

El Agar-Agar es un ficocoloide extraído principalmente, de las algas rojas o Rodoficeas, de las especies aragophytas. Es una sustancia amorfa, que en el comercio se encuentra en forma de polvo, escamas, bloques rectangulares y haces de tiras delgadas.

La forma seca del Agar-Agar se conoce de mediados del siglo XVIII, cuando un japonés descubrió, accidentalmente, la manera de purificarlo y secarlo. Fue llevado de China a Europa y traído a América a mediados del siglo XIX, para utilizarse, principalmente, como sustituto de la gelatina en la confección de postres gelatinosos.

Químicamente, el Agar-Agar es una mezcla compleja de sales de polisacáridos, fundamentalmente, galactósidos. Las grandes moléculas que lo constituyen determinan sus cualidades sobresalientes, como coloides y espesantes, que lo han hecho hasta ahora insustituible.

Además de los polisacáridos, el Agar-Agar contiene numerosos cationes asociados, tales como sodio, potasio, calcio, magnesio, etc. De los cuales no esta, claramente, establecida su influencia sobre las propiedades de este producto.

Referente a las propiedades y contenidos del Agar-Agar, básicamente, dependen de la materia prima empleada, procedencia geográfica, época de cosecha y madurez del alga.

Características Físicas del Agar-Agar

En Estado Sólido:

En este estado, el Agar-Agar es poroso, translucido y membranoso, se le encuentra, generalmente, presentando un color blanco- amarillento. Muy quebradizo cuando está seco y, prácticamente, insoluble en agua a 25°C, pero solubiliza en agua a 100°C. Es ligeramente soluble en etanolamina y soluble en formamida.

En Solución:

En solución se puede romper su equilibrio eléctrico, agregando sales como sulfato de magnesio, de sodio o de amonio, lo que produce la precipitación parcial de la agaropectina, siendo este método muy utilizado para la obtención de derivados.

La viscosidad de las dispersiones de Agar-Agar es altamente influida por el tipo de alga y las condiciones del proceso utilizado. La viscosidad de una dispersión de Agar a 45°C permanece relativamente constante, entre pH 4,9 y 9,0, que no es muy afectada por el tiempo, ni por la fuerza iónica, cuando el pH está entre 6,0 y 8,0. Sin embargo, cuando comienza la gelificación, la viscosidad aumenta con el tiempo, a temperatura constante.

La temperatura de gelificación varía entre 30° y 40°C (para soluciones al 1,5% en peso), dependiendo del tipo de materia prima, del proceso de obtención utilizado y de la concentración. La gelificación ocurre a una temperatura bastante menor, que la temperatura de licuefacción; esta característica lo hace único entre los polisacáridos. Muchos de sus usos dependen por sobre todo de este alto grado de histéresis.

El Agar-Agar es uno de los mejores agentes formadores de geles. Para que se lleve a efecto la gelificación de una solución de Agar-Agar se requiere concentraciones tan bajas, como 0,04%.

Como Gel:

Por sus propiedades de acción protectora, su textura, elasticidad, transparencia relativa y reversibilidad es muy

empleado como agente de suspensión, estabilización y espesamiento.

Por existir muy pocos microorganismos que metabolizan el Agar-Agar o que elaboran enzimas capaces de degradarlo, le confiere una mayor estabilidad, con respecto a geles de otros coloides naturales, que lo hacen muy útil cuando es usado como mezcla con otros geles, polisacáridos y proteínas, en el sentido que la degradación marcada no ocurre cuando sus dispersiones son mezcladas. La temperatura de fusión de un gel es función de la concentración y del peso molecular. Un gel con una concentración de 1,5% en peso, funde entre 60°C y 97°C.

Una característica muy importante en la calidad del Agar-Agar, es su resistencia a ser vencido, en estado de gel, por la presión. Esta fuerza de gel debe ser medida bajo ciertas condiciones y se define como la presión en gr/cm² de superficie que resiste un gel, de concentración 1,5% en peso y durante 20 segundos a 20°C.

Dentro de este estado físico, el Agar-Agar presenta una característica física de particular importancia para determinar su calidad, es la fuerza de gel

Fuerza de Gel:

Como se mencionó anteriormente, se conoce como fuerza de gel, la presión en grs/cm² de superficie, que resiste un gel, a una concentración de 1,5% en peso durante 20 segundos a 20°C .

La determinación se realiza luego de 15 hrs. de permanencia en proceso de gelificación, tiempo en el que el gel alcanza su máxima resistencia. En general, la fuerza de gel disminuye por vibraciones ultrasónicas, fuertes radiaciones gamma, por agitación intensiva y también por altas temperaturas.

En el proceso de gelificación, luego de una hora de permanencia a 25°C la fuerza de gel aumenta alrededor de 1% / hr durante 8 hrs. El incremento posterior tiene una velocidad decreciente llegando a ser estable después de 15 hrs.

Características Químicas del Agar-Agar

El Agar es un polisacárido encontrado en los espacios intracelulares y en las paredes celulares de las algas rojas, Agarophytas. La estructura química de este polisacárido fue analizada y determinada en 1958. Se encontró que el Agar contiene dos fracciones principales, un polímero neutro, Agarosa, y un polisacárido sulfatado, Agarpectina. Los polisacáridos son hidratos de carbono de alto peso molecular; se pueden considerar como polímeros de condensación de monosacáridos, enlazados mediante uniones glicosídicas, con eliminación de agua. La ecuación empírica de este proceso es la siguiente: $nC_2H_{12}O_6 = (C_6H_{10}O_5)_n + (n-1)H_2O$.

El Agar está compuesto principalmente por D – galactosa, 3-6 anhiro – L – galactosa, sulfatos y ácido pirúvico; a veces 6 – 0 metil – D – galactosa y ácido urónico entran en su composición. La Agarosa está constituida por unidades alternadas de β-D – galactopiranososa unión 1,3 y 3,6 anhiro – L galactopiranososa unión 1,4.

La fracción más altamente sulfatada, Agarpectina, es más variable en su composición, pero básicamente tiene la estructura de la Agarosa con grupos ésteres sulfatados en algunas unidades del polisacárido.

Referente al peso molecular del Agar, se estima que es de aproximadamente 3.000 a 160.000, dependiendo esto del tipo de coloide.

Aplicaciones del Agar – Agar

Debido a las propiedades descritas anteriormente, el Agar se utiliza ampliamente en los casos en que se necesita un agente de suspensión, estabilización, espesamiento o gelificación. Así es posible encontrar diversas aplicaciones en la industria de alimentos, farmacología, microbiología y distintas ramas de producción.

En la industria Alimenticia:

Aunque el Agar es prácticamente indigerible, se utiliza en la elaboración de muchos productos alimenticios donde sus propiedades son muy útiles. Debido a que no contiene calorías, ni tampoco es nutritivo, no es utilizado como alimento propiamente tal, sino, como donante de propiedades. El mayor campo de aplicación dentro del rubro de alimentación lo tiene el Agar en la fabricación de conservas de carnes y de pescados, en donde se usa como aglutinante para formar una masa consistente y, además como aislante de las paredes metálicas que dañan la conservación del producto. Es utilizado como coagulante en los confites, como espesante en los jugos de frutas, sopas, salsas y como estabilizante de baños de pasteles, merengues, rellenos y aliños para ensaladas. Se utiliza como buen agente clarificante y purificador en la fabricación de cerveza, vino y licores, ya que coagula las impurezas en suspensión haciéndolas precipitar.

En Medicina y Farmacia:

Una de las aplicaciones más importantes es la de su gran utilidad como medio de cultivo de bacterias. Destacan entre las ventajas que posee para este efecto, las siguientes:

- Su resistencia a no ser licuado por las bacterias, muy pocas lo logran e incluso no es licuado por aquellas que licuan los medios preparados con gelatina animal.
- Permanece en estado sólido a la temperatura de incubación y no sufre desgarros al efectuar la siembra de bacterias.
- La propiedad de ser llevado de gel a sólido y viceversa, permite que los microorganismos pueden ser mezclados totalmente con él, a una temperatura que no los afecte.

El agar a sido utilizado ampliamente como laxante en el tratamiento del estreñimiento. Es un ingrediente de píldoras y cápsulas médicas, de lubricantes quirúrgicos y de muchos tipos de emulsiones. Se utiliza como agente disgregante y como excipiente en tabletas. En la industria de cosméticos, se emplea como ingrediente de cremas y lociones. En odontología se le conoce como el mejor material para la fabricación de moldes dentales. Con este fin se usa un gel muy concentrado, al que se le agregan materias colorantes y desinfectante.

Otras Aplicaciones:

El agar a sido encontrado adecuado para usarse en fotografía, ya que las películas preparadas con este material son mucho más delgadas, menos solubles en agua y estable frente a climas calurosos con respecto a las películas preparadas con gelatinas. En galvanoplastia se utiliza para lograr mejores recubrimientos en los depósitos de ciertos metales, tales como el plomo y el zinc. Por su naturaleza aniónica el agar se concentra en la zona catódica de alta densidad de corriente, de este modo aumenta la resistencia y permite que el recubrimiento sea homogéneo.

En curtiduría se emplea el agar para lograr mejores acabados de diversas calidades de pieles; se usa como activador en insecticidas químicos, y también, como agente de suspensión en lubricantes para el estiramiento de metales; especialmente alambres de wolframio para lámparas eléctricas. El agar y especialmente la Agarosa están siendo usados para separar toxinas bacterianas, para estimar la longitud de cadenas de ácidos nucleicos, para fraccionar antibióticos, para clasificación de tamaños de partículas vírales y para reparación y purificación de enzimas. La industria textil lo utiliza como apresto para los tejidos y como adhesivo para el

teñido y estampado de telas. La industria papelería lo utiliza para dar a ciertas calidades de papel; resistencia a la penetración de agua, grasas, ceras y resinas.

Productos Sustitutos del Agar-Agar

1. Gomas Naturales

1.1. Gomas Vegetales:

- Exudaciones de Árboles: Goma Arábiga, goma de Basora, goma Adragante, etc.
- Extractos de Semillas: Goma de Guar, goma de Algarroba.
- Extractos de Algas: Agar-Agar, Alginatos, Carragenina.
- Almidón Natural: de Maíz, de Patata, Tapioca, etc.

1.2. Animales:

- Leche: Caseína.
- Piel y Huesos: Gelatina, Cola Animal.

2. Gomas Vegetales Semi-Sintéticas:

2.1. Derivados de Almidones: Dextrinas, Acetatos de Amilo, etc.

2.2. Derivados de Celulosa: Carboximetilcelulosa, Celulosa de Metilo, etc.

3. Gomas Sintéticas: Alcohol Polivinílico, Sales de Ácido Poliacrílico, Óxido de Polietileno, etc.

Materia Prima

El siguiente punto tiene como objetivo dar a conocer la materia prima necesaria para la elaboración de Agar-Agar. Esta consiste en un tipo de alga roja denominada Gracilaria. Desde el punto de vista biológico existen dos tipos de algas, las Plantónicas que flotan en el agua y las Bentónicas que se encuentran sujetas al fondo del mar. Las plantónicas son algas microscópicas, unicelulares, sin ningún valor comercial. Las Bentónicas son las de mayor importancia económica, se dividen en cuatro grupos:

- Cianofíceas o algas azules
- Clorofíceas o algas verdes
- Feofíceas o algas pardas

4. Rodofíceas o algas rojas

En la producción de agar, se utilizan algunos géneros de algas pertenecientes al grupo de los Rodofíceas. Entre ellos los más importantes son la Gracilaria y el Gelidium. Las especies más comunes y abundantes de cada uno de estos géneros existentes en el país se encuentra en la siguiente tabla.

Género	Especie	Nombre Vulgar	Zona de Crecimiento
Gracilaria	Gracilaria	Pelillo (Zona Norte)	Coquimbo a Chiloé

	Lemaneaformis	Lanilla (Zona Sur)	Zona Austral
	Gracilaria	Carmico	
	Confervoides		
Gelidium	Gelidium	Chasca o Champa	Los Vilos a Curicó
	Lingulatum		

Composición química de las algas

La composición de las algas marinas, comparada con la de las plantas terrestres, es mucho más sencilla; encierran, desde luego, alrededor de un 85% de agua; queda un 15% para los demás componentes, que son sales minerales y materias orgánicas. Los constituyentes orgánicos se clasifican en solubles e insolubles. Los principales son diversos polímeros de hidratos de carbono y compuestos nitrogenados. El Agar-Agar es un hidrato de carbono unido al ácido sulfúrico, que se define como éster sulfúrico de un galactano lineal, y que en el alga, se presenta como sal de Ca o una mezcla de sales de Ca y Mg de ácido libre (ac. agarínico). Además las algas contienen celulosa (Algulosa), 10–30%, del peso y ácidos grasos, 1% particularmente (Palmítico y Oleico).

Proceso Productivo

El proceso productivo consta de ocho etapas secuenciales y estos son los siguientes:

- Secado preliminar de algas.
- Tratamiento Alcalino.
- Lavado y Blanqueo.
- Extracción y Cocción.
- Filtración.
- Gelificación.
- Prensado.
- Secado.
- Molienda.

I. Secado Preliminar de Algas

Las algas son secadas y empaquetadas en fardos.

II. Tratamiento Alcalino

El alga es transportada hacia un estanque de tratamiento alcalino, en donde las algas se juntan con un agente alcalino (NaOH por ejemplo) y soda a una temperatura de 80°C aproximadamente. Luego de esto, se lava e hidrata las algas con agua fría.

III. Lavado y Blanqueo

Una vez terminado el tratamiento alcalino, las algas pasan por un proceso de lavado con agua fría a la cual, generalmente, se le añaden burbujas de aire comprimido para la homogeneidad del proceso. Luego de finalizado el lavado, se agrega un agente blanqueador (hipoclorito de sodio). También es necesario reducir el pH de la mezcla, lo que se consigue agregando ácido sulfúrico. La etapa termina con un nuevo lavado de las algas con agua fría.

IV. Extracción y Cocción

En esta etapa, las algas son depositadas en un estanque con agua por sobre los 80°C. Antes de iniciar la cocción, se agrega ácido sulfúrico para mantener el pH entre 6.5 y 7, y hexametáfosfato. Posteriormente se eleva la temperatura de la mezcla a 100°C durante un par de horas para llevar a cabo la cocción. Finalizado esto se agrega agua caliente y tierra filtrante para ajustar la viscosidad de la mezcla.

V. Filtración

En esta etapa es necesario eliminar todos los residuos nocivos para la formación del gel, y para esto primero se pasa el líquido por un tamiz, en el cuál se separan las piedras, conchas de mar, etc. Y se deposita en un estanque de líquido pre-filtrado. Debido a que el líquido ya contiene tierra filtrante, es necesario instalar en el estanque un agitador lento, para que las tierras no decanten y con inyección de vapor, para mantener la temperatura. El líquido filtrado se deposita en un estanque de líquido filtrado, y el agua, que sale del filtro mezclada con gel de Agar, se deposita en otro estanque, desde donde se traslada a un tercero.

VI. Gelificación

Para obtener la consistencia del gel, es necesario reducir la temperatura del líquido filtrado, desde 80 °C hasta 25°C. Esto se realiza en dos etapas sucesivas. La primera consiste en refrigerar el líquido filtrado con agua, haciendo la transferencia de calor en un enfriador de placas. Luego el líquido es enviado a cañerías de acero inoxidable recubiertas por cañerías de plástico, por las cuales pasa líquido refrigerante por algunos minutos, tiempo necesario para llevarse a cabo el proceso de gelificación. El gel resultante contiene un 1% de Agar.

VII. Prensado

El gel es depositado en una válvula dosificadora, para luego vaciarlo sobre un paño de nylon, formando una capa de 1 cm aproximadamente. La capa se cubre con un paño similar y se repite la operación. Todo esto es llevado a las prensas. El agar ya prensado, es colocado sobre una mesa y secado manualmente.

VIII. Secado

El agar prensado se coloca en un carro de secado, sobre cañerías de aluminio y se ingresa al túnel de secado. Dentro del túnel de secado se pone el carro, haciéndolo correr en sentido contrario al flujo de aire caliente. La temperatura del aire es de 70°C a 80°C, debiendo ser controlada constantemente. El flujo de aire caliente puede ser producido mediante un radiador de vapor con ventilador. El vapor proveniente de la planta térmica posee una presión de 10 Kg/cm².

• Molienda

El agar prensado y seco debe ser introducido, rápidamente, el molino de martillo, para evitar la absorción de la humedad. Las escamas de agar se depositan en un silo. Todo pasa por molinos y luego el polvo de agar es tamizado una y otra vez. Una muestra del polvo obtenido es enviada para chequeo al laboratorio. Finalmente, el agar es pasado por un molino desintegrador para eliminar grumos y se pasa por un tamiz de seguridad, antes de ser empacado.