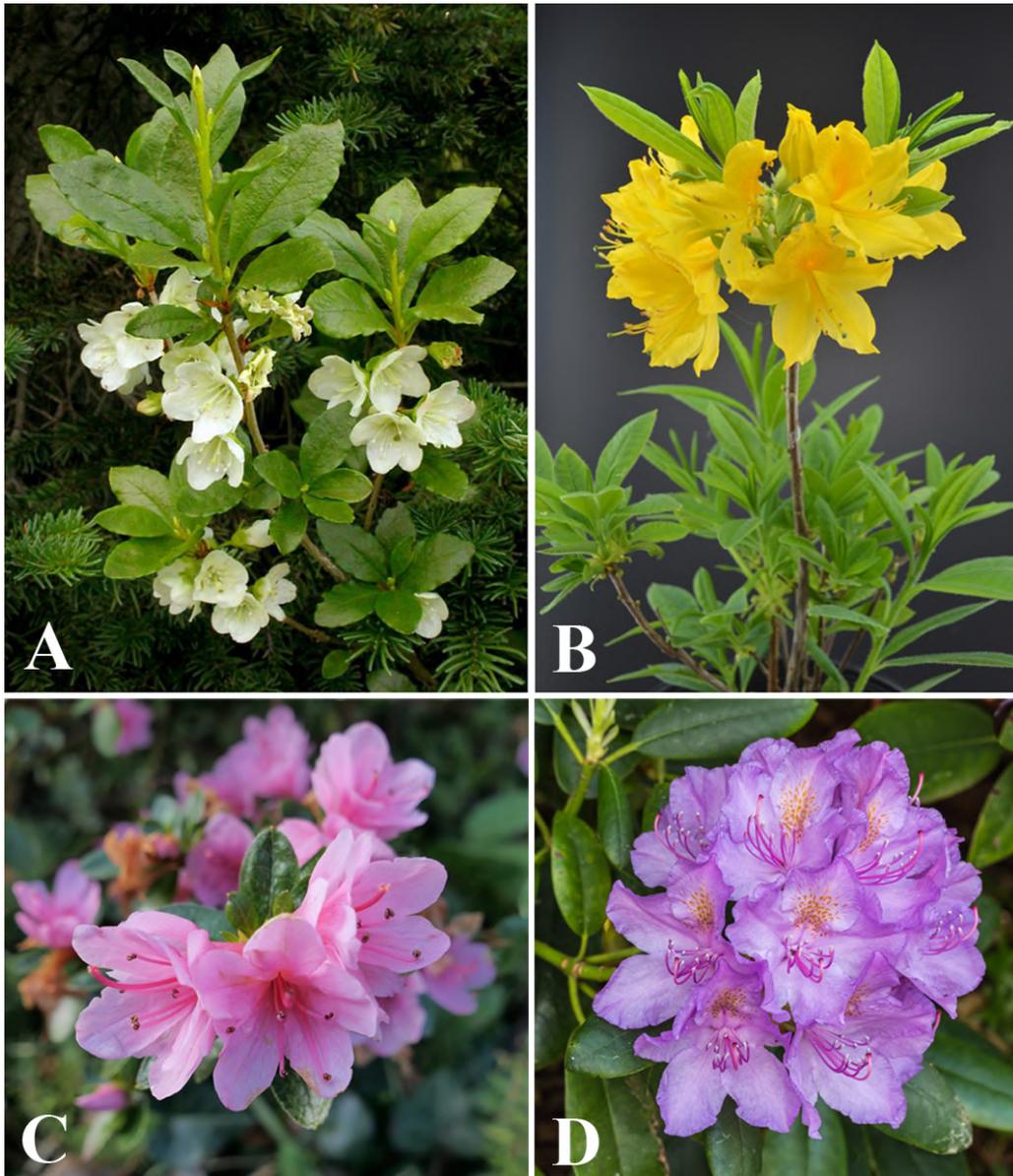


Figura 4. Aspecto de *Rhododendron albiflorum* (A), *R. luteum* (B), *R. simsii* (C), *R. ponticum* (D). Fuentes: <http://biology.burke.washington.edu/herbarium/imagecollection/taxon.php?Taxon=Rhododendron%20albiflorum>; <https://www.bloomriver.com/rhododendronluteum>; <https://identify.plantnet.org/es/weurope/observations/1009630217>; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhododendron_ponticum_actm_04, respectivamente.

Género *Kalmia* L.

Este género también pertenece a la familia *Ericaceae*, e incluye 10 especies de arbustos generalmente perennifolios (Southall y Hardin, 1974).

Distribución: La mayoría de las especies de este género se distribuye principalmente por zonas de Norte América como Canadá, Alaska y Carolina del Norte, y el oeste de Cuba (Jaynes, 2009).

Descripción: Arbusto (raramente árboles en *K. latifolia*). Ramas glabras, pulverulentas o glandulares, a veces glabrescentes. Hojas persistentes, alternas, opuestas o en verticilos

de 3; pecioladas, limbo generalmente coriáceo con margen entero. Inflorescencias axilares o terminales, racimos, umbelas, panículas o fascículos, de 2-40 flores, a veces flores solitarias; conjunto de brácteas y sépalos no diferenciados. Flores hermafroditas, actinomorfas. Cáliz persistente, sinsépalo con los (4-) 5 lóbulos profundamente hendidos. Corola con 5 pétalos soldados, de rotácea a campanulada; habitualmente con 10 pequeños sáculos en los que las anteras se mantienen en tensión; de color púrpura, rosa o blanca. Androceo con 10 estambres incluidos, con filamentos generalmente peludos en la base. Gineceo con (2-) 5 lóculos; estilo incluido (rectos o doblados) y 5 estigmas. Frutos en cápsulas con 5 valvas, subglobosos. Semillas generalmente aladas con testa reticulada (Southall y Hardin, 1974; Liu et al., 2009).

El género *Kalmia* se reconoce fácilmente debido a la presencia de 10 pequeños sáculos en los lóbulos de los pétalos (Fig. 5). Además, los datos moleculares (*rbcL* e ITS), respaldan el grupo de especies de este género. Sin embargo, pocos caracteres florales son útiles para diferenciar las especies debido a la variabilidad observada dentro de las especies e incluso poblaciones (Gillespie y Kron, 2013).

Clave de las especies de Kalmia más relevantes (Fig. 5)

- 1.- Hojas alternas, de 3-5 cm de anchura. Inflorescencias en panículas. Tubo de la corola de 9-11,5 mm de longitud. Cápsula de 5-6 mm de diámetro..... *K. latifolia*
- 1.- Hojas opuestas o en verticilo de 3, de 2-2,5 cm de anchura. Inflorescencias en racimos corimbiformes. Tubo de la corola de 3-3,5 mm de longitud. Cápsula de 3-3,5 mm de diámetro*K. angustifolia*

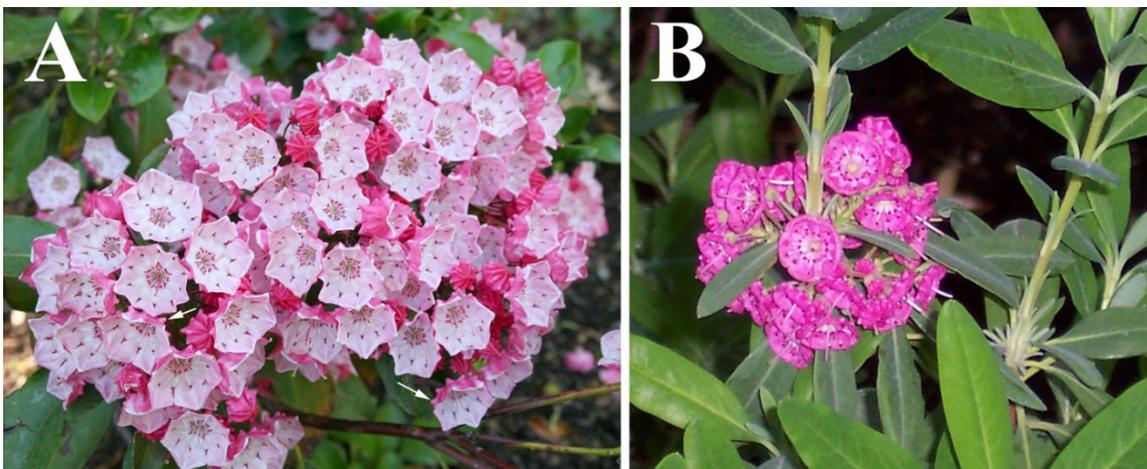


Figura 5. Aspecto de *Kalmia latifolia* (A) y *K. angustifolia* (B). Fuentes: https://en.wikipedia.org/wiki/Kalmia_latifolia y https://en.wikipedia.org/wiki/Kalmia_angustifolia, respectivamente.

***Turbina corymbosa* (L.) Raf.**

Esta especie pertenece a la familia Convolvulaceae, y es conocida como “ololiuhqui”.

Distribución: Es nativa de las Indias Occidentales, México y zona tropical de América del Sur. También se extiende por Florida, Hawái, algunas otras islas del Pacífico y Australia (Francis, 2004).

Descripción: Hierba perenne trepadora de hasta 10 m de altura. Tallos glabros, profundamente fisurados cuando son viejos, pudiendo alcanzar 2,5 cm de diámetro. Hojas alternas, pecioladas, cordadas en la base y ápice agudo; con haz y envés verde brillante. Inflorescencias corimbiformes en las axilas de las hojas. Flores hermafroditas, actinomorfas, con corola infundibuliforme. Cáliz con 5 sépalos libres, desiguales. Corola con 5-pétalos soldados, de 2,5 a 3 centímetros, blancos, con una garganta roja o púrpura y rayas verdes o verdosas grises. Androceo con 5 estambres insertos en el tubo de la corola. Gineceo formado por 2-3 carpelos soldados; ovario súpero. Fruto cápsula de ovada a globosa, de dehiscencia loculicida (Francis, 2004; Carod-Artal, 2015) (Fig. 6).



Figura 6. *Turbina corymbosa*. Fuente: <https://www.ubuy.co.th/en/catalog/product/view/id/6373080/s/100-seeds-rivea-corymbosa-turbina-corymbosa-seeds-ololiuhqui-by-asklepios-seeds>.

4.3 Uso tradicional de las mieles tóxicas

Los seres humanos han utilizado productos de las abejas como la miel durante miles de años en todo el mundo por su valor nutricional y medicinal. A pesar de su utilidad, se sabe que la miel causa ciertos daños. El néctar de ciertas plantas produce tóxicos, en ocasiones fatales para los humanos (Viuda-Martos et al., 2008).

La mayoría de los estudios sobre mieles tóxicas corresponden a las obtenidas de diversas especies de *Rhododendron*. Se trata de una miel monofloral obtenida a partir de las flores de diferentes especies de rododendros. Mientras que en la zona de Turquía predominan *R. ponticum* y *R. luteum*, en América son frecuentes *R. albiflorum*, *R. occidentale* y *R. macrophyllum*, y en la zona del Himalaya *R. simsii*, entre otros (Erfmeier et al., 2009; Rasgele y Kekecoglu, 2014; Neupane et al., 2021). Esta miel es conocida como miel loca, y es muy apreciada por sus propiedades medicinales particularmente en dos regiones de la Tierra: Turquía y en la cordillera del Himalaya (Neupane et al., 2021).

La miel loca o miel del rododendro es una miel amarga, generalmente de color marrón rojizo con un sabor fuerte que es irritante para la garganta. Esta miel se utilizaba como tratamiento para diferentes fines, pero cuando se consume en cantidades de 5-30 g puede provocar intoxicación. Aunque, debido al hecho de que no hay una cantidad estándar de toxina por gramo, la cantidad de miel que provoque la toxicidad puede ser diferente (Cakici, 2017).

El uso de este tipo de miel en ciertas bebidas, ya fue indicada por Homero en *La Iliada*. En ella, se hace referencia a una *miel amarillenta* o *verde* (según el traductor), con la que Hecamede, la esclava de Néstor, prepara una bebida destinada a un grupo de aqueos que llegaron para verle. En *La Odisea*, Homero también hace referencia a esta miel verde, durante el episodio en que Circe transforma a los compañeros de Ulises en cerdos al ofrecerle una serie de bebidas y manjares, incluyendo esta miel (Becerra, 2008). Con todas las referencias a este tipo de miel en la Antigüedad (Homero, Jenofonte, el rey Mitrídates) no es de extrañar que esta miel se siguiera usando para intensificar ciertas bebidas (*delibal*), sobre todo en Turquía (Fig. 7), que tiene una amplia región rica en *Rhododendron* y que se extendiera a Europa como se ha indicado en el apartado de Introducción.

A pesar de su toxicidad, distintas especies de rododendros se han usado en medicina alternativa para múltiples dolencias, como patologías inflamatorias, síntomas del resfriado común, desórdenes gastrointestinales, problemas de la piel y asma. En la

medicina tradicional turca también se ha usado como diurético, analgésico contra dolores reumáticos y para infecciones fúngicas del pie (Popescu y Kopp, 2013).



Figura 7. Miel loca de Turquía. Fuente: <https://www.etsy.com/es/listing/815508353/miel-loca-turca-1000-gramos-22-libra-de>

Esta miel, producida localmente en la región del Mar Negro, es consumida ampliamente. En general, los apicultores venden sus propias mieles no procesadas en mercados regionales y locales. Se trata de una miel cruda, no procesada ni regulada. Ellos venden la miel directamente a los consumidores, sin que intervengan intermediarios (Dermir et al., 2011).

Algunos apicultores turcos cultivan a propósito la miel loca para usarla como un producto alternativo para la salud. En Turquía, se cree que esta miel, en pequeñas cantidades, promueve la salud general. Aunque como la cantidad de toxina puede variar enormemente, es frecuente que se produzcan intoxicaciones por la ingestión de esta (Gunduz et al., 2008).

Es evidente, que las plantas contienen numerosos compuestos que cuando son beneficiosos para los humanos son catalogados como “medicinales”, y cuando son perjudiciales son considerados “venenosos”. Los productos secundarios derivados de las plantas como la miel, pueden contener un número de compuestos que dependiendo de su concentración y aplicación pueden ser considerados medicinales o venenosos (Viuda-Martos et al., 2008).

Algunos informes atribuidos inicialmente a Aristóteles (Pseudoaristóteles), ya hablan sobre las peculiaridades de la miel del Ponto que vuelve locos a los hombres sanos pero que cura inmediatamente a los epilépticos. Posteriormente, Plinio el Viejo (23-79 d.C.) dice que ingerida con vino es un buen remedio para las indisposiciones causadas por el consumo de pescado, y que mezclada con *Aloe* cura los hematomas. Dioscórides (40-90 d.C.) también menciona que la miel loca producida en Heraclea del Ponto tiene cualidades medicinales, y que puede curar quemaduras y magulladuras. Hay una gran laguna acerca de este tipo de miel, pero a finales del siglo XIX y principio del XX un viajero griego describió como los monjes del Monasterio de Sumela (Fig. 8) solían producir y consumir miel loca (Harissis y Mavrofridis, 2013).



Figura 8. Monasterio de Sumela cercano a la ciudad de Trabzon (Turquía). Fuente: <https://www.lavanguardia.com/ocio/viajes/20180615/45120317771/monasterio-tuco-clavado-acantilado.html>.

Algunos estudios mencionan el uso tradicional de esta miel como remedio para trastornos gastrointestinales como gastritis, úlceras pépticas, dolor abdominal e indigestión (Gunduz et al., 2006), hipertensión (Gunduz et al., 2007; Demir et al. 2011), resfriados y varios tipos de infecciones virales (Aleyev, et al., 2009), como analgésico (Gunduz et al., 2008), para disminuir la glucemia (Öztaşan et al., 2005), y como estimulante sexual (Demir Akca y Kahveci, 2012; Bostan et al., 2010; Yarlioglu et al., 2011).

De acuerdo con los datos aportados, el motivo más frecuente en todos los grupos de edad para consumir miel loca fue el tratamiento de los trastornos gastrointestinales, seguido del tratamiento de los trastornos sexuales para ambos sexos en los grupos de edad menores de 60 años, y de la regulación de la glucosa en sangre en los de más de 60 años. Otras razones para comprar miel loca fueron la artritis y la hipertensión (Demir Akca y Kahveci, 2012).

En la zona del Himalaya hay que destacar a los Gurung, que son una tribu nepalí reconocida por ser recolectores de miel alucinógena mediante prácticas muy peligrosas. Esta práctica se lleva a cabo en escarpados acantilados, donde la abeja melífera del Himalaya (*Apis laboriosa*), con un tamaño de hasta 3 cm de largo, establece sus codiciados panales. Esta miel procede fundamentalmente de los rododendros que crecen en la zona, generalmente, a una altitud de entre 850-3500 m.s.n.m. (Neupane y Malla, 2021). Todo el proceso se puede visualizar en el documental *Hallucinogen Honey Hunters* realizado por Raphael Treza en 2011(2).

El método de recolección de la miel de los Gurung consiste en construir en la base de la roca una especie de madera con follaje cortado debajo del panal que van a recolectar, de modo que al quemarlo el humo se eleva y dispersa a las abejas facilitando así la labor. Muchos hombres de la tribu han muerto al caerse de la escalera, por lo que ponen su vida en peligro al intentar recolectar este tipo de miel (Fig. 9) (Strickland, 1982).



Figura 9. Cazadores de miel en Nepal. Fuente: <https://www.theguardian.com/travel/gallery/2014/feb/27/honey-hunters-nepal-in-pictures>.

Los pobladores del Nepal han usado esta miel desde siempre como jarabe para la tos, como antiséptico, y como medicamento adicional, mientras que la cera de estas abejas la han usado como adhesivo, y sola o mezclada con otras sustancias para el cuidado de la piel. El uso de esta miel y las intoxicaciones provocadas por su consumo, debido a sus cualidades alucinógenas y psicodélicas, es ampliamente conocido. Sin embargo, en los últimos años el uso controlado de esta miel purificada y administrada en dosis adecuada podría usarse como un nuevo fármaco novedoso para tratar varios trastornos neurolépticos (Roy et al., 2019).

Desde el año 1998 el gobierno de Nepal ha establecido un programa de conservación para promover el ecoturismo. Dicho programa se denomina “abejas gigantes y cazadores de miel del Himalaya”, y consiste en mostrar a los turistas como se lleva a cabo esta actividad en los acantilados escarpados. El departamento de turismo

coloca letreros a lo largo de las rutas de senderismo, y anuncia los lugares y horarios en los periódicos locales. De esta manera, el Gobierno, además de promover el turismo que genera ingresos en el país, también ha ayudado a preservar el arte de la caza de la miel del Himalaya, el cual posiblemente sólo es patrimonio nacional en Nepal (Thapa, 2001).

Esta miel entró en Europa hace unos 10 años. En España, el Ministerio de Sanidad dio el visto bueno a una compañía murciana que vende esta miel, y que figura en el registro de empresas alimentarias de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria, aunque la Comisión Europea se plantea su prohibición (3).

Aunque en la provincia de Cádiz (Sierra del Aljibe, Campo de Gibraltar) y en el extremo occidental de la provincia de Málaga, así como en algunas Sierras de Portugal se encuentra *R. ponticum* (Gómez, 1994), no se tiene constancia de la producción de ningún tipo de miel en la zona con características semejantes a la que se produce en Turquía o el Himalaya.

Pese a que se ha informado de intoxicaciones por miel en diversos puntos del planeta, con diferente origen botánico, apenas se han encontrado evidencias de que se usen con un propósito medicinal o recreativo, salvo en los casos mencionados de Turquía y del Himalaya. No obstante, parece que en Mesoamérica hay alguna mención.

En Mesoamérica, un grupo de indígenas usan la miel que procede de *Turbina corymbosa*, que consideran embriagadora, para elaborar una potente bebida hidromiel conocida como *balché* o *x-taabentun* (en Yucatán, Fig. 10), ya que es una miel rica en alcaloides psicotrópicos (Ott, 1998).



Figura 10. *Balché*, bebida ceremonial de origen prehispánico. Fuente: <https://cervezal.blogspot.com/2019/07/balche.html>

Turbina corymbosa, también conocida como vid de Navidad, se cultiva a veces como ornamental, por los racimos de flores blancas y perfumadas que produce a principios del invierno. El néctar recogido de sus flores, produce una de las mejores mieles, mientras que los extractos de las semillas se utilizan como analgésico en la medicina tradicional. Particularmente, sus semillas fueron valoradas como alucinógeno sagrado por algunas tribus de Mesoamérica como los Chinantec, Mazatec, Mixtec, Zapotec y otros grupos del sur de México en tiempos precolombinos. Todavía son cultivadas y usadas en la actualidad en prácticas de brujería y para ayudar a adivinar el

futuro. Las alucinaciones pueden durar unas 3 horas, pudiendo generar efectos secundarios (Francis, 2004). Aunque no se han encontrado estudios que lo certifiquen, probablemente la miel procedente del néctar y/o polen de esta especie también contengan una composición similar al que presentan sus semillas, confiriéndole las propiedades alucinógenas e intoxicantes (Ott, 1998; Quintanilla y Spencer, 2012).

4.4 Composición química de las mieles tóxicas

La composición y propiedades de las mieles dependen de las flores que visiten las abejas y del clima del área donde la miel está siendo recolectada. Además, el procesamiento, manipulación y almacenamiento, puede influir también en su composición (Chow, 2002; Andrew et al., 2004).

Se ha comprobado que ciertos tipos de néctar de flores dan como resultado una miel que es psicoactiva y que puede llegar a ser tóxica, aunque es inocua para las abejas y sus larvas (Mayor, 1995). Este tipo de mieles se suele dar cuando las abejas se alimentan de flores de las familias Ericaceae y Solanaceae, por lo que la toxicidad se atribuyó a diversos compuestos presentes en su néctar, como solanina, glucoalcaloides, saponinas, sustancias similares a la atropina y grayanotoxinas (GTX) (White y Riethof, 1959; Palmer-Jones, 1965).

En el caso concreto de la miel loca o miel del rododendro, la toxicidad es causada por el contenido en grayanotoxina de las flores que la producen, también llamada andromedotoxina, acetlandromedol o rodotoxina. La miel producida en primavera es más tóxica, ya que suele contener concentraciones mayores de grayanotoxina que en otras estaciones del año (Demir et al, 2011).

La estructura química de la grayanotoxina (Fig. 11) ha sido completamente dilucidada como un diterpeno, un hidrocarburo cíclico polihidroxiado con una estructura de anillo 5/7/6/5 que no contiene nitrógeno. Se han aislado más de 25 isoformas de la grayanotoxina del rododendro. Especialmente la grayanotoxina I, II y III, son los 3 isómeros tóxicos que han demostrado ser de particular relevancia en los casos clínicos notificados (Jansen et al., 2012).

La grayanotoxina se encuentra en las mieles de algunas especies de la familia Ericaceae como *R. luteum*, *R. ponticum*, *R. albiflorum*, *R. macrophyllum*, *R. occidentale*, *Andromeda* sp., *K. angustifolia*, *K. latifolia*, *Ledum palustre* y *Tripetaleia paniculata* (Vit y Barrera, 2002). Además, en *Ledum palustre* se encontró ericolina, otro glucósido tóxico (Kozlova, 1957).

Con respecto a la composición del néctar de *Turbina corymbosa*, una Convolvulácea usada por algunas tribus de Mesoamérica, parece probable que comparta algunos de los ingredientes activos de sus semillas. Estos son los alcaloides de ergolina, la amida de ácido lisérgico y el ácido lisérgico hidroxietilamida que están estrechamente relacionados con LSD (Francis, 2004).

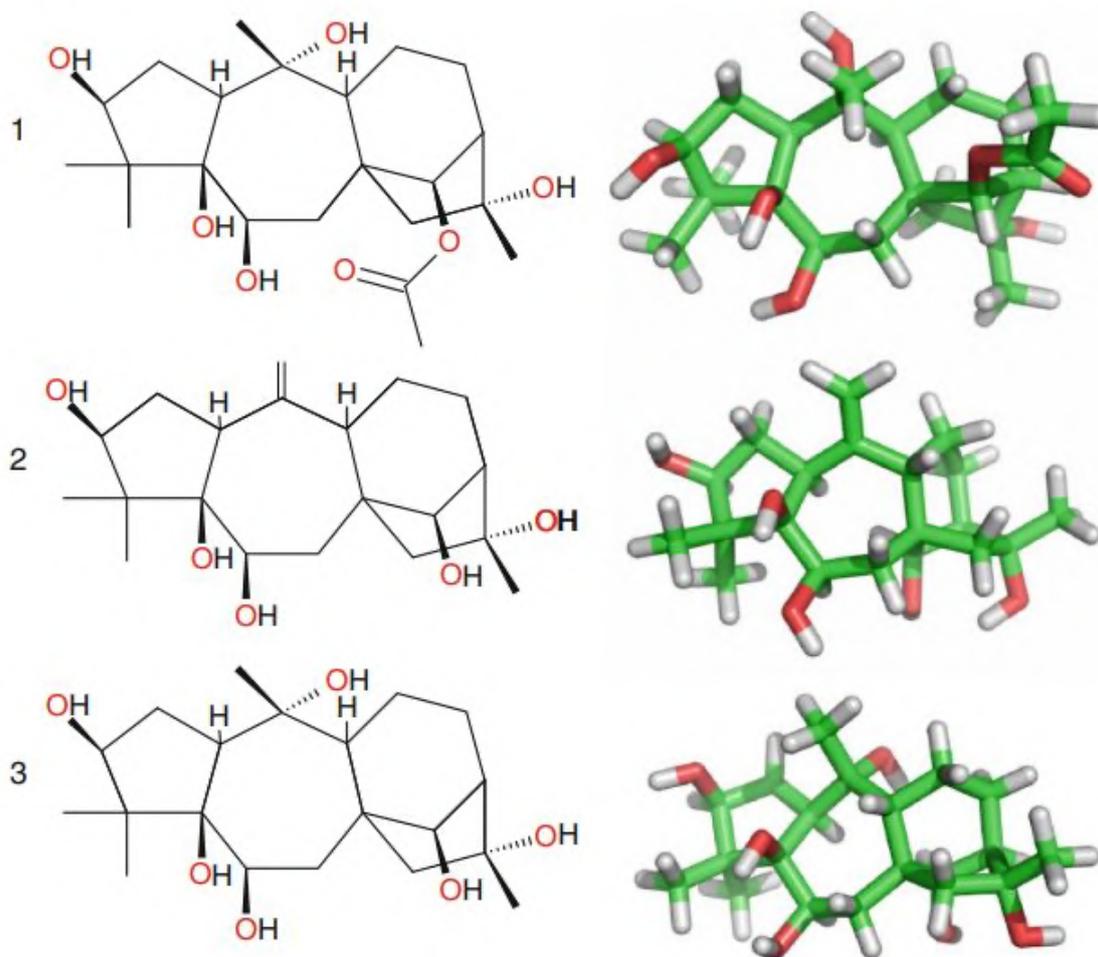


Figura 11: Fórmulas estructurales y representaciones 3-D de las grayanotoxinas I, II y III. Fuente: Jansen et al. (2012).

En el caso de la miel de tanaceto (*Senecio jacobea*), los responsables de la toxicidad de su miel son los alcaloides hepatotóxicos de la pirrolizidina presentes en el néctar de esta planta (Deinzer et al., 1977). Los alcaloides pirrolizidínicos también son comunes en la familia Boraginaceae. De hecho, se han encontrado en mieles de *Echium*, *Myosotis*, *Cynoglossum* o *Heliotropium*, entre otros (Culvenor et al., 1981; Edgar et al., 2002). No obstante, en un estudio reciente, en el que se han analizado una muestra de miel monofloral de *E. plantagineum* y dos multiflorales mediante técnicas

cromatográficas (HPLC) no se detectó presencia alguna de estos alcaloides, si bien se indica que son necesarios más estudios (Moreira et al., 2020).

Los néctares de algunas Solanaceae como *Datura metel*, *D. stramonium* o *Hyoscyamus niger* contienen alcaloides tropánicos (escopolamina, atropina o hiosciamina). Éstos se pueden transformar en mieles tóxicas, que pueden causar intoxicaciones cuando se ingieren (Marciniak y Sikorski, 1972; Kerchner et al., 2015).

A la miel procedente de *Gelsemium sempervirens* (Gelseminaceae), también se le han atribuido algunas intoxicaciones. Las especies de este género son muy venenosas debido a la presencia de algunos alcaloides indólicos compuestos como la gelsemina (Lai y Chan, 2021). No obstante, no se ha encontrado información sobre la composición del néctar de esta especie, o de si su polen es tóxico, posiblemente el efecto tóxico de su miel se deba a la presencia de compuestos similares al que presenta la planta.

En el caso de la miel de *Robinia pseudoacacia*, es controversialmente considerada tóxica por algunos autores, y óptima por otros (Vit y Barrera, 2002). Esta especie presenta toxoalbúminas que son proteínas tóxicas, como la ricina, robina y robitina (Kaland et al., 2015).

La miel de Coriaria o de Tutu proveniente de *Coriaria arborea*, contiene tutina, una neurotoxina aguda con estructura lactona sesquiterpénica relacionada con la picrotoxina, ya que es una mezcla 1:1 de picrotoxina y picrotina (Fields et al., 2014). La miel procedente de esta especie también ha producido intoxicaciones debido a la presencia de melitoxina o hienanquina que es un derivado hidroxilado de la tutina, que se obtiene debido a una transformación que se produce durante la digestión del insecto *Scolypopa australis*. La melitoxina llega a la miel cuando las abejas se alimentan de la melaza producida por este insecto sobre *C. arborea* (Palmer-Jones, 1965; Ott, 1998).

En cuanto a *Serjania lethalis*, no está clara la toxicidad de su miel. Como otras especies de la familia Sapindaceae, son ricas en saponinas, sin embargo, su presencia en la miel no está verificada, e incluso en algunas zonas de Brasil se utiliza como planta para la explotación apícola de la región (Alvés, 2013).

En el caso de la miel de *Melicope ternata* no se ha encontrado que compuesto es el responsable de su toxicidad, aunque otras especies del género presentan bufotenina 5-MeO-DMT en distintas partes de la planta (Davis et al., 2018).

4.5 Efectos de las mieles tóxicas en los humanos (casos reportados)

La mayoría de las intoxicaciones se producen en Turquía, dado que la miel loca o de rododendro, rica en grayanotoxina, es muy popular entre lugareños y turistas. La grayanotoxina es la neurotoxina causante del envenenamiento tras la ingesta de la miel loca, y es metabolizada y excretada rápidamente, por ello los pacientes recuperan la consciencia y se encuentran mejor a las pocas horas. La presión arterial y el ritmo cardiaco retorna a la normalidad a las 2-9 horas. Los síntomas de envenenamiento ocurren después de un periodo latente que va de unos pocos minutos a dos o más horas. En casos que no han recibido tratamiento, los peores síntomas duran sobre unas 24 horas (Dermir et al., 2011).

Entre los casos reportados, se puede destacar el de 8 pacientes, 6 mujeres y 2 hombres, con edades entre 35 y 75 años que ingirieron entre 20 y 150 gramos de miel loca pensando que era miel normal. Unas horas después tuvieron que ser hospitalizados debido a los síntomas típicos causados por la grayanotoxina (Gunduz et al., 2006).

En Estambul, se hizo un análisis retrospectivo de 21 pacientes que fueron ingresados en el departamento de emergencia por intoxicación debido a la ingestión de miel entre abril y junio de 2010. Se confirmó que era por ingestión de miel loca debido a los síntomas típicos de náuseas, vómitos, mareos, ataxia, bradicardia, hipotensión y sudoración, además, por el histórico de los pacientes por ingestión de miel local no procesada (Demir et al., 2011).

Algunas personas indican que se puede reconocer la *miel loca* por notar una fuerte sensación de ardor en la garganta al consumirla, por ello, también se conoce como miel amarga. La intoxicación por la ingesta de miel de rododendro puede causar la muerte en caso de no tratarse. Normalmente se da una recuperación completa después de la hospitalización, gracias a un tratamiento con atropina. (Gunduz et al., 2006).

En Nepal, del año 2010 en adelante se han reportado 47 casos de envenenamiento por ingestión de miel de rododendro recolectada de diferentes regiones del Himalaya. Esto evidencia que la miel loca sigue siendo ampliamente consumida, aunque se puede diferenciar perfectamente de la miel comercializada ya que, como se ha dicho anteriormente, tiene un fuerte sabor amargo que irrita la garganta. Los síntomas por esta intoxicación dependen de la dosis ingerida, y se cree que el consumo de una cucharilla de té (5-30 g) puede llevar a la intoxicación, apareciendo los síntomas a las 0,5-3 horas después de la ingestión de miel loca, pudiendo durar como máximo unas 24 horas (Neupane et al., 2021).

En el caso de *Senecio jacobea*, la toxicidad de las mieles recolectadas de tanacetos locales se debe al contenido en alcaloides pirrolizidínicos hepatotóxicos. Los alcaloides pirrolizidínicos son conocidos particularmente por formar metabolitos activos, pudiendo unirse irreversiblemente a varios sitios del hígado y otros órganos vitales. También se han informado de casos en los que altos niveles de este tipo de alcaloides presentes en otras mieles han llegado a causar una toxicidad crónica progresiva, especialmente en bebés y fetos (Islam et al., 2014). No obstante, los casos de intoxicaciones por este tipo de miel son bastante infrecuentes, probablemente debido a su sabor extremadamente amargo (Deinzer et al., 1977). Tampoco se han encontrado casos de intoxicaciones por mieles procedentes de Boraginaceae, a pesar de que en las Islas Canarias es común la miel de Tajinaste (*Echium simplex*, *E. widpretii*, etc.), una miel con DOP, a la que se le otorgó “la gran celdilla de oro” a la mejor miel de Canarias en 2017 (4).

Por otro lado, en el caso de las Solanáceas, también se han dado casos de intoxicaciones por la ingesta de mieles con altos contenidos en alcaloides como la atropina. Se ve que el sabor dulce de la miel enmascaró el sabor amargo de los alcaloides. Cuando se ingiere una sobredosis de atropina se dan una serie de síntomas y signos peculiares que facilitan el diagnóstico de intoxicación por Solanáceas, aunque lo difícil es distinguir la especie con la que se ha producido la intoxicación. Los síntomas más comunes son: pirexia (especialmente en niños pequeños), dilatación de las pupilas, sequedad de boca y garganta, vasodilatación, episodios de manía, inquietud, agitación, alucinaciones, taquicardia sinusal y puede provocar parálisis muscular de la vejiga (Lee, 2007).

Los principales síntomas por envenenamiento tras la ingesta de miel de tutu son vértigo, delirio y excitación (Ott, 1998). En el episodio más reciente de intoxicación en marzo de 2008, se notificaron 11 casos confirmados y 9 probables de enfermedad grave y hospitalización tras el consumo de miel de un panal que contenía tutina. Los casos confirmados se definieron gracias a restos de panales de miel que dejaron, en los cuales se confirmó la presencia toxinas. Los casos probables son aquellos que presentaban signos y síntomas clínicos consistentes con los casos confirmados, pero para los cuales no quedaba miel para análisis. Las concentraciones de tutina en las muestras del panal de miel oscilaron entre aproximadamente 30.50 mg/kg de miel, mientras que los niveles de melitoxina eran alrededor de 6 veces más altos que los niveles de tutina. Los signos y síntomas clínicos eran náuseas, dolor de cabeza, vómitos y mareo, y en casos severos

convulsiones e incluso la muerte. Estos efectos suelen durar alrededor de 0,5 a 17 horas, con una media de 7,5 horas (Fields et al., 2014).

Los efectos clínicos más frecuentes tras la ingestión de miel de *Robinia pseudoacacia* o langosa negra fueron vómitos, náuseas, diarrea, dolor abdominal y taquicardia. Todos los pacientes fueron tratados y dados de alta, sin registrarse muertes (Kaland et al., 2015).

El 5-MeO-DMT encontrado en algunas especies de *Melicope* es un potente psicodélico de acción rápida. En modelos animales, 5-MeO-DMT actúa como agonista no selectivo de 5-HT (serotonina), activo tanto en los receptores 5-HT_{1A} como en los 5HT_{2A}. 5-MeO-DMT parece tener una mayor afinidad por el subtipo de receptor HT_{1A}-5 e inhibe la recaptación de 5-HT. Los estudios publicados de autoexperimentos humanos describen una gama de efectos subjetivos de 5-MeO-DT que varían dependiendo de la dosis y la vía de administración. Incluye síntomas como distorsiones y experiencias emocionales de percepción auditiva, visual y temporal, así como deterioro de la memoria, con efectos pico entre 35 y 40 minutos después (Davis et al., 2018).

5. CONCLUSIONES

1.- Se ha podido comprobar que el origen botánico de las mieles tóxicas es bastante diverso, y que frecuentemente depende de la zona geográfica. Aunque hay un claro predominio de especies de la familia Ericaceae, miembros de diversas familias como Solanaceae, Asteraceae, Coriariaceae, Fabaceae, Gelseminaceae, Rutaceae o Sapindaceae, entre otras también pueden producir mieles tóxicas para los humanos.

2.- Los componentes que dan toxicidad a la miel (ajenos a la manipulación, almacenamiento o tratamientos químicos de las colmenas) están presentes en el néctar, en el polen, en la savia o en la melaza de las especies de las que se alimentan las abejas, ya que éstas no llegan a alterar su composición química. No obstante, la toxicidad de la miel también se puede ver afectada por el momento de recolección, el procesamiento y la forma de consumo, ya que influirá en la concentración de las toxinas.

3.- El uso tradicional de este tipo de mieles ha sido muy diverso, aunque generalmente se ha relacionado con usos rituales o médicos. La bibliografía consultada refleja que su uso como medicina alternativa está muy arraigado en algunas zonas

geográficas como Turquía o en el Himalaya, por lo que su uso continúa siendo común en la actualidad.

4.- Las sustancias responsables de las intoxicaciones por el consumo de miel generalmente son grayanotoxinas, ericolina, alcaloides de ergolina, alcaloides tropánicos (escopolamina, atropina, hioscina), alcaloides indólicos (gelsemina), alcaloides pirrolizidínicos, bufotenina (5-MeO-DMT), toxoalbúminas (robina, robitina, etc.), saponinas y otros compuestos tóxicos como tutina, picrotoxina o melitotoxina.

5.- La intoxicación con miel es dosis-dependiente, por ello, los síntomas se producen después de un período de latencia que oscila entre unos minutos y 2 horas o más. Los principales efectos que produce una intoxicación por miel suelen ser gastrointestinales, cardíacos, respiratorios y neurológicos, con sensación de debilidad, salivación, vértigo, náuseas, vómito, parestesia peribucal y en las extremidades, disnea, hipotensión, bradicardia, taquicardia, extrasístoles ventriculares, e incluso convulsiones. No obstante, la intoxicación rara vez es mortal y generalmente se pasa antes de las 24 horas.

6.- El hecho de que la mayoría de las intoxicaciones estudiadas estén relacionadas con consumo de miel de *Rhododendron* spp. se debe a que, en algunos países como Turquía, este tipo de miel se ha usado desde la antigüedad con fines medicinales. En la actualidad, la curiosidad de los turistas atraídos por los efectos alucinógenos y/o afrodisíacos de esta miel a la que no están acostumbrados, ha contribuido a aumentar el número de intoxicaciones. Algunos estudios indican que el consumo de miel loca puede ser útil siempre que no se superen determinadas cantidades, de lo contrario será necesario acudir al hospital.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alvés TTL. Potencial do cipó - uva (*Serjania lethalis*) como fonte de néctar para a exploração apícola na Chapada do Araripe. PH.D. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE; 2013. pp. 196.
- Al-Waili N, Salom K, Al-Ghamdi A, Ansari MJ. Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: Human health hazards. *The Sci World J.* 2012; 2012: 1-9
- Andrew S, Perry C, Barron A, Berthon K, Peralta V, Cheng K. Peak shift in honey bee olfactory learning. *Animal Cognition.* 2014; 17(5): 1177-86.

- Beasley M, Hood D, Anderson P, Reeve J, Slaughter RJ. Poisoning due to tutin in honey: a report of an outbreak in New Zealand. *N Z Med J.* 2018; 131(1473): 59–71.
- Becerra D. La miel, un peligroso manjar. *Habits.* 2008; 39: 409-20.
- Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. Honey for nutrition and health: A review. *J of the Amer Coll of Nutr.* 2008; 27(6): 677–89.
- Bostan M, Bostan H, Kaya AO, Bilir O, Satiroglu O, Kazdal H et al. Clinical events in mad honey poisoning: A single centre experience. *Bull Environ. Contam Toxicol.* 2010, 84: 19–22.
- Boukraâ L, Sulaiman SA. Rediscovering the Antibiotics of the Hive. *Recent Pat. on Anti-Infect. Drug Discov.* 2009; 4: 206-13.
- Cakici O. Mad Honey: Is It Useful or Dangerous? *Immunother Res J Editor.* 2017; 1(1:5): 1-2.
- Carod-Artal FJ. Hallucinogenic drugs in pre-columbian mesoamerican cultures. *Neurología.* 2015; 30(1): 42-49.
- Chow, J. Probiotics and prebiotics: A brief overview. *J Of Renal Nutr.* 2002; 12(2): 76-86.
- Culvenor, C. C. J.; Edgar, J. A.; Smith, L. W. Pyrrolizidine alkaloids in honey from *Echium plantagineum* L. *J Agric Food Chem.* 1981; 29: 958-60.
- Davis A, Barsuglia J, Lancelotta R, Grant R, Renn E. The epidemiology of 5-methoxy-N, N-dimethyltryptamine (5-MeO-DMT) use: Benefits, consequences, patterns of use, subjective effects, and reasons for consumption. *J of Psychopharmacol.* 2018; 32(7): 779-92.
- Deinzer M, Thomson P, Burgett D, Isaacson D. Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in honey from tansy ragwort (*Senecio jacobaea* L.). *Science.* 1977; 195(4277): 497-99.
- Demir Akca AS, Kahveci FO. An indispensable toxin known for 2500 years: Victims of mad honey. *Turk J Med Sci.* 2012; 42(2): 1499–04.
- Demir H, Denizbasi A, Onur O. Mad Honey Intoxication: A Case Series of 21 Patients. *ISRN Toxicol.* 2011; 2011: 1–3.
- Edgar, J. A.; Roeder, E.; Molyneux, R. J. Honey from plants containing pyrrolizidine alkaloids: A potential threat to health. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 2719-30.
- Erfmeier A, Bruelheide H. Invasibility or invasiveness? Effects of habitat, genotype, and their interaction on invasive *Rhododendron ponticum* populations. *Biol Invasions.* 2009; 12(3): 657-76.
- Espina-Pérez D, Ordóñez-Ros GS. *Flora apícola tropical.* 4ª ed. Costa Rica: Cartago; 1983. pp.406.

- Eteraf-Oskouei T, Najafi M. Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: A review. *Iran J Basic Med Sci.* 2013; 16(6): 731–42.
- Fallico B, Arena E, Antonella V. Effect of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chem.* 2004; 85(2): 305-13.
- Kerchner A, Darók J, Bacskay I, Felinger A, Jakab G, Farkas Á. Protein and alkaloid patterns of the floral nectar in some solanaceous species. *Acta Biol Hung.* 2015; 66(3): 304-15.
- Fields B, Reeve J, Bartholomaeus A, Mueller U. Human pharmacokinetic study of tutin in honey; a plant-derived neurotoxin. *Food and Chem Toxicol.* 2014; 72: 234-41.
- Francis, 2004. Wildland shrubs of the United States and its territories: Thamnic description. *Int Inst of Trop For S J, P R.* 2004; 1: 78384.
- Gami R, Dhakal P. Mad Honey Poisoning: A Review. *J Clin Exp Dermat Res.* 2017; 7(1): 1–5.
- Gillespie EL, Kron KA. Molecular phylogenetic relationships and morphological evolution within the tribe phyllodoceae (Ericoideae, Ericaceae). *Syst Bot.* 2013; 38(3): 752-63.
- Gómez D. Rhododendron. En: Castroviejo S, Aedo C, Gómez-Campo C, Lainz M, Montserrat P, Morales R, Muñoz Garmendia F, Nieto Feliner G, Rico E, Talavera S, Villar L, editores. *Flora iberica*, vol. IV. 1ª ed. Madrid: Real Jardín Botánico. CSIC; 1994. 508-10.
- Gunduz A, Durmus I, Turedi S, Nuhoglu I, Ozturk S. Mad honey poisoning-related asystole. *Emerg Med J.* 2007, 24: 592–593
- Gunduz A, Meriçé ES, Baydin A, Topbaş M, Uzun H, Türedi S, et al. Does mad honey poisoning require hospital admission? *Amer J Emerg Med.* 2009; 27(4): 424–427.
- Gunduz A, Turedi S, Russell RM, Ayaz FA. Clinical review of grayanotoxin/mad honey poisoning past and present. *Clin Toxicol.* 2008; 46: 437–442.
- Gunduz A, Turedi S, Uzun H, Topbas M. Mad honey poisoning. *Amer J of Emerg Med.* 2006; 24(5): 595-598.
- Harissis H, Mavrofridis G. “Mad honey” in medicine from antiquity to the present day. *Arch Hell Med.* 2013; 30(6): 730-733.
- Irving E, Hebda R. Concerning the origin and distribution of rhododendrons. *J Art.* 1993; 45(3): 139-62.
- Islam MN, Khalil MI, Islam MA, Gan SH. Toxic compounds in honey. *J Appl Toxicol.* 2014; 34: 733–42.

- Jansen SA, Kleerekooper I, Hofman ZLM, Kappen IFPM, Stary-Weinzinger A, van der Heyden MAG. Grayanotoxin poisoning: “Mad honey disease” and beyond. *Cardiovasc Toxicol.* 2012; 12: 208–215.
- Jaynes RA. *Kalmia: Mountain laurel and related species.* 3rd ed Timber Press. Portland,OR; 2009. pp. 362.
- Jones HF, Butler RN, Brooks DA. Intestinal fructose transport and malabsorption in humans. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2011; 300(2): 202–6.
- Judd WS, Kron KA. *Rhododendron.* In *Flora of North America North of Mexico.* Flora of North Am Ed Comm, ed. Oxf Univ Press, N Y. 2009; 8: 455-79.
- Kaland M, Klein-Schwartz W, Anderson B. Toxalbumin exposures: 12 years' experience of U.S. poison centers. *Toxicon.* 2015; 99: 125-29.
- Kebler L F. Poisonous honey. *Procc Am Pharm Assoc.* 1896; 44:167-73.
- Kohanawa M. Significance of *Tripetaleia paniculata*, Sieb. et Zucc. as the chief source of poisonous honey in Japan. *J Pharm Soc Japan.* 1957; 53:49-53.
- Kozlova, MV. Nectar of *Ledum palustre* as a possible source of the toxicity of honey. *Vaporosy Pitaniia.* 1957; 16(4): 80.
- Lampe KF. *Rhododendrons, Mountain Laurel, and Mad Honey.* *J Am Med Assoc.* 1988; 259(13): 2009.
- Lee MR. Solanaceae IV: *Atropa belladonna*, deadly nightshade. *J R Coll Physicians Edinb.* 2007; 37: 77-84.
- Liu S, Denford KE, Ebinger JE, Parcker JG, Tucker PG. *Kalmia.* I In *Flora of North America North of Mexico.* Flora of North Amer Ed Comm, ed. Oxf Univ Press, N Y. 2009; 8: 480-85.
- Mahomoodally M, Sieniawska E, Sinan K, Nancy Picot-Allain M, Yerlikaya S, Cengiz Baloglu M et al. Utilisation of *Rhododendron luteum* Sweet bioactive compounds as valuable source of enzymes inhibitors, antioxidant, and anticancer agents. *Food Chem Toxicol.* 2020; 135: 1-9.
- Marciniak J, Sikorski M. Poisoning by alkaloids of *Datura stramonium* and *D. inoxia* after ingestion of honey. *Pol Tyg Lek.* 1972; 27: 1002–03.
- Mayor A. Mad honey! *Archaeology.* 1995; 48(6): 32-40.
- Mejías JA, Arroyo J, Marañón T. Ecology and biogeography of plant communities associated with the post Plio-Pleistocene relict *Rhododendron ponticum* subsp. *baeticum* in southern Spain. *J Biogeogr.* 2007; 34(3): 456–72.

- Moreira R, Fernandes F, Valentao P, Periera DM, Andrade PB. *Echium plantagineum* L. honey: Search of pyrrolizidine alkaloids and polyphenols, anti-inflammatory potential and cytotoxicity. *Food Chem.* 2020; 328: 1-9.
- Namgay S, Sridith K. Distribution pattern of the genus *Rhododendron* in Bhutan Himalayan range. *Sci Asia.* 2020; 46(4): 429.
- Nayik G, Shah T, Muzaffar K, Wani S, Gull A, Majid I, Bhat F. Honey: Its history and religious significance: A review. *Univers J Pharm.* 2014; 03(01): 5-8.
- Neupane B, Gautam A, Malla K. Non-acetolysed pollen analysis of mad honey from the Himalayas, Nepal. *Bee World.* 2021; 98(2): 63-67.
- Ott J. The delphic bee: bees and toxic honeys as pointers to psychoactive and other medicinal plants. *Econ Bot.* 1998; 52(3): 260-66.
- Öztaşan N, Altinkaynak K, Akçay F, Göçer F, Dane Ş. Effects of mad honey on blood glucose and lipid levels in rats with streptozocin-induced diabetes. *Turk J Vet Anim Sci.* 2005; 29: 1093–96.
- Palmer-Jones T. Poisonous honey overseas and in New Zealand. *New Zealand Med J* 64: 631-37.
- Popescu R, Kopp B. The genus *Rhododendron*: An ethnopharmacological and Toxicol. *Rev J Ethnopharmacol.* 2013; 147(1): 42–62.
- Quintanilla AG, Spencer AE. Rituales de la x-táabentun (*Turbina corymbosa*) y de los mayas yucatecos. *Cuicuilco Rev Cienc Antropol.* 2012; 19(53): 257–22.
- Rasgele PG, Kekecoglu M. Physico-chemical properties of *Rhododendron* honey produced in Turkey. *Herba Pol.* 2014; 59(3): 88–97.
- Reid M. Background on toxic honey. *N Z Food Saf Auth.* 2008; 16(3): 10-11.
- Roy S, Biswas S, Ghosh S, Roy P. The Himalayan hallucinogenic honey and its future prospects and proposed uses. *KIIT.* 2019; 2: 2–3.
- Sawidis T, Theodoridou T, Weryszko-Chmielewska E, Bosabalidis A. Structural features of *Rhododendron luteum* flower. *Biol.* 2011; 66(4): 610-17.
- Shapla UM, Solayman M, Alam N, Khalil MI, Gan SH. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chem Cent J.* 2018; 12(35): 1–18.
- Sivakesava S, Irudayaraj J. Prediction of inverted cane sugar adulteration of honey by fourier transform infrared spectroscopy. *J Food Sci.* 2001; 66: 972-78.
- Southall, RM, Hardin JW. A taxonomic revision of *Kalmia* (Ericaceae). *J Elisha Mitchell Sci Soc.* 1974; 90(1): 1-23.

- Strickland SS. Honey Hunting by the Gurungs of Nepal. *Bee World*. 1982; 63(4): 153–61.
- Thapa R. The Himalayan giant honey bee and its role in ecotourism development in Nepal. *Bee World*. 2001; 82(3): 139-41.
- Ullah S, Khan SU, Saleh TA, Fahad S. Mad honey: Uses, intoxicating/poisoning effects, diagnosis, and treatment. *R Soc Chem*. 2018; 8: 18635–46.
- Vidrih R., Hribar J. Mead: The Oldest Alcoholic Beverage. *Tradit Foods*. 2016; 10: 325-28.
- Vit P, Barrera M. Intoxicación con miel de abejas producida en El Limoncito y El Celoso, Venezuela. *Rev Fac Farm*. 2002; 44: 1-7.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. Functional Properties of Honey, Propolis, and Royal Jelly. *J Of Food Sci*. 2008; 73(9): 117-24.
- White JW, Riethof ML. The Composition of Honey. III. Detection of Acetyl-andromedol in Toxic Honeys. *Arch Biochem Biophys*. 1959; 79: 165-67.
- Wood H, Stromberg BVL, Keresztesy JC, Horning EC. Andromedotoxin, a potent hypotensive agent from *Rhododendron maximum*. *J Amer Chem Soc*. 1954; 76(22): 5689-92.
- Yarlioglues M, Akpek M, Ardic I, Elcik D, Sahin O, Kaya MG. Mad-honey sexual activity and acute inferior myocardial infarctions in a married couple. *Texas Heart Inst J*. 2011; 38(5): 577-80.
- Yilmaz O, Eser M, Sahiner A, Altintop L, Yesildag O. Hypotension, bradycardia and syncope caused by honey poisoning. *Resuscitation*. 2006; 68(3): 405-8.
- Zhang D, Hartley TG. Melicope. In Libing Z (ed.). *Flora of China*, Beijing: Sci Press. 2008; 11: 70-73.

-
- (1) The Plant List. Version 1.1. Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Garden. 2013. (Consultado en febrero 2021). Disponible en: <http://www.theplantlist.org/>
 - (2) https://www.youtube.com/watch?v=Y_b2i_FvYPw
 - (3) https://elpais.com/sociedad/2019/01/28/actualidad/1548669265_936060.html
 - (4) <https://gastronomia7islas.com/alimentacion/20171114/miel-de-tajinaste-premio-gran-celdilla-oro>