

Agentes Clarificantes en Marmita para Cerveza

Ian L Ward

Entre los principales se encuentran las carrageninas, éstas han tenido un desarrollo tecnológico muy interesante desde su introducción a principios de los 60's



Los agentes clarificantes se han utilizado por muchos años, como fuente principal se usaron semillas de algas marinas rojas generalmente del género *chondrus crispus*. Hasta los años 60's, el principal material era el musgo irlandés (agar agar), éste aún se utiliza en algunas cerveceras.

En los 80's hubo el próximo desarrollo importante con carrageninas refinadas puras. Estos materiales son totalmente solubles en agua y muy activos. Actualmente se encuentra el uso de materiales granulares de diferentes fuentes de algas marinas. Los nuevos materiales son algas semi-refinadas de género *eucheuma*.

Química de la Carragenina y Mecanismos de Reacción

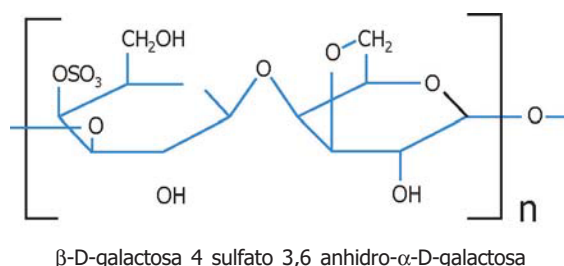
El componente activo usado actualmente en todos los agentes clarificantes es la k-carragenina. Estas carrageninas se relacionan mucho con la es-

tructura de los polisacáridos marinos, basados en monómeros de galactosa y galactosa sulfato.

Las formas de carragenina se diferencian por el grado de sulfatación y la presencia de grupos 3,6-anhidro. Los agentes clarificantes son preparaciones de extractos de algas rojas-café basadas en k-carragenina, un polímero de carga negativa con unidades alternadas de 3,6-anhidro- α -D-galactosa, y b-D-galactosa-4-sulfato, con un peso molecular de aproximadamente 260 kDa.

En solución, k-carragenina puede adoptar ya sea una conformación de serpentín al azar o espiral. En calor se favorece la formación de serpentín y se forma una solución fluida, mientras que en frío, se favorece una estructura en espiral y se forma un gel. La temperatura a la cual ocurre esta transición depende del pH, condiciones iónicas y concentración de carragenina. La presencia de la unidad 3,6-anhidro galactosa es importante en la formación del espiral, la cual se establece por la presencia de los iones como K^+ , Cs^+ , Ca^{2+} , y NH_4^+ , pero se desestabiliza con los iones como el Na^+ , Li^+ , y $N(CH_3)_4^+$.

Figura 1. Estructura de k-Caragenina



Como la mayoría de los biopolímeros, k-carragenina se desnaturaliza con el calor. El grado de desnaturalización aumenta con el tiempo, temperatura y disminución de pH. Estudios sobre la fuerza del gel de soluciones de k-carragenina demostró que el pH 5.0 y un calentamiento a 100°C durante 30 minutos redujo la fuerza del gel en un 25%. A 90°C, se necesitan noventa minutos para lograr el mismo grado de desnaturalización. Sin embargo a un pH de 4.5,

se alcanza en 10 minutos una desnaturalización del 25% a 100°C y en 30 minutos a 90°C. (Tabla 1).

Estabilidad Térmica de la k-carragenina

El mecanismo actualmente aceptado sobre la acción de clarificación es la interacción directa electrostática de moléculas de k-carragenina cargada negativamente con proteínas de carga positiva.

Conforme disminuye el pH del mosto, uno se esperaría que las proteínas se cargaran más positivamente, la carga de la k-carragenina no se afecta y el proceso de clarificación se mejora. En la práctica se observó que con la disminución de pH, la carga de la proteína aumenta y la carga de la k-carragenina permanece sin cambio pero ese proceso de clarificación se inhibe. Esto sugiere que la clarificación no procede con la simple interacción electrostática entre k-carragenina y proteínas del mosto. Estudios elaborados por R.V. Leather et. al., han demostrado que el mecanismo de reacción puede proceder en uno de dos modos. El primero involucra la reacción de la carragenina con proteínas solubles y carragenina con partículas como se ilustra anteriormente (Figura 2).

La carragenina reacciona con proteínas solubles para formar complejos solubles los cuales a cambio reaccionan con partículas para formar conglomerados, (Figura 3).

Tabla 1. Tiempo (minutos) en reducir la fuerza del gel de una solución 0.5% p/v a 25%.

Tem (°C)	pH				
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
100	1	3	10	30	90
100	3	10	30	90	300
90	10	30	90	300	900
80	30	90	300	900	2700

Figura 2. Mecanismo de Clarificación del Cobre — Reacciones Independientes



Purificadores de agua por medio de luz ultravioleta

Calidad, Confianza, Garantía y Servicio

Equipos desde 4 hasta 1500 litros por minuto, además contamos con:

- Portacartuchos
 - Cartuchos Filtrantes
 - Lámparas Germicida
 - Filtros Multicapa
 - Filtros Carbón Activado
 - Suavizadores
 - Desmineralizadores
 - Osmosis Inversa
 - Generadores de Ozono
 - Plantas Embotelladoras
 - y mucho más...
- Somos Fabricantes

Tel: (777) 380-0791

Fax sin costo: 01800-202-3845

e-mail: info@instapura.com.mx

Subida a Chalma 2044, Lomas Tetela
62158, Cuernavaca, Mor. México

www.instapura.com.mx



Estas son algunas compañías que han confiado la calidad de su agua en nuestros equipos:



Las razones sociales que aparecen son marcas registradas o nombres comerciales de sus respectivas compañías.

Se está analizando la explicación detallada de estos posibles mecanismos con evidencia que se sustenta detalladamente en la investigación de R. Leather en su artículo: Leather, R.V., From Field to Firkin, Lecture review of clarification research given for the Institute of brewing Cambridge Prize, Oxford (1996).

Factores que Afectan el Rendimiento

Se han encontrado varios factores que afectan el rendimiento de clarificación en cobre:

Dosis

Conforme la dosis aumenta, se eliminan más moléculas, mejora la claridad del mosto y la cantidad de sedimentos producidos aumenta, el índice de

Figura 3. Mecanismo de Clarificación en Marmitas – Reacciones de Acopladas

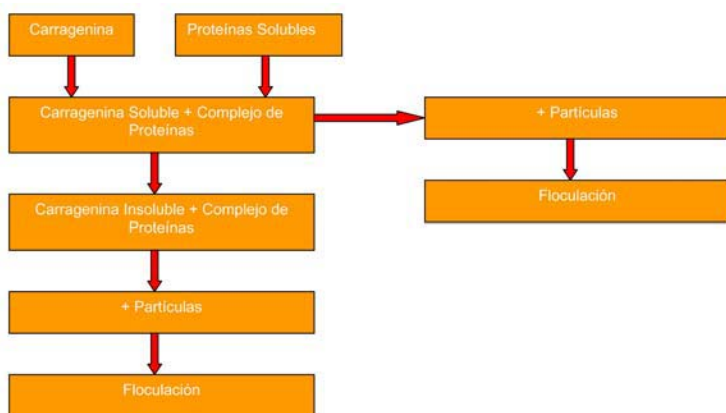
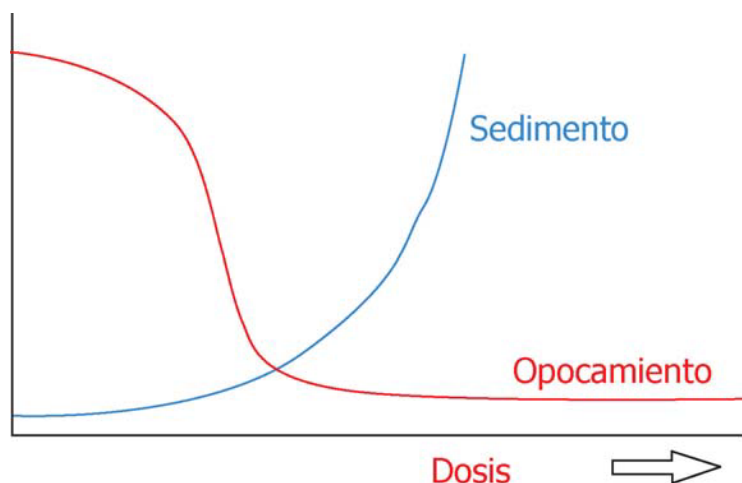


Figura 4. Efecto de la dosis del cobre en la clarificación sobre el



clarificación óptimo es aquel en el cual se produce la mejor claridad junto con el mínimo volumen de sedimento (Figura 4). Actualmente, el único método para determinar el punto óptimo es llevar a cabo una serie de pruebas empíricas, a rangos convenientes de valores de clarificación.

La evaluación de la claridad del mosto usando este método es directo, a pesar de que se requiere de experiencia para juzgar la claridad de una manera consistente.

Cuando la optimización del procedimiento se lleva a cabo correctamente, el valor correcto aplicado al mosto de una cerveza se produce conteniendo aproximadamente 10^6 /ml NMP en cada uno de las 3 fracciones de cantidad < 2mn, 2-10 mn y >10mn.

Tiempo de Adición

Aunque se añadan al mosto caliente, los agentes clarificantes no tienen un efecto significativo en la claridad del mosto, su principal efecto es la producción de mosto frío y brillante. El único propósito de añadir agentes clarificantes al mosto caliente es para solubilizar las moléculas de k-carragenina, las cuales no se disuelven a menos de 60°C. Los agentes clarificantes deben por tanto añadirse a tiempo para que se disuelvan completamente, aunque lo suficientemente tarde para evitar la desnaturalización térmica, (ver Tabla 1).

El tiempo adecuado para añadirlos dependerá del tipo de producto escogido y de las condiciones de proceso. Largos periodos de mezclado, durante varias horas, han mostrado causar una actividad de clarificación pobre, mientras que periodos de 45 minutos no causan efectos adversos en el rendimiento de clarificación.

Polvo: se debe añadir a la marmita 5 minutos antes del vaciado (cast); dispersar en agua fría, se puede añadir a la marmita manualmente o ser bombeada, se puede añadir al tanque de sedimentación al momento del vaciado.

Tabletas: se debe añadir a la marmita 5 minutos antes del vaciado; dispersar, se puede añadir a la marmita manualmente o por medio de una tolva, se puede añadir al tanque de sedimentación al momento del vaciado.

Gránulos: se debe añadir a la marmita 5 minutos antes (refinada) o 10 minutos antes (semi-refinada)

antes del vaciado (casting). Se puede añadir a la marmita manualmente o por medio de una tolva.

pH del Mosto

El pH del mosto tiene un profundo efecto en el rendimiento de la clarificación, con un pH aproximado a 5.0 se obtiene una clarificación eficiente y con mostos con pH menor a 4.5 es lo contrario. La manera en que el rendimiento de la clarificación varía con el pH depende del mosto en particular, con poca diferencia observada en algunos tipos de mostos y con grandes diferencias observadas cuando se cambia el pH. En ciertas circunstancias, una diferencia tan pequeña como 0.3 unidades en el pH puede hacer la diferencia entre una claridad óptima y una claridad muy pobre. Dicha diferencia en rendimiento sería una manifestación del cambio en el grado de clarificación de 10 ppm o 30% (Tabla

2). Las variaciones en el pH del mosto de esta magnitud no son inusuales en la práctica cervecera, y puede tener un efecto importante en los niveles de NMP y por tanto en el rendimiento de clarificación de la cerveza obtenida.

Es aceptable un rango entre 5.1 y 5.3, fuera de este rango se debe considerar corregir el pH. Es común añadir pequeñas cantidades de bicarbonato de sodio o ácidos para corregir el pH.

Variedad de la Malta, Calidad y Temporada

La variedad de la malta y su calidad juegan un papel importante en el rendimiento de clarificación, de manera que el mosto preparado bajo condiciones idénticas, de tres variedades diferentes de malta, producidas en el mismo malteado, requieren



Tabla 2. Efecto del pH del mosto en el Rendimiento Óptimo de los Agentes Clarificantes.

pH del Mosto	Rango en ppm de Agentes Clarificantes	Claridad a un Rango óptimo de clarificación	Volumen en Frío a un Rang Óptimo de Clarificación
4.4	> 40	E	0
4.7	40	A/B	12
5.0	30	A	10
5.3	20	A	10

de diferentes rangos de clarificantes; 5-15 ppm, para un rendimiento óptimo, esto se observó con una variación apropiada del pH de la malta. Es común pero no siempre, que el cambio en el pH fue la única causa de diferentes rendimientos, mientras que también se observaron diferentes tamaños de las moléculas de proteínas. Más adelante, se mostró que diferentes mostos con el mismo pH, preparados en condiciones idénticas, pueden dar diferentes rendimientos de los agentes clarificantes.

La cantidad de proteína rota en frío presente en el mosto, por ejemplo, la ruptura que se lleva a cabo naturalmente en frío, sin la adición de agentes clarificantes, se correlaciona positivamente al rendimiento de los agentes clarificantes, con un mosto que contiene mayores niveles de pro-

teína rota en frío teniendo mayores rangos de clarificación óptimos. Los resultados sugieren que el nitrógeno total y el total de nitrógeno soluble contenido en la malta no afecta el rendimiento en la clarificación, pero el grado de modificación da un mayor rendimiento con maltas muy modificadas. Sin embargo, dos maltas de la misma variedad pero de diferentes temporadas dieron diferentes rendimientos de clarificación a pesar de tener el mismo nitrógeno total y grado de modificación. Esto sugiere que no solo la variedad de la malta y su bioquímica son importantes, sino que la fuente de la cebada y los malteados particulares también juegan un papel importante. Esto tiene implicaciones importantes, particularmente cuando la malta cambia de estación, o si la malta proviene de más de un lugar del



mismo fabricante de la malta o cuando se cambia de proveedor de la malta, aún cuando se utilice la misma variedad de malta.

Densidad del Mosto

Si los otros factores fueran iguales, para un mosto preparado de una proporción definida de malta, entre mayor sea la densidad mayor será el rendimiento óptimo de clarificación. Si por ejemplo, una cantidad importante del extracto se deriva de adjuntos bajos en nitrógeno, ejemplo; jarabes de azúcar, entonces esto servirá para reducir la cantidad relativa de agentes clarificantes requeridos para una clarificación óptima. En general, los mostos de baja densidad, producidos al final de las corridas son difíciles de clarificar, aún en altos grados de clarificación. Sin embargo, a densidades bajas (menores a 1020°), el grado óptimo de clarificación aparentemente varía poco aumentando la densidad del mosto.

Niveles de Polifenol en Mosto

Se ha afirmado que los mostos con niveles bajos de polifenol son difíciles de clarificar, a pesar de que hay poca evidencia que avale esta afirmación. Sin embargo, evidencia indirecta se puede inferir de la correlación entre rendimiento de clarificación y el nivel de ruptura de proteínas en frío, ya que dicha trituration en frío surge de la interacción entre las proteínas del mosto y los polifenoles. De hecho, se ha notado que los mostos que se producen una alta proporción de sabor amargo de los extractos del lúpulo han causado dificultades en la clarificación.

Concentraciones de Sal

Se afirma que los niveles de calcio en el mosto afectan el rendimiento de clarificación, aunque nunca ha sido sustentado ni cuantificado. Los estudios en mosto separado demostraron que la presencia ya sea de iones de calcio o potasio son esenciales para la clarificación, pero los iones de sodio no tienen efecto, ni positivo ni negativo durante la clarificación. A pesar de que estos resultados no se pueden extrapolar en sistemas completos de mostos, se sugiere que el rendimiento de clarificación puede ser inversamente adversa por deficiencias en concentración de ciertos iones tales como potasio o calcio.

Temperatura de Maceración de Malta

La producción a escala ha mostrado que la temperatura de maceración también puede afectar el grado óptimo de clarificación, de manera que la malta macerada a 61°C y 68°C tiene grados óptimos de clarificación con 25 ppm y 15ppm respectivamente. Este fenómeno se atribuye a la variación del pH del mosto con valores de 4.9 y 5.4 respectivamente.

Clarificantes Auxiliares

Hay dos tipos de agentes clarificantes, los silicatos acidificados y los polisacáridos ácidos. Los silicatos están altamente cargados, polímeros de alto peso molecular de ácido silícico, los cuales se forman bajo condiciones controladas muy estrictas de concentración, pH y temperatura. Son proteínas reactivas y tienen una acción clarificante significativa en la cerveza. De hecho, los auxiliares de silicato se pueden usar para reducir los niveles de levadura y/o partículas finas en la cerveza en donde los niveles son muy altos para permitir la clarificación.

Al usarlos, los auxiliares de silicato se caracterizan generalmente por su gran tamaño de floculación y su rápida sedimentación. Un punto importante en el uso y almacenamiento de auxiliares de silicato es que estos productos son corrosivos al acero y por tanto los tanques de almacenamiento, tuberías y bombas dosificadores deben de ser de materiales alternativos. El ácido sulfúrico contenido en los auxiliares de silicato se reduce a sulfuro de hidrógeno por una serie de oxidoreducciones que producen un olor característico.

Los polisacáridos ácidos también se cargan negativamente con el pH de la cerveza. Hay moléculas espirales, pequeñas, duras, muy ramificadas de alto peso molecular. Por sí mismas, no tienen una actividad clarificante notable, pero en ciertas cervezas, aumentan la actividad de la ictiocola. Algunas cervezas se benefician con ambos tipos de estos clarificantes auxiliares que en combinación, están disponibles en productos mixtos para realizar esta función.

Fuente: Información seleccionada de:

Wort & Beer Clarification Manual
Brewers Supply Group
Rhode Island, 2000.

Traducción: I.A. Violeta Morales V.
