

PROPIEDADES DE LOS ACIDOS INORGANICOS

ACIDOS INORGANICOS

David L. Hinkamp

Un ácido inorgánico es un compuesto de hidrógeno y uno o más elementos (a excepción del carbono) que, cuando se disuelve en agua u otro disolvente, se rompe o disocia, produciendo iones hidrógeno. La solución resultante tiene ciertas características, como la capacidad de neutralizar bases, tornar de color rojo el papel tornasol y producir determinados cambios de color cuando se combina con otros indicadores. A los ácidos inorgánicos se les denomina a menudo ácidos minerales. La forma anhidra puede ser gaseosa o sólida.

Un anhídrido inorgánico es un óxido de metaloide que puede combinarse con agua para formar un ácido inorgánico. Puede producirse por síntesis, como, por ejemplo, $S + O_2 \rightarrow SO_2$, que se transforma en ácido por adición de una molécula de agua (hidratación); o mediante eliminación de agua del correspondiente ácido, como por ejemplo:



Los anhídridos inorgánicos comparten, en general, las propiedades biológicas de sus ácidos, ya que en medios biológicos acuosos se produce rápidamente la hidratación.

Usos

Los ácidos inorgánicos se utilizan como sustancias químicas intermedias y catalizadores en reacciones químicas. Se encuentran en distintas industrias, como metalistería, madera, textiles, colorantes, petróleo y fotografía. En el trabajo de los metales se utilizan a menudo como agentes limpiadores antes de soldar, chapear o pintar. El *ácido sulfámico*, el *ácido sulfúrico* y el *ácido clorhídrico* se utilizan en galvanoplastia, y el ácido perclórico en el chapeado de metales.

El *ácido clorhídrico*, el *ácido sulfúrico*, el *ácido perclórico* y el *ácido sulfámico* se utilizan en muchas industrias. El ácido clorhídrico, o cloruro de hidrógeno en solución acuosa, se utiliza para la acidificación industrial, para el refinado de minerales de estaño y tantalio, para convertir el almidón de maíz en jarabe y para eliminar la capa de óxido de las calderas y equipos de intercambio de calor. También se utiliza como agente curtidor en la industria del cuero. El ácido sulfúrico se utiliza en papel encerado y en distintos procesos como la purificación de petróleo, el refinado de aceites vegetales, el carbonizado de tejidos de lana, la extracción de uranio a partir de pechblenda y el desoxidado de hierro y acero. El ácido sulfúrico y el ácido perclórico se utilizan en la industria de los explosivos. El ácido sulfámico es un retardante de llama en las industrias de la madera y textil y un blanqueador y bactericida en la industria de la pasta y el papel. También se emplea para la estabilización del cloro en las piscinas.

El *ácido nítrico* se utiliza en la fabricación de nitrato amónico para fertilizantes y explosivos. Asimismo se utiliza en síntesis orgánicas, metalurgia, flotación de minerales, y para el reprocesado de combustible nuclear agotado.

Riesgos

Los riesgos específicos de los ácidos inorgánicos más importantes desde el punto de vista industrial se describen más adelante; no obstante, debe decirse que todos estos ácidos poseen ciertas propiedades peligrosas comunes a todos ellos. Las soluciones de ácidos inorgánicos no son inflamables por sí mismas, pero

cuando entran en contacto con ciertos productos químicos o materiales combustibles, se pueden producir incendios o explosiones. Estos ácidos reaccionan con determinados metales liberando hidrógeno, que es una sustancia altamente inflamable y explosiva cuando se mezcla con el aire o con oxígeno. También pueden actuar como agentes oxidantes y, cuando contactan con productos orgánicos u otras sustancias oxidables, pueden reaccionar de forma violenta.

Efectos en la salud. Los ácidos inorgánicos son corrosivos, especialmente cuando se encuentran a altas concentraciones. Pueden destruir los tejidos corporales y producir quemaduras químicas cuando entran en contacto con la piel y las mucosas. Son especialmente peligrosos los accidentes oculares. Los vapores o nieblas de los ácidos inorgánicos irritan el tracto respiratorio y las mucosas, dependiendo el grado de irritación de su concentración; los trabajadores expuestos a estos ácidos pueden sufrir también decoloración o erosiones de los dientes. El contacto repetido con la piel provoca dermatitis. La ingestión accidental de ácidos inorgánicos concentrados causa grave irritación de la garganta y el estómago, así como destrucción tisular de los órganos internos, a veces mortal a no ser que se efectúe inmediatamente el tratamiento de urgencia adecuado. Algunos ácidos inorgánicos actúan también como agentes tóxicos sistémicos.

Medidas de salud y seguridad

Siempre que sea posible, los ácidos muy corrosivos deben sustituirse por ácidos que presenten menos riesgos, siendo, además, esencial utilizarlos a la menor concentración necesaria. Cuando se utilicen ácidos inorgánicos, se deberán extremar las medidas de seguridad en cuanto a almacenamiento, manipulación, eliminación de residuos, ventilación, protección personal y primeros auxilios.

Almacenamiento. Siempre debe evitarse el contacto con otros ácidos y materiales combustibles u oxidables. Las instalaciones eléctricas deben ser resistentes a los ácidos.

Las zonas dedicadas al almacenaje de estos productos deben estar separadas de las demás dependencias, bien ventiladas y protegidas de los rayos solares y otras fuentes de calor. El suelo de estas áreas será de cemento y no contendrá sustancias que puedan reaccionar con un ácido. Los grandes almacenes deben estar rodeados por un muro, con el fin de retener el ácido en caso de derrame accidental, debiendo existir, además, los elementos precisos para neutralizarlo. Fuera de los almacenes deberá haber una boca de incendios y un equipo autónomo de protección respiratoria para casos de emergencia o para rescate. Los derrames se limpiarán inmediatamente con una manguera. En el caso de que se produzca un gran derrame, se mandará evacuar las instalaciones a todo el personal y después, una vez provistos del equipo de emergencia, se intentará neutralizar el ácido con agua o arena calcinada. Las instalaciones eléctricas deben ser resistente al agua y al ataque de los ácidos. Es conveniente contar con iluminación de seguridad.

Los envases deben mantenerse herméticamente cerrados y claramente etiquetados, indicando su contenido. Cuando sea preciso se tomarán medidas de descompresión. Todas las conducciones, uniones, juntas y válvulas deben ser de un material resistente al ácido nítrico. Los envases de cristal o plástico deben estar convenientemente protegidos contra impactos y por encima del nivel del suelo para facilitar el vaciado en caso de derrame. Los bidones se almacenarán sobre bastidores o caballetes y estarán debidamente calzados. Los cilindros de gas de ácidos anhidrosos gaseosos se deben almacenar en posición vertical y con la capucha puesta. Los envases llenos y los vacíos se

almacenarán en lugares separados. Es muy importante la limpieza y un buen mantenimiento.

Manipulación. En la medida de lo posible, los ácidos deben ser bombeados mediante sistemas cerrados para prevenir todo peligro de contacto. Siempre que se proceda al transporte de los envases o al trasvase del producto, se empleará el equipo apropiado y sólo podrán realizar estos trabajos personas especializadas. El trasvase de los ácidos debe realizarse con sifones especiales, bombas de trasiego o plataformas basculantes para garrapas o bidones, etc. Los cilindros de gas ácido anhidro requieren válvulas de descarga o conexiones especiales.

Los trabajadores deben saber que si los ácidos se mezclan con otros productos químicos o con agua, pueden ocurrir reacciones violentas o peligrosas. Por ejemplo, un ácido concentrado debe añadirse lentamente al agua, y no a la inversa, para así evitar la generación de un calor excesivo o reacciones violentas que pueden provocar salpicaduras o contacto con la piel y los ojos.

Ventilación. Cuando, durante los procesos, se producen nieblas o vapores ácidos, como ocurre en la galvanoplastia, se deben instalar sistemas extractores de ventilación.

Protección personal. Las personas expuestas a salpicaduras peligrosas de ácidos inorgánicos deben utilizar equipos protectores resistentes a los ácidos en manos, brazos, ojos y cara, así como mandiles, monos y guardapolvos. Cuando se hayan adoptado procedimientos de trabajo seguros, no será necesario el uso de equipos de protección respiratoria, aunque siempre deberán estar disponibles para su uso en casos de emergencia, como derrames o fugas.

Cuando haya que introducirse en los tanques donde se encuentra almacenado el ácido, para su limpieza o reparación, primero tendrán que purgarse los tanques y adoptarse todas las precauciones necesarias para el acceso a espacios cerrados, según se describen en otros artículos de esta *Enciclopedia*.

Formación. Todos los trabajadores que manipulen ácidos deben ser informados de sus propiedades peligrosas. Algunas actividades laborales, como las que se llevan a cabo en espacios cerrados o las que exigen la manipulación de grandes cantidades de ácidos, deben ser realizadas siempre por dos personas, una de ellas preparada para acudir en ayuda de la otra en caso necesario.

Instalaciones sanitarias. La higiene personal tiene una importancia fundamental cuando se produce contacto con ácidos inorgánicos. Los trabajadores deben disponer de unas instalaciones sanitarias y de lavado adecuadas y se les debe insistir para que se laven cuidadosamente antes de las comidas y al final de cada turno.

Primeros auxilios. El tratamiento más importante en caso de contaminación de la piel o de los ojos con ácidos inorgánicos consiste en lavar inmediatamente la zona afectada con agua corriente. Para este fin deben colocarse estratégicamente duchas de urgencia, fuentes para lavar los ojos, baños y botellas. Las salpicaduras en los ojos deben lavarse con agua abundante. Las ropas contaminadas deben retirarse en seguida y el personal debe conocer los procedimientos de emergencia para el tratamiento de la piel. Un procedimiento habitual es la neutralización del ácido en el área afectada con una solución alcalina, como bicarbonato sódico al 2-3 % o carbonato sódico al 5 % e hiposulfito sódico al 5 % o trietanolamina al 10 %.

Las personas que hayan inhalado vapores ácidos deben retirarse inmediatamente de la zona contaminada, impidiéndose que realicen ningún tipo de esfuerzo y solicitando atención médica inmediata. En caso de ingestión accidental, deberá administrarse a la víctima una sustancia neutralizante y efectuarle un lavado gástrico. En general no deben provocarse vómitos, ya que éstos podrían extender la lesión.

Supervisión médica. Los trabajadores deben someterse a exámenes médicos previos al empleo y, a partir de entonces,

a reconocimientos periódicos. El examen previo al empleo debe enfocarse a la detección de enfermedades respiratorias, gastrointestinales o nerviosas crónicas, así como cualquier enfermedad de la piel y los ojos. Los reconocimientos periódicos deben realizarse a intervalos frecuentes, prestando especial atención al estado de la dentadura.

Contaminación de las aguas. La contaminación de las aguas debe prevenirse prohibiendo terminantemente el vertido de aguas residuales que contengan el ácido utilizado a cloacas o cursos fluviales en tanto que el pH (acidez) no se reduzca hasta 5,5-8,5.

Acido clorhídrico

El cloruro de hidrógeno anhidro no es corrosivo, si bien la solución acuosa ataca a casi todos los metales (salvo mercurio, plata, oro, platino, tantalio y ciertas aleaciones) con liberación de hidrógeno. El ácido clorhídrico reacciona con sulfuros para formar cloruros y sulfuro de hidrógeno. Es un compuesto muy estable, pero cuando se somete a altas temperaturas se descompone, dando hidrógeno y cloro.

Riesgos. Los riesgos especiales del ácido clorhídrico son su acción corrosiva en la piel y las mucosas, la liberación de hidrógeno cuando entra en contacto con ciertos metales e hidruros metálicos, y su toxicidad. El ácido clorhídrico produce quemaduras en la piel y las mucosas cuya gravedad depende de la concentración de la solución. Estas quemaduras pueden ulcerarse quedando, más tarde, cicatrices queloides y retráctiles. El contacto de este ácido con los ojos puede provocar reducción o pérdida total de la visión. Las quemaduras faciales pueden dejar graves cicatrices graves que desfiguren el rostro. El contacto frecuente con soluciones acuosas puede determinar la aparición de una dermatitis.

Los vapores del ácido clorhídrico producen un efecto irritante en el tracto respiratorio, causando laringitis, edema de glotis, bronquitis, edema pulmonar y muerte. También son frecuentes las enfermedades digestivas, caracterizándose por necrosis dental molecular, que consiste en un proceso por el cual los dientes pierden su brillo, se tornan amarillos, blandos y afilados y, finalmente, se rompen.

Medidas de salud y seguridad. Además de las medidas generales descritas antes, este ácido nunca debe almacenarse en la proximidad de sustancias oxidantes o inflamables, como ácido nítrico o cloratos, ni cerca de metales e hidruros metálicos que puedan ser atacados por él, con liberación de hidrógeno, cuyo límite de explosividad es de 4-75 por 100 de volumen de aire. Toda la instalación eléctrica será a prueba de llamas y estará protegida contra la acción corrosiva de los vapores.

Acido nítrico

El ácido nítrico es altamente corrosivo y ataca a una gran cantidad de metales. Las reacciones entre el ácido nítrico y diversas sustancias orgánicas son a menudo muy exotérmicas y explosivas, y las reacciones con metales pueden producir gases tóxicos. El ácido nítrico produce quemaduras en la piel y sus vapores son muy irritantes para la piel y las mucosas. La inhalación de cantidades significativas de estos vapores puede producir intoxicación aguda.

Incendios y explosiones. El ácido nítrico ataca a la mayor parte de las sustancias y a todos los metales, excepto a los metales nobles (oro, platino, iridio, torio, tantalio) y ciertas aleaciones. La magnitud de la reacción varía según el metal de que se trate y la concentración del ácido. Durante la reacción se producen gases como óxidos de nitrógeno, nitrógeno y amoníaco, pudiendo producir, todos ellos, efectos tóxicos o asfixiantes. Cuando el ácido nítrico entra en contacto con sodio o potasio, se produce una reacción violenta y peligrosa, liberándose nitrógeno. No obstante, en el caso de ciertos metales se forma una película de

óxido protectora que previene ataques posteriores. El ácido nítrico puede reaccionar explosivamente con sulfuro de hidrógeno. Los nitratos obtenidos como resultado de la acción de este ácido sobre diferentes bases son poderosos agentes oxidantes.

Incluso cuando se trata de soluciones diluidas, el ácido nítrico es una sustancia fuertemente oxidante. Las soluciones con una concentración superior al 45 % pueden provocar la ignición espontánea de materiales orgánicos como trementina, madera, paja, etc.

Riesgos para la salud. Las soluciones de ácido nítrico son muy corrosivas y producen lesiones en la piel, los ojos y las mucosas, cuya gravedad depende de la duración del contacto y de la concentración del ácido. Estas lesiones pueden ir desde una simple irritación hasta quemaduras y necrosis localizada después de un contacto prolongado. Los vapores de ácido nítrico son también corrosivos para la piel, las mucosas y el esmalte dental.

Los vapores de ácido nítrico contienen siempre, en diferentes proporciones, otros compuestos nitrogenados gaseosos (p. ej. óxidos de nitrógeno), dependiendo de la concentración del ácido y el tipo de operación de que se trate. Su inhalación puede causar intoxicación aguda y sobreaaguda. La intoxicación sobreaaguda es poco frecuente y produce la muerte rápidamente. La intoxicación aguda es más frecuente y generalmente consta de tres fases: la primera consiste en una irritación del tracto respiratorio superior (irritación de la garganta, tos, sensación de ahogo) y de los ojos, con lagrimeo. La segunda fase es desconcertante, puesto que hay ausencia de sintomatología durante varias horas. En la tercera fase reaparecen los trastornos respiratorios, pudiendo desarrollarse rápidamente un edema pulmonar, muchas veces mortal.

La ingestión accidental de ácido nítrico produce lesiones graves en la boca, la faringe, el esófago y el estómago, cuyas secuelas pueden ser graves.

Medidas de salud y seguridad. Según la cantidad y la concentración, el ácido nítrico debe almacenarse en envases de acero inoxidable, aluminio o vidrio. Las bombonas de vidrio o *winchesters* dispondrán de una protección metálica para que puedan resistir los golpes. Sin embargo, cuando se trate de ácido nítrico que contenga algún compuesto fluorado, no se podrá almacenar en envases de vidrio. Los materiales orgánicos como madera, paja, serrín, etc, deben mantenerse alejados del lugar donde se realicen operaciones con ácido nítrico. En los casos en que se tenga que diluir ácido nítrico en agua, se verterá el ácido sobre el agua, evitando así el calentamiento.

Ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es un ácido fuerte que, cuando se calienta por encima de 30 °C, desprende vapores y, por encima de 200 °C, emite trióxido de azufre. En frío, reacciona con todos los metales, incluido el platino; en caliente, su reactividad se intensifica. El ácido sulfúrico diluido disuelve el aluminio, el cromo, el cobalto, el cobre, el hierro, el manganeso, el níquel y el zinc, pero no el plomo ni el mercurio. Tiene una gran afinidad por el agua, y es por esta razón que absorbe la humedad de la atmósfera y extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas. Descompone las sales de todos los demás ácidos, excepto las del ácido silícico.

El ácido sulfúrico se encuentra, en estado natural, en las proximidades de algunos volcanes y, sobre todo, en los gases volcánicos.

Riesgos. La acción del ácido sulfúrico en el organismo es la propia de un agente tóxico general y un potente cáustico. Cuando se introduce en el organismo, bien sea en forma líquida o vapor, produce gran irritación y quemaduras químicas en las mucosas de los tractos digestivo y respiratorio, los dientes, los ojos

y la piel. En contacto con la piel, el ácido sulfúrico produce una intensa deshidratación, con liberación de calor suficiente para producir quemaduras similares a las térmicas, que pueden ser de primero, segundo o tercer grado. La profundidad de estas lesiones depende de la concentración del ácido y de la duración del contacto. La inhalación de vapores de esta sustancia produce los siguientes síntomas: secreción nasal, estornudos, sensación de quemazón en la garganta y la región retroesternal. Estos síntomas van seguidos por tos, dificultad respiratoria, a veces acompañada de espasmos de las cuerdas vocales, y sensación de quemazón en los ojos, con lagrimeo y congestión de la conjuntiva. Los vapores con altas concentraciones de ácido sulfúrico pueden causar secreciones nasales y esputos sanguinolentos, hematemesis, gastritis, etc. Son también frecuentes las lesiones dentales, que afectan sobre todo a los incisivos, los cuales se tornan de color marrón, con estriaciones en el esmalte, caries y destrucción rápida e indolora de la corona dental.

Las exposiciones profesionales a vapores de ácidos inorgánicos fuertes, como los del ácido sulfúrico, han sido clasificadas por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como cancerígenos humanos.

Las lesiones que se encuentra con más frecuencia en los trabajadores empleados en los procesos de producción de ácido sulfúrico son las quemaduras químicas. Las soluciones concentradas causan quemaduras profundas en las mucosas y la piel. Inicialmente la zona que ha contactado con el ácido está blanquecina, tornándose más tarde de color marrón para, finalmente, aparecer una úlcera perfectamente definida sobre una zona ligeramente enrojecida. Estas lesiones tardan mucho tiempo en curar y, con frecuencia, dejan extensas cicatrices que producen impotencia funcional. Si la quemadura es muy extensa, el pronóstico puede ser fatal. El contacto repetido de la piel con soluciones poco concentradas de este ácido produce desecación de la piel, ulceraciones en las manos y panadizo o inflamación crónica purulenta alrededor de las uñas. Las salpicaduras de ácido sulfúrico en los ojos son particularmente graves, pudiendo causar ulceración profunda de la córnea, queratoconjuntivitis y lesiones palpebrales con graves secuelas.

La acción general tóxica del ácido sulfúrico determina una depleción alcalina del organismo, es decir, una acidosis que afecta al sistema nervioso central y produce agitación, marcha vacilante y debilidad generalizada.

Medidas de salud y seguridad. Las medidas más eficaces son el completo cerramiento de los procesos y la mecanización de los procedimientos de manipulación para evitar el contacto de los trabajadores con el ácido sulfúrico. Se prestará una atención especial a los procesos de almacenamiento, manipulación y aplicación, a la ventilación e iluminación de los puestos de trabajo, al mantenimiento y a la limpieza, y al uso de equipos de protección personal. Además de las precauciones generales antes indicadas, el ácido sulfúrico no debe almacenarse en la proximidad de cromatos, cloratos o sustancias similares, por el peligro de incendio o explosión.

Incendios y explosiones. El ácido sulfúrico y el ácido sulfúrico fumante no son inflamables por sí mismos, pero reaccionan violentamente con muchas sustancias, sobre todo materiales orgánicos, con liberación de calor suficiente como para provocar un incendio o explosión; además, el hidrógeno liberado durante la reacción con metales puede formar una mezcla explosiva con el aire.

Catalizadores. Cuando se utilice un catalizador de vanadio en el método de contacto, los trabajadores deberán protegerse de la exposición a emisiones de vanadiato amónico y pentóxido de vanadio, que se utilizan sobre un soporte de diatomita o gel de sílice.

TABLAS DE ACIDOS INORGANICOS

Tabla 104.1 Identificación química

Producto químico	Sinónimos/Código UN	Número CAS	Fórmula química
ACIDO BORICO	Acido borácico; ácido ortobórico	10043-35-3	B(OH) ₃
ACIDO CLORHIDRICO	Acido clorhídrico anhidro; ácido hidroclórico; hidrocioruro; cloruro de hidrógeno UN1050 UN1789 UN2186	7647-01-0	HCl
ACIDO CLOROSULFURICO	Acido clorosulfónico; ácido monoclorosulfúrico; ácido sulfónico monocloruro; clorohidrina sulfúrica UN1754 UN2240	7790-94-5	HClSO ₃
ACIDO FLUOROSULFURICO	Acido fluorosulfónico; ácido fluosulfónico UN1777	7789-21-1	HFSO ₃
ACIDO FOSFORICO	Acido ortofosfórico UN1805	7664-38-2	H ₃ PO ₄
ACIDO HIDROFLUOBORICO	Acido borofluórico; ácido fluobórico; tetrafluoroborato de hidrógeno; ácido tetrafluorobórico UN1775	16872-11-0	HF ₄
ACIDO NITRICO	Agua fortis; ácido azótico UN2032	7697-37-2	HNO ₃
ACIDO PERCLORICO	Acido perclórico UN1802 UN1873	7601-90-3	HClO ₄
ACIDO SILICICO	Acido metasilícico; sílice precipitado; gel de sílice	7699-41-4	SiH ₂ O ₃
ACIDO SULFAMICO	Acido amidosulfónico; ácido amidosulfúrico UN2967	5329-14-6	NH ₂ SO ₃ H
ACIDO SULFURICO	Dihidrógeno sulfato UN1830 UN1832	7664-93-9	H ₂ SO ₄

Tabla 104.2 Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO CLORHIDRICO 7647-01-0	ojos; piel; tract resp; pulmones	pulmones; dientes	Inhalación Piel Ojos	Corrosivo, sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria y disnea, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Corrosivo, quemaduras graves en la piel, dolor Corrosivo, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves	sis resp; ojos; piel inh, ing, (soln), con	Irrit nariz, garganta y laringe; tos, ahogo; derm; soln; quemaduras en ojos y piel; liq; congelación; en animales: espasmo lar, edema pulmonar

Tabla 104.2 Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO FOSFORICO 7664-38-2	ojos; piel; tract resp; pulmones		Inhalación	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria y disnea, dolor de garganta, inconsciencia	sis resp; ojos; piel inh, ing, con	Irrit ojos, piel, sis resp superior; quemaduras en ojos y piel; derm
Piel			Enrojecimiento, dolor, úlceras			
Ojos			Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves			
			Ingestión	Espasmos abdominales, sensación de quemazón, confusión, dificultad respiratoria, dolor de garganta, inconsciencia, debilidad		
ACIDO NITRICO 7697-37-2			Inhalación	Corrosivo, sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, inconsciencia, los síntomas pueden tardar en aparecer	ojos; sis resp; piel; dientes inh, ing, con	Irrit ojos, piel, mucosas; edema pulm tardío, pneuitis, bron; erosión dental
Piel			Corrosivo, quemaduras graves en la piel, dolor, decoloración amarilla			
Ojos			Corrosivo, enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves			
Ingestión			Corrosivo, dolor abdominal, sensación de quemazón, shock			
ACIDO SULFAMICO	ojos; piel; tract resp; pulmones					
ACIDO SULFURICO 7664-93-9	ojos; piel; tract resp; pulmones		Inhalación	Corrosivo, sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta	sis resp; ojos; piel; dientes inh, ing, con	Irrit ojos, piel, nariz, garganta; edema pulm, bron; enfi; conj; estomatitis; erosión dental; traqbronc; quemaduras en ojos y piel; derm
Piel			Corrosivo, enrojecimiento, quemaduras graves en la piel, dolor, quemaduras profundas graves			
Ingestión			Corrosivo, dolor abdominal, sensación de quemazón, vómitos, colapso			

Tabla 104.3 Riesgos químicos y físicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO CLORHIDRICO 7647-01-0	El gas es más pesado que el aire	La solución en agua es muy ácida, reacciona violentamente con bases y es corrosiva Reacciona violentamente con oxidantes, formando gases tóxicos (cloro) En contacto con el aire emite vapores corrosivos (ácido clorhídrico) Ataca muchos metales, formando un gas combustible (hidrógeno)	8
ACIDO CLOROSULFURICO 7790-94-5			8
ACIDO FLUOROSULFURICO 7789-21-1			8
ACIDO FOSFORICO 7664-38-2		Se polimeriza violentamente bajo la influencia de azocompuestos, epóxidos y otros compuestos polimerizables En su combustión libera vapores tóxicos (óxidos de fósforo) Se descompone en contacto con metales, alcoholes, aldehidos, cianuros, cetonas, fenoles, ésteres, sulfuros y compuestos orgánicos halogenados, liberando vapores tóxicos Es un ácido de fuerza intermedia Ataca los metales liberando gas hidrógeno inflamable.	8
ACIDO HIDROFLUOBORICO 16872-11-0			8

Tabla 104.3 Riesgos químicos y físicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO NITRICO 7697-37-2		Se descompone al calentarse produciendo óxidos de nitrógeno Es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores, p. ej. trementina, carbón vegetal, alcohol Es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y corroe los metales Reacciona muy violentamente con productos químicos orgánicos (p. ej. acetona, ácido acético, anhídrido acético), con peligro de incendio y explosión Ataca algunos plásticos	8
ACIDO PERCLORICO 7601-90-3			5.1/ 8
ACIDO SULFAMICO 5329-14-6			8
ACIDO SULFURICO 7664-93-9		En su combustión libera vapores tóxicos (óxidos de azufre) Es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores Es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y corroe los metales más comunes, liberando un gas inflamable/explosivo (hidrógeno) Reacciona violentamente con agua y materiales orgánicos con desprendimiento de calor Al calentarse emite vapores irritantes o tóxicos (óxidos de azufre)	8

Tabla 104.4 Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Límit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO BORICO 10043-35-3	cristales incoloros, transparentes o polvo o gránulos blancos	300	169	61,84	1 g/18 ml	1,435 @ 15 °C					
ACIDO CARBONICO 2582-30-1				63,03	sol						
ACIDO CLORHIDRICO 7647-01-0	líquido incoloro	-85	-114	36,46	82,3 g/100 ml	1,05 @ 15 °C/4 °C	1,3				
ACIDO CLOROSULFURICO 7790-94-5	líquido incoloro o ligeramente amarillo	151-152 @ 755 mm Hg	-80	116,53		1,753	4,02	1 mm Hg @ 32 °C			
ACIDO FLUOROSULFURICO 7789-21-1	líquido incoloro, de color rojizo-marrón en acetona	163	-89	100,07		1,726 @ 25 °C/4 °C					
ACIDO FOSFORICO 7664-38-2	cristales ortorrómbicos inestables o líquido meloso transparente; a 20 °C, las concentraciones al 50 y 75 % son líquidos móviles; la concentración al 85 % tiene consistencia melosa, mientras que el ácido al 100 % se presenta en forma de cristales; líquido viscoso, incoloro, inodoro	213	42,4	98,00	muy sol		3,4	4,0			
ACIDO HIDROFLUOBORICO 16872-11-0	líquido incoloro	130		87,82	misc	1,84					
ACIDO NITRICO 7697-37-2	líquido transparente incoloro o amarillento	83	-42	63,01	sol	1,5027 @ 25 °C/4 °C	2-3	6,4			

Tabla 104.4 Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Límit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO PERCLORICO 7601-90-3	liquido incoloro, oleoso	19 @ 11 mm Hg	-112	100,47	misc	1,768 @ 22 °C					
ACIDO SILICICO 7699-41-4	al acidificar la solución de silicato sódico se obtiene un precipitado gelatinoso; durante el secado, la gelatina se convierte en un polvo amorfo blanco										
ACIDO SULFAMICO 5329-14-6	crisales ortorrómbicos; sólido blanco cristalino		205	97,10	sol	2,15					
ACIDO SULFURICO 7664-93-9	liquido transparente, incoloro y oleoso cuando está puro, pero marrón si está impuro	290	10,4	98,08	sol	1,841	3,4	0,13			

ACIDOS Y ANHIDRIDOS ORGANICOS

Los ácidos orgánicos y sus derivados constituyen un amplio grupo de sustancias químicas. Se utilizan en la fabricación de casi todos los productos químicos. La diferente estructura química de los ácidos orgánicos hace que sus efectos tóxicos sean muy variables. Estos compuestos ocasionan un efecto irritante primario cuya intensidad depende en parte de la disociación del ácido y su solubilidad en agua. Algunos pueden causar daños graves en los tejidos, similares a los producidos por los ácidos minerales fuertes. Puede aparecer también sensibilización, si bien ésta es más frecuente con los anhídridos que con los ácidos.

A los efectos de este artículo, los ácidos orgánicos se dividen en ácidos monocarboxílicos saturados e insaturados, ácidos alifáticos dicarboxílicos, ácidos acéticos halogenados, ácidos alifáticos monocarboxílicos y ácidos carboxílicos aromáticos. Son muchos los ácidos carboxílicos que tienen importancia debido a su uso en alimentos, bebidas, fármacos y distintos procesos de fabricación. Entre los más frecuentes se encuentran los siguientes: ácido adípico, ácido azelaico, ácido fumárico, ácido itacónico, ácido maleico, ácido málico, ácido oxálico, ácido pimélico, ácido sebáico, ácido succínico, ácido tartárico y ácido tiomálico.

Los *ácidos monocarboxílicos saturados de cadena larga* son los *ácidos grasos* y en su mayoría se obtienen de fuentes naturales. También se fabrican ácidos grasos sintéticos mediante oxidación al aire de parafinas (hidrocarburos alifáticos) utilizando un metal como catalizador, o mediante oxidación de alcoholes con sosa cáustica.

Usos

Los ácidos orgánicos se utilizan en las industrias de plásticos, curtidos, textiles, papel, metales, productos farmacéuticos, alimentos, bebidas y cosméticos. También se encuentran en perfumes, herbicidas, colorantes, lubricantes y productos de limpieza.

El *ácido fórmico* y el *ácido acético* son los principales productos químicos industriales del grupo de los ácidos monocarboxílicos saturados. El ácido fórmico se utiliza sobre todo en las industrias textil y del cuero. Actúa como agente agotador de tintes de diversas fibras naturales y sintéticas y como agente reductor en la tinción de cromo. El ácido fórmico se utiliza como agente descalcificante y neutralizante en la industria del cuero, como coagulante para látex de caucho y en la fabricación de fumigantes e insecticidas. El ácido acético sirve de producto químico intermedio, agente descalcificante en el curtido del cuero, disolvente y acidificante de pozos de petróleo. Además se utiliza como aditivo en distintos alimentos y en el vidriado y como catalizador y agente de acabado en las industrias de colorantes y tejidos.

Con la fermentación aerobia (*Acetobacter*) de soluciones alcohólicas, se obtiene ácido acético a concentraciones bajas (el vinagre contiene aproximadamente entre un 4 y un 6 %). El ácido acético es uno de los ácidos orgánicos más utilizados. Se emplea en la producción de acetato de celulosa, acetato de vinilo, acetatos inorgánicos, acetatos orgánicos y anhídrido acético. El ácido acético como tal se utiliza en las industrias de colorantes, productos farmacéuticos, enlatado y conservación de alimentos y producción de pigmentos.

El *ácido cloroacético* se utiliza en las industrias farmacéutica, química y de fabricación de colorantes y como producto químico intermedio. El *ácido salicílico* sirve también como producto químico intermedio en la síntesis de aspirina y en las industrias de caucho y colorantes. El *ácido benzoico*, el *ácido nonanoico*, el *ácido ascórbico* y el *ácido oleico (ácido 9-otadecenoico)* son otros compuestos

utilizados en las industrias de alimentos y bebidas y en la industria farmacéutica.

El *ácido palmítico* y el *ácido esteárico* se emplean frecuentemente en jabones, cosméticos, detergentes, lubricantes, revestimientos protectores y productos químicos intermedios. El *ácido propiónico* se utiliza en síntesis orgánicas. También es un inhibidor de hongos y un conservante alimentario. El *ácido acrílico*, el *ácido metacrílico* y el *ácido crotonico* se emplean en la fabricación de resinas y plastificantes en las industrias de papel, plásticos y pinturas. El ácido acrílico es también un ingrediente de formulaciones de cera para suelos. El ácido crotonico se utiliza en la fabricación de agentes de reblandecimiento para el caucho sintético. El *ácido láctico*, el *ácido butírico* y el *ácido gálico* se utilizan en la industria del cuero y los curtidos. El ácido láctico también se emplea en adhesivos, plásticos y tejidos; sirve como acidulante alimentario y agente acidificante de pozos de petróleo. El *ácido glicólico* se utiliza en las industrias del cuero, tejidos, galvanoplastia, adhesivos y limpieza de metales.

Los ácidos dicarboxílicos (*ácido succínico*, *ácido maleico*, *ácido fumárico*, *ácido adípico*) y el ácido tricarboxílico (*ácido cítrico*) son útiles en las industrias de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos. El ácido succínico se utiliza también en la fabricación de lacas y colorantes. El ácido maleico se emplea en la fabricación de resinas sintéticas y en síntesis orgánicas, actúa como conservante de aceites y grasas y sus sales se utilizan en la tinción de algodón, lana y seda. El ácido fumárico se utiliza en poliésteres y resinas alquílicas, revestimientos de plásticos, acidulantes alimentarios, tintas y síntesis orgánicas. El ácido adípico se utiliza sobre todo para la producción de nylon, aunque también se encuentran pequeñas cantidades en plastificantes, lubricantes sintéticos, poliuretanos y acidulantes alimentarios.

El *ácido oxálico* es un desengrasante utilizado en el acabado, desforramiento y limpieza de tejidos, así como un ingrediente de fórmulas para la limpieza de metales. Se emplea también en las industrias del papel, fotografía y caucho, en el estampado y tinción de telas de algodón, en la decoloración de sombreros de paja y cuero, y en la limpieza de madera. El *ácido aminoacético* se utiliza como tampón y en síntesis. El *ácido peracético* se utiliza como decolorante, catalizador y oxidante.

El *ácido nafténico* comercial suele ser una mezcla de ácidos nafténicos de color oscuro y olor fétido. Los ácidos nafténicos se derivan de las cicloparafinas del petróleo, probablemente por oxidación. Los ácidos comerciales son habitualmente mezclas líquidas viscosas en las que puede separarse una fracción de destilación de temperatura de ebullición alta y otra baja. Los pesos moleculares van desde 180 hasta 350. Se utilizan sobre todo en la preparación de secantes de pinturas donde las sales metálicas, como plomo, cobalto y manganeso, actúan como agentes oxidantes. Los ácidos nafténicos metálicos se utilizan como catalizadores de reacciones químicas. Una ventaja industrial es su solubilidad en aceite.

Anhídridos de ácidos orgánicos

Un *anhídrido* se define como un óxido que al combinarse con agua produce un ácido o una base. Los anhídridos ácidos se obtienen por eliminación del agua de dos moléculas del ácido correspondiente, como:



Los anhídridos más importantes en la industria son el acético y el ftálico. El *anhídrido acético* se utiliza en las industrias de plásticos, explosivos, perfumes, alimentos, tejidos y productos

farmacéuticos y como producto químico intermedio. El *anhídrido ftálico* sirve de plastificante en la polimerización de cloruro de vinilo. También se emplea en la producción de resinas de poliésteres saturados e insaturados, ácido benzoico, pesticidas, y ciertas esencias y perfumes. El anhídrido ftálico se utiliza en la producción de colorantes de ftalocianina y resinas alquídicas utilizadas en pinturas y lacas. El *anhídrido maleico* tiene también numerosas aplicaciones.

El *anhídrido propiónico* se usa en la fabricación de perfumes, resinas alquídicas, fármacos y colorantes, mientras que el *anhídrido maleico*, el *anhídrido trimelítico* y el *anhídrido acético* se utilizan en la industria de los plásticos. El anhídrido trimelítico (TMA) se emplea en las industrias de colorantes, impresión y tapicerías para automóviles. Se utiliza como agente de curado para resinas epoxi y de otros tipos, en plastificantes de vinilo, pinturas, revestimientos, colorantes, pigmentos y muchos otros productos manufacturados. Otras aplicaciones de estos productos son los plásticos termorresistentes, el aislamiento de cables y las juntas.

Riesgos

Ácidos monocarboxílicos

Los ácidos monocarboxílicos de bajo peso molecular son irritantes primarios y producen graves lesiones en los tejidos. Es preciso adoptar precauciones estrictas en su manipulación y utilizar equipos protectores adecuados. Las salpicaduras en la piel y los ojos deben lavarse con agua abundante. Los ácidos más importantes de este grupo son el ácido acético y el ácido fórmico.

Los *ácidos monocarboxílicos saturados de cadena larga (ácidos grasos)* no son irritantes y exhiben una toxicidad muy baja. Su uso industrial plantea pocos problemas.

Los *ácidos monocarboxílicos insaturados* son sustancias muy reactivas y están reconocidos como irritantes graves de la piel, los ojos y el tracto respiratorio en solución concentrada. Las exposiciones agudas parecen entrañar más riesgos que las exposiciones crónicas.

La mayoría de estos ácidos presentan un riesgo mínimo cuando la exposición es crónica y a bajas concentraciones y muchos están presentes en los procesos normales del metabolismo humano. No obstante, algunos de estos ácidos tienen importantes efectos irritantes, particularmente cuando se encuentran en soluciones concentradas o en forma de polvo. La sensibilización es poco frecuente. Puesto que estos productos son sólidos a temperatura ambiente, el contacto se produce normalmente con polvo o cristales.

Ácido acético. Los vapores de ácido acético pueden formar mezclas explosivas con el aire, constituyendo un riesgo de incendio, bien directamente o por liberación de hidrógeno. El ácido acético glacial y el ácido acético concentrado son muy irritantes para la piel y producen eritema (enrojecimiento), quemaduras químicas y ampollas. En casos de ingestión accidental, se han observado lesiones ulceronecroticas graves del tracto digestivo superior, con vómitos sanguinolentos, diarrea, shock y hemoglobinuria seguida de anuria y uremia.

Los vapores de ácido acético tienen una acción irritante en las mucosas, sobre todo en la conjuntiva, la rinofaringe y el tracto respiratorio superior. En una mujer que había inhalado vapores de ácido acético, produciéndole desvanecimiento, se desarrolló una bronconeumonía aguda.

Trabajadores expuestos durante varios años a concentraciones de ácido acético superiores a 200 ppm han llegado a sufrir edema palpebral, con hipertrofia de los ganglios linfáticos, hiperemia conjuntival, faringitis crónica, bronquitis catarral crónica y, en algunos casos, bronquitis asmática y signos de erosión en la superficie vestibular de los dientes (incisivos y caninos).

La aclimatación puede ser considerable, pero eso no significa que desaparezcan los efectos tóxicos. Por ejemplo, las exposiciones reiteradas pueden causar trastornos digestivos, con pirosis y estreñimiento. La piel de la palma de las manos es la que sufre una mayor exposición, llegando a secarse y agrietarse y tornándose hiperqueratótica, por lo que las pequeñas erosiones y cortes cicatrizan lentamente.

Ácido fórmico. El principal riesgo de esta sustancia reside en su capacidad de producir graves lesiones en la piel, los ojos y las mucosas. Los casos de sensibilización son raros, pero pueden darse en personas previamente sensibilizadas al formaldehído. Las lesiones accidentales son las mismas que las producidas por otros ácidos relativamente fuertes. No se han observado efectos crónicos o retardados. El ácido fórmico es un líquido inflamable y sus vapores forman mezclas inflamables y explosivas con el aire.

El *ácido propiónico* en solución posee propiedades corrosivas sobre algunos metales. Es un irritante de los ojos, la piel y el sistema respiratorio. Se recomienda la adopción de las mismas precauciones que para la exposición a ácido fórmico, aunque teniendo en cuenta el menor punto de ignición del ácido propiónico.

El *ácido maleico* es un ácido fuerte que produce una marcada irritación de la piel y las mucosas. A partir de concentraciones del 5 % puede producir algunos efectos graves, particularmente en los ojos. No se han descrito efectos tóxicos acumulativos en el ser humano. El principal riesgo en la industria es la irritación de las superficies expuestas que, en su caso, debe prevenirse con el uso del equipo de protección personal adecuado generalmente consistente en guantes o manoplas impermeables.

El *ácido fumárico* es un ácido relativamente débil y poco soluble en agua. Es un metabolito normal y menos tóxico por vía oral que el ácido tartárico. Produce una leve irritación de la piel y las mucosas y no se han descrito problemas relacionados con su manipulación industrial.

El *ácido adípico* no es irritante y su toxicidad por ingestión es muy baja.

Ácidos acéticos halogenados

Los ácidos acéticos halogenados son muy reactivos. Entre ellos se encuentran el ácido cloroacético, el ácido dicloroacético (DCA), el ácido tricloroacético (TCA), el ácido bromoacético, el ácido iodoacético, el ácido fluoroacético y el ácido trifluoroacético (TFA).

Los ácidos acéticos halogenados causan graves lesiones en la piel y las mucosas y, cuando se ingieren, pueden interferir con sistemas enzimáticos esenciales del organismo. Su manipulación exige la adopción de precauciones estrictas. Estos ácidos deben prepararse y utilizarse en recintos cerrados que sólo se abrirán el tiempo necesario para su manipulación. Deberán existir extractores de aire para asegurar que los humos o vapores no escapen por otras aberturas que las establecidas para tal fin. Los trabajadores encargados de su manipulación deben utilizar equipos de protección personal y siempre deben disponer de equipos de protección ocular y respiratoria para utilizarlos en caso necesario.

Ácido fluoroacético. Los ácidos di y trifluoroacético presentan un nivel de toxicidad menor que el ácido monofluoroacético (*ácido fluoroacético*). El ácido monofluoroacético y sus compuestos son estables, muy tóxicos y perniciosos. Al menos cuatro plantas de Sudáfrica y Australia deben su toxicidad a este ácido (*Dichapetalum cymosum*, *Acacia georginae*, *Palicourea maragravi*) y recientemente se ha comprobado que más de 30 especies de *Gastrolobium* y *Oxylobrium* en la zona oeste de Australia contienen cantidades variables de fluoroacetato.

El mecanismo biológico responsable de los síntomas de intoxicación por fluoroacetato es la "síntesis letal" de ácido fluorocitrónico, el cual, a su vez, bloquea el ciclo de los ácidos tricarbóxicos por inhibición de la enzima aconitasa. La privación resultante de energía al detenerse el ciclo de Krebs va seguida de

disfunción celular y muerte. Por otro lado, es imposible especificar cuál es la dosis tóxica de ácido fluoroacético para el ser humano; probablemente esté comprendida entre 2 y 10 mg/kg, si bien existen algunos fluoroacetatos mucho más tóxicos. En general, una o dos gotas del tóxico por inhalación, ingestión o absorción, a través de cortes o abrasiones de la piel o a través de la piel intacta, pueden resultar mortales.

De los estudios realizados en hospitales por casos de intoxicación parece deducirse que los principales efectos tóxicos de los fluoroacetatos en el ser humano afectan al sistema nervioso central y al sistema cardiovascular. Las víctimas sufren convulsiones epileptiformes graves que se alternan con coma y depresión. La muerte puede sobrevenir por asfixia durante una convulsión o por insuficiencia respiratoria. No obstante, los síntomas más característicos son las irregularidades cardíacas, una marcada fibrilación ventricular y parada cardíaca. Estos síntomas (que no se pueden diferenciar de todos los demás que se observan con frecuencia en la práctica clínica) suelen ir precedidos de un período inicial de latencia superior a 6 horas, caracterizado por náuseas, vómitos, sialorrea, entumecimiento, sensación de hormigueo, epigastralgias y opresión. Posteriormente pueden aparecer otros signos y síntomas, como contracturas musculares, descenso de la tensión arterial y visión borrosa.

Ácido cloroacético. Esta sustancia es muy reactiva y debe manipularse con precaución. Cuando exista la posibilidad de que los trabajadores entren en contacto con soluciones concentradas, deberán ir protegidos obligatoriamente con guantes, gafas, botas de goma y mandiles impermeables.

Otros ácidos

El *ácido glicólico* es más fuerte que el acético y produce quemaduras químicas muy graves en la piel y los ojos. No se conocen efectos acumulativos y se cree que se metaboliza a glicina. En su manipulación deben adoptarse precauciones estrictas, similares a las recomendadas para el ácido acético. Las soluciones concentradas pueden provocar quemaduras en la piel y los ojos. Las personas que manipulen soluciones concentradas de este ácido deben utilizar equipos de protección individual.

El *ácido sórbico* se utiliza como fungicida en los alimentos. Es un irritante primario de la piel y puede provocar reacciones de sensibilización. Por esta razón se debe evitar todo contacto con la piel.

El *ácido salicílico* es un poderoso irritante de la piel y las mucosas. Los trabajadores deben adoptar precauciones estrictas para evitar el contacto con esta sustancia.

Anhídridos

Los anhídridos de ácidos tienen puntos de ebullición más altos que los correspondientes ácidos. Sus efectos fisiológicos generalmente recuerdan a los de los correspondientes ácidos, si bien son irritantes más potentes de los ojos cuando están en fase de vapor, pudiendo producir conjuntivitis crónica. Se hidrolizan lentamente en contacto con los tejidos corporales y ocasionalmente provocan sensibilización. Debe existir un sistema adecuado de ventilación y los trabajadores dispondrán de equipos de protección individual. En algunas circunstancias, sobre todo cuando tengan que realizarse labores de mantenimiento, los trabajadores tendrán que utilizar equipos adecuados de protección ocular y respiratoria.

Se han descrito algunos casos de conjuntivitis, secreciones nasales sanguinolentas, atrofia de la mucosa nasal, ronquera, tos y bronquitis en trabajadores empleados en la producción de ácido y anhídrido ftálico. Se ha reconocido que el anhídrido ftálico causa asma bronquial, y se han detectado casos de sensibilización de la piel después de una exposición prolongada a

anhídrido ftálico. La lesión más frecuente es una dermatitis alérgica. También se ha identificado una IgE específica del anhídrido ftálico.

El *anhídrido ftálico* es inflamable y conlleva un peligro moderado de incendio. Su toxicidad es comparativamente baja en relación con otros anhídrido ácidos industriales, pero actúa como irritante de la piel, los ojos y el tracto respiratorio superior. Puesto que el anhídrido ftálico no tiene efecto alguno sobre la piel seca, pero produce quemaduras en la piel húmeda, es probable que el producto realmente irritante sea el ácido ftálico que se forma en contacto con el agua.

El anhídrido ftálico debe almacenarse en un lugar fresco y bien ventilado, alejado de llamas abiertas y sustancias oxidantes. En los lugares donde se manipule esta sustancia tiene que existir un buen sistema de ventilación local y general. En muchos procesos, el anhídrido ftálico se utiliza no en forma de copos sino en forma de líquido, que se envía a las industrias en tanques y se bombea directamente a un sistema de conducciones, con lo cual se evita el contacto directo con el producto y la contaminación del aire con el polvo. Este método ha tenido como resultado la completa desaparición de todas las manifestaciones irritativas en los trabajadores de este tipo de industrias. Sin embargo, debe tenerse siempre en cuenta que los vapores emitidos por el anhídrido ftálico líquido son tan irritantes como los copos o las escamas, por lo que debe prevenirse cualquier tipo de fuga en el sistema de conducciones. En caso de salpicaduras o contacto con la piel, ésta debe lavarse inmediatamente con agua abundante.

Los trabajadores que manipulan derivados del anhídrido ftálico deben mantenerse bajo control médico, prestando una atención especial a los síntomas de asma y sensibilización de la piel. Si se observa alguno de estos síntomas, el trabajador tendrá que ser asignado a otro puesto de trabajo. Sea como fuere, el contacto con la piel debe evitarse siempre. Se recomienda el uso de ropa protectora como guantes de goma. Los trabajadores deben someterse a un examen médico previo al empleo para tener la seguridad de que ninguna persona con asma bronquial, eczema u otras enfermedades alérgicas se vea expuestas al anhídrido ftálico.

Anhídrido acético. Cuando se expone al calor, el anhídrido acético libera humos tóxicos que pueden explotar en presencia de una llama. Reacciona violentamente con ácidos fuertes y oxidantes como ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, permanganatos, trióxido de cromo y peróxido de hidrógeno, así como con sosa.

El anhídrido acético es un potente irritante y tiene propiedades corrosivas cuando contacta con los ojos, por regla general de forma retardada. El contacto va seguido de lagrimeo, fotofobia, conjuntivitis y edema de córnea. La inhalación puede causar irritación de la nasofaringe y el tracto respiratorio superior, con sensación de quemazón, tos y disnea. Las exposiciones prolongadas pueden determinar la aparición de edema pulmonar. La ingestión de este producto causa dolor, náuseas y vómitos. En caso de contacto prolongado con la piel puede aparecer dermatitis.

Siempre que exista peligro de contacto con esta sustancia, se recomienda el uso de ropas y gafas protectoras y la disponibilidad de duchas e instalaciones para el lavado de los ojos. Para concentraciones de hasta 250 ppm se recomienda el uso de respiradores con filtros químicos y para concentraciones de 1.000 ppm se recomienda el uso de máscaras integrales de protección respiratoria con suministro de aire. En caso de incendio tendrán que utilizarse aparatos respiradores autónomos.

El *anhídrido butírico* se obtiene mediante hidrogenación catalítica del ácido crotonico. El anhídrido butírico y el anhídrido propiónico presentan riesgos similares a los del anhídrido acético.

El *anhídrido maleico* produce quemaduras graves en la piel y los ojos por contacto de la piel húmeda con soluciones o escamas de anhídrido maleico. Es un compuesto que produce sensibilización de la piel y que exige la adopción de precauciones estrictas para evitar el contacto con la piel o los ojos. Los trabajadores deben llevar gafas adecuadas y prendas protectoras y es muy importante que tengan acceso a equipos de irrigación ocular. Cuando el anhídrido maleico se encuentra en suspensión en la atmósfera de trabajo, en forma de finas partículas, pueden formarse mezclas explosivas con el aire. Los condensadores donde el producto sublimado se deposita en forma de finos cristales deberán estar colocados en posición segura, fuera de las áreas ocupadas por el personal.

Se han dado algunos casos de edema pulmonar causado por el *anhídrido trimelítico* en trabajadores sometidos a una exposición aguda intensa, y de sensibilización de las vías respiratorias después de la exposición durante semanas o años, con rinitis o asma. Se han comunicado varios incidentes por exposición profesional a TMA. Se han descrito dos casos de edema pulmonar por exposición mediante inhalación múltiple a resinas epoxídicas que contenían TMA y que fueron pulverizadas sobre tuberías calientes. Aunque no se especificaron los niveles de exposición, la ausencia de irritación del tracto respiratorio superior durante la exposición podría indicar una reacción de hipersensibilidad. En otro informe, 14 trabajadores que participaban en la síntesis de TMA presentaron síntomas respiratorios por sensibilización a TMA. En este estudio se observaron tres respuestas distintas. La primera, rinitis o asma se desarrolló como consecuencia de una exposición durante semanas o años. Una vez sensibilizados, los trabajadores expuestos presentaron síntomas inmediatamente después del contacto con TMA, que remitieron al cesar la exposición. Una segunda respuesta, que también implicó sensibilización, produjo síntomas tardíos (tos, respiración sibilante y dificultad) entre 4 y 8 horas después de que cesara la exposición. La tercera respuesta fue un efecto irritante después de exposiciones iniciales altas.

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos realizó un estudio de los efectos adversos en la salud, con medición de las concentraciones de TMA en el aire. Treinta trabajadores que participaban en la fabricación de una pintura epoxídica presentaron irritación de los ojos, la piel, la nariz y la garganta, disnea, tos, ardor, náuseas y cefalea. Por término medio, los niveles de exposición profesional por contaminación ambiental fueron de 1,5 mg/m³ de TMA (intervalo desde indetectable a 4,0 mg/m³) durante las operaciones de procesado y de 2,8 mg/m³ de TMA (intervalo desde indetectable a 7,5 mg/m³) durante los procedimientos de descontaminación.

Estudios experimentales con ratas han demostrado la presencia de hemorragia intraalveolar con exposiciones subagudas a TMA a concentraciones de 0,08 mg/m³. La presión de vapor a 20 °C (4×10^{-6} mm Hg) corresponde a una concentración algo mayor de 0,04 mg/m³.

Ácido oxálico y sus derivados. El ácido oxálico es un ácido fuerte que, bien en forma sólida o en solución concentrada, produce quemaduras de la piel, los ojos y las mucosas. Las concentraciones de ácido oxálico de 5 a 10 % son irritantes si la exposición es prolongada. Se han registrado algunos casos mortales por ingestión de cantidades tan pequeñas como 5 g de ácido oxálico. Los síntomas aparecen rápidamente y se caracterizan por un estado similar al shock, colapso y convulsiones. En estos casos puede observarse una insuficiencia renal marcada con precipitación de oxalato cálcico en los túbulos renales. Los episodios convulsivos se cree que son resultado de la hipocalcemia. Se ha comprobado

que la exposición crónica de la piel a soluciones de ácido oxálico u oxalato potásico causa dolor localizado, cianosis en los dedos e, incluso, gangrena. Esto se debe aparentemente a una absorción localizada del ácido oxálico que produce arteritis. Las lesiones sistémicas crónicas por inhalación de ácido oxálico son poco frecuentes, aunque se ha descrito un caso de exposición a vapores calientes de ácido oxálico (que probablemente contenían un aerosol de ácido oxálico), con síntomas generalizados de pérdida de peso e inflamación crónica del tracto respiratorio superior. Debido a la naturaleza fuertemente ácida del polvo de ácido oxálico, la exposición al mismo debe controlarse rigurosamente y las concentraciones en el lugar de trabajo deben mantenerse dentro de unos límites aceptables para la salud.

El *oxalato de dietilo* es ligeramente soluble en agua y miscible en cualquier proporción con muchos disolventes orgánicos. Se trata de un líquido incoloro, inestable y aceitoso obtenido mediante esterificación de alcohol etílico y ácido oxálico. Al igual que otros ésteres de oxalato líquidos, se utiliza como disolvente de muchas resinas naturales y sintéticas.

Los síntomas observados en ratas, tras la ingestión de grandes cantidades de dietil oxalato, fueron trastornos respiratorios y contracciones musculares bruscas. Se hallaron grandes depósitos de oxalato en los túbulos renales de ratas que habían recibido una dosis oral de 400 mg/kg. Se ha notificado que los trabajadores expuestos durante varios meses a 0,76 mg/l de oxalato de dietilo desarrollaron un cuadro consistente en debilidad, cefaleas y náuseas, junto con pequeñas variaciones en el recuento de células sanguíneas. A causa de la baja presión de vapor de esta sustancia a temperatura ambiente, las concentraciones en el aire declaradas bien pudieron ser erróneas. Además, durante esta operación se utilizaron también algunas cantidades de acetato de diamilo y carbonato de dietilo.

Medidas de salud y seguridad

Todos los ácidos deben almacenarse lejos de fuentes de ignición y sustancias oxidantes. Las áreas de almacenamiento deben estar bien ventiladas para evitar la acumulación de concentraciones peligrosas. Los envases deben ser de acero inoxidable o cristal. En caso de fugas o derrames, el ácido acético debe neutralizarse con soluciones alcalinas. Se instalarán surtidores de agua para el lavado de los ojos y duchas de urgencia para la eliminación del ácido en caso de contacto con la piel o con los ojos. Es esencial que los envases estén correctamente etiquetados, y para todas las formas de transporte, el ácido acético se clasifica como sustancia peligrosa.

Para prevenir daños de las vías respiratorias y las mucosas, la concentración atmosférica de ácidos orgánicos y anhídridos con alta presión de vapor debe mantenerse por debajo de los niveles máximos permisibles mediante la utilización de dispositivos de higiene industrial, como extractores locales, ventilación general y determinación periódica de las concentraciones atmosféricas de ácido acético. En ausencia de vapores de otros ácidos, la detección y el análisis se realizan mediante borboteo en una solución alcalina y determinación del álcali residual; en presencia de otros ácidos, antes tenía que recurrirse a la destilación fraccionada, pero en la actualidad se dispone de un método de cromatografía de gases para la determinación en aire o agua. Las exposiciones a polvo deben reducirse al mínimo.

Las personas que trabajan con ácido puro o con soluciones concentradas deben utilizar ropas protectoras, además de elementos de protección para la cara, los ojos, las manos y los brazos. También utilizarán equipos de protección respiratoria. Deberán existir unas instalaciones sanitarias adecuadas y se fomentará una buena higiene personal.

TABLAS DE ACIDOS Y ANHIDRIDOS ORGANICOS

Tabla 104.5 • Identificación química.

Producto químico	Sinónimos/Código UN	Número CAS	Fórmula estructural
ACIDO ACRILICO	Acido etilencarboxílico; ácido propenoico UN2218	79-10-7	
ACIDO ADIPICO	Acido adipínico; ácido 1,4-butanodicarboxílico; ácido hexanodioico; ácido 1,6-hexanodioico	124-04-9	
ACIDO L-ASCORBICO	3-Ceto-l-gulofuranolactona; lactona del ácido L-3-cetotrehexurónico; vitamina C	50-81-7	
ACIDO BENZOICO	Acido benzenocarboxílico; ácido benzenofórmico; ácido benzenometanoico; ácido fenil carboxílico; ácido fenilfórmico	65-85-0	
ACIDO <i>p</i> - <i>tert</i> -BUTILBENZOICO	<i>p</i> -TBBA	98-73-7	
ACIDO BUTIRICO	Acido butánico; ácido butanoico; ácido <i>n</i> -butírico; ácido butírico; ácido etilacético; ácido 1-propancarboxílico; ácido propilfórmico UN2820	107-92-6	
ACIDO <i>n</i> -CAPROICO	Acido butilacético; ácido caprónico; ácido <i>n</i> -hexanoico; ácido <i>n</i> -hexoico; ácido pentanocarboxílico; ácido pentilfórmico; ácido pentilfórmico UN2829	142-62-1	
ACIDO CITRICO	Citro; ácido 2-hidroxi-1,2,3-propantricarboxílico; ácido <i>b</i> -hidroxitricarbalílico	77-92-9	
ACIDO CLORENDICO	Acido 1,4,5,6,7,7-hexacloro-5-norbornen-2,3-dicarboxílico; ácido hexacloro- <i>endo</i> -metilentetrahidroftálico	115-28-6	
ACIDO CLOROACETICO	Acido monocloroacético; ácido monocloroetanoico UN1750 UN1751	79-11-8	
ACIDO <i>m</i> -CLOROBENZOICO	Acido 3-clorobenzoico	535-80-8	
ACIDO <i>o</i> -CLOROBENZOICO	2-CBA; ácido 2-clorobenzoico	118-91-2	
ACIDO <i>p</i> -CLOROBENZOICO	<i>p</i> -Carboxiclorobenzeno; ácido 4-clorobenzoico; ácido clorodracílico	74-11-3	
ACIDO 2-CLOROPROPIONICO	Acido α -cloropropiónico UN2511	598-78-7	

Tabla 104.5 • Identificación química.

Producto químico	Sinónimos/Código UN	Número CAS	Fórmula estructural
ACIDO 4-CLORO- <i>o</i> -TOLOXIACETICO	Acido 4-cloro- <i>o</i> -cresoxiacético; ácido (4-cloro-2-metilfenoxi)acético; ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético	94-74-6	
ACIDO CROTONICO	Acido α -butenoico; ácido β -metilacrílico; ácido 3-metilacrílico UN2823	3724-65-0	
ACIDO 2,4-DICLORFENOXIACETICO	2,4-D; ácido diclorofenoxiacético	94-75-7	
ACIDO DICLOROACETICO	Acido bicloracético; ácido 2,2-dicloroacético; ácido dicloroetanoico UN1764	79-43-6	
ACIDO ESTEARICO	Acido cetilacético; ácido 1-heptadecancarboxílico; ácido octadecanoico	57-11-4	
ACIDO 2-ETILHEXOICO	Acido butetilacético; ácido α -etilcaproico; ácido 2-etilhexanoico;	149-57-5	
ACIDO FLUOROACETICO	Acido pimónico; fluoroacetato; ácido fluoroetanoico; monofluoroacetato; ácido monofluoroacético UN2642	144-49-0	
ACIDO FORMICO	Acido aminico; ácido formilico; ácido hidrógeno carboxílico; ácido metanoico UN1779	64-18-6	
ACIDO FTALICO	Acido ortofenilendicarboxílico; Acido benceno-1,2-dicarboxílico; ácido <i>o</i> -bencenodicarboxílico; ácido 1,2-bencenodicarboxílico; <i>o</i> -dicarboxibenceno; ácido <i>o</i> -ftálico	88-99-3	
ACIDO FUMARICO	Acido <i>trans</i> -butenodioico; ácido <i>trans</i> -1,2-etilendicarboxílico; ácido 1,2-etilendicarboxílico	110-17-8	
ACIDO GALICO	Acido 3,4,5-trihidroxibenzoico	149-91-7	
ACIDO GLICOLICO	Acido hidroxiacético; ácido hidroxietanoico	79-14-1	
ACIDO HEPTANOICO	Acido <i>n</i> -heptoico; ácido heptílico; ácido 1-hexanocarboxílico; ácido oenántico; ácido oenantílico	111-14-8	

Tabla 104.5 • Identificación química.

Producto químico	Sinónimos/Código UN	Número CAS	Fórmula estructural
ACIDO ISOBUTIRICO	Acido dimetilacético; ácido isopropilfórmico; ácido 2-metilpropanoico; ácido 2-metilpropiónico UN2529	79-31-2	
ACIDO ISOFTALICO	Acido <i>m</i> -fenilendicarboxílico; ácido <i>m</i> -bencenodicarboxílico; ácido <i>m</i> -ftálico	121-91-5	
ACIDO LAURICO	Acido dodecanoico; ácido dodecoico; ácido duodecílico; ácido lauroesteárico; ácido 1-undecancarboxílico	143-07-7	
ACIDO MALEICO	Acido <i>cis</i> -butenedioico; ácido <i>cis</i> -1,2-etilendicarboxílico; ácido 1,2-etilendicarboxílico; ácido maleínico; ácido malénico; ácido toxílico	110-16-7	
ACIDO MALONICO	Acido carboxiacético; dicarboximetano; ácido metanodicarboxílico; ácido propanodioico	141-82-2	
ACIDO MANDELICO	Acido α -hidroxifenilacético; ácido α -hidroxitoluico; ácido paramandélico; ácido fenilglicólico; ácido fenilhidroxiacético	90-64-2	
ACIDO METACRILICO	Acido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-metilpropanoico UN2531	79-41-4	
ACIDO NONANOICO	Acido <i>n</i> -nonílico; ácido 1-octancarboxílico; ácido pelargónico	112-05-0	
ACIDO 9-OCTADECENOICO	Acido <i>cis</i> -9-octadecenoico; ácido 9,10-octadecenoico; ácido oleico; ácido oleínico	112-80-1	
ACIDO OXALICO	Acido etanodioico; ácido etanodiónico	144-62-7	
ACIDO PALMITICO	Acido cetílico; ácido hexadecanoico; ácido <i>n</i> -hexadecoico; ácido hexadecilico; ácido-pentadecancarboxílico	57-10-3	
ACIDO PIVALICO	Acido 2,2-dimetilpropanoico; ácido α , α -dimetilpropiónico; ácido 2,2-dimetilpropiónico; ácido neopentanoico; ácido <i>terc</i> -pentanoico; ácido propanoico; ácido trimetilacético	75-98-9	
ACIDO PROPIONICO	Carboxietano; ácido etanocarboxílico; ácido etilfórmico; ácido metacetónico; ácido metilacético; ácido propanoico UN1848	79-09-4	
ACIDO SALICILICO	Acido <i>o</i> -hidroxibenzoico; ácido 2-hidroxibenzoico; ácido ortohidroxibenzoico	69-72-7	
ACIDO SUCCINICO	Acido butanodioico; ácido 1,2-etandicarboxílico; ácido etilensuccínico	110-15-6	

Tabla 104.5 • Identificación química.

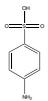
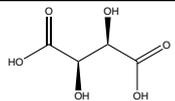
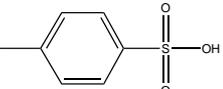
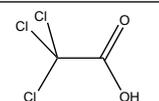
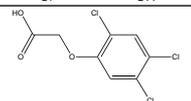
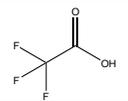
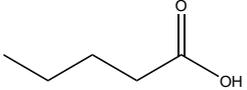
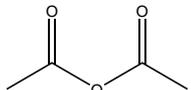
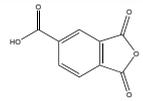
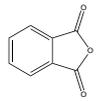
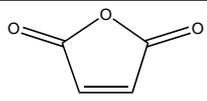
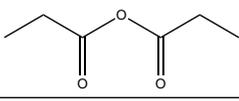
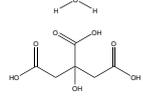
Producto químico	Sinónimos/Código UN	Número CAS	Fórmula estructural
ACIDO SULFANILICO	Acido <i>p</i> -aminobenzenosulfónico; 4-aminobenzenosulfónico; ácido <i>p</i> -aminofenilsulfónico; ácido anilina- <i>p</i> -sulfónico; ácido anilina-4-sulfónico	121-57-3	
ACIDO TARTARICO	Acido 2,3-dihidrosuccínico; ácido 2,3-dihidroxitbutanodioico; ácido treárico	87-69-4	
ACIDO TEREF TALICO	Acido <i>p</i> -bencenodicarboxílico; ácido 1,4-bencenodicarboxílico	100-21-0	
ACIDO <i>p</i> -TOLUENSULFONICO	Acido <i>p</i> -metilbenzenosulfónico; ácido 4-metilbenzenosulfónico; ácido <i>p</i> -metilfenilsulfónico; ácido toluensulfónico; ácido 4-toluensulfónico	104-15-4	
ACIDO TRICLOROACETICO	TCA UN1839 UN2564	76-03-9	
ACIDO TRICLOROFENOXIACETICO	2,4,5-T	93-76-5	
ACIDO TRIFLUOROACETICO	Acido perfluoroacético; ácido trifluoroetanoico; TFA UN2699	76-05-1	
ACIDO VALERICO	Acido butanocarboxílico; ácido 1-butanocarboxílico; ácido pentanoico; ácido propilacético	109-52-4	
ANHIDRIDO ACETICO	Acetanhidruro; óxido acético; anhídrido de acetilo; éter de acetilo; óxido de acetilo; anhídrido etanoico UN1715	108-24-7	
ANHIDRIDO DEL ACIDO TRIMELITICO	Anhídrido 4-carboxiftálico; ácido 1,3-dioxo-5-ftalanocarboxílico; ácido 5-ftalanocarboxílico; anhídrido 2,4-bencenotricarboxílico	552-30-7	
ANHIDRIDO FTALICO	Anhídrido del ácido 1,2-bencenodicarboxílico; 1,3-dioxoftalan; 1,3-isobenzofurandiona; ftalandiona; 1,3-ftalandiona; anhídrido del ácido ftálico UN2214	85-44-9	
ANHIDRIDO MALEICO	Anhídrido <i>cis</i> -butenodioico; 2,5-furandiona; anhídrido del ácido maleico; anhídrido toxílico UN2215	108-31-6	
ANHIDRIDO PROPIONICO	Anhídrido metilacético; anhídrido propanoico; anhídrido del ácido propiónico; óxido de propionilo UN2496	123-62-6	
HIDRATO DE ACIDO CITRICO	Acido 2-hidroxi-1,2,3-propantricarboxílico, 2-hidroxi-, monohidrato	5949-29-1	

Tabla 104.6 • Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO ACETICO 64-19-7	ojos; piel; tract resp; pulmones	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Dolor de garganta, tos, disnea, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, quemaduras graves en la piel, dolor. Dolor, enrojecimiento, visión borrosa, quemaduras profundas graves Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, dolor de garganta, vómitos	Sis resp; piel; ojos; dientes Inh; con	Irrit ojos, nariz, garganta; quemaduras en piel y ojos; derm; conj; tos; depres SNC; edema pulm tardío; en animales: efectos renales, repro, terato
ACIDO ACETILSALICILICO 50-78-2	ojos; piel; tract resp	hígado, riñones, vejiga; tract GI; SCV; SNC; tract resp	Inhalación Piel Ojos	Tos, embotamiento Enrojecimiento Enrojecimiento	Ojos; piel; sis resp; sangre; hígado; riñón Inh; ing; con	Irrit ojos, piel, sis resp superior, aumento del tiempo de coagulación sanguínea; náu, vómit; les hepáticas y renales
ACIDO ACRILICO 79-10-7	ojos; piel; tract resp; pulmones		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, secreción nasal, dificultad respiratoria, dolor de garganta Puede absorberse, enrojecimiento, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión, quemaduras profundas graves Quemaduras graves en los labios, boca y garganta, espasmos abdominales, diarrea, inconsciencia, shock	Ojos, piel, sis resp Inh; abs; ing; con	Irrit ojos, piel, sis resp; quemaduras en ojos y piel; sens cut; en animales: les pulmonares, hepáticas y renales
ACIDO ADIPICO 124-04-9	ojos; piel; tract resp	piel	Inhalación Piel Ojos	Tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor		
ACIDO L-ASCORBICO 50-81-7	ojos, tract resp		Inhalación Ojos Ingestión	Tos Enrojecimiento Sólo en caso de ingestión de grandes cantidades: diarrea, vómitos		
ACIDO BENZOICO 65-85-0	ojos; piel; tract resp	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, irritante Enrojecimiento, irritante Enrojecimiento, dolor Dolor abdominal, náuseas, vómitos		
ACIDO n-CAPROICO 142-62-1	ojos; piel; tract resp	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, dolor de garganta Puede absorberse, enrojecimiento, sensación de quemazón, dolor Enrojecimiento, dolor, visión borrosa Dolor abdominal, náuseas, dolor de garganta, vómitos		
ACIDO CITRICO 77-92-9	ojos; piel; tract resp		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor Tos		
ACIDO CITRICO HIDRATO 5949-29-1	ojos; tract resp		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, dolor de garganta Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor Dolor de garganta, sensación leve de quemazón		
ACIDO CLOROACETICO 79-11-8			Inhalación Piel Ojos Ingestión	Corrosivo, sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Corrosivo, puede absorberse, enrojecimiento, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves Espasmos abdominales, sensación de quemazón, colapso		

Tabla 104.6 • Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO CROTONICO 3724-65-0	ojos; piel; tract resp; pulmones	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, cefalea, náuseas, disnea, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Quemaduras en la piel, sensación de quemazón, dolor Dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves. Dolor, sensación de quemazón, diarrea, dolor de garganta, vómitos		
ACIDO DICLOROACETICO 79-43-6	ojos; piel; tract resp; pulmones		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, inconsciencia, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves Espasmos abdominales, sensación de quemazón, dolor de garganta, inconsciencia, vómitos, debilidad		
ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO 94-75-7	ojos, piel, tract resp		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Cefalea, náuseas, debilidad Enrojecimiento Enrojecimiento Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, cefalea, náuseas, inconsciencia, vómitos, debilidad	Piel; SNC; hígado; riñones Inh; abs; ing; con	Deb, estupor, hiporreflexia, contr musc; convuls; derm; en animales: les hepáticas y renales
ACIDO ESTEARICO 57-11-4	ojos	pulmones	Inhalación Ojos Ingestión	Tos, dificultad respiratoria Enrojecimiento, dolor Estreñimiento		
ACIDO ETANODIOICO, DIHIDRATO 6153-56-6	ojos, piel, tract resp; pulmones; riñones	riñones	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, disnea, dolor de garganta Puede absorberse, sequedad de piel, enrojecimiento, quemaduras en la piel, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves Espasmos abdominales, dolor de garganta, vómitos, debilidad, convulsiones		
ACIDO 2-ETILHEXANOICO 149-57-5	ojos; piel; tract resp	hígado	Piel Ojos	Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor		
ACIDO FLUOROACETICO 144-49-0	ojos; piel; tract resp; SCV; SNC; riñones					
ACIDO FORMICO 64-18-6	ojos; piel; tract resp; pulmones	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria y disnea, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, quemaduras graves en la piel, dolor Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, dolor de garganta, vómitos	Ojos; piel; sis resp Inh; ing; con	Irrit ojos, piel, garganta; quemaduras en la piel; derm; lag; rin; tos; disn; nau
ACIDO FTALICO 88-99-3	ojos; piel; tract resp		Inhalación Piel Ojos	Tos Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor		
ACIDO LACTICO 598-82-3	ojos; piel; tract resp		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, disnea, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, quemaduras en la piel, dolor Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves Dolor abdominal, sensación de quemazón, náuseas, dolor de garganta, vómitos		

Tabla 104.6 • Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO MALEICO 110-16-7	ojos; piel; tract resp	piel; riñones	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, dificultad respiratoria Enrojecimiento, quemaduras en la piel, irritante grave Enrojecimiento, dolor, visión borrosa Sensación de quemazón, véase inhalación		
ACIDO METACRILICO 79-41-4	ojos; piel; mucosas; tract resp; pulmones		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria Enrojecimiento, quemaduras en la piel, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión, quemaduras profundas graves Espasmos abdominales, dolor abdominal, sensación de quemazón, debilidad	Ojos; piel; sis resp Inh; abs; ing; con	Irrit ojos, piel, muc; quemaduras en ojos y piel
ACIDO 2-METIL-4-CLOROFENOACETICO 94-74-6	ojos; piel; tract resp	defectos congénitos	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Cefalea, náuseas Enrojecimiento Enrojecimiento Dolor abdominal, náuseas, inconsciencia; vómitos; debilidad		
ACIDO OXALICO 144-62-7	ojos; piel; tract resp; pulmones; riñones	piel; riñones	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, quemaduras en la piel, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, pérdida de visión, quemaduras profundas graves Sensación de quemazón, sopor, dolor de garganta, vómitos, shock, lumbago	Sis resp; piel; riñones; ojos Inh; ing; con	Irrit ojos, piel, muc; quemaduras en ojos; dolor local, cian; shock, colapso, convuls; lesiones renales
ACIDO PALMITICO 57-10-3	ojos; piel; tract resp; pulmones	piel	Ojos	Enrojecimiento		
ACIDO PROPIONICO 79-09-4	ojos; piel; tract resp		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta Quemaduras en la piel, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves Dolor abdominal, náuseas, dolor de garganta, vómitos	Ojos; piel; sis resp Inh; abs; ing; con	Irrit ojos, piel, nariz, garganta; visión borrosa, quemaduras corn; quemaduras en la piel; dolor abdom, nau, vómit
ACIDO SALICILICO 69-72-7	ojos; piel; tract resp; SNC	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, dolor de garganta Puede absorberse, enrojecimiento, dolor Enrojecimiento, dolor, visión borrosa Náuseas, vómitos, zumbido de oídos		
ACIDO SULFANILICO 121-57-3	ojos; piel; tract resp; sangre	piel; pulmones	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Labios o uñas de las manos cianóticos, piel cianótica, mareo, cefalea, dificultad respiratoria, dolor de garganta Enrojecimiento Enrojecimiento Labios o uñas de las manos cianóticos, piel cianótica, mareo, cefalea, dificultad respiratoria		
ACIDO TEREFTALICO 100-21-0	ojos; piel		Inhalación Piel Ojos	Tos, irritante Enrojecimiento, irritante leve Enrojecimiento, irritante		
ACIDO p-TOLUENSULFONICO 104-15-4	ojos; piel; tract resp; pulmones		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria Enrojecimiento, dolor, ampollas Enrojecimiento, dolor, visión borrosa Sensación de quemazón, dolor de garganta		

Tabla 104.6 • Riesgos para la salud.

Denominación química Número CAS	Tarjetas Internacionales sobre la Seguridad de los Productos Químicos				NIOSH (EE.UU.)	
	Período corto de exposición	Período largo de exposición	Vías de exposición	Síntomas	Organos afectados Vías de entrada	Síntomas
ACIDO 2,4,5-TRICLOROFENOXIACETICO 93-76-5	ojos; piel; tract resp				Piel; hígado, tract GIInh; ing; con	En animales: ataxia; irrit piel, erupción tipo acné, lesiones hepáticas
ACIDO VALERICO 109-52-4	ojos; piel; tract resp; pulmones; SNC					
ANHIDRIDO ACETICO 108-24-7	ojos; piel; tract resp	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Corrosivo, tos, dificultad respiratoria y disnea, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Corrosivo, enrojecimiento, dolor, ampollas profundas graves Corrosivo, dolor abdominal, dolor de garganta, colapso	Sis resp; piel; ojos Inh; con	Conj, lag, edema córnea, opac, foto; irrit nasal, far; tos, disn, bron; quemaduras en la piel, vesic, derm sens
ANHIDRIDO FTALICO 85-44-9	ojos; piel; tract resp	piel; pulmones			Sis resp; ojos; piel; hígado, riñones Inh; ing; con	Irrit ojos, piel, sis resp superior; conj; sangrado de úlceras nasales; bron, asma bronquial; derm; en animales: lesiones hepáticas y renales
ANHIDRIDO MALEICO 108-31-6	ojos; piel; tract resp	piel	Inhalación Piel Ojos Ingestión	Tos, cefalea, dificultad respiratoria, náuseas, disnea, vómitos Enrojecimiento, quemaduras en la piel Enrojecimiento, dolor, lagrimeo, quemaduras profundas graves Dolor abdominal	Ojos; piel; sis resp Inh; ing; con	Irrit nariz, sis resp superior; conj; foto, visión doble, asma bronquial, derm
ANHIDRIDO PROPIONICO 123-62-6	ojos; piel; tract resp, pulmones		Inhalación Piel Ojos Ingestión	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta, los síntomas pueden tardar en aparecer Enrojecimiento, quemaduras en la piel Enrojecimiento, quemaduras profundas graves Dolor de garganta, quemaduras		
ANHIDRIDO TRIMELITICO 552-30-7	ojos; piel; tract resp; pulmones; sangre		Inhalación Piel Ojos	Tos, mareo, respiración sibilante, escalofríos Enrojecimiento Enrojecimiento, dolor	Ojos; piel; abs sis resp	Irrit ojos, piel; nariz; sis resp; edema pulm, sens resp; rinitis, asma, tos, resp sib, disn, mal, fiebre, dolores muscul, estor

Tabla 104.7 • Riesgos físicos y químicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO ACETICO 64-19-7		Es un ácido de fuerza intermedia Reacciona violentamente con oxidantes como trióxido de cromo y permanganato potásico Reacciona violentamente con bases fuertes • Ataca muchos metales formando un gas combustible	8
ACIDO ACETILSALICILICO 50-78-2	Possibilidad de explosión pulverulenta cuando encuentra en forma de polvo o gránulos, y se mezcla con aire	Se descompone en contacto con agua caliente o cuando se disuelve en soluciones de hidróxidos o carbonatos alcalinos Al calentarse libera vapores tóxicos Reacciona con oxidantes fuertes, ácidos fuertes, bases fuertes	

Tabla 104.7 • Riesgos físicos y químicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO ACRILICO 79-10-7	El vapor es más pesado que el aire El vapor forma una mezcla explosiva con el aire	Se polimeriza rápidamente por calentamiento, bajo la influencia de luz, oxígeno, agentes oxidantes como peróxidos u otros activadores (ácidos, sales de hierro), con peligro de incendio o explosión Al calentarse libera vapores tóxicos Es un ácido de fuerza intermedia Reacciona violentamente con oxidantes, con peligro de incendio y explosión • Reacciona violentamente con base fuertes y aminas • Ataca muchos metales, entre ellos níquel y cobre	8/ 3
ACIDO ADIPICO 124-04-9	• Posibilidad de explosión pulverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con el aire • Si está seco, puede cargarse electrostáticamente por agitación, transporte neumático, vertido, etc.	• Se descompone al calentarse, liberando vapores ácidos volátiles de ácido valérico y otras sustancias • Es un ácido débil • Reacciona con materiales oxidantes	
ACIDO L-ASCORBICO 50-81-7		• La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia • Ataca muchos metales en presencia de agua	
ACIDO BENZOICO 65-85-0	• Posibilidad de explosión pulverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con aire	• La solución en agua es un ácido débil • Reacciona con oxidantes	
ACIDO BUTIRICO 107-92-6			8
ACIDO n-CAPROICO 142-62-1		• Puede explotar al calentarse • En su combustión libera gases tóxicos/irritantes • Es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona violentamente con oxidantes (por ejemplo trióxido de cromo) con peligro de incendio y explosión • Reacciona vigorosamente con bases, con peligro de calentamiento y aumento de presión • Ataca muchos metales, formando gases combustibles	8
ACIDO CITRICO 77-92-9	• Posibilidad de explosión pulverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con aire	• Reacciona con oxidantes, reductores, bases	
ACIDO CITRICO HIDRATO 5949-29-1		• La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona violentamente con nitratos metálicos • Reacciona con bases fuertes y oxidantes • Es corrosivo para cobre, zinc, aluminio, y sus aleaciones	
ACIDO CLOROACETICO 79-11-8		• Se descompone al calentarse, liberando gases tóxicos y corrosivos (cloruro de hidrógeno, fosgeno) • La solución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva	6.1/ 8
ACIDO CROTONICO 3724-65-0		• Puede polimerizarse bajo la influencia de luz UV o humedad • La solución en agua es un ácido débil • Reacciona violentamente con bases, oxidantes y agentes reductores, con peligro de incendio y explosión	8
ACIDO DICLOROACETICO 79-43-6		• Se descompone al calentarse liberando vapores tóxicos y corrosivos (fosgeno, cloruro de hidrógeno) • Es un ácido de fuerza intermedia • Ataca muchos metales formando gas hidrógeno inflamable • Ataca el caucho	8
ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO 94-75-7		• Se descompone al calentarse produciendo cloruro de hidrógeno y fosgeno • Es un ácido débil • Reacciona con oxidantes fuertes con peligro de incendio y explosión	
ACIDO ESTEARICO 57-11-4		• Se descompone al calentarse liberando óxidos de carbono • Es un ácido débil • Reacciona con bases, oxidantes y agentes reductores	
ACIDO ETANODIOICO, DIHIDRATO 6153-56-6		• Se descompone al calentarse rápidamente a aproximadamente 150 °C produciendo gases tóxicos • La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia que reacciona violentamente con bases fuertes • Reacciona violentamente con oxidantes con peligro de incendio y explosión • Reacciona con plata, formando productos explosivos	

Tabla 104.7 • Riesgos físicos y químicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO 2-ETILHEXOICO 149-57-5	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden generarse cargas electrostáticas como resultado de flujo, agitación, etc. • El vapor se mezcla rápidamente con el aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un agente reductor fuerte y reacciona con oxidantes • Reacciona con oxidantes fuertes 	
ACIDO FLUOROACETICO 144-49-0			6.1
ACIDO FORMICO 64-18-6		<ul style="list-style-type: none"> • Se descompone al calentarse produciendo monóxido de carbono • Es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona violentamente con oxidantes • Reacciona violentamente con bases fuertes con peligro de incendio y explosión • Ataca muchos metales en presencia de agua • Ataca muchos plásticos 	8
ACIDO FTALICO 88-99-3		<ul style="list-style-type: none"> • La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia 	
ACIDO ISOBUTIRICO 79-31-2			3/ 8
ACIDO LACTICO 598-82-3		<ul style="list-style-type: none"> • Es un ácido de fuerza intermedia • Ataca muchos metales en presencia de agua 	
ACIDO MALEICO 110-16-7		<ul style="list-style-type: none"> • En su combustión libera humos irritantes (anhídrido maleico) • Se descompone al calentarse liberando vapores altamente irritantes (anhídrido maleico) • La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia 	
ACIDO METACRILICO 79-41-4		<ul style="list-style-type: none"> • Se polimeriza fácilmente al calentarse o en presencia de luz, oxígeno, agentes oxidantes como peróxidos o trazas de ácido clorhídrico, con peligro de incendio o explosión • Se descompone al calentarse liberando vapores acres • Es un agente reductor fuerte y reacciona con oxidantes • Es un ácido de fuerza intermedia • Ataca los metales 	8
ACIDO 2-METIL-4-CLOROFENOXIACETICO 94-74-6		<ul style="list-style-type: none"> • Se descompone al calentarse liberando vapores tóxicos y corrosivos, entre ellos cloruro de hidrógeno • Es un ácido débil 	
ACIDO OXALICO 144-62-7		<ul style="list-style-type: none"> • En contacto con superficies calientes o llamas, se descompone formando ácido fórmico y monóxido de carbono • Es un agente reductor fuerte y reacciona con oxidantes • La solución en agua es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona violentamente con oxidantes fuertes con peligro de incendio y explosión • Reacciona con algunos compuestos de plata para formar oxalato de plata explosivo 	
ACIDO PALMITICO 57-10-3		<ul style="list-style-type: none"> • Al calentarse forma óxidos de carbono • Es un ácido débil • Reacciona con bases, oxidantes y agentes reductores 	
ACIDO PROPIONICO 79-09-4		<ul style="list-style-type: none"> • Es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona con oxidantes • Ataca muchos metales en presencia de agua 	8
ACIDO p-TOLUENSULFONICO 104-15-4		<ul style="list-style-type: none"> • Se descompone al arder, produciendo óxidos de carbono y de azufre • Es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosivo • Ataca muchos metales formando un gas extremadamente inflamable 	
ACIDO SALICILICO 69-72-7	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de explosión pulverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Se descompone al calentarse liberando vapores fenólicos • Es un ácido de fuerza intermedia • Reacciona violentamente con bases fuertes y oxidantes fuertes 	
ACIDO SULFANILICO 121-57-3		<ul style="list-style-type: none"> • En su combustión libera gases tóxicos de óxidos de carbono, nitrógeno y azufre • Se descompone al calentarse • Reacciona con oxidantes 	
ACIDO TEREFTALICO 100-21-0	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de explosión pulverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Reacciona violentamente con oxidantes fuertes 	

Tabla 104.7 • Riesgos físicos y químicos.

Denominación química Número CAS	Físicos	Químicos	Clase o división UN/Riesgos subsidiarios
ACIDO 2,4,5-TRICLOROFENOXIACETICO 93-76-5			6.1
ACIDO TRIFLUOROACETICO 76-05-1			8
ANHIDRIDO ACETICO 108-24-7		Se descompone al calentarse, liberando vapores tóxicos y gases, entre ellos ácido acético Reacciona violentamente con agua hirviendo, vapor, oxidantes fuertes, alcoholes, aminas, bases fuertes y muchos otros compuestos Ataca muchos metales en presencia de agua El líquido es muy corrosivo, especialmente en presencia de agua o humedad	8/ 3
ANHIDRIDO FTALICO 85-44-9			8
ANHIDRIDO MALEICO 108-31-6		• La solución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva • Reacciona con oxidantes fuertes	8
ANHIDRIDO PROPIONICO 123-62-6	• El vapor es más pesado que el aire	• En su combustión libera gases tóxicos • Reacciona con oxidantes, bases y agua	8
ANHIDRIDO TRIMELITICO 552-30-7	• Posibilidad de explosión polverulenta cuando se encuentra en forma de polvo o gránulos y se mezcla con aire • Si está seco, puede cargarse electrostaticamente por agitación, transporte neumático, vertido, etc.	• Reacciona violentamente con oxidantes • Reacciona lentamente con agua para formar ácido trimelitico	

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Límit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO ACETICO 64-19-7	crisales rómbicos (0,6 °C punto de fusión); líquido incolore (16,6 °C punto de fusión)	118	16,6	60,05	misc	1,0492	2,1	1,6	4 li 16 ls	39 cc	426
ACIDO ACETILSALICILICO 50-78-2	crisales tabulares monoclinicos o crisales en forma de aguja		135	180,15	lig sol	1,40		2,52 x 10 ⁵ mm Hg @ 25 °C			
ACIDO ACRILICO 79-10-7	líquido incolore	141	14	72,06	misc	1,0511	2,5	0,413	2,9 li 8 ls	54 ca	360
ACIDO ADIPICO 124-04-9	prismas monoclinicos en acetato de etilo, agua o acetona y éter de petróleo; crisales o polvo blanco fino	337,5	152	146,14	lig sol	1,360 @ 25 °C/4 °C	5,04	0,010 @ 18,5 °C	10 li 15 mg/1 ls	196 cc	422

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Limit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO L-ASCORBICO 50-81-7	crisales (normalmente placas, a veces agujas, sistema monoclinico); crisales o polvo blanco o ligeramente amarillo		190– 192	176,12	muy sol	1,65 @ 25 °C					
ACIDO BENZOICO 65-85-0	crisales tabulares, placas, laminillas monoclinicos; escamas blancas o crisales en forma de aguja	249,2	122,4	122,13	0,29 g/100 ml @ 20 °C	1,2659 @ 15 °C/4 °C	4,21	0,133 @ 96 °C		121 cc	570
ACIDO <i>p</i> -terc-BUTILBENZOICO 98-73-7	agujas en alcohol diluido		164,5– 165,5	178,2	insol						
ACIDO BUTIRICO 107-92-6	líquido oleoso, líquido incoloro	165,5	-7,9	88,10	misc	0,9577	3,0	0,43 mm Hg	2,0 li 10,0 ls	72 cc	443
ACIDO <i>n</i> -CAPROICO 142-62-1	líquido oleoso	205,8	-3,4	116,16	insol	0,929	4,01	0,024	1,3 li 9,3 ls	102 ca	380
ACIDO CITRICO 77-92-9	crisales/mono- clínicos holohédricos/ cristaliza en solución ac. concentrada caliente; crisales incolores translúcidos o polvo blanco granular a cristalino fino/crisales rómicos en agua con 1 mol de agua de cristalización	descomp	153	192,12	muy sol	1,665			0,28 li 2,29 ls		
ACIDO CITRICO HIDRATO 5949-29-1	crisales	descomp	100		sol	1,5			0,28 li 2,29 ls		1010
ACIDO CLORENDICO 115-28-6	sólido cristalino			388,84							
ACIDO CLOROACETICO 79-11-8	prismas monoclinicos; crisales incoloros o blancos; crisales incolores o marrón claro	189	(alfa) 63; (beta) 55–56; (gamma) 50	94,50	muy sol	1,6	3,26	0,13 @ 43 °C	8,0 li ? ls	126	500
ACIDO α -CLOROBENZOICO 118-91-2	prismas monoclinicos en agua	sublima	142	156,6	sol	1,544		6,6x10-4 mm Hg @ 25 °C			
ACIDO <i>m</i> -CLOROBENZOICO 535-80-8	crisales; prismas en agua	sublima	158	156,6	muy sol	1,496 @ 25 °C/4 °C		8,475x10-5 mm Hg @ 25 °C			
ACIDO <i>p</i> -CLOROBENZOICO 74-11-3	prismas triclinicos en alcohol y éter; polvo grueso casi blanco		243	156,6	insol			1,85x10-3 mm Hg @ 25 °C			

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Límit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO 2-CLOROPROPIONICO 598-78-7	cristales	186	-12,1	108,53	misc	1,2585					
ACIDO CROTONICO 3724-65-0	agujas o prismas monoclinicos (en agua o éter de petróleo); cristales aciculares incoloros; sólido cristalino blanco	185	71,5– 71,7	86,09	muy sol	1,018 @ 15 °C/4 °C; 0,964 @ 80 °C/4 °C	2,97	0,024		88	396
ACIDO DICLOROACETICO 79-43-6	líquido incoloro	194	9,7	128,94	misc	1,56	4,45	0,019			
ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO 94-75-7	polvo cristalino blanco a amarillo; el color amarillo se debe a impurezas fenólicas; polvo incoloro; blanco	160 @ 0,4 mm Hg	138	221,04	insol	1,6	7,6	0,053 @ 160 °C		88 ca	
ACIDO 2,4-DICLOROFENOXI PROPIONICO 120-36-5	sólido cristalino incoloro; sólido cristalino blanco o tostado		117,5– 118,1	235,07		1,42					
ACIDO ESTEARICO 57-11-4	láminas monoclinicas en alcohol; polvo o masas de cristales blancos o ligeramente amarillos	360 @ 15 mm Hg	69	284,50	insol	0,9408	9,80	1 mm Hg @ 173,7 °C		196	395
ACIDO ETANODIOICO, DIHIDRATO 6153-56-6	cristales incoloros	sublima	102		10g/100 ml	1,7	3,1				
ACIDO 2-ETILHEXOICO 149-57-5	líquido incoloro	228	- 59	144,2	sol	0,9031 @ 25 °C/4 °C	5,0	0,004	0,8 li 6,0 ls	118 ca	310
ACIDO FLUOROACETICO 144-49-0	agujas; cristales incoloros	165	35,2	78,04	sol	1,3693 @ 36 °C		1,9 mm Hg @ 25 °C			
ACIDO FORMICO 64-18-6	líquido incoloro	101	8,4	46,00	misc	1,22	1,6	4,4	14 li 34 ls	69	480– 520
ACIDO FTALICO 88-99-3	cristales; placas en agua	descomp	210–211	166,13	lig sol	1,59	5,73			168 ca	
ACIDO FUMARICO 110-17-8	agujas, prismas monoclinicos o laminillas en agua; cristales incoloros; polvo blanco cristalino	165 sublima@ 1,7 mm Hg	300–302	116,07	lig sol	1,635					
ACIDO GALICO 149-91-7	prismas en agua; agujas en metanol absoluto o cloroformo		253	170,1	lig sol	1,694 @ 6 °C/4 °C					
ACIDO GLICOLICO 79-14-1	cristales incoloros; agujas rómbicas en agua; láminas en etanol	100	80	76,05	sol						

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Limit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO HEPTANOICO 111-14-8	líquido oleoso transparente	223,01	-7,5	130,2	lig sol	0,92					
ACIDO ISOBUTIRICO 79-31-2	líquido incoloro	152-155	-47	88,1	muy sol	0,950	3,0	1 mm Hg @ 14,7 °C			
ACIDO ISOFITALICO 121-91-5	agujas	sublima	347	166,13	lig sol						
ACIDO LACTICO 598-82-3	líquido incoloro o cristales incoloros		16,8-18	90,08	muy sol					74	
ACIDO LAURICO 143-07-7	sólido incoloro; polvo blanco cristalino	298,9	44,2	200,3	insol	0,883		1 mm Hg @ 121,0 °C			
ACIDO MALEICO 110-16-7	prismas monoclinicos en agua; cristales blancos en agua, alcohol y benceno; cristales incoloros	135	138-139	116,07	788 g/l @ 25 °C	1,590	4,0				
ACIDO MALONICO 141-82-2	cristales blancos	descomp	132-134	104,06	sol	1,63					
ACIDO METACRILICO 79-41-4	cristales líquidos o incoloros; líquido incoloro	163	16	86,09	sol	1,0153	2,97	0,13 @ 25 °C		77 ca	
ACIDO METACRILICO, 2-DIMETILAMINOETILO 2867-47-2	líquido	62-65	-30	157,22	sol	0,933 @ 25 °C/5 °C	5,4			739 ca	
ACIDO 2-METIL-4-CLOROFENOACETICO 94-74-6	sólido marrón claro; placas en benceno o tolueno; sólido blanco cristalino (comp. puro); sólido incoloro cristalino (puro)		120	200,6	lig sol	1,56 @ 25 °C/15,5 °C	6,9	0,0002 Pa			
ACIDO NONANOICO 112-05-0	líquido incoloro y oleoso a temperatura normal; cristaliza cuando se enfría; aceite amarillento	255	12,5	158,23	insol	0,9057					
ACIDO OLEICO 112-80-1	líquido incoloro o casi incoloro (a más de 5-7 °C); líquido amarillento y oleoso; líquido acuoso blanco	286 @ 100 mm Hg	16,3	282,45	insol	0,895 @ 25 °C					363
ACIDO OXALICO 144-62-7	el ácido oxálico anh cristaliza en ácido acético glaciar en el sistema ortorrómbico, los cristales son piramidales u octaédricos alargados; cristales incoloros y transparentes o polvo blanco	157	189,5	90,04	sol	1,900 @ 17 °C /4 °C					

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa)	Límit. inflam.	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ACIDO PALMITICO 57-10-3	escamas cristalinas blancas; agujas en alcohol	351 @ 15 mm Hg	63-64	256,5	insol	0,853 @ 62 °C/4 °C		0,133 @ 154 °C			
ACIDO PIVALICO 75-98-9	cristales coloreados	164	35,5	102,13	lig sol	0,905 @ 50 °C					
ACIDO PROPIONICO 79-09-4	líquido incoloro; líquido oleoso	141	-20,8	74,09	misc	0,9930	2,56	0,386	2,9 li 14,8 ls	544	955
ACIDO SALICILICO 69-72-7	cristales blancos, finos, como agujas, o polvo esponjoso blanco cristalino; agujas en agua; prismas monoclinicos en alcohol	211	158	138,12	lig sol	1,443	4,8	0,114	1,1 ls ? ls	157	540
ACIDO SUCCINICO 110-15-6	prismas monoclinicos blancos diminutos; prismas triclinicos o monoclinicos	235	188	118,09	lig sol	1,572 @ 25 °C/4 °C					
ACIDO SULFANILICO 121-57-3	placas rómbicas o cristales monoclinicos en agua		288	173,2	lig sol	1,485 @ 25 °C/4 °C					
ACIDO TARTARICO 87-69-4			169	150,08							
ACIDO TEREFALICO 100-21-0	agujas; polvo o cristales blancos	402		166,13	insol	1,51		< 0,001		260	496
ACIDO p-TOLUENSULFONICO 104-15-4	laminillas o prismas monoclinicos; cristales incoloros	140	106-107	172,2	muy sol	1,24				184 cc	
ACIDO TRICLOROACETICO 76-03-9	cristales; incoloro; sólido blanco	197,55	58	163,40	muy sol	1,62 @ 25 C/4 °C		1 mm Hg @ 51,0 °C			
ACIDO 2,4,5-TRICLOROFENOXIACETICO 93-76-5	sólido blanco; sólido de color tostado claro	descomp	153	255,5	insol	1,80		< 0,01 mPa			
ACIDO TRIFLUOROACETICO 76-05-1	líquido incoloro fumante	73	-15,2	114,02	sol	1,5351 @ 25 °C					
ACIDO VALERICO 109-52-4	líquido incoloro	186-187	-34,5	102,15	sol	0,939	3,5	0,020		96 ca	400
ANHIDRIDO ACETICO 108-24-7	líquido incoloro, muy móvil, fuertemente refringente	139	-73	102,10	muy sol	1,080 @ 15 °C	3,5	0,5	2,9 li 10,3 ls	49 cc	316
ANHIDRIDO FTALICO 85-44-9	agujas blancas lustrosas; lascas sólidas incoloras o amarillo pálido; agujas incoloras; prismas monoclinicos o rómbicos; agujas blancas en alcohol y benceno	295	130,8	148,11	lig sol	1,527	5,1	0,27 Pa	1,7 li 10,4 ls		570

Tabla 104.8 • Propiedades físicas y químicas.

Denominación química Número CAS	Color/Forma	p.e. (°C)	p.f. (°C)	p.m./ (g/ mol)	Solubilidad en agua	Densidad relativa (agua=1)	Densidad de vapor relativa (aire=1)	Pvap/ (kPa) @ 25 °C	Limit. inflam. 7,1 ls	p.ig. (°C)	p.aut ig. (°C)
ANHIDRIDO MALEICO 108-31-6	agujas ortorrómbicas en cloroformo; clase comercial en forma fundida, como briquetas; agujas incoloras o grumos o pelets blancos; agujas en cloroformo o éter	202,0	52,8	98,06	sol	1,48	3,4	0,025 @ 25 °C	1,4 li 7,1 ls	102	475
ANHIDRIDO PROPIONICO 123-62-6	líquido incoloro	167	-45	130,2	descomp	1,01	4,5	100	1,3 li 9,5 ls	63	285
ANHIDRIDO TRIMELITICO 552-30-7	crisales; sólido incoloro	240-245	161- 163,5	192,13	reacciona		6,6	< 0,01 @ 25 °C	1 li 7 ls		
CLORURO DE BUTIRILO 141-75-3	líquido incoloro	101-102	-89	106,55	lentamente con descomp	1,0263 @ 20,6 °C/4 °C				< 21	