

# Los solventes naturales

como alternativa a los solventes orgánicos volátiles potencialmente peligrosos

## Diana Carolina Restrepo-Espinosa

Doctora en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias  
diana.restrepoe@udea.edu.co

## Verónica María Tamayo-Rincón

Magíster en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias  
veronica.tamayo@udea.edu.co

## Jhonny Colorado-Ríos

Doctor en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias  
jhonny.colorado@udea.edu.co

## Diana Margarita Márquez-Fernández

Doctora en Ciencias Químicas  
diana.marquez@udea.edu.co

## Alejandro Martínez-Martínez

Doctor *Scientiae* Ciencias-Química  
alejandro.martinez@udea.edu.co

Grupo de Investigación Productos Naturales  
Marinos de la Universidad de Antioquia

---

El consumo generalizado de solventes orgánicos tiene efectos negativos sobre el ambiente y la salud, por lo que, en recientes trabajos del Grupo de Investigación Productos Naturales Marinos, se ha promovido el uso de solventes naturales como alternativa con bajo impacto ecológico y biodegradables.



La miel puede considerarse como un solvente natural que gracias a su viscosidad no se puede evaporar fácilmente.  
Fotografía: Pexels.com.

Desde hace más de un siglo la humanidad ha utilizado ampliamente diferentes líquidos en los procesos industriales, académicos y de investigación. Entre los principales usos de estos se encuentran, por ejemplo, el funcionamiento de los motores, la limpieza y la conservación de muestras biológicas y la extracción y la separación de diversas sustancias. En la extensa gama de solventes orgánicos convencionales aparecen los hidrocarburos, los alcoholes, los éteres, los ésteres y las cetonas, los cuales en su mayoría se obtienen del procesamiento del petróleo, la fermentación o la síntesis química. Los solventes más producidos a nivel mundial son el ciclohexano, el diclorometano, el cloroformo, la acetona, el tolueno y el etanol.

Aunque estos solventes han permitido el avance de la ciencia y el desarrollo de productos en diferentes campos de la industria, en general son más costosos, poco viscosos y, por tanto, más fáciles de evaporar, lo que dificulta el almacenamiento, el transporte, la manipulación, el reciclaje y la disposición final. Además, al evaporarse a temperatura y presión ambiental, generan gases que representan un problema por su impacto negativo sobre la salud y el medioambiente, ya que en su gran mayoría son muy contaminantes y tóxicos, y pueden causar efectos crónicos como el cáncer, las mutaciones, el daño visual y auditivo, y contribuyen al calentamiento global y a la disminución de la capa de ozono. Ante esta situación, hace alrededor de veinte años se han probado mezclas de sustancias naturales como una alternativa sostenible para obtener nuevos solventes menos nocivos.

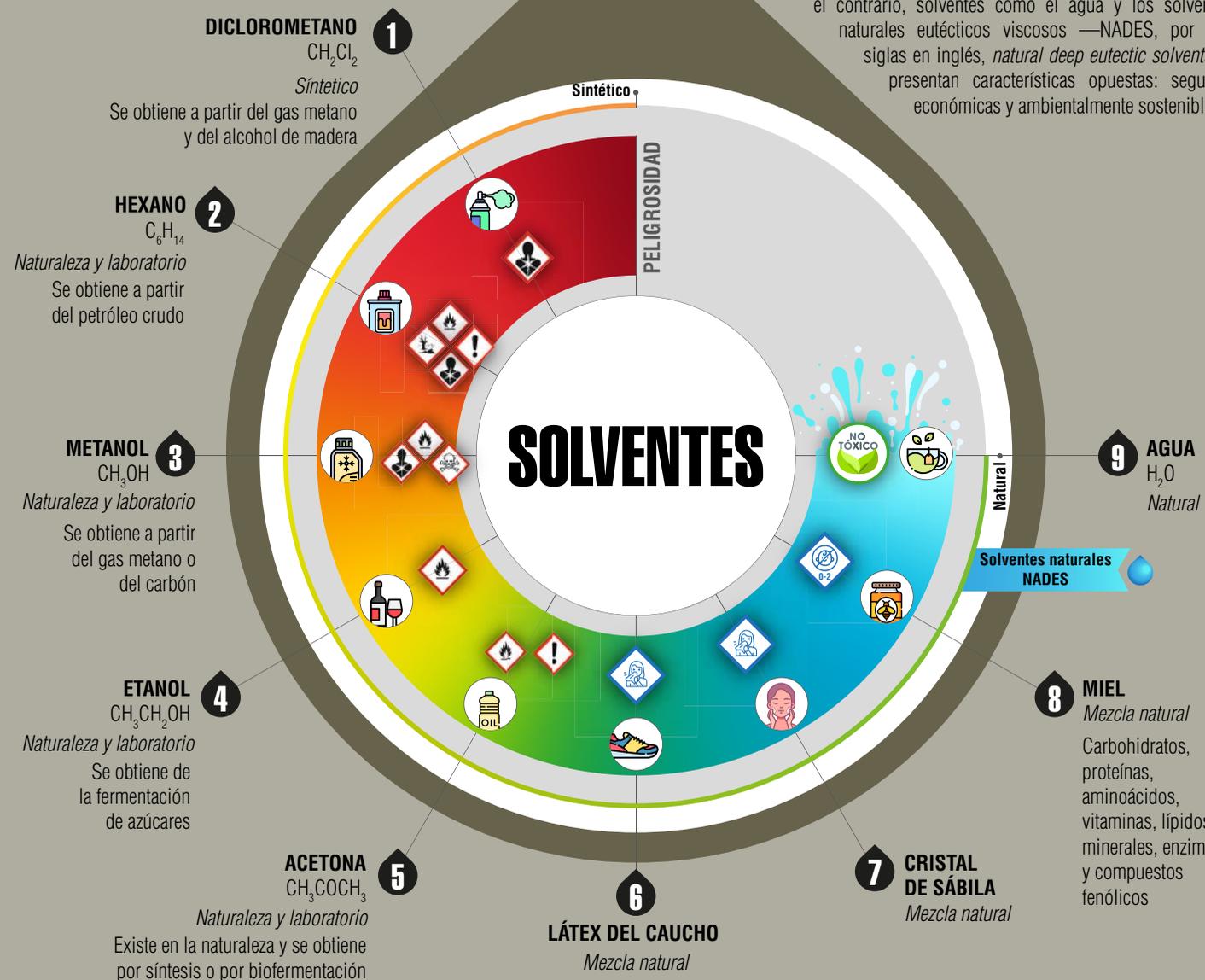
En el año 2019, investigadores del Grupo de Investigación Productos Naturales Marinos de la Universidad de Antioquia iniciaron trabajos pensados para preparar y estudiar solventes naturales con el objetivo de remplazar, en parte, aquellos usados frecuentemente (solventes orgánicos convencionales) en los diferentes laboratorios de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias. Esto con el fin de disminuir el impacto negativo que tienen sobre la salud de la comunidad universitaria y reducir la contaminación del ambiente causada por su uso. Así, con la participación de profesores y estudiantes de pregrado y posgrado, se ha empezado a preparar solventes naturales y a evaluar su uso en los procesos de extracción y análisis químicos de productos naturales de interés cosmético, farmacéutico y alimentario. Los

estudios del grupo han mostrado resultados prometedores, ya que han permitido la obtención de extractos con solventes naturales no tóxicos a partir de sustratos como residuos de frutas, los cuales tienen un uso potencial en la elaboración de productos cosméticos como antioxidantes.

### Una nueva generación: los solventes naturales eutécticos

Actualmente, se explora una generación emergente de solventes que representan una alternativa a los solventes orgánicos convencionales. Entre ellos se incluyen los llamados solventes eutécticos viscosos —DES, por sus siglas en inglés, *deep eutectic solvents*—, obtenidos por la reacción de dos sustancias (generalmente en estado sólido) en condiciones ambientales normales y bajo calentamiento (bajas temperaturas), originando una mezcla que es líquida a temperatura ambiente y que se caracteriza por su viscosidad y su baja volatilidad. Sin embargo, debido a que las sustancias que constituyen estas mezclas pueden ser metales, se ha reportado cierta toxicidad, direccionando la mirada hacia otras opciones: los solventes naturales eutécticos viscosos —NADES, por sus siglas en inglés, *natural deep eutectic solvents*—, mezclas de sustancias orgánicas naturales presentes en organismos vivos como los azúcares, las sales, los alcoholes, los aminoácidos, los ácidos orgánicos y otros compuestos que, cuando se mezclan en ciertas proporciones y se calientan, cambian su estado de sólido a líquido y forman un sistema que ayuda a solubilizar mejor las sustancias de interés.

### BREVE DESCRIPCIÓN del impacto en la salud y el ambiente de los solventes convencionalmente usados



Los solventes orgánicos convencionales son, en su mayoría, tóxicos para la salud y el ambiente. Además, muchos son de alto costo y requieren condiciones de manejo y almacenamiento especial debido a riesgos como su inflamabilidad. Por el contrario, solventes como el agua y los solventes naturales eutécticos viscosos —NADES, por sus siglas en inglés, *natural deep eutectic solvents*— presentan características opuestas: seguras, económicas y ambientalmente sostenibles.

### USOS COMUNES

- Disolvente. Puede estar en aerosoles, pinturas y otros productos.
- Disolvente y medio de reacción química.
- Anticongelante para radiadores de automóviles, un ingrediente de la gasolina.
- Antiséptico (al 70 %), disolvente, conservante, y como ingrediente principal de bebidas alcohólicas.
- Disolvente, limpiador (ceras, gomas, resinas, grasas, aceites, colorantes, revestimientos, barnices).
- En implementos y equipos médicos, preservativos, juguetes, pinturas, artículos de natación, vestimenta.
- El cristal (gel) se usa como hidratante y cicatrizante cutáneo, expectorante. El látex del aloe debe ser retirado pues puede ser laxante.
- Edulcorante natural, agente antiinflamatorio, antioxidante y antibacteriano.
- El disolvente universal, agente de suspensión, refrigerante hidratante, generación de vapor, constituyente fundamental de alimentos y bebidas.

### NUEVOS PICTOGRAMAS DE PELIGRO



## Abejas, cactus, pencas: la naturaleza como inspiración

Lo que tienen en común las abejas, los cactus, la penca sábila, la sangre, la yema de los huevos y el brócoli es que poseen o producen sustancias naturales que pueden ser útiles en la producción de solventes viscosos, líquidos que usan para su supervivencia y que pueden servir para la extracción de sustancias de interés, como materias primas para la producción en diferentes industrias (de alimentos, medicamentos, cosméticos, etc.).

Hace muchos años, los científicos se preguntaron cómo era posible que los cactus resistieran las condiciones extremas de temperatura y la baja humedad del desierto y, luego de diferentes estudios, concluyeron que las hojas anchas y gruesas presentes en estas plantas están cubiertas por una película o capa resistente que les permite disminuir la evaporación del agua, líquido requerido por estos organismos para sobrevivir bajo esas condiciones adversas. También encontraron que, al abrir las hojas, estas contienen un líquido muy viscoso compuesto por agua y otras sustancias disueltas, importantes para su ciclo vital, similar a lo que ocurre con la miel de las abejas.

Estos fluidos, que también contienen sustancias beneficiosas para los organismos que las producen, pueden tener efectos positivos sobre la salud de las personas y sirven de inspiración a los científicos para proponer solventes alternativos que puedan usarse en la obtención de sustancias útiles para los seres vivos, de una manera más sustentable y a partir de diferentes fuentes naturales. Un ejemplo de los solventes naturales con estos beneficios se encuentra en la miel, un líquido viscoso y dulce obtenido a partir del néctar de las flores, que es más difícil de evaporar que el agua, lo que permite que las abejas puedan almacenarlo para su alimentación dentro del panal durante largos periodos, sin necesidad de utilizar refrigeradores altamente costosos.

El agua, la sangre, la miel y el líquido espeso de los cactus son solventes, unos menos viscosos (el agua) que otros (la sangre, la miel y otras mezclas, como los mucílagos, el látex y los aceites naturales), a los cuales podemos, entonces, llamar de manera general como solventes naturales. Con el avance de la ciencia, hoy se sabe que los líquidos más viscosos que el agua requieren mayores temperaturas para evaporarse, circunstancia que al parecer aprovechan los seres vivos para evitar las pérdidas de agua por evaporación, lo que podría explicar la presencia de muchos líquidos viscosos útiles para los procesos vitales en la naturaleza.

**El agua, la sangre,  
la miel y el líquido  
espeso de los cactus  
son solventes, unos  
menos viscosos que  
otros**

**Los solventes «verdes»  
no son tóxicos, son  
biodegradables y se  
pueden reciclar**

Los cactus retienen la poca agua disponible en lugares desérticos gracias a la gruesa y resistente membrana externa de sus hojas y a que contienen compuestos disueltos que le confieren viscosidad y que ayudan a evitar su evaporación.  
*Fotografía: Pexels.com.*



## Ventajas de los NADES relacionadas con la producción, el riesgo y la contaminación

Los NADES han ganado mucha popularidad debido a que se consideran solventes verdes, es decir, no son tóxicos, son biodegradables y se pueden reciclar; características importantes para la obtención de compuestos o extractos de interés en la elaboración de productos para uso humano o veterinario. Otras ventajas de estos solventes tienen que ver con que son de fácil preparación en el laboratorio, no requieren de equipos de alta tecnología, involucran el uso de sustancias naturales abundantes en la naturaleza (como carbohidratos y aminoácidos) y no requieren de condiciones de seguridad exigentes, como las campanas de extracción de gases usadas para manipular los solventes orgánicos que se evaporan fácilmente y son tóxicos. Otro atributo de los NADES, además de que son ecoamigables, es que permanecen en estado líquido a temperaturas más altas que los solventes orgánicos convencionales, lo que facilita la extracción de sustancias de interés a mayores temperaturas.

Como se mencionó anteriormente, en los últimos años el Grupo de Investigación Productos Naturales Marinos ha implementado en su práctica el uso de solventes denominados verdes, entre los que se incluyen preparados de solventes NADES con diferentes mezclas de sustancias naturales (glucosa, sacarosa, betaína, ácido cítrico, lactosa, entre otras), buscando proponer alternativas que sirvan para obtener extractos de interés y al mismo tiempo disminuir los efectos negativos que producen los solventes orgánicos convencionales sobre el ambiente y la salud de los seres vivos.

## Industrias farmacéutica y cosmética

Considerando el auge del uso de los NADES, se han empezado a incorporar en diferentes formulaciones farmacéuticas y cosméticas como ingredientes clave en la estabilidad de los productos finales, que brindan algún beneficio al consumidor. También, la comunidad científica ha realizado esfuerzos para obtener sustancias y extractos que no sean tóxicos usando este tipo de solventes, promoviendo tanto estudios de sustancias que no se disuelven fácilmente en agua como estudios que permitan determinar si estas son útiles en el tratamiento de algunas enfermedades. Asimismo, los solventes eutécticos se están investigando para su aplicación en la síntesis orgánica, como catalizadores de reacciones químicas, como componentes de productos farmacéuticos y para capturar el dióxido de carbono de la atmósfera, entre otras posibilidades.

Monumento *El despertar de los sueños* ubicado en Cúcuta, Norte de Santander. Fotografía: Gerardo Ramón García Herreros.

Estas aplicaciones se han validado y han tenido excelentes resultados, por ejemplo, en el rendimiento de aceites esenciales obtenidos a partir de las plantas, el cual ha sido mayor cuando se usan NADES que cuando se usan solventes orgánicos convencionales. Esto concuerda con lo obtenido en diferentes trabajos liderados por el grupo de investigación tras haber usado los solventes NADES para obtener extractos ricos en compuestos fenólicos y microsporinas con uso potencial en la industria cosmética a partir de macroalgas marinas colombianas.

### Los NADES en el clima y la salud

Debido a que en el mundo se tiene cada vez más conciencia sobre la importancia de disminuir la contaminación ambiental para beneficiar la salud humana, el equilibrio del clima y evitar que diferentes seres vivos se sigan extinguiendo en nuestro planeta, es probable que en los próximos años muchas de las industrias que utilizan diferentes procesos químicos para la obtención de sus productos se sigan sumando al uso de estos solventes naturales. Otro aspecto importante es que el proceso de disposición final de este tipo de solventes es mucho menos contaminante que el de los residuos de solventes orgánicos convencionales, por lo que también se pueden aprovechar con fines agropecuarios y se pueden usar como nutrientes o fertilizantes de suelos. ✕

La sábila contiene en sus hojas un líquido viscoso que, además de permitirle a la planta almacenar el agua que requiere para vivir, se utiliza como materia prima en la producción de alimentos y productos farmacéuticos  
Fotografía: Pixabay.com.

#### Glosario

**Eutéctico:** Mezcla de sustancias que presentan un punto de fusión más bajo que el de cada uno de sus componentes.

**Peligrosidad:** Cuando se refiere a una sustancia química, se entiende como una propiedad inherente a ella que la hace nociva para la salud o el ambiente, que le permite categorizarse como

corrosiva, reactiva, explosiva, inflamable o tóxica.

**Rendimiento:** En términos químicos, se refiere al porcentaje que se obtiene de determinada sustancia o de una mezcla de sustancias, a partir de un peso de muestra inicial, por ejemplo, de diferentes partes de una planta (hojas, tallos, flores,

frutos, toda la planta), usando un solvente o un disolvente líquido. También se usa cuando se obtienen una o varias sustancias de una reacción química.

**Sustancia:** Materia homogénea de composición fija con propiedades específicas que le permiten diferenciarse de otras sustancias.

# El arte de preservar: recubrimientos contra la corrosión

Jeaneth Teresa Corredor González

Química. Doctora en Ciencias  
Jeaneth.corredor@udea.edu.co

El proceso natural que con el paso del tiempo inexorablemente deteriora y desgasta los metales, por la interacción con su entorno, se conoce como corrosión. En el intento de preservar y alargar la vida de las estructuras metálicas mediante soluciones ecológicas y sostenibles surgen los recubrimientos poliméricos a base de agua, que además de proteger las superficies metálicas, reducen la contaminación del aire.