



## El avance de la microemulsión **Winsor III**

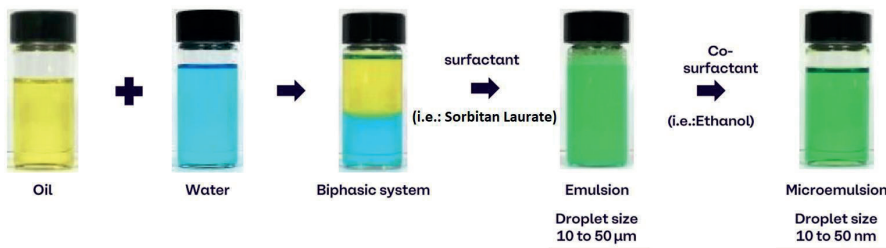
Llamativos y versátiles, los productos cosméticos multi-fase han sido durante años el formato más atractivo de los lineales de belleza. Tradicionalmente bifásicos, su evolución añade una capa más que complica su fórmula, pero que representa una aplicación sofisticada de la química para lograr cualidades estéticas y funcionales en productos de cuidado personal.

POR *François Bouton*, DIRECTOR GLOBAL INNOVATION & CENTRE OF EXCELLENCE BEAUTY & CARE DE BRENNTAG SPECIALTIES

**Las microemulsiones trifásicas en la industria cosmética representan una innovación significativa,** que aborda los desafíos de rendimiento y formulación. Estos sistemas constan de tres fases distintas: una fase oleosa, una fase de microemulsión

y una fase acuosa en perfecto equilibrio. Su estructura única permite la incorporación de una amplia gama de ingredientes que, de otro modo, serían difíciles de combinar en formulaciones tradicionales.

Las microemulsiones, distintas de las macroemulsiones tradicionales, consisten en dos líquidos inmiscibles como el aceite y el agua, estabilizados por tensioactivos y, a menudo, un cotensioactivo. Forman estructuras pequeñas



**Figura 1:** Formación y propiedades de las microemulsiones: "Del aceite y el agua a la estabilidad a nanoescala" [6]

(de 10 a 50 nanómetros), mucho más pequeñas que las gotas de agua en aceite, aceite en agua o bicontinuas. Estas microemulsiones son transparentes o translúcidas de baja viscosidad, lo que contrasta con macroemulsiones opacas y viscosas. Son termodinámicamente estables, formándose espontáneamente sin energía externa, a diferencia de las macroemulsiones cinéticamente estables. Sus propiedades únicas hacen que las microemulsiones sean especialmente adecuadas para aplicaciones cosméticas, ya que encapsulan tanto sustancias hidrófilas como hidrófobas.

La figura 1 ilustra la formación de una microemulsión, comenzando con un sistema bifásico de aceite (amarillo) y agua (azul) que no se mezcla. La adición de Laurato de sorbitán, un tensioactivo, forma una emulsión verde opaca. La introducción de un co-surfactante como el etanol lo transforma en una microemulsión verde y transparente con propiedades microscópicas distintas.

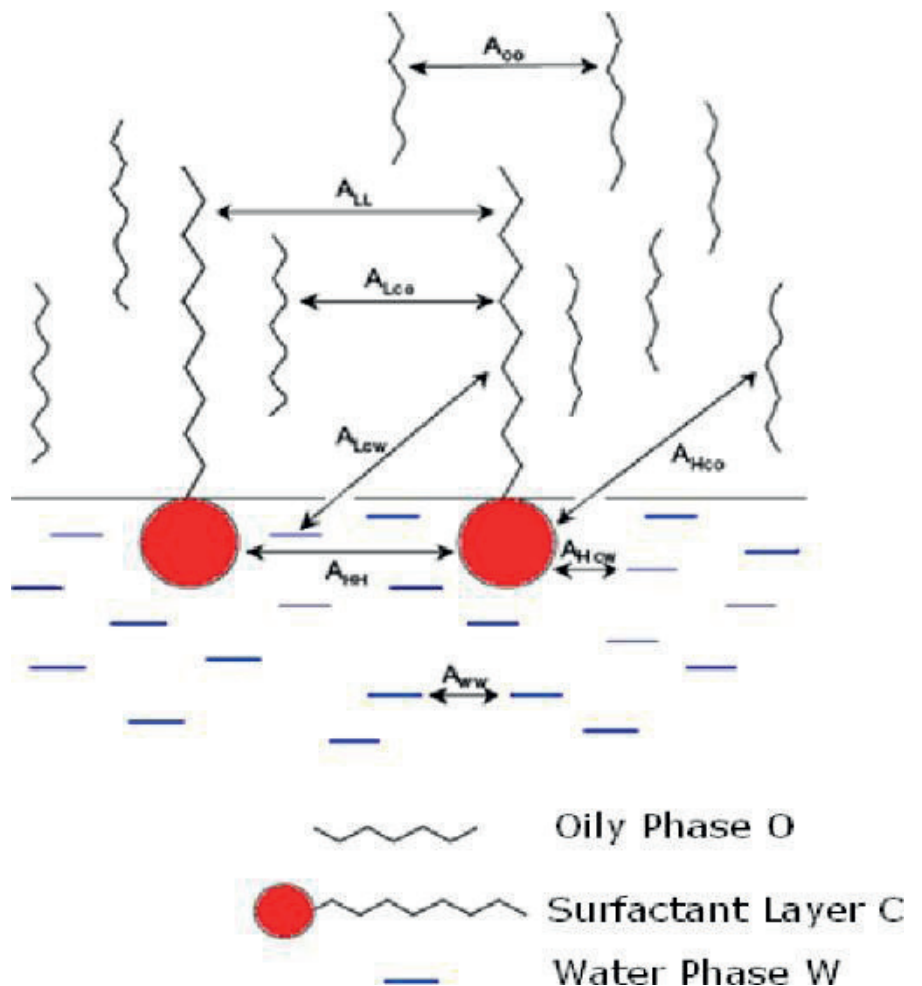
**CLASIFICACIÓN DE WINSOR**

Una microemulsión Winsor IV, o un sistema isotrópico monofásico, se forma cuando un surfactante y posiblemente un co-surfactante co-solubilizan eficientemente el aceite y el agua en una sola fase homogénea. Por el contrario, los

sistemas menos eficientes dan lugar a las microemulsiones Winsor I, II y III, caracterizadas por fases excesivas de aceite o agua. La formación y estabilidad de estas microemulsiones dependen de factores como la concentración de tensioactivos, los tipos de aceite y agua, y las condiciones externas como la

temperatura y la concentración de sal. La relación R de Winsor, un concepto introducido por Winsor en 1954, es clave para entender estas microemulsiones. Representa el equilibrio de las interacciones entre las moléculas de tensioactivo, el aceite y el agua, influyendo en el tipo y la estabilidad de la microemulsión. Esta relación es crucial para determinar la curvatura de las moléculas de surfactante en la interfaz, dictando así la estructura de la microemulsión.

1.  $A_{oo}$ : Energía cohesiva entre moléculas de aceite.
2.  $A_{ww}$ : Energía cohesiva entre moléculas de agua.



**Figura 2.** Ilustración de las fuerzas diferenciales involucradas en el sistema agua/aceite/tensioactivo para evaluar la relación Winsor R [8,9]

3.  $A_{HH}$ : Energía cohesiva entre grupos hidrofílicos de moléculas de tensioactivos.
4.  $A_{LL}$ : Energía cohesiva entre grupos lipofílicos de moléculas de tensioactivos.
5.  $A_{Lco}$ : Energía de interacción entre las partes no polares del tensioactivo y el aceite.
6.  $A_{Lcw}$ : Energía de interacción entre las partes no polares del tensioactivo y el agua.

La energía total de interacción del tensioactivo con la fase acuosa se puede representar como la suma de la energía cohesiva entre los grupos hidrófilos de las moléculas de tensioactivo y las moléculas de agua ( $A_{HH} + A_{ww}$ ), más la energía de interacción entre las partes no polares del tensioactivo y el agua ( $A_{Lcw}$ ).

Por lo tanto, la relación R de Winsor, que compara estas dos energías totales, se puede formular como:

$$R = \frac{A_{LL} + A_{oo} + ALco}{A_{HH} + A_{ww} + ALcw}$$

Esta relación R ayuda a predecir el tipo de microemulsión formada, en función de las afinidades de los tensioactivos por las fases de aceite y agua.

### CLASIFICACIÓN WINSOR DE MICROEMULSIONES

La clasificación de Winsor, un concepto clave en los estudios de microemulsión, las clasifica en función de las fuerzas hidrofílicas e hidrofóbicas:

1. Winsor I (*Oil-in-Water*): Presenta una microemulsión de aceite en agua con exceso de aceite.

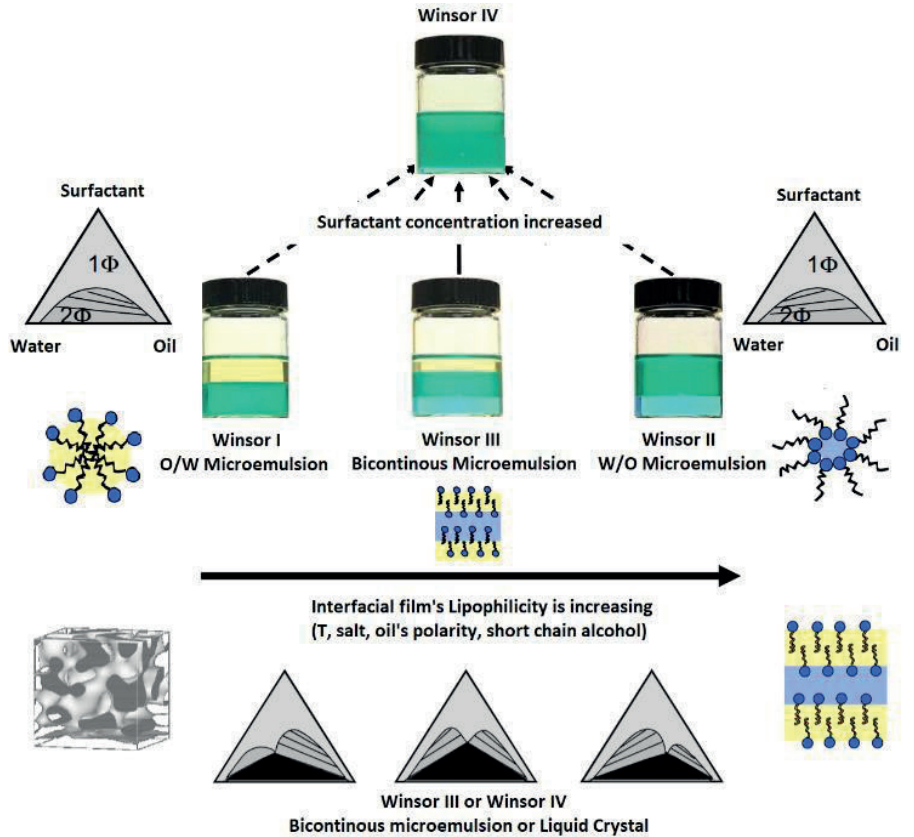


Figura 3: Ilustración de los Winsor I, II, III y IV que son diferentes tipos de microemulsiones formadas por la combinación de agua, aceite y tensioactivos en diversas condiciones y su correspondiente diagrama de fases. [7].

Los tensioactivos son hidrófilos, favoreciendo los sistemas con ciertos electrolitos o cotensioactivos.

2. Winsor II (*Water-in-Oil*): Comprende una microemulsión de agua en aceite con exceso de agua. Se forma cuando los tensioactivos son más hidrofóbicos, influenciados por los tipos y concentraciones de cotensioactivos.
3. Winsor III (Bicontinuo): Tiene una estructura compleja donde las fases de aceite y agua se entremezclan por igual. Ocurre cuando se equilibra la afinidad del surfactante por el aceite y el agua, a menudo a la temperatura de inversión de fase.

4. Winsor IV (bicontinuo o cristalino líquido): Implica una estructura cristalina líquida o una microemulsión bicontinua, que se forma en condiciones específicas como cambios de temperatura, salinidad o polaridad del aceite. Los tensioactivos están densamente empaquetados y su orientación está influenciada por su afinidad por el aceite y el agua.

La formación y las características de cada tipo dependen de la orientación del tensioactivo y de los factores ambientales, ofreciendo diversas aplicaciones en diversos campos.

La imagen muestra viales que representan diferentes fases de microemulsión: agua (azul), aceite (amarillo) y microemulsión (verde).

Los diagramas esquemáticos a continuación muestran la disposición de las moléculas de surfactante en la interfaz aceite-agua en cada fase. La parte inferior de la ilustración muestra la transición a estructuras más complejas a medida que aumenta la lipofilia de la película surfactante. Comprender la clasificación de Winsor es clave para el comportamiento de la microemulsión en cosméticos, ya que el tipo de microemulsión depende de factores como el aceite, el agua, el tensioactivo, el cosurfactante, la naturaleza del electrolito, la temperatura y otras condiciones. La transición de Winsor I a III y luego a II está influenciada por los cambios de curvatura de la película de surfactante debido a las diferentes concentraciones de electrolito y cosurfactante, lo cual es crucial para determinar el tipo, la estabilidad y las propiedades de la microemulsión.

### VENTAJAS DE LA MICROEMULSIÓN TRIFÁSICA EN COSMÉTICA

Las microemulsiones trifásicas ofrecen varias ventajas en la industria cosmética:

1. Mejora la absorción cutánea, ya que la microestructura permite una mejor penetración de los principios activos en la piel;
2. El sistema es estable y homogéneo, las microemulsiones mantienen la homogeneidad y estabilidad de los productos durante largos períodos;
3. Versatilidad de la formulación, permiten la incorporación de una amplia gama de ingredientes lipofílicos e hidrófilos;

4. Las microemulsiones proporcionan una sensación ligera y no grasa en la piel.

La norma ISO 16128 es crucial para evaluar el contenido natural en microemulsiones trifásicas. Este índice, calculado en función del origen y la transformación de las materias primas, mide la proporción de ingredientes naturales y de origen natural, expresada en porcentaje (0-100%). Un índice más alto significa más contenido natural, con más de 0,95 que indica casi todos los orígenes naturales.

Para una microemulsión trifásica, que es un sistema que consta de tres fases: una fase oleosa, una fase acuosa y una fase tensioactiva (a veces con un cotensioactivo y electrolitos), el uso de ingredientes naturales puede mejorar el atractivo y la calidad percibida del producto.

### APLICACIONES COSMÉTICAS

En la industria cosmética, estos sistemas encuentran aplicaciones variadas como:

1. Cuidado de la piel: en productos hidratantes, antiedad o correctores de imperfecciones.
2. Cuidado del cabello: hidratación, protección o reparación contra daños ambientales.
3. Cuidado de las uñas: hidratación, nutrición.
4. Productos de maquillaje: Desmaquillante mejorando su aplicación y rendimiento.

Los productos cosméticos utilizan una variedad de ingredientes para lograr estos efectos, como vitaminas, minerales, extractos de plantas, aceites naturales, péptidos y ácidos hialurónicos. Cada ingrediente

aporta beneficios específicos, contribuyendo así a las propiedades generales del producto cosmético.

5. Capacidad de esparcimiento: Se evalúa en función de la resistencia que se siente entre el dedo índice y la piel durante las rotaciones de las manos.
6. Grasa: Se mide pellizcando la piel para determinar el grosor del producto entre los dedos.
7. Pegajosidad: Determinada por el grado de adherencia que se siente al presionar y soltar el dedo del dorso de la mano.
8. Suavidad: Se observa como una sensación seca pero resbaladiza cuando se pasa el producto por el dorso de la mano.
9. Absorción: Se evalúa en función de si el producto deja un residuo en la piel después de la aplicación.

### EJEMPLO DE FORMULACIÓN DE WINSOR III

Ingredients	% (g)
Aqua	36
Sodium Chloride	3
Sorbitan Laurate	6
Short Chain Alcohol	12
Isopropyl Myristate	43

En esta tabla, se enumeran los ingredientes del tipo Winsor III destinados a la aplicación cosmética en la piel, su índice natural ISO 16128 es 1.

El siguiente gráfico se titula “Análisis sensorial del aceite puro frente a Winsor III” y compara las cualidades sensoriales de dos productos: “Aceite puro (IPM)” y “Winsor III (IPM)”. Cada eje representa un atributo sensorial diferente: Esparcibilidad, Absorción, Suavidad, Pegajosidad y Untuosidad.

Estos atributos se clasifican en una escala de 0 a 10.

Del gráfico, podemos inferir lo siguiente:

1. Capacidad de esparcimiento: Winsor III tiene una calificación de untable más alta que Aceite Puro.
2. Absorción: Winsor III también tiene un índice de absorción más alto que Aceite Puro.
3. Suavidad: La clasificación de suavidad es más alta para Winsor III en comparación con Aceite Puro.
4. Pegajosidad: El aceite puro tiene la misma calificación en comparación con Winsor III.
5. Untuosidad: El aceite puro está clasificado como más graso que Winsor III.

**‘LA CRECIENTE DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES DE PRODUCTOS NATURALES Y SOSTENIBLES, INFLUYE EN EL MOVIMIENTO HACIA INGREDIENTES MÁS SEGUROS. LA MICROEMULSIÓN WINSOR III DEMUESTRA LA ADAPTACIÓN DE LA INDUSTRIA A ESA TENDENCIA’**

Este análisis es valioso para el desarrollo de productos y el control de calidad, ya que ofrece información sobre varios atributos del producto. El rendimiento superior de Winsor III se debe a su interfaz aceite-agua optimizada, que mejora el rendimiento del aceite, especialmente cuando el aceite puro es viscoso y grasoso. Los beneficios clave de Winsor III incluyen una tensión interfacial significativamente menor entre el aceite y el agua, lo que mejora la capacidad de esparcimiento y absorción al tiempo

que reduce la pegajosidad y la untuosidad. Además, Winsor III altera las propiedades de flujo al cambiar la humectabilidad y reducir la viscosidad del aceite, lo que resulta en una mayor suavidad.

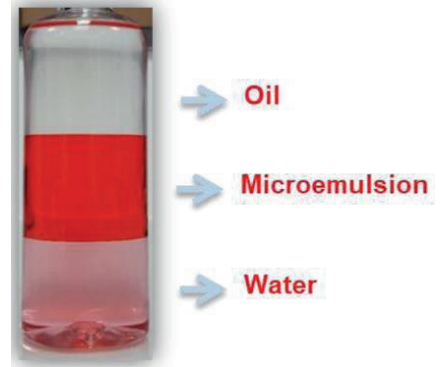


Imagen 1. Ejemplo de productos terminados en Winsor III

**CONCLUSIÓN**

El desarrollo de microemulsiones trifásicas en cosmética se enfrenta al reto de crear sistemas estables y estratificados. La creciente demanda de los consumidores de productos naturales y sostenibles, influye en el movimiento hacia ingredientes más seguros, y la microemulsión Winsor III de Brenntag Specialties EMEA, que cumple con las normas ISO 16128, demuestra la adaptación de la industria a esta tendencia.

La mejora de la estabilidad, la calidad sensorial y la versatilidad son solo algunos de los beneficios de las microemulsiones trifásicas, los cuales quedan patentes en los métodos de evaluación sensorial y rendimiento analizados en comparación con las formulaciones tradicionales

La innovación continua en la ciencia cosmética resulta, una vez más, clave para satisfacer las expectativas de los consumidores de naturalidad y sostenibilidad

Sensory Analysis of Neat Oil versus Winsor III

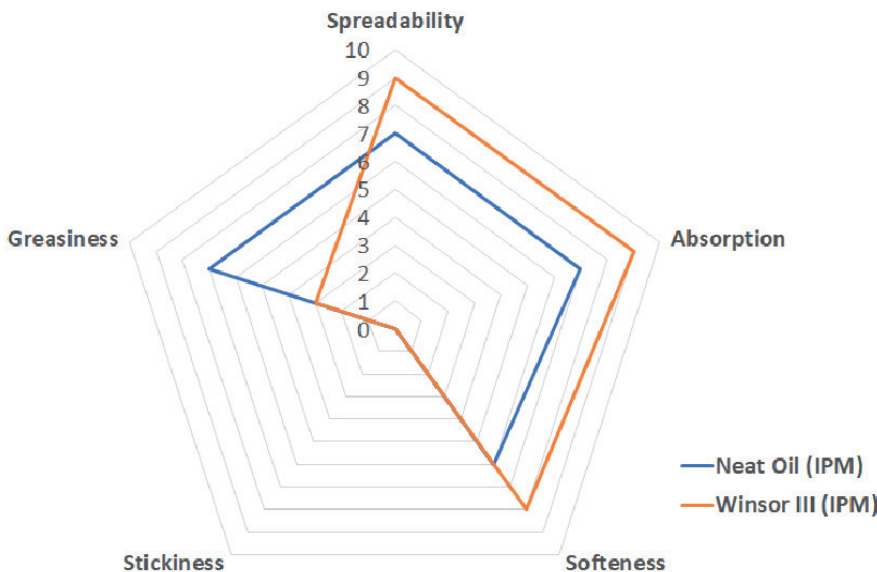


Gráfico 1.

# AEIC

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE  
INGREDIENTES COSMÉTICOS

**Representamos la unión de la Industria  
de los Ingredientes Cosméticos.**



## REPRESENTACIÓN

Recogemos tus intereses y necesidades para coordinar peticiones a los organismos oficiales.

Fomentamos el desarrollo comercial de todas las empresas aportando visibilidad y difusión de sus productos y servicios.



## CONFERENCIA ANUAL

Conoce con anticipación los cambios legislativos, tendencias y temas de actualidad a nivel internacional en la evolución del sector.



## GRUPOS DE TRABAJO

Participa con voz propia en los grupos de trabajo de la EFfCI.  
Influencia activamente en la defensa de los intereses de tu empresa.