

LAS CERAS

EN LA INDUSTRIA DEL EMBALAJE

Félix E. Mariscal Martínez

Las ceras son materiales versátiles capaces de conferir multitud de propiedades funcionales que usualmente son requeridas en materiales de embalaje, ya sean rígidos o flexibles. Su misión principal es la de proteger y preservar los productos envasados a la vez que potencian las propiedades funcionales de aquellos materiales sobre los que se aplican. Adicionalmente, las ceras pueden contribuir a proveer cualidades que en si mismas no son de protección, como por ejemplo, brillo superficial, tenacidad, termosoldabilidad,... a un soporte determinado, si bien su misión específica en el campo que nos ocupa es la de protección del producto envasado frente al paso de agentes externos.

Estamos, pues, ante materiales a los que se exigen prestaciones excepcionales, muy diversas y a menudo contrapuestas, que llenan un importantísimo papel en la Industria del Embalaje, que algunas veces puede ser desempeñado por otros productos de naturaleza distinta para cumplir un mismo cometido pero que, en la mayor parte de los casos, puede ser satisfecho únicamente por las ceras.

A pesar de que las ceras constituyen un conjunto de productos cuyo consumo anual en España supera ampliamente las 50.000 toneladas y que son utilizados en muchos de los campos de la industria, todos los aspectos relacionados con su origen y composición, constituyen un misterio para muchos de los usuarios de las mismas y para el público en general.

Al hablar de ceras, vienen a la mente algunos usos comunes de las mismas como velas, abrillantadores o recubrimiento de quesos, pero existen otros muchos en los que resultan insustituibles y que son poco conocidos, como: Antiozonante y ayudante de proceso en cauchos, Lubricante en procesamiento de plásticos, componente de la goma base de los chicles, Recubrimiento conservante de cítricos,

Hidrofugante de tableros aglomerados, Componente de tintas, barnices y pinturas, etcétera. Aparte de todos éstos, existe un campo de aplicación, que es el del embalaje, donde las ceras resultan insustituibles. Dentro del mismo, salvo en el caso del recubrimiento de quesos, la cera no se utiliza como elemento único de embalaje, sino que se combina con toda una serie de materiales - como películas poliméricas, metálicas, papel,

cartón, etcétera - para realizar o proporcionar alguna propiedad deseada.

Dentro de todos los tipos de cera existentes en el mercado, los derivados del petróleo son los más empleados en este campo de aplicación, y por ello, después de una definición general del término "cera" y de una clasificación de todos los tipos existentes, el resto del artículo va a dedicarse al estudio de los distintos tipos



que se obtienen en el fraccionamiento del crudo, la composición de cada una de ellas y su incidencia sobre sus características y comportamiento, tanto como producto final, como sobre las características específicas que puede impartir a un determinado material de embalaje.

Definición:

¿Qué significa el término “cera”?

Actualmente es muy difícil postular una definición simple para el término cera. El nombre, en varias lenguas, originalmente se refería a la cera de abejas y ha sido esa acepción, la que ha provocado que siempre que se utiliza el término, se piensen en una serie de características fácilmente percibibles en este material, que juntas, justifican el describir a una sustancia como cera.

Las características que vienen a la mente al pensar en una cera, generalmente son:

- Una sustancia sólida a temperatura ambiente de apariencia análoga a la cera de abejas.
- Con baja temperatura de fusión.
- Muy fluida cuando está fundida.
- Que vuelve a solidificarse sin cambios al enfriarse, por lo que puede ser fácilmente moldeada.
- Insoluble en agua.
- Combustible

Todas ellas, en conjunto, tipifican el “comportamiento céreo” de una sustancia.

De cualquier forma, el gran desarrollo tecnológico experimentado en este último siglo, ha permitido el descubrimiento y utilización comercial de numerosas sustancias con un comportamiento similar al descrito y que, por tanto, han sido englobadas en el término “cera”. Estas sustancias están compuestas químicamente de productos de naturaleza muy diversa y pueden ser de origen vegetal, animal, mineral (sean provenientes del carbón o del petróleo) u obtenidas en procesos de síntesis química. El factor común que presentan todas ellas, es que muestran en mayor o menor medida el comportamiento céreo descrito anteriormente. Todo esto conduce naturalmente a una situación en la cual, actualmente, el término cera no tiene ningún significado desde el punto de vista químico, ya que comprende sustancias tan variadas en composición como: parafinas, ceras éster, ceras Fischer-Tropsch, etc...

En la literatura antigua, se proponía una definición para distinguir los aceites, grasas y ceras producidas biológicamente “Las Grasas y Aceites consisten en mezclas de ésteres de glicerina y ácidos grasos, los ácidos suelen tener una cadena carbonada comprendida en el rango de C_{16} a C_{20} , mientras que las ceras vegetales y animales consisten principalmente en una mezcla de ésteres derivados de ácidos y alcoholes de alto peso molecular. Estos alcoholes no son glicéridos, y los ácidos poseen una longitud de cadena mayor de la encontrada en aceites y grasas”. Esta definición, no sólo está obsoleta actualmente, ya que

no contempla las ceras de síntesis o las ceras hidrocarbonadas derivadas del petróleo; sino que además algunos ésteres líquidos como el aceite de esperma, deberían ser catalogados en el contradictorio término de “cera líquida”.

Podemos adoptar, por tanto, para el tema que se va a tratar en este artículo, la definición publicada en 1975 en el “DGF-Einheitsmethoden Abteilung M-Wachse”, según la cual:

“Cera es un término general referido a toda una serie de sustancias naturales y sintéticas que presentan las siguientes propiedades:

- Son sólidas a 20°C, y a esta temperatura presentan una consistencia que puede variar de blanda y plástica a dura y quebradiza.
- Funden sin descomponerse a temperaturas superiores a los 40°C
- Presentan una viscosidad relativamente baja a temperaturas ligeramente superiores a su punto de fusión
- Su consistencia y solubilidad varía enormemente con los cambios de temperatura
- Por frote a baja presión, desarrollan brillo en su superficie”.

Clasificación:

¿Qué tipos de cera existen?

Las sustancias catalogadas como ceras que están disponibles en el mercado, pueden ser clasificadas atendiendo a su origen o a su composición química. El

Figura 1. Atendiendo a su origen

Animal	Vegetal	Mineral	Derivada del petróleo	Sintéticas
De mamíferos: esperma de ballena De insectos: cera de abejas.	De hojas y tallos: candelilla, carnauba, ouricuri... De frutos y semillas: cera del lapón o cera de Uchuhuba.	Obtenida como tal en minas: ozoquerita. Obtenida por extracción de depósitos minerales: cera montana, cera de lignito.	Parafinas, ceras intermedias y ceras microcristalinas.	Ceras Fischer-Tropsch, ceras polietilénicas, polipropilénicas, de teflón, oxidadas, cloradas.

resultado de esta clasificación se refleja en las figuras 1 y 2.

En esta tabla se incluyen algunos tipos que ya no existen comercialmente, sea por razones de desaparición de las fuentes de donde se obtenía - como la Ozoquerita -, por motivos ecológicos - Esperma de ballena - u otros. A pesar de su desaparición, consideramos conveniente enumerarlos, ya que se pueden encontrar referencias a ellos en libros de formulaciones antiguos.

De todos estos tipos, el de mayor consumo e interés en la industria del embalaje, es el que engloba a todas las ceras obtenidas en el proceso de fraccionamiento del petróleo. Las grandes ventajas que poseen respecto al resto son:

- Gran posibilidad de elección entre un extenso rango de puntos de fusión, viscosidad, plasticidad, dureza, etc....
- Capacidad de mezcla entre sí o con otros aditivos para obtener o mejorar alguna propiedad.
- Bajo precio.
- Independencia respecto a factores climáticos que coartan el uso de ceras de origen vegetal en

Figura 2. Atendiendo a su composición

Hidrocarburos	Ácidos	Ésteres	Glicéridos	Hidrocarburos halogenados
Ozoquerita, cerasina, ceras del petróleo, cera del lignito, ceras Fischer-Tropsch, ceras polietilénicas, ceras de polipropileno...	Ceras oxidadas de Fischer-Tropsch, polietileno, montañas oxidadas...	Esperma de ballena, carnauba, candelilla, montana, ésteres sintéticos.	Cera del lapón, cera de Uchuhuba, glicéridos sintéticos derivados de ácidos de cadena larga.	Parafinas cloradas.

algunas aplicaciones, debido a la gran inestabilidad en disponibilidad y precio que existe de un año a otro.

consiguiente, tienen un peso molecular inferior que las microcristalinas o las intermedias. Para obtener las



Obtención:

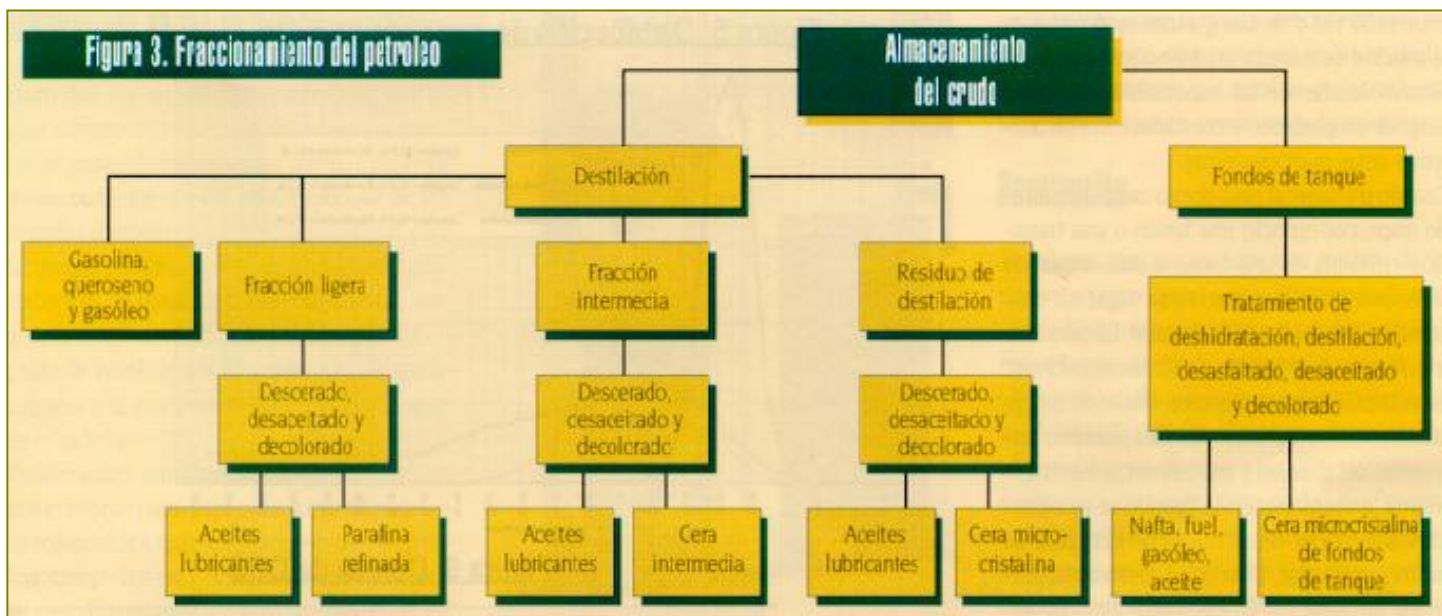
¿Cómo se obtienen los distintos tipos de ceras del petróleo?

De una forma muy simplificada, se refleja en la figura 3 los distintos procesos de fraccionamiento del crudo, y las etapas donde se producen los tipos de ceras que derivan de él: parafinas, ceras intermedias y microcristalinas.

Las parafinas se extraen del petróleo durante el proceso de destilación; se obtienen de los destilados de lubricante de bajo punto de ebullición y por

parafinas refinadas que se encuentran en el mercado, este destilado debe procesarse para eliminar el aceite que contiene y someterse a una serie de etapas sucesivas, que pueden incluir: hidrogenación, decoloración y desodorización.

Las microcristalinas pueden obtenerse en dos etapas distintas: del procesado de los residuos que restan del proceso de destilación de lubricantes, o del depósito que forman algunos crudos muy cerosos en los tanques de almacenaje. En ambos casos, después de un proceso de desasfaltado y de eliminación de los lubricantes pesados por extracción con



disolvente, el resultado es un “petrolatum” oscuro y untuoso que contiene de forma aproximada un 60 % de aceite y un 40 % de cera microcristalina. Este material se somete a una extracción con disolvente el aceite, hasta que queda un contenido en el mismo que puede variar entre un 1 y un 4 %. No se obtienen de la destilación ya que tienen un peso molecular mayor que el de las parafinas y las intermedias.

Las dos fuentes de ceras microcristalinas proporcionan productos distintos que varían en sus características y comportamiento. Las obtenidas como residuo de la destilación son más plásticas, mientras que las derivadas de los fondos de tanque son de carácter duro y de punto de fusión elevado.

Con características entre parafinas y microcristalinas y obtenidas en una etapa intermedia -, se obtienen las ceras intermedias o también denominadas semi-microcristalinas, que presentan un peso molecular comprendido entre el correspondiente a los otros dos

tipos y un comportamiento ponderado.

Composición:

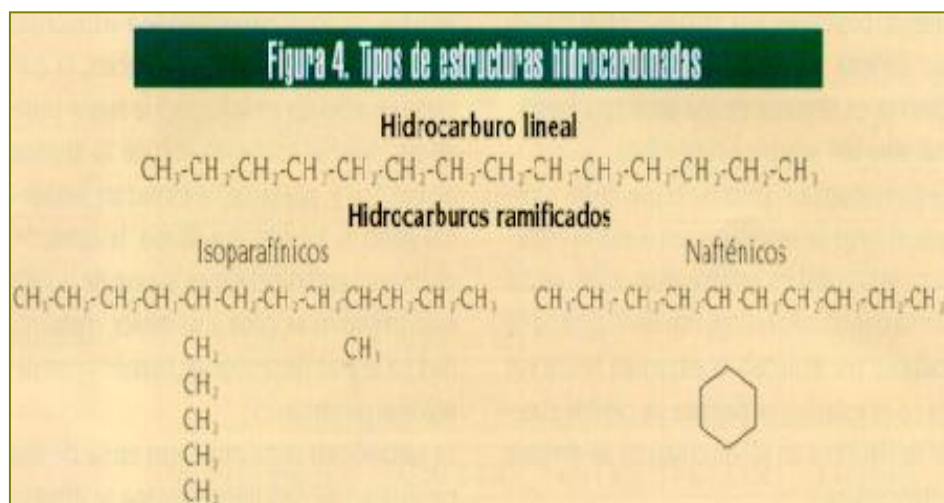
¿Qué diferencia química hay entre parafinas y microcristalinas, y cómo influye en su comportamiento?

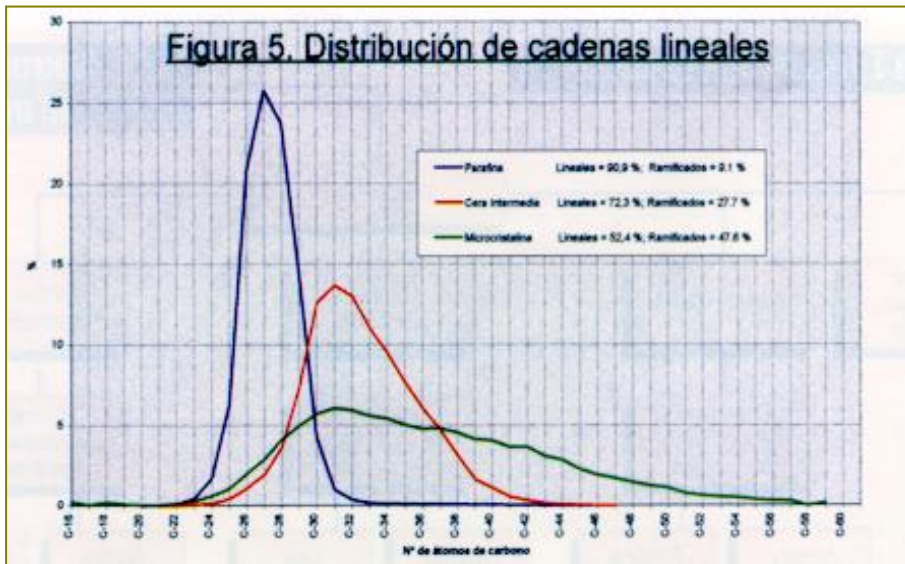
Para entender el efecto que presentan cada uno de estos tipos de cera en su uso final, es necesario penetrar en su composición. Los tres están constituidos por moléculas hidrocarbonadas, es decir, compuestas exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno, que pueden ser lineales, ramificadas (iso-parafínicas) o

contener anillos alifáticos saturados (nafténicas). (Ver fig. 4).

La distinta proporción de estos tres componentes, la distribución de pesos moleculares y el contenido en aceite del producto final, provocarán su clasificación dentro de uno u otro tipo y condicionarán su comportamiento.

Para conocer su composición cualitativa y cuantitativa y los cambios que experimentan con la temperatura, se emplean dos técnicas fundamentales en el estudio de las ceras que son la Cromatografía de Gases de Alta Temperatura (HTGC) y la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).





La Cromatografía de gases de alta temperatura, permite la separación de los distintos hidrocarburos que componen un producto de este tipo, y su valoración cuantitativa. Este fraccionamiento se realiza atendiendo primero al peso de la molécula, es decir, al número de átomos de carbono que constituyen la cadena carbonada, y dentro de un mismo peso molecular, a la distinta disposición de la cadena; de tal forma que se puede separar para cada número de átomos de carbono, el isómero lineal, del conjunto compuesto por todos sus isómeros ramificados. En la figura 5 se representa la distribución de cadenas lineales de una parafina típica, una cera intermedia y una cera microcristalina, obtenidas por esta técnica, así como el contenido de las mismas en hidrocarburos lineales y ramificados (isoparafínicos y nafténicos).

Las parafinas están constituidas principalmente por hidrocarburos lineales en el rango de C_{18} a C_{36} .

Al contener una mayor proporción de moléculas lineales, presentan un carácter marcadamente cristalino por

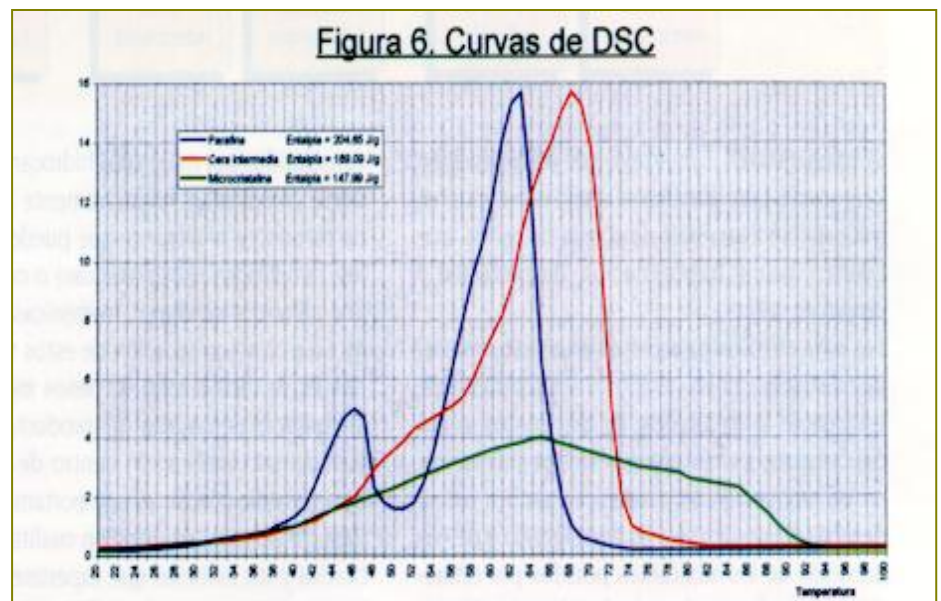
por lo que también se denominan ceras macrocristalinas. Poseen una cristalinidad que varía entre el 80 y el 90 %, actuando el resto de material amorfo como cemento entre los distintos cristalititos. Esta elevada cristalinidad provoca que presenten un comportamiento quebradizo y un tacto suave. Tienen un peso molecular comprendido normalmente entre 350 y 420.

Las microcristalinas, presentan un peso molecular entre 490 y 800, y contienen una mayor proporción de cadenas con ramificaciones y/o anillos saturados que dificultan enormemente el proceso de cristalización, originando cristales muy delgados, en

comparación con las parafinas, y de tamaños muy diversos que se encuentran dispersos en una gran proporción de material amorfo. Esta composición es la responsable de que, a diferencia de las parafinas, las ceras microcristalinas presenten un comportamiento dúctil y pegajoso al tacto. Su cristalinidad suele variar entre el 50 y el 65 %. Las grandes variaciones en la relación de material Cristalino/amorfo y en el peso molecular, son las responsables del ancho rango de propiedades encontradas entre las diferentes ceras microcristalinas.

Cuando un material pasa por un cambio de estado físico, por ejemplo una fusión o una transición cristalina de una forma a otra, o cuando reacciona químicamente, tiene lugar un desprendimiento o absorción de calor.

La Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), permite medir las entalpías de estos procesos, midiendo el flujo calorífico diferencial requerido para mantener una muestra del material, y una referencia inerte a la misma temperatura. En la Figura 6 se representan los termogramas obtenidos por



DSC para los mismos productos. En ellos se observa una diferencia fundamental en el comportamiento térmico existente entre la parafina - que presenta dos picos correspondientes a dos transiciones exotérmicas - y los otros dos tipos de cera - que presentan sólo uno -. Esta desigualdad de comportamientos, se debe nuevamente a la composición química de cada una de ellas.

Una parafina es una sustancia polimórfica, ya que presenta dos formas cristalinas distintas con la misma composición química. Ambos estados cristalinos tienen las mismas propiedades químicas, aunque las propiedades físicas, tales como la solubilidad o la temperatura de fusión son distintas. La transformación de una forma cristalina a la otra, lleva asociado un fenómeno de absorción o desprendimiento de calor que puede seguirse por DSC.

Cuando una parafina cristaliza desde el estado fundido, sus moléculas van pasando de una configuración estadística desordenada - líquido - a una disposición, en la cual, se ordenan situándose paralelamente entre sí; si la temperatura no disminuye bruscamente en este punto, las moléculas tienen la suficiente energía y movilidad para continuar girando a lo largo de su eje longitudinal, mientras ocupan una posición definida en el cristal. En estas condiciones, las moléculas presentan esencialmente una simetría cilíndrica y su ordenación más estable corresponde a una estructura cristalina hexagonal. Si se continúa disminuyendo la

temperatura, las moléculas cesan en su movimiento de giro y se agrupan a lo largo de su eje longitudinal, asumiendo posiciones fijas en la estructura cristalina. En este momento, la misma ya no puede ser descrita en términos de una estructura hexagonal, sino con simetría ortorrómbica.

Según aumenta el peso molecular de las cadenas, el rango de temperatura, en el cual la estructura hexagonal es estable disminuye, de tal forma que cuando existen más de 30 átomos de carbono por molécula, la estructura hexagonal ya no es estable y se produce un cambio directo del líquido a un sólido cristalino de simetría ortorrómbica.

La existencia de las dos formas cristalinas, explica la gran variación existente en el comportamiento de estos productos, cuando se les somete a un ligero calentamiento. Cuando las parafinas se encuentran a temperatura ambiente tienen un aspecto quebradizo, duro y son muy insolubles, pero a temperaturas ligeramente superiores, aunque por debajo de su punto de fusión (en el rango en el que la estructura hexagonal es la más estable), son flexibles, dúctiles, blandas y aumenta enormemente su solubilidad en disolventes orgánicos.

En el termograma de la parafina, el pico pequeño que aparece a menor temperatura, corresponde a la transición cristal-cristal entre la estructura ortorrómbica y la estructura hexagonal, y el más grande, a la fusión de esta última estructura. En el caso de la cera intermedia, sólo hay un pico

correspondiente a la fusión de cristales de la estructura ortorrómbica, ya que como se reflejaba en la figura 5 la mayor parte de sus cadenas contienen más de 30 átomos de carbono, y por tanto, la estructura hexagonal ya no es estable. Por último, la aparición de un pico ancho y chato en el caso de la cera microcristalina, se debe a su menor cristalinidad y a la gran dispersión de tamaños cristalinos que presenta.

La variación en cristalinidad que existe de una parafina a una cera microcristalina, se observa igualmente comparando los valores de entalpía asociada al proceso de fusión de los cristales, que se indican en el gráfico. Cuanto mayor sea la cristalinidad del compuesto, mayor cantidad de energía se debe emplear para que las moléculas se liberen de la ordenación en la estructura cristalina y pasen al estado líquido. En la figura 6 se observa, que el mayor valor de entalpía corresponde naturalmente a la parafina.

Caracterización:

¿Qué ensayos se emplean habitualmente para caracterizar una cera?

Cuando se analiza una cera o se plantea la cuestión de su idoneidad para su uso en un embalaje, penetrar, como hemos visto anteriormente, en su composición cualitativa, cuantitativa, y comportamiento térmico, es, a menudo, un proceso excesivamente costoso y laborioso; ya que existen toda una serie de ensayos normalizados que permiten determinar características físicas o químicas del producto,

que normalmente se emplean como parámetros de control de calidad y que proporcionan una idea rápida del comportamiento de la misma. En la figura 7 se refleja una lista de los más utilizados y en la figura 8, los valores de estos parámetros, propuestos en Abril de 1990 por la European Wax Federation para la definición y clasificación oficial de las ceras del petróleo.

Figura 7. Ensayos normalizados	
●	Temperatura de fusión y/o solidificación
●	Viscosidad
●	Penetración
●	Color
●	Contenido en aceite
●	Contenido en cenizas
●	Índice de refracción
●	Punto de inflamación e ignición, etcétera

Temperatura de fusión y/o solidificación.

Dado que las ceras están compuestas por un gran número de moléculas e isómeros diferentes, el Punto de fusión de las mismas, depende de los porcentajes y peso molecular de sus distintos componentes. Como regla general, para un mismo peso molecular de una cadena hidrocarbonada, el punto de fusión del isómero lineal sería el de valor más alto y disminuiría con el grado de ramificación, el tamaño de las ramificaciones y la posición de las mismas a lo largo de la cadena.

Pueden existir parafinas, y ceras microcristalinas con el mismo punto de fusión, pero

Figura 8. Propuesta de abril de 1990 de la EWF para la clasificación oficial de las ceras del petróleo				
Nombre	Norma	Parafinas	Intermedias	Microcristalinas
Punto de fusión	ASTM D-127	45-65	63-72	62-99
Punto de solidificación	ASTM D-938	45-65	63-72	60-95
Viscosidad	ASTM D-445	3-6	6-10	10-30
Penetración	ASTM D-1321	9-50	12-30	5-60
Color	ASTM D-1500	—	—	Máx. 2
Color	ASTM D-156	-16/+30	-16/+30	—
Índice de refracción	ASTM D-1747	1.419-1.430	1.427-1.434	1.434-1.448

diferirán en su composición química y propiedades. La parafina completamente refinada estará compuesta casi íntegramente por cadenas lineales, mientras que la microcristalina estará constituida por una elevada proporción de hidrocarburos iso-parafínicos y nafténicos y presentará un peso molecular superior. Por otra parte, la parafina será muy cristalina y por tanto quebradiza, mientras que la microcristalina tendrá un contenido cristalino muy inferior y un comportamiento plástico.

Existen varios métodos para valorar esta temperatura de fusión, de los cuales, los más importantes son:

- ASTM D-127 - Punto de fusión - Mide la temperatura a la que la cera sólida, sometida a una velocidad de calentamiento prefijada, comienza a fluir por su propio peso.
- ASTM D-566 - Punto de Gota - Mide la temperatura a la que la cera líquida posee la suficiente fluidez para atravesar, también por su propio peso, un orificio de un diámetro determinado.

- ASTM D-938 - Punto de Solidificación - A diferencia de los anteriores, mide la temperatura a la que la cera, desde su estado líquido, deja de fluir en unas condiciones especificadas.

- ASTM D-87 - Curva de enfriamiento - Mide la variación que experimenta la temperatura con el tiempo al someter la muestra de cera a un enfriamiento controlado.

Viscosidad.

La viscosidad es una medida de la resistencia que opone el producto líquido a fluir bajo unas condiciones determinadas de temperatura y cizallamiento. Existen numerosas formas de efectuar esta medida, que nos proporcionarán un valor en "Centipoises" (ASTM D-3236), "Centiestokes" (ASTM D-4445) ó "Saybolt Universal Seconds" (ASTM D-88). En todos los casos, corresponderá un valor más alto a un producto más viscoso y viceversa.

La viscosidad de una cera está en función de dos parámetros:

- Temperatura: La viscosidad de una misma cera, aumenta al disminuir la temperatura y disminuye al aumentarla.

- Naturaleza de la cera: cuanto mayor sea el número de cadenas ramificadas que contenga y el peso molecular, mayor será la oposición que presenta a fluir; debido a esto último, las ceras microcristalinas siempre presentan valores de viscosidad superiores a los que corresponden a las parafinas, a un mismo valor de temperatura.

Si se hace referencia al uso de las ceras en el mercado del embalaje, la viscosidad determinará en qué medida una determinada cera penetrará en un sustrato poroso y el gramaje que quedará depositado en el mismo en iguales condiciones de máquina.

Penetración.

La penetración proporciona una medida de la dureza relativa de una cera, correspondiendo altos valores de penetración a productos blandos y bajos valores a productos duros.

El método usado para evaluar esta característica es el ASTM D-1321, en el cual, una aguja cónica con un diámetro de cono y punta normalizados, y sobre la cual se aplica un peso de 100 g., se deja caer sobre la muestra con ayuda de un penetrómetro durante 5 segundos. El valor de penetración, corresponde a la distancia en décimas de milímetro que la aguja penetra en la superficie de la cera.

La dureza de una cera está en relación directa con su cristalinidad y su contenido en aceite, de tal forma que las que contengan mayores porcentajes de iso-parafinas e hidrocarburos nafténicos, es decir, mayor proporción de

material amorfo serán las más blandas, mientras que aquellas compuestas predominantemente por cadenas lineales, mostrarán valores inferiores de penetración, al ser más cristalinas. Para un mismo producto, se obtendrán mayores valores de penetración cuanto mayor sea su contenido en aceite.

Color.

El color de una cera en su estado sólido puede variar de negro a blanco. Entre estos extremos, nos podemos encontrar productos marrones, amarillos, de color crema, etc..., dependiendo del método y el grado de decoloración empleados, pero no necesariamente del grado de refinamiento de la misma.

El color de la cera prácticamente no tiene ningún efecto sobre sus propiedades finales, la decoloración no mejora ni empeora el efecto barrera o fuerza de deslaminación de la misma, pero sí será vital, en embalajes que requieran un alto grado de transparencia.

Por último, cabe subrayar que existen toda una serie de colorantes y pigmentos que permiten variar el color de la cera al tono deseado, sin producir variaciones significativas en el resto de las propiedades.

Existen varios métodos para valorar el color de una cera, entre los que se encuentran: Color Gardner ASTM D-1544, Color Saybolt ASTM D-156, Color de productos derivados del petróleo ASTM D-1500 y Color visual.

Selección:

¿Qué cera es la más adecuada para que el embalaje presente las propiedades deseadas?

En la selección de un producto céreo para un determinado problema de embalaje, se deben tener en cuenta, aparte de su naturaleza, toda una serie de factores extrínsecos al mismo que influyen enormemente en su elección, como son:

- Composición del o de los soportes sobre los que se va a aplicar.
- Composición de las sustancias que van a ser embaladas.
- Condiciones ambientales de aplicación, transporte y utilización.
- Maquinaria de aplicación, etc...

Si se profundiza sólo en el último de los factores enunciados y se añade el hecho de que las ceras siempre se aplican en estado fundido, que para alcanzar sus máximas propiedades barrera deben formar una película continua sobre o entre los soportes que se van a emplear y que esta aplicación puede realizarse por métodos tan variados como:

- Inducción con rodillo liso o tramado.
- Inmersión en un baño de cera fundida.
- Paso del sustrato bajo una cortina fluente de cera.
- Aplicación de la cera mediante spray sobre el soporte. etc..

Se observa fácilmente que la selección de la cera apropiada para una aplicación determinada, no es un proceso sencillo y tabulado, sino que requiere de un alto grado de conocimientos y experiencia.

Por tanto, ante la imposibilidad de controlar todos estos parámetros, de ahora en adelante, se va a explicar, desde un punto de vista comparativo, cómo y porqué se usa un determinado tipo de cera para proporcionar al embalaje cualquiera de las siguientes propiedades:

- Fuerza de laminación
- Barrera frente al vapor y gases
- Termosoldabilidad y pegajosidad en caliente.
- Brillo
- Deslizamiento.
- Resistencia a la abrasión
- Rigidez

Para la mayoría de las aplicaciones, se requerirá que el embalaje presente buen comportamiento en más de una de estas características, por lo que la elección se hará ponderando el efecto de la cera sobre cada una de ellas y llegando al compromiso más adecuado.

Por último, cabe mencionar que existen en el mercado toda una serie de aditivos que pueden ser empleados para realzar el comportamiento de una cera en cualquiera de estos aspectos, pero su estudio complicaría enormemente el propósito de este artículo.

Fuerza de laminación.

Las ceras son ampliamente utilizadas como adhesivo

laminante entre dos sustratos, realizando al mismo tiempo el efecto barrera de ambos. Se puede definir la fuerza de laminación, como la habilidad de un producto para mantener unidas dos superficies. Esta fuerza está controlada por la adhesión de la cera a las superficies de los sustratos que lamina y por la cohesión de la cera y de cada uno de los sustratos, de tal forma que la unión fallará cuando esté expuesta a una fuerza superior a la menor de las citadas. Los fallos que se pueden presentar son:

Fallo adhesivo - Se da cuando la cera se separa limpiamente de la superficie del soporte sobre el que muestra una menor afinidad.

Fallo cohesivo del sustrato - Si la fuerza de cohesión de la cera y la fuerza de adhesión son mayores que la fuerza de cohesión de uno de los sustratos, el esfuerzo aplicado sobre la unión laminada, dará lugar a la rotura del mismo.

Fallo cohesivo de la cera - De producirse, es el menos perjudicial de los tres, ya que quedaría una fina película de cera en la superficie de cada uno de los soportes, con lo que no se verían perjudicadas las propiedades barrera del complejo.

La adhesión de una cera a un sustrato determinado presenta dos componentes; una componente de adhesión mecánica, debida a la penetración de la cera fundida en los poros durante la aplicación en máquina, seguida del anclaje por solidificación

de la misma y una componente química, debida a interacciones polares entre el sustrato y la cera. Por tanto, la presencia o no de poros en la superficie del sustrato y la naturaleza polar del mismo tendrán una importancia decisiva en su poder de adhesión.

Considerando los fallos anteriormente descritos, y el comportamiento de cada uno de los tipos de cera que ya ha sido explicado en este artículo, se ve claramente que los productos más apropiados para dar una fuerza de laminación apropiada a dos soportes son las ceras microcristalinas, que presentan un carácter dúctil y poco quebradizo debido principalmente al mayor porcentaje de cadenas iso-parafínicas y a su mayor peso molecular. Su flexibilidad y extensibilidad evita que existan zonas de concentración de esfuerzos y, por tanto, que al aplicar una fuerza de deslaminación, ésta se reparta entre un área mayor, minimizando el posible daño. Además, sus propiedades plásticas aseguran que se mantenga una película inquebrantable durante el manejo de los complejos en máquina.



La fuerza de laminación varía con la temperatura, por lo que se deben tener en cuenta también las condiciones de uso final del complejo antes de proceder a la elección de la cera apropiada.

Barrera frente al vapor y los gases

Una película delgada de una parafina o una cera microcristalina proporciona un magnífico efecto barrera frente a la transmisión a través de ella de vapor de agua y otros gases como nitrógeno, oxígeno o dióxido de carbono, que pueden afectar no sólo a la apariencia del producto embalado, sino a su estabilidad y propiedades organolépticas. Desde este punto de vista, cualquiera de las ceras sería perfecta para esta aplicación, pero se debe tener en cuenta que cualquier material de embalaje está expuesto a toda una serie de etapas de manufacturado y paso por máquina, que pueden originar la rotura de la película cérica si ésta no posee la flexibilidad suficiente; por ello es preferible el uso de ceras microcristalinas suficientemente flexibles para esta aplicación.

Las ceras presentan una ventaja sobre otros materiales barrera poliméricos - como el alcohol polivinílico ampliamente utilizado en laminados y coextruidos - Esta ventaja consiste en mantener imperturbable su efecto barrera independientemente de las condiciones de humedad relativa en la que se encuentre el embalaje.



originando el fenómeno de Blocking (pegado de toda la bobina entre sí).

Termosoldabilidad y pegajosidad en caliente (Hot-Tack)

Esta característica se refiere, a las propiedades adhesivas que presenta una película cérica previamente inducida sobre un sustrato, cuando se reactiva por medio de temperatura.

Al igual que en el caso de la fuerza de laminación, las ceras microcristalinas presentan una termosoldabilidad muy superior a las parafinas y además su mayor viscosidad permite que se apliquen más fácilmente sobre un sustrato sin que sean absorbidas por el mismo.

En este apartado, hay que hacer una especial mención al hecho de que este tipo de inducciones con cera, se bobinan antes de su uso final, por lo que debe procurarse utilizar una cera microcristalina dura y de alto punto de fusión, para evitar que a las temperaturas de transporte y almacenamiento de

estas bobinas, las fracciones de menor peso molecular fundan

Brillo.

En muchos casos, en un recubrimiento cérico, se desea que aparte de su efecto barrera, realce el aspecto del sustrato sobre el que se aplica proporcionándole un acabado brillante. Este aspecto se consigue cuando se forma una capa uniforme de pequeños cristales en la superficie de la inducción, al solidificar la película de cera rápidamente por contacto con un rodillo frío.

Si se realiza una cristalización muy rápida de la película cérica, los cristales que se formarán en la superficie serán numerosos y de tamaño muy pequeño, dando a la misma un aspecto uniformemente brillante.

El secreto de esta cristalización radica en la rapidez con la que se realiza el enfriamiento en máquina de la inducción, y no en la magnitud del mismo.

Un efecto a tener en cuenta, es la pérdida del brillo conseguido, como consecuencia de condiciones de temperatura cambiantes durante el almacenamiento. Esta pérdida puede ser debida a un crecimiento en tamaño de

los cristales o a una migración hacia la superficie de aceites o cadenas de bajo peso molecular.

Las parafinas, debido a su mayor cristalinidad, serán los productos más apropiados para conseguir el efecto de brillo, siendo las más adecuadas las más duras y de mayor punto de fusión.

Deslizamiento.

El uso en máquinas de embalaje de alta velocidad, requiere que los materiales encerados presenten un coeficiente de deslizamiento bajo; mientras que en el caso de apilado de planchas de cartón tratadas con cera, es deseable un cierto nivel de fricción entre las distintas planchas para evitar que se produzca el deslizamiento de unas sobre otras antes del flejado del palet.

Un recubrimiento céreo de un sustrato, puede modificar las propiedades de deslizamiento del mismo, en uno u otro sentido.

Las parafinas de bajo peso molecular presentan los valores más bajos de coeficiente de fricción, mientras que las micros blandas y pegajosas aumentan considerablemente el valor del mismo.

Resistencia a la abrasión.

La manipulación en máquina de los materiales de embalaje recubiertos con cera, requiere que los mismos presenten un cierto nivel de resistencia a la abrasión para evitar que pierdan su apariencia o parte del recubrimiento.

Las parafinas son menos resistentes a la abrasión que las microcristalinas, ya que los componentes de menor peso molecular que contienen actúan como lubricantes entre cristales, permitiendo su separación y dañando el aspecto final del recubrimiento. Una mejora considerable en este sentido se consigue, añadiendo a la parafina un pequeño porcentaje de una cera microcristalina de alto punto de fusión, que actúa como puente de unión entre cristales.

Para obtener esta propiedad, las ceras más recomendadas son las micros plásticas duras de alto punto de fusión.

Tenacidad.

Normalmente, no se busca aumentar la tenacidad del embalaje al tratarlo con cera, sino el que dicha característica se mantenga en las condiciones de alta humedad a la que se ven expuestos muchos embalajes a lo largo de su vida útil.

La protección de un papel con cera se puede realizar de dos formas:

- Recubriendo ambas caras del papel con películas céricas que aíslen a las fibras de la humedad.
- Impregnando completamente el papel con cera, de tal forma que cada fibra se encuentre recubierta individualmente.

Las ceras microcristalinas duras de alto punto de fusión y las parafinas duras plastificadas con pequeños porcentajes de micros, son las más recomendadas para conseguir este efecto, ya que aumentan al mismo tiempo la propia

tenacidad y resistencia del papel en condiciones secas.

Conclusión.

Las ceras no constituyen un conjunto homogéneo de sustancias pertenecientes a una misma familia química, sino que su composición cualitativa y cuantitativa depende de su origen.

Esta composición condiciona su comportamiento, y por tanto, su utilización en uno u otro campo de la industria.

A lo largo del artículo se ha hecho especial mención al uso de las ceras derivadas del petróleo en el campo del embalaje, y el efecto que presenta su origen y composición sobre una serie de requerimientos que una cera, convenientemente escogida, proporciona a un determinado embalaje.

Una de las características que presentan estos tipos de cera es su capacidad de mezcla con productos poliméricos como: polietilenos, copolímeros EVA, poliisobutilenos, polibutenos; resinas de colofonia y derivados, resinas alifáticas, aceites,...

Esta posibilidad de combinación permite mejorar su comportamiento en características como: termosoldabilidad, brillo, consistencia, tenacidad, plasticidad, adherencia, rigidez, etc.... Pero no se debe olvidar, que por muchos aditivos que se empleen, la mala elección de una base cérica puede malograr completamente el uso de nuestro material de embalaje.

Bibliografía

- The Chemistry and technology of waxes. Warth. Publishing Company INC. 1947
- Wax. An Introduction. EWF, 1983
- Industrial Waxes. H. Bennett, H. Dunod, 1975
- Petroleum Waxes. Characterization, performance and additives. Tapi, 1963
- Huiles, graisses et cires. Lewkowitsch, Reinhold, 1906
- Ceras y hot-melt en la industria del embalaje. F. Lafuente. Iberceras, 1986
- Microcrystalline Waxes in protective packaging. Bareco, 1976
- The Use of Sasolwachs in Hot-melt adhesives for Carton Box Sealing F.E. Mariscal. Iberceras, 1994.