

# HISTORIA DE LAS CERAS

## Y SUS APLICACIONES

Donato Herrera Muñoz

### *Resumen*

La cera, como tal expresión de la palabra, es conocida popularmente por todos, pero si preguntamos qué es “cera”, las contestaciones encontradas son muy diferentes, y a veces ambiguas.

En muchos de los casos la definen como “la cera que fabrican las abejas”, o “es con lo que se hacen las velas”; en otros casos, las definiciones han sido más técnicas.

La definición mayoritariamente aceptada es, como el grupo de sustancias o compuestos orgánicos sólidos a temperatura ambiente, fácilmente fusibles, untuosas, con brillo característico, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Las ceras son termoplásticas, aunque no se les considere polímeros.

Proceden del reino animal, mineral, vegetal o sintético, y su composición es variable, si bien tienen por lo general hidrocarburos y alcoholes de elevado peso molecular libres o esterificados.

Para dar a conocer las ceras con carácter informativo hemos confeccionado tres artículos, el presente y otros con los títulos: “ceras Naturales: Vegetales y Animales” y “Ceras Fisher Trops: Síntesis, Estructura y Propiedades”, que aunque independientes, pueden considerarse complementarios.

### *Introducción*

Quizá el hombre civilizado nunca se habría desarrollado del todo, si no fuera por el hecho de que estaba enfrentado desde el principio con cosas y sucesos naturales. Fue entonces cuando aprendió a utilizar estos fenómenos en su propio beneficio y después buscó otros que le fueran de utilidad. Hoy día el hombre ha avanzado y ha aprendido a combinar elementos del suelo, aire y agua para sintetizar productos naturales y poder satisfacer sus necesidades futuras. Lo mismo le ha ocurrido con la cera. Las ceras son tan antiguas como el hombre y se encuentran entre los materiales más antiguos que utilizó.

El término cera se deriva del nombre aplicado al material natural que formaban las celdillas de las colmenas de las abejas; en los tiempos modernos el término cera tiene un significado

mucho más amplio y generalmente se aplica a todos los sólidos o líquidos con carácter céreo que podemos encontrar tanto desde el punto de vista natural o sintético, así como todos y cada uno de los componentes que se encuentran individualmente en las ceras, tales como: hidrocarburos, ácidos, alcoholes y ésteres, independientemente de su fuente o método de preparación.

Ciertos compuestos sintéticos que no son ceras desde el punto de vista de su composición química, pero que tienen características físicas céricas se les incluye en este grupo debido a que técnicamente pueden ser usados como sustituto de las ceras.

Las ceras están entre los materiales más antiguos usados por el hombre. Su valor como

materiales versátiles de construcción ("*el primer plástico del hombre*") se descubrió en épocas muy remotas. Hoy en día, las ceras se usan como aditivos y como materia base. Se espera que el uso de ceras aumente en el futuro debido a sus propiedades favorables desde el punto de vista ecológico y toxicológico.

El prototipo histórico de todas las ceras es la cera de abejas. Puesto que podía obtenerse con facilidad, era muy popular en la antigüedad y aun ahora el término cera se usa ocasionalmente como un sinónimo de cera de abejas. Sin embargo, la definición científica y comercial de cera abarca un área mucho más amplia que comprende una serie de productos naturales y sintéticos.

### *Historia de las Ceras y sus Aplicaciones.*

La utilización de las ceras probablemente se empezó en tiempos prehistóricos, pero debido a su naturaleza transitoria, no existe ninguna evidencia arqueológica definida. Así la aplicación de la cera y las sustancias relacionadas en la momificación y como capas protectoras en el antiguo Egipto representa la prueba científica más antigua del uso de las ceras. Documentos escritos contienen indicaciones de que las ceras encontraron muy diferentes aplicaciones; el más conocido es la historia de Dedalo e Icaro quienes utilizaron la cera como un adhesivo para fabricarse alas, pegando unas plumas a otras. En la antigüedad, se usaba la cera como una materia prima para modelar, en la producción de moldes, como un portador de pigmento, y para la protección de superficies.

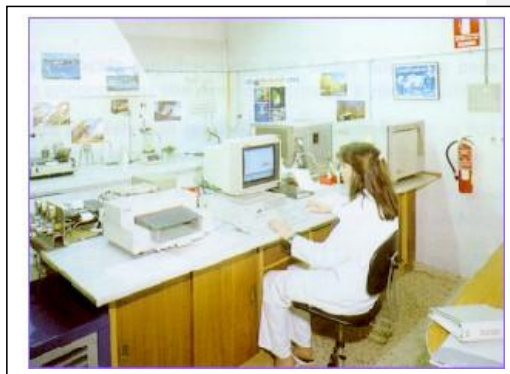
En tiempos coloniales, las hasta ahora desconocidas ceras como la carnauba, candelilla, y la cera de insectos china, se introdujeron en Europa. De la aparición de la cera, Colón infirió las riquezas de las islas caribeñas: "Donde hay cera, hay también miles de otras cosas".

Durante mucho tiempo, no se supo demasiado sobre la naturaleza química de la cera. Sólo hasta el siglo XVIII no se hizo el descubrimiento de que la cera de abejas es una secreción animal y no un producto de las plantas recolectado por las abejas. La investigación sobre las ceras se estableció como una disciplina científica en 1.823. Se convirtió en parte del nuevo área de

investigación de jabones, aceites, grasas, y ceras. El descubrimiento real de la cera como una materia prima importante, en términos de cantidad también, ocurrió al principio de la Revolución Industrial. La Ozoquerita (cera fósil) fue explotada y refinada para dar la cera ceresina (1.875), después se obtuvo la cera montana del lignito (1.897), y más tarde se obtuvieron parafinas del petróleo crudo. En 1935 se produjeron las primeras ceras totalmente sintéticas por el proceso de Fischer-Tropsch. La cera de polietileno ha sido sintetizada mediante el proceso de alta presión desde 1939, y se hizo disponible gracias al proceso Ziegler de baja presión desde 1953. A escala de laboratorio las ceras de poliolefina también pueden ser sintetizadas usando modernos catalizadores de metaloceno.

Procesos de degradación para la producción de ceras, que en principio parten de los plásticos de alto peso molecular (principalmente el polipropileno), también ha logrado un cierto grado de importancia. Finalmente, sustancias de bajo peso molecular que, de otra forma son obtenidas en la producción de plásticos pueden procesarse o refinarse para producir ceras.

Existe un gran número, todavía en aumento, de ceras naturales y sintéticas y sustancias relacionadas, así como aplicaciones de estos materiales.



### *Definición*

No existe ninguna definición generalmente aceptada para el término cera. Todos los intentos para formular una definición precisa, comprensiva, y científicamente verificable de la cera deben tener en cuenta el gran número de productos similares a la cera y la complejidad

Con formato

química de tipos individuales. No obstante, usar el término cera para las diferentes especies químicas con propiedades comunes todavía es razonable.

Típicamente las ceras no consisten en un solo compuesto químico, sino que son a menudo mezclas muy complejas. Siendo oligómeros o polímeros en muchos casos, los componentes difieren en su peso molecular, en la distribución del peso molecular o en el grado de ramificación de la cadena. Grupos funcionales (e.g., los grupos carboxílicos, alcohol, éster, ceto, y amida) pueden ser detectados en ceras, a veces varios grupos diferentes.

La definición académica todavía citada en textos de química - "que las ceras son ésteres de ácidos carboxílicos de alto peso molecular con alcoholes de cadenas largas" ya no resulta útil. Se aplica bastante bien sólo a algunas ceras clásicas, como la cera de abejas; otros (e.g., ceras de petróleo) no se encuadran dentro de esta categoría. Hoy en día, se prefieren definiciones físicas y técnicas. Se hicieron varios esfuerzos para diferenciar entre las ceras y otras clases de sustancias, particularmente las grasas, resinas, y los polímeros de elevado peso molecular, usando varios criterios. Estas definiciones principalmente físicas son en alguna medida arbitrarias y no están generalmente aceptadas. Las ceras también pueden ser clasificadas según sus aplicaciones.

Probablemente la definición más aceptada ha sido realizada en Europa por el Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (DGF, Asociación alemana para las Ciencias Grasas). Fue utilizada en forma modificada en las tarifas aduaneras de la Unión Europea. Según esta

definición, cera es todo producto natural o sintético que presenta las siguientes propiedades:

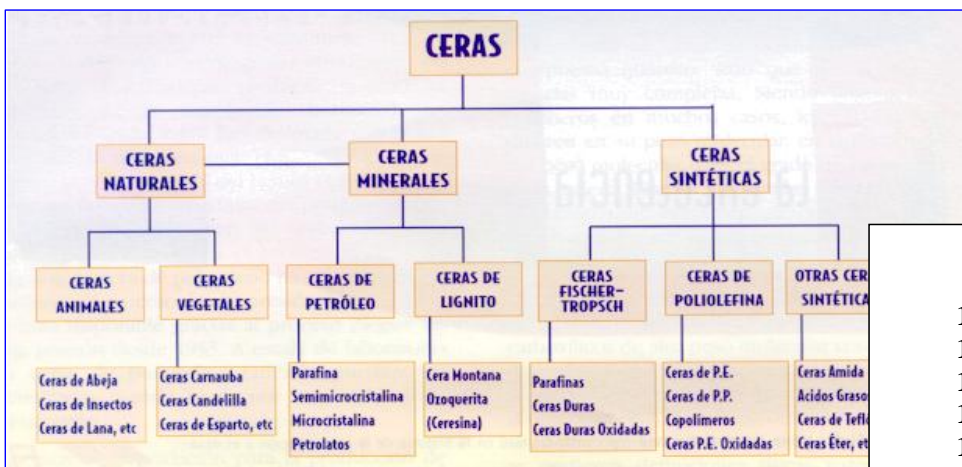
- A 20°C deben ser de aspecto amorfo a finamente cristalino, de transparente a opaco, de blanda a dura y de plástica a quebradiza.
- Funde a temperaturas superiores a 40°C sin descomposición.
- Son pulimentables bajo una ligera presión
- Presentan baja viscosidad a temperatura ligeramente por encima de su punto fusión.
- La viscosidad decrece paulatinamente al aumentar la temperatura.
- Su consistencia y solubilidad, dependen directamente de la temperatura.
- Generalmente arden con una llama fuliginosa, después de la ignición
- Pueden formar pastas o geles.
- Presentan baja conductividad térmica y eléctrica.

En el caso de ceras de peso molecular más alto, la diferenciación entre una cera y un polímero termoplástico es a veces difícil. Esta diferenciación es particularmente importante para las aplicaciones donde la aprobación alimentaria es esencial (FDA, CEE, MITI, etc.).

### Clasificación

Las ceras pueden ser clasificadas según varios criterios como el origen, las propiedades químicas, físicas, y las aplicaciones.

La diferenciación primaria normalmente se hace



### Ceras Animales

- 13 – Abeja cruda
- 14 – Abeja blanqueada
- 15 – Spermaceti
- 16 – Cera Goma Laca
- 17 – Cera china de insectos

según origen o aparición y síntesis. Una propuesta para una clasificación se muestra en la Figura 1. En ella, las ceras son divididas en tres grupos principales: natural, mineral y sintético. Las ceras naturales exhiben su carácter céreo sin tratamiento químico, mientras que las ceras sintéticas generalmente adquieren su naturaleza cérea en el curso de la síntesis. No hay ninguna frontera clara. Hemos querido separar un tercer grupo las ceras minerales que aunque siendo de origen natural, pues proceden de yacimientos o minas, tienen unas propiedades francamente diferenciadas.



#### Ceras Vegetales

- 7 – Carnauba gris grasa
- 8 - Carnauba flor
- 9 – Candelilla
- 10 – Cera Ouricuci
- 11 – Cera de Caña de azucar
- 12 – Cera de Esparto

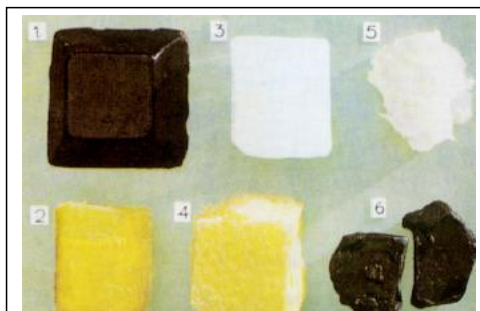
**Las ceras naturales** están formadas a través de procesos bioquímicos y son productos de metabolismos de animales o plantas. La síntesis biológica de la cera todavía está teniendo lugar en la naturaleza. Muchas plantas, particularmente la palma de la carnauba, y animales -fundamentalmente insectos, como la abeja - producen ceras. Éstas son conocidas como no fósiles o ceras naturales recientes.

Las ceras naturales raramente se usan industrialmente en su forma original. Son generalmente convertidas en ceras naturales modificadas refinándolas, e.g., por destilación, o extracción. Procesos químicos como la hidrogenación, blanqueo y oxidación, también pueden ser utilizados. El tratamiento físico y químico puede combinarse; el objetivo de todos

estos procesos es obtener una cera tan pura como sea posible.



**Las ceras minerales** son ceras naturales formadas en los primeros períodos geológicos se conocen como *ceras fósiles*. Todas las ceras de petróleo, lignito (cera de montana) y turba pertenecen a esta categoría, que es a su vez la más grande.



#### Ceras minerales

- 1 – Montana cruda
- 2 – Microcristalina plástica
- 3 – Parafina refinada
- 4 – Microcristalina dura
- 5 – Petrolatum refinado
- 6 – Ozoquerita cruda

Las ceras fósiles aparecen predominantemente como componentes menores del aceite, carbón, y turba. Algunos depósitos con alto contenido en cera se formaron por sedimentación.

**Las ceras sintéticas** fueron desarrolladas en siglo XX. Las materias primas de partida son compuestos de bajo peso molecular. Los productos pueden ser ceras en el sentido más

estricto de la definición, o sustancias con un carácter céreo parcial. Los dos grupos principales de ceras totalmente sintéticas son las ceras Fischer-Tropsch y las ceras de poliolefina. Estas ceras pueden ser clasificadas según el material de origen usado para la producción  $C_1$  (Carbón, Monóxido de Carbono, Metano) ó  $C_2$  (Etileno; alfaolefinas).

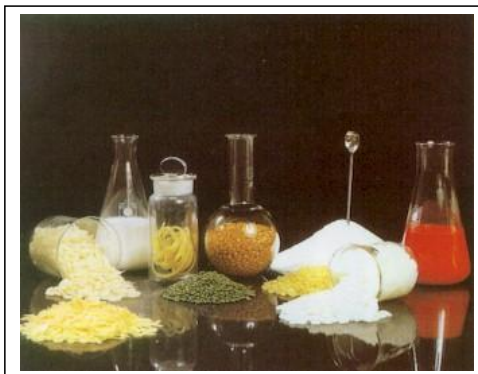
En la síntesis de Fischer-Tropsch se parte de carbón vapor y aire para obtener el gas de síntesis (Monóxido de Carbono e Hidrógeno) que es convertido en el reactor de Síntesis, mediante catalizadores especiales y a alta presión y temperatura, en un amplio espectro de hidrocarburos saturados e insaturados. Entre estos productos se encuentran las ceras de Fischer-Tropsch, que se caracterizan por la baja estrecha distribución del peso molecular. Son productos relativamente duros.

Además del carbono, también puede usarse gas natural como materia prima para la síntesis de  $C_1$ . El proceso de Synthesis (SMDS) utiliza gas de la síntesis producido por transformación natural con vapor. Este proceso es una variante del proceso de Fischer-Tropsch clásico y emplea catalizadores especialmente desarrollados.

Las ceras de Poliolefina son, en la mayoría de los casos, productos del  $C_2$  o  $C_3$ . Se obtienen por polimerización de alfa-olefinas del bajo peso molecular, normalmente el etileno. Otra ruta de las ceras de polietileno es - la degradación termomecánica del plástico de polietileno. Los dos procesos de producción más importantes son el de alta presión y los procesos Ziegler. Recientemente, las ceras de poliolefina también han sido sintetizadas usando modernos catalizadores de metaloceno.

Las ceras de poliolefina pueden ser homopolímeros o copolímeros de  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ , (etileno, propileno y butileno), o alfa-olefinas de mayor longitud de cadena. Las ceras de polipropileno (PP) son producidas por el proceso Ziegler o por degradación termomecánica de plástico de polipropileno. Las ceras de Polipropileno son generalmente, parcialmente cristalinas. Además, ahora se produce un polipropileno predominantemente amorfo de bajo peso molecular (APO o APAO) con un carácter céreo. Junto a esta deliberada producción, todavía se produce PP (APP) como un subproducto de plásticos PP.

Las ceras Fischer-Tropsch y las ceras de poliolefina son no polares. Las ceras polares son obtenidas por reacciones posteriores, (oxidación) opcionalmente seguido por la neutralización a jabones metálicos, esterificación, o formación de amida. Las ceras de poliolefina polares también son accesibles vía la copolimerización directa o reacciones de adición (e.g., olefinas con ácidos carboxílicos no saturados o ésteres).



**Otras ceras sintéticas.** Si las ceras naturales o materiales similares son modificados por reacciones químicas como la esterificación, amidación, o neutralización de ceras ácidas, se obtienen ceras parcialmente sintéticas. Por ejemplo, las ceras naturales de montana, que consisten principalmente de ésteres de ácidos con alcoholes de larga cadena, pueden ser convertidos en ceras ácido por excisión de los ésteres y oxidación de los alcoholes. La reacción posterior con alcoholes dihidrídicos produce ésteres que tienen estructuras químicas comparables a aquellas de los materiales de inicio. Las ceramidas no aparecen de forma natural. Este grupo consiste en productos de la reacción de ácidos grasos con amoníaco, aminas, y diaminas. Una ceramida industrialmente importante es la diestearil etilen-diamina.

También pertenecen a las ceras parcialmente sintéticas las ceras alcohol. Estas son mezclas de alcoholes de cadena larga que se perfeccionan para su principal área de uso, (en ungüentos y cremas farmacéuticas y cosméticas), por la adición de ésteres de ácido graso y emulgentes. También pueden usarse ceras alcohol para las emulsiones industriales con buena estabilidad a largo plazo.



### *Características, Propiedades y Usos*

El número de posibles y reales usos de las ceras es extremadamente alto. Pueden combinarse las propiedades físicas y químicas de varios tipos de ceras libremente a través de mezclas y preparaciones. Por tanto, se presentan ceras en casi todas las áreas posibles de uso, aunque en diferentes medidas. Así, cualquier selección de aplicaciones tiene que ser algo arbitraria.

Para el usuario, si bien la función de aplicación orientada de la cera es importante, no lo es tanto su estructura química. Esto último es definido principalmente por la cadena de hidrocarburo característica, el bloque básico de casi todas las ceras. Éste imparte propiedades hidrófobas a las ceras. La longitud de la cadena carbonada puede variar desde  $C_{16}$ - $C_{18}$  para ceras grasas, pasando por  $C_{20}$ - $C_{60}$  para el caso de las ceras de petróleo, hasta de varios miles de átomos de carbono unidos para el caso de las ceras de polietileno.

Además de la propia longitud de la cadena (y por tanto el peso molecular), la distribución de los pesos moleculares y el grado de ramificación también afectan a las propiedades de las ceras. Los puntos de fusión y reblandecimiento, viscosidad y el grado de dureza aumentan cuanto más grande sea la longitud de la cadena. Altos grados de ramificación bajan el punto de fusión y la dureza. Los grupos polares, como los grupos carboxílico, éster, y amida fortalecen las fuerzas intermoleculares y generalmente aumentan el punto de fusión y la dureza.

Las características particulares de muchas ceras son sus buenas capacidades de absorción y su habilidad para ligar solventes. Las disoluciones de cera forman pastas estables y homogéneas al

enfriarse; estas pueden aplicarse en superficies y ser pulidas después de la evaporación del solvente. Las películas de cera resultantes son brillantes o pulimentables, duras, y resistentes a la tensión mecánica.

Cuando se agrega un emulgente adecuado y en cantidad equilibrada, las ceras pueden formar finas dispersiones o emulsiones estables. Éstas dispersiones y emulsiones se utilizan para el tratamiento de superficies. Después de la aplicación, la fase acuosa se seca y se forma una película de cera sobre el sustrato con diferentes funciones como, proteger abrillantar, hidrofugar, etc.

Además de proteger la superficie, hidrofugar y dar brillo, las ceras tienen otras propiedades como desmoldeantes, lubricantes, confieren compatibilidad o flexibilidad, sirven para regular la viscosidad, ajustar la consistencia y los puntos de fusión o goteo, se pueden emulsionar o dispersar, etc. Por todos es sobradamente conocido que las ceras son también utilizadas como combustible y material de iluminación.

Para aplicaciones específicas, sólo unas pocas - frecuentemente sólo una - de estas funciones resulta importante. Ocasionalmente algunos de los efectos son opuestos; cabe mencionar por ejemplo: las ceras para pulimentos dan brillo sobre varias superficies, pero tienen un efecto mateante como aditivos en pinturas y barnices.

Hay ceras que se utilizan como ligantes en masterbatches pero son agentes desmoldeantes en el moldeo o procesado de los plásticos.

La tabla siguiente recoge una idea de la versatilidad de las ceras aunque no se la puede considerar completa.

## **PRINCIPALES APLICACIONES DE LAS CERAS**



<b>APLICACIONES</b>	<b>EJEMPLO DE APLICACIÓN</b>
ADHESIVOS, HOT-MELT	Reguladores de viscosidad, tiempos de pegado, tiempos abiertos, dureza, etc.
AGRICULTURA	En Fertilizantes, injertos, etc.
AUTOMÓVIL	Protección anticorrosiva, huecos y conservación de carrocería, etc.
METAL	Lubricantes de proceso, protección anticorrosiva de superficies, etc.
ALIMENTACIÓN	Recubrimiento de frutas, recubrimiento de quesos, goma de mascar, etc.
CARTÓN	Mejora de la resistencia al impacto y a la compresión, hidrofugación.
CAUCHO	Agentes de desmoldeo, ayudas de proceso, lubricantes, antiozonantes, etc.
CERÁMICA	Ligantes para esmaltes, procesado de azulejos, etc.
CERILLAS	Impregnación y regulador de combustión, etc.
CONSTRUCCIÓN	Retardadores de curado, desencofrantes, modificación de bitúmenes, etc.
COSMÉTICOS	Reguladores de unión y consistencia de ungüentos, pastas, cremas, lápices de labios, etc.
ELÉCTRICA Y COMUNICACIÓN	Agentes desmoldeantes, materiales de aislamiento, compuestos de relleno, etc.
EXPLOSIVOS	Estabilización.
MEDICINA Y FARMACIA	Agentes de moldeo y desmoldeo en laboratorios dentales, abrillantadores de píldoras, baños terapéuticos, disección, etc.
PAPEL	Resistencia al agua, resistencia a las grasas, alto brillo, termosellabilidad, resistencia al paso del vapor y los gases, etc.
TONER	Agentes dispersantes y compatibilizantes, antioffset.
PLÁSTICOS	Lubricantes (PVC), agentes de desmoldeo (PA, PU),
PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS	Regulador de viscosidad, acabado final, brillo, mateado, etc.
PULIMENTOS	Tratamiento autobrillante de suelos, pieles y cueros, pastas y cremas para zapatos, etc.
TINTAS DE IMPRENTA	Mejora de la resistencia al rayado, mejora de la resistencia al frote, deslizamiento o antideslizamiento, etc.
TEXTIL	Ayuda de proceso, hidrofugación, brillo, tacto, flexibilidad, etc.
VELAS Y UN LARGO ETC.	Combustión, iluminación, decoración, etc.

### *Bibliografía*

- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 1996
- Industrial Waxes. H. Bennet, 1975
- DGF Einheitsmethodem, Abteilung M: Wachse and Wachproducte, 1975
- Wax. An Introduction E.W.F. R. Sayers, 1983
- The Chemistry and Technology of Waxes. Albin H. Warth, 1947
- Petroleum Waxes. Characterization, Performance and Additives. Tappi, 1963
- Technologie et Analyse des Huiles, Graisses et Cires. J. Lewkowitsch, 1906