

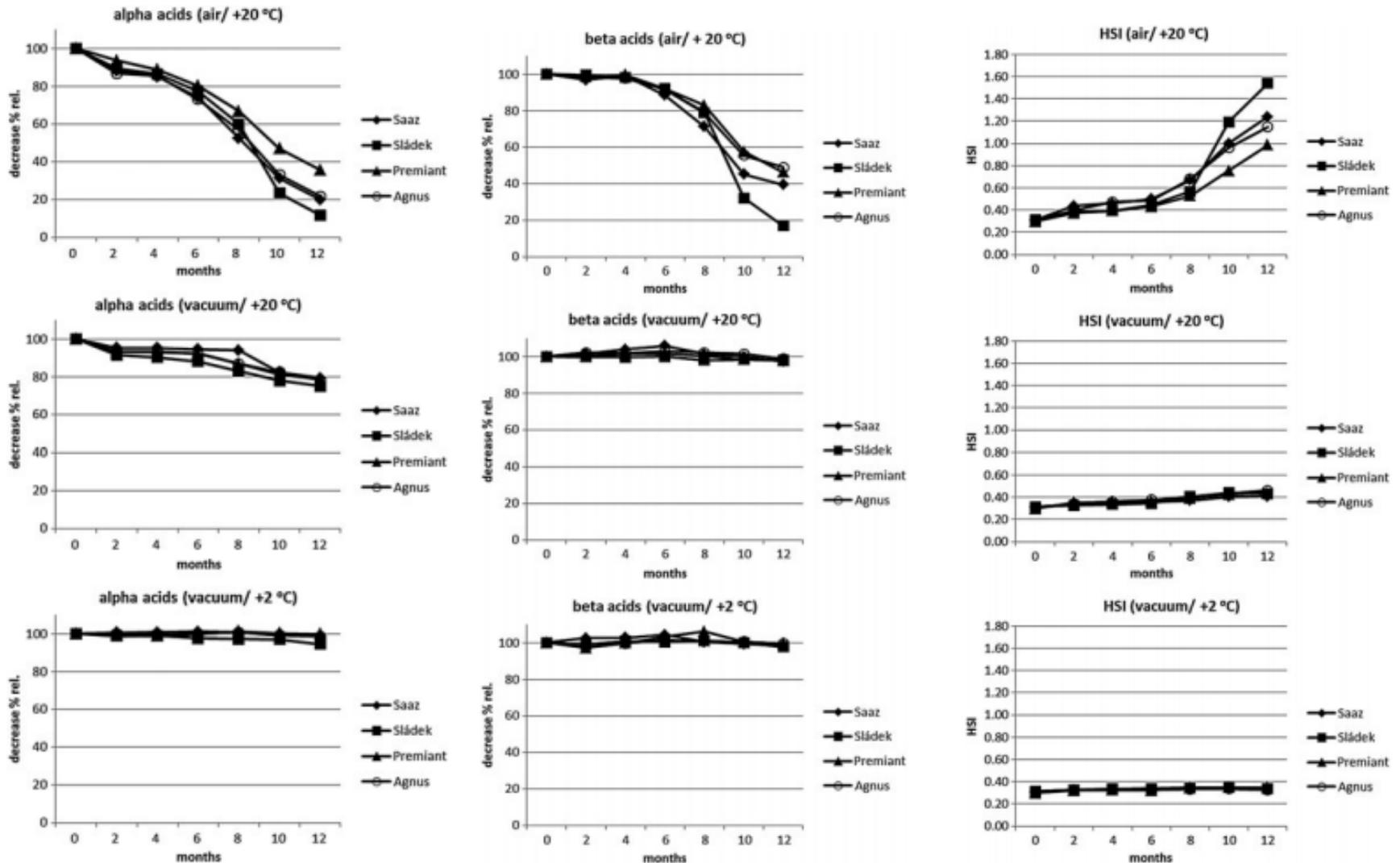
# Lúpulo y Lupuladas

## (clase 4)



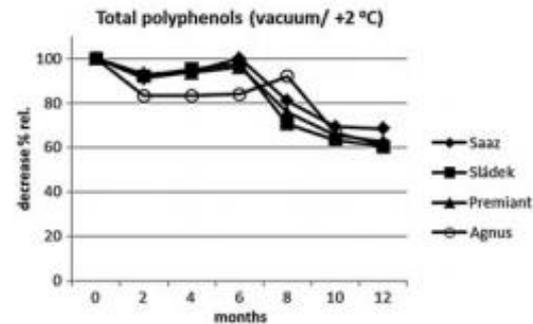
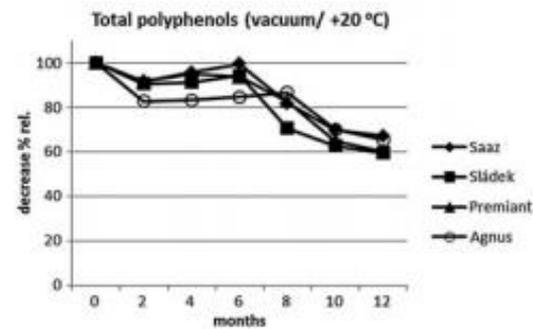
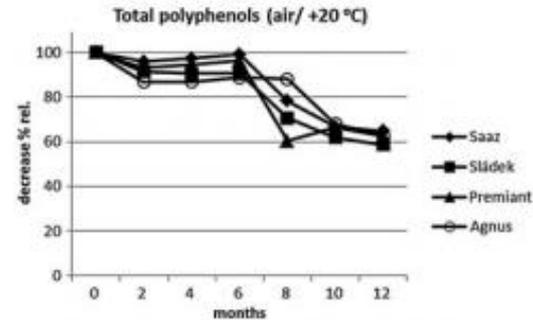
Lic. Sebastián Oddone  
Especialista en Fermentaciones Industriales

# Envejecimiento del lúpulo



# Envejecimiento del lúpulo

**También le pasa a los polifenoles**



# El Lúpulo

## WHAT ARE HOPS?

- Perennial bining plant that dies in the winter and grows back year after year in the spring.
- Only female plants produce hop cones.
- Hops grow “bines” on wires connected to a trellis system.
- Harvested hop cones can be turned into hop pellets or have their alpha acids extracted into a hop liquid extract.



LUPULIN GLAND

Hops contain soft and hard resins. The soft resins in the lupulin gland contain the hop's alpha and beta acids and essential oils.

## ALPHA ACIDS

Chemicals that make hops anti-microbial

Add bitterness to beer when boiled

## BETA ACIDS

Provide bitterness as they oxidize

## ESSENTIAL OILS

Principle aroma elements of hops

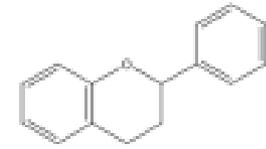
Provide aromas and flavors:

CITRUS	WOODY
PINE	FLORAL
CHEESY	SPICY

## POLYPHENOLS

Contribute to both beer stability and haze

# Polifenoles



Flavonoids

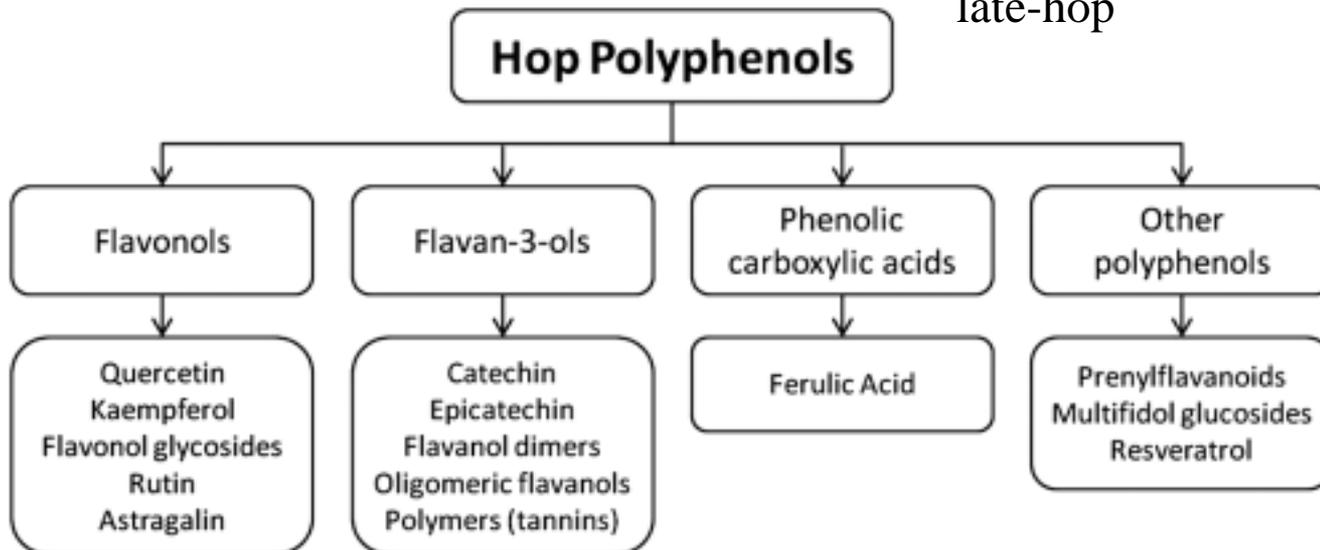
Los polifenoles de bajo peso molecular actúan como antioxidantes.

Los de alto peso molecular contribuyen al color y a la formación de haze



A medida que aumenta la polimerización incrementa la astringencia y la percepción de amargor.

Por su parte y en general los polifenoles incrementan positivamente la sensación en boca. Especialmente los agregados en late-hop



# Polifenoles

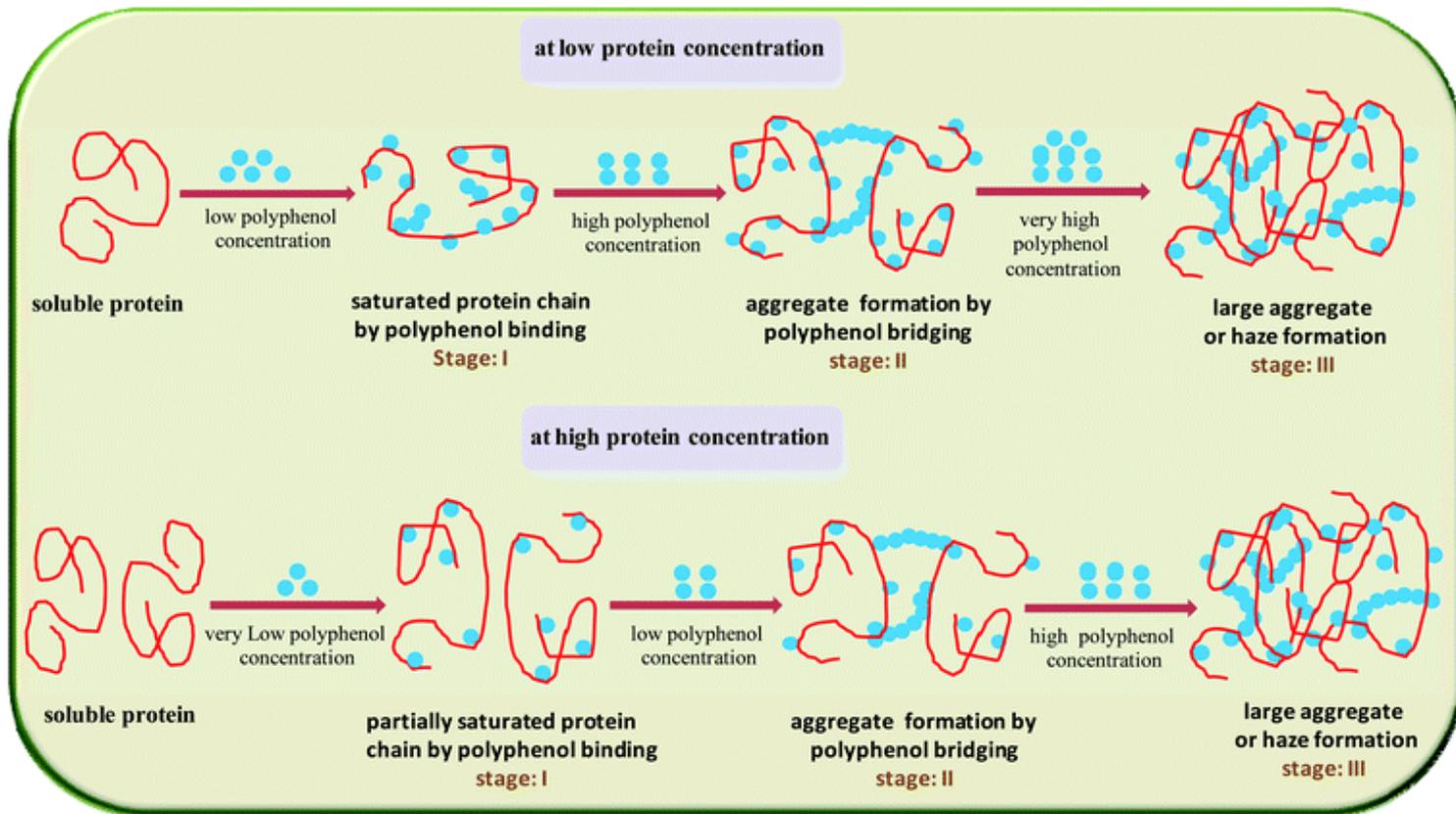
Los polifenoles en alta cantidad en la cerveza pueden resultar en una sensación áspera y astringente. También pueden dar notas medicinales y metálicas.



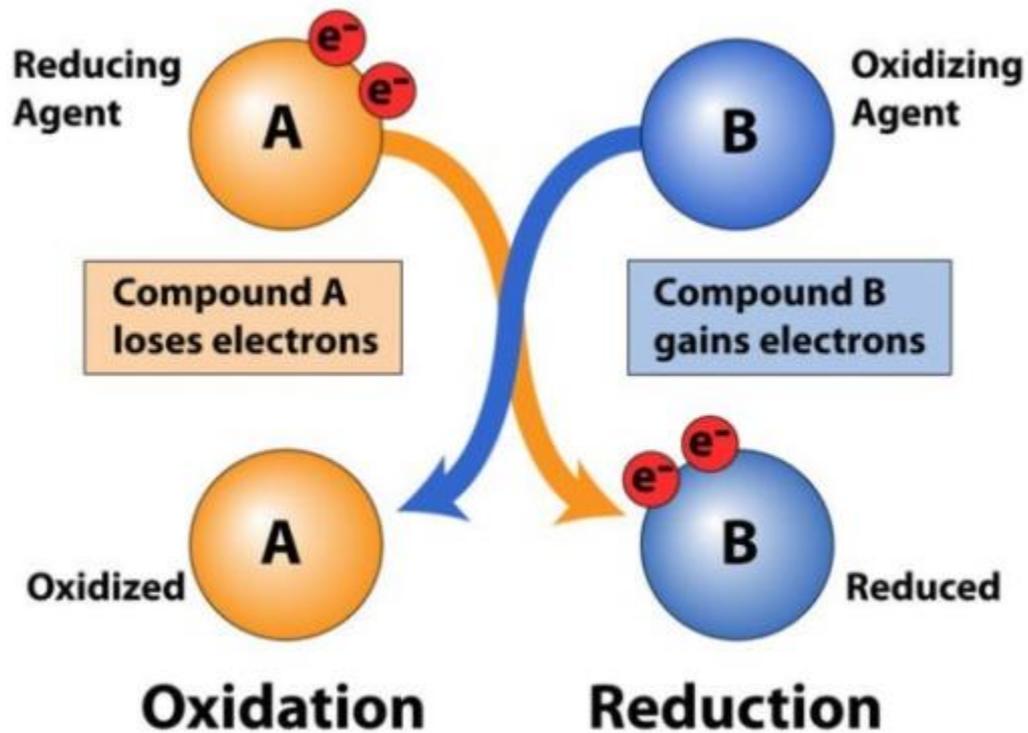
Una técnica para lidiar con este inconveniente es realizar dry hop en fermentación activa. Los polifenoles se unen a las levaduras y se reducen cuando la levadura flocula y sedimenta.

# Polifenoles y haze

- ✓ **Interacción polifenoles/proteínas** (Mejor proteínas solubles y de bajo peso molecular). Hay mayor cantidad de proteínas solubles antes y durante la fermentación que una vez finalizada la fermentación. Porque las levaduras en parte las metabolizan y en parte las arrastran cuando decantan

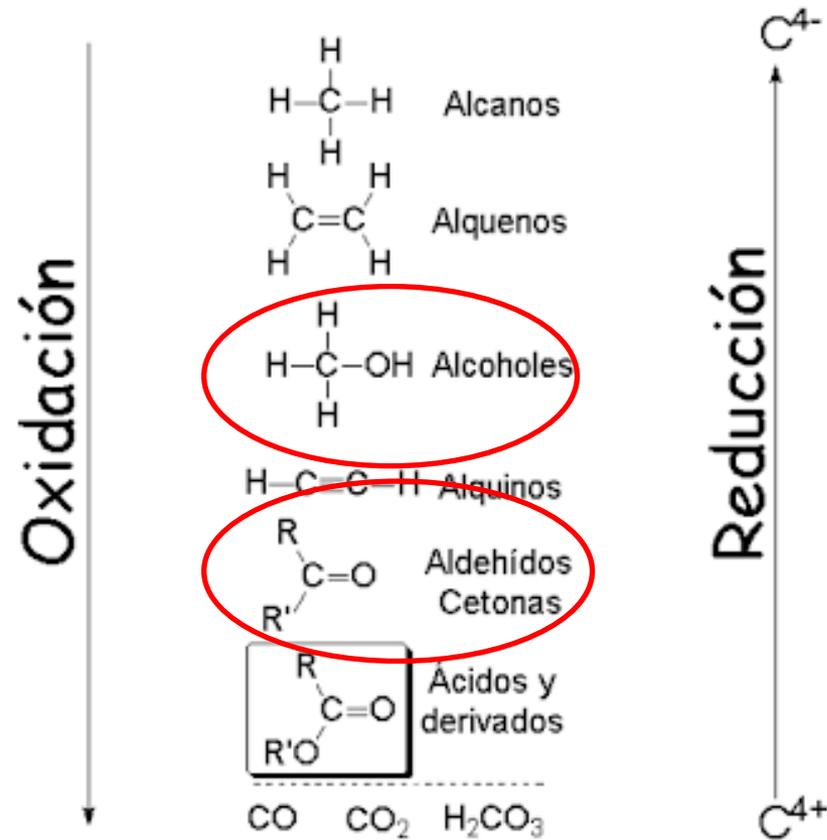


# Estabilidad oxidativa



# Estabilidad oxidativa

Productos de oxidación de alcoholes que se transforman en aldehídos. Etanol en acetaldehído, ácidos grasos que se oxidan a aldehídos de ácidos grasos como el trans-2-nonenal (cartón), aldehídos a partir de aminoácidos (papa cocida), aldehídos que surgen a partir de compuestos de Mailliard (furfurales, caramelo o almendra amarga)



# Estabilidad oxidativa

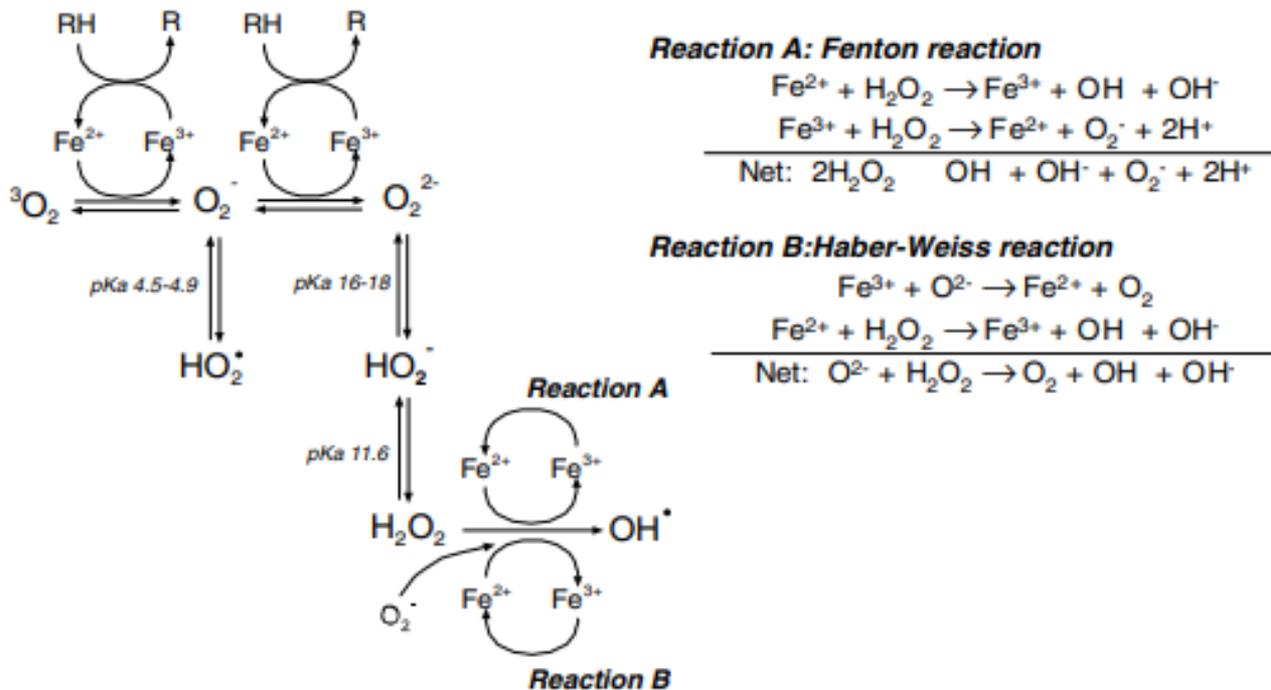


Fig. 2. Reactions producing reactive oxygen species (ROS) in beer (Kaneda et al., 1999).

# Estabilidad oxidativa

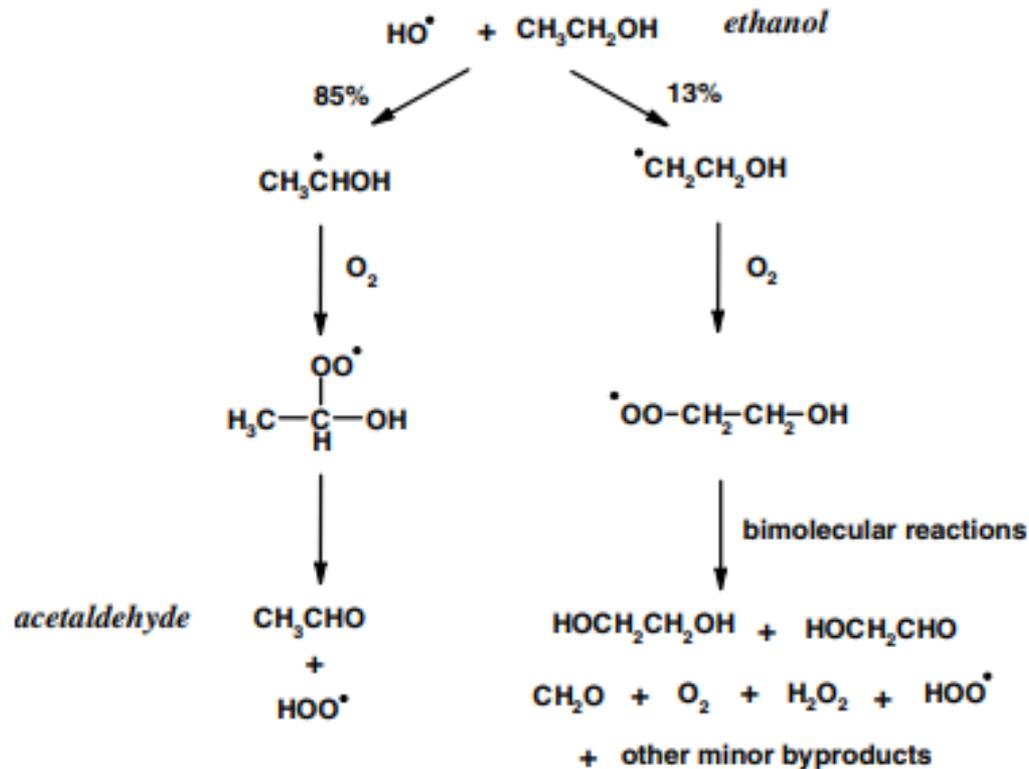


Fig. 3. Reaction of ethanol with the hydroxyl radical in beer according to Andersen and Skibsted (1998).

# Estabilidad oxidativa

TABLE III. Metals through the brewing process.

Metal*	Malt	Hops	Wort SG 1040 <sup>†</sup>	Beer OG 1040 <sup>†</sup>
Mg	1018	2205	69.6	60.0
Ca	544	10270	7.5	10.0
Al	24.6	192	0.42	0.26
Fe	51.8	361	0.10	0.08
Mn	13.3	82.1	0.15	0.12
Zn	16.4	47.6	0.118	0.036
Cu	4.6	16.9	0.054	0.015
Ni	0.49	2.9	0.02	0.015
Pb	0.20	1.2	0.02	0.02
Co	0.14	<0.05	0.01	<0.002

\* Concentrations are given as mg/kg dry weight of malt and hops, and as mg/l wort and beer.

† 80 g of malt and 1 g hops were used to produce 500 ml of beer (OG 1040) using the technique described in the Methods section.

Conditions for metal analyses are given in Tables I and II

Table 2. Content of metal ions in wheat malt and barley malt grains (mg/kg original weight)

Ion	Wheat malt	Barley malt
Mg <sup>2+</sup>	1387.5 ± 28 a <sup>a</sup>	1360.2 ± 206 a
Mn <sup>2+</sup>	27.6 ± 1.0 a	10.9 ± 0.5 b
Zn <sup>2+</sup>	28.3 ± 1.7 a	24.9 ± 1.3 b
Fe	16.0 ± 0.9 a	13.4 ± 0.8 b

<sup>a</sup>Values are means ± SD (n = 4); letters within the same ion indicate homogenous groups.

**El contenido de manganeso en el lúpulo y en el trigo (también en la avena) es alto**

# Mash Hop y FWH

**Se ha demostrado también que el lúpulo agregado en mash hop y/o en FWH disminuyen los niveles de Hierro y Cobre, reduciendo a su vez la posterior oxidación de la cerveza.**

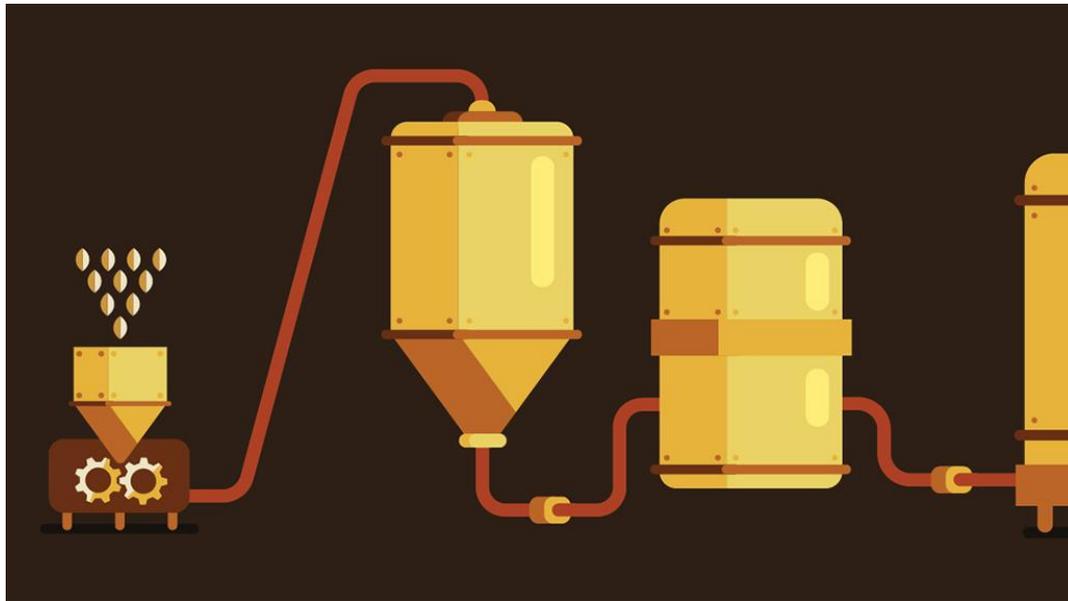


# Dry Hop

**A mayor tiempo de contacto y mayor temperatura, más extracción de manganeso**



# “Técnicas de Lupulado”



# Mash Hop

**Podría dar sabores y aromas únicos debido a la solubilización de ciertos aceites, que se ve favorecida por el pH más alto y la temperatura más baja. Sin embargo, es una técnica económicamente ineficiente.**

**Podría brindar un amargor más agradable ya que deja atrás restos de material vegetal.**



# First Wort Hop (FWH)

**Se disuelven mejor algunos aceites y se generan productos de oxidación que pueden ser más estables, brindando nuevos aromas y un amargor más ameno y elegante.**



# Adiciones en Hervor

**Son las tradicionales, la tendencia es cada vez se usan menos.**



# Hop Stand

**Es una de las técnicas más usadas de los últimos años para brindar amargor y aroma en cervezas lupuladas**



# Hop Stand

## “La técnica”

1. Una vez finalizado el hervor, apagar el fuego y enfriar el mosto por recirculación hasta alcanzar una temperatura de 80 a 90°C (también se puede enfriar agregando agua pre-hervida, fría)
2. Adicionar el lúpulo y realizar el Whirlpool
3. Mantener el mosto en la olla durante 40 a 80 minutos
4. Comenzar el enfriado

# Se hace difícil la estimación de los IBUs

$$\text{Gramos} = \frac{\text{IBUs} \times \text{Volumen frío} \times 10 \times Fc}{\%U \times \%AA}$$

# Hop back

Entre la olla de cocción y el enfriador.

Ideal para uso de lupulo en flor

Se sanitiza el lúpulo, hay mayor extracción y no tanto efecto de amargor



# Hop back



# Dip-Hopping

Consiste en incorporar el lúpulo en el fermentador vacío, antes de recibir el mosto frío luego de la cocción (aprox. 1 hora antes del enfriamiento).

Se colocan entre 2 y 4 gr/l de lúpulo (puede ser más o menos también) en el fermentador, y sobre eso se agrega una cantidad de agua (pre-hervida) entre 65 y 75 grados.

Se recomienda usar entre 2 y 6 litros de agua por cada 100 litros de mosto (tener en cuenta que este agregado de agua diluirá el mosto, por lo tanto, habría que apuntar a una densidad algo mayor en el hervor para compensarlo)

En esas condiciones, se generará por un lado la eliminación selectiva de algunos aceites de hidrocarburos, como el mirceno, y, por otro lado, un tiempo de contacto extendido del lúpulo con el mosto y las levaduras.

La eliminación selectiva del mirceno hará que se pierdan las notas más “verdes” del lúpulo, y por ende se destaquen los perfiles más florales, cítricos o frutales.

Por su parte, el mayor tiempo de contacto del lúpulo con el mosto causará un mayor nivel de extracción de aceites.

# Dip-Hopping

A su vez, debido a que la temperatura es relativamente baja, el amargor desarrollado en ésta instancia será también menos intenso.

Una consecuencia adicional del método Dip Hopping (comparado al Hopstand por ejemplo), es que se generaría un nivel mucho menor de aromas sulfurosos no deseados con perfiles a cebolla o ajo.

Dichos aromas se deben a la presencia de un aceite de sulfuro llamado 2-Mercapto-3-Metil-1- Butanol (2M3MB), el cual se forma a partir una oxidación del mosto en caliente, ya que su precursor deriva de iso-alfa-ácidos oxidados y en presencia de  $H_2S$  (sulfuro de hidrógeno).

Se especula que la técnica de Dip Hopping haría que la levadura incrementa el consumo del aminoácido treonina, para lo cual metabolizaría más  $H_2S$ , con la consecuente disminución del 3M3MB.

# Dry-Hopping

En las adiciones en frío prevalecen los compuestos de hidrocarburos, ya que son los más volátiles.

Si el lúpulo contiene alta concentración de mirceno (notas verdes y herbales) por ejemplo, permanecerán durante el dry hopping en mayor medida.

Por lo tanto, si estas características o notas no son deseadas en nuestra cerveza, luego utilizar lúpulos con bajo contenido de mirceno, o bien hacer el dry hopping en la fermentación (se generará el stripping por el CO<sub>2</sub>), ejemplo: Citra

Los lúpulos con alta concentración de compuestos de oxígeno, Linalol, Geraniol, pueden ser aplicados en menor medida y logran un gran efecto.

Se ha demostrado también que las cervezas con Late hop en caliente desarrollan mejores aromas frutales y cítricos que aquellas con sólo dry hop.

# Distintos momentos / distintas consecuencias

- 1) Al inicio de la fermentación es decir día 1 o 2. El oxígeno que puede llegar a ingresar al abrir la tapa para hacer el DH sería absorbido por la levadura. Se perderían ciertos aceites del lúpulo por efecto de arrastre por el CO<sub>2</sub> generado por la levadura. Esto último podría ser positivo o negativo. Por otra parte, puede ocurrir biotransformación
- 2) Antes de finalizar la fermentación primaria. Situación es similar a la del caso 1. Lo bueno este momento es que el nivel de CO<sub>2</sub> generado es bajo y el efecto del stripping será menos significativo.
- 3) Durante la maduración en caliente, día 6 a 9 aprox. A mayor temperatura, mayor la extracción de aceites. Sin embargo, la baja actividad de la levadura podría dejar oxígeno sin absorber y más riesgo de oxidación futura.

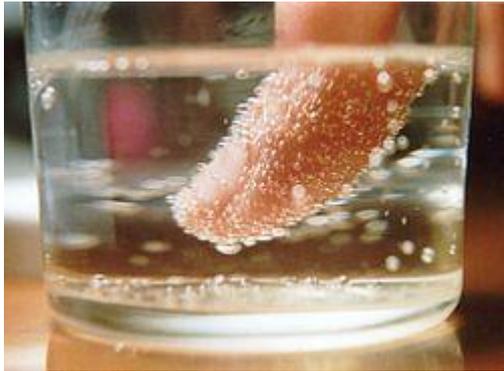
# Distintos momentos / distintas consecuencias

3) Durante la etapa de clarificación/maduración en frío. Aromas más frescos, más “herbales” quizás, debido a la solubilización de algunos aceites de hidrocarburos volátiles. El frío los mantiene mejor en solución. Sin embargo, en frío la extracción es más lenta y también se incrementa el riesgo de oxidación.

4) Incorporar en el barril dentro de una bolsa de dry hop. Podrían obtenerse aromas muy frescos. Previene mejor el riesgo de oxidación. Pero podría causar astringencia y sabores vegetales si no se consume en poco tiempo la cerveza

# Ojo con el volcán de lúpulo

Debido a la generación de sitios de nucleación del CO<sub>2</sub>



# Cómo hacer Dry Hopping (con Hopper)



# Cómo hacer Dry Hopping (sin Hopper)

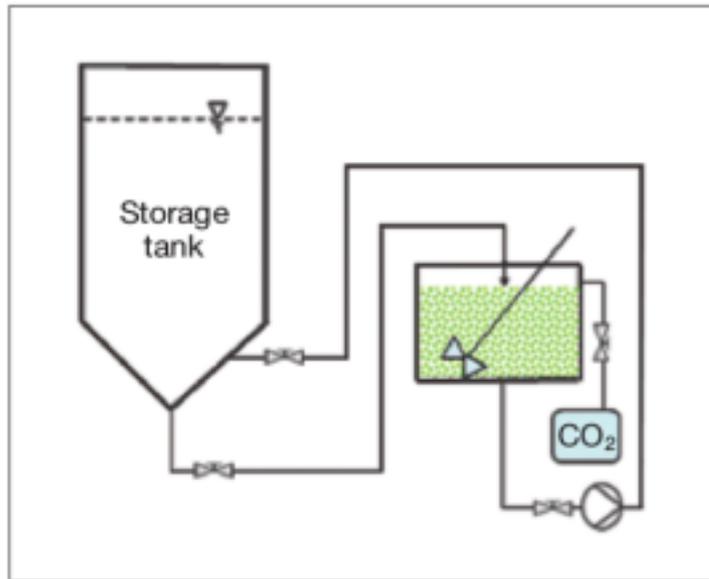


Fig 1. Diagrama de la preparación de un slurry para dry hop y su posterior adición al tanque.



# Efecto de la cantidad

Un estudio con Cascade demostró que cuanto mayor es la adición de lúpulo, mayor la sensación de aroma. Sin embargo entre los 8 y 16gr/litro prácticamente no hay diferencia.

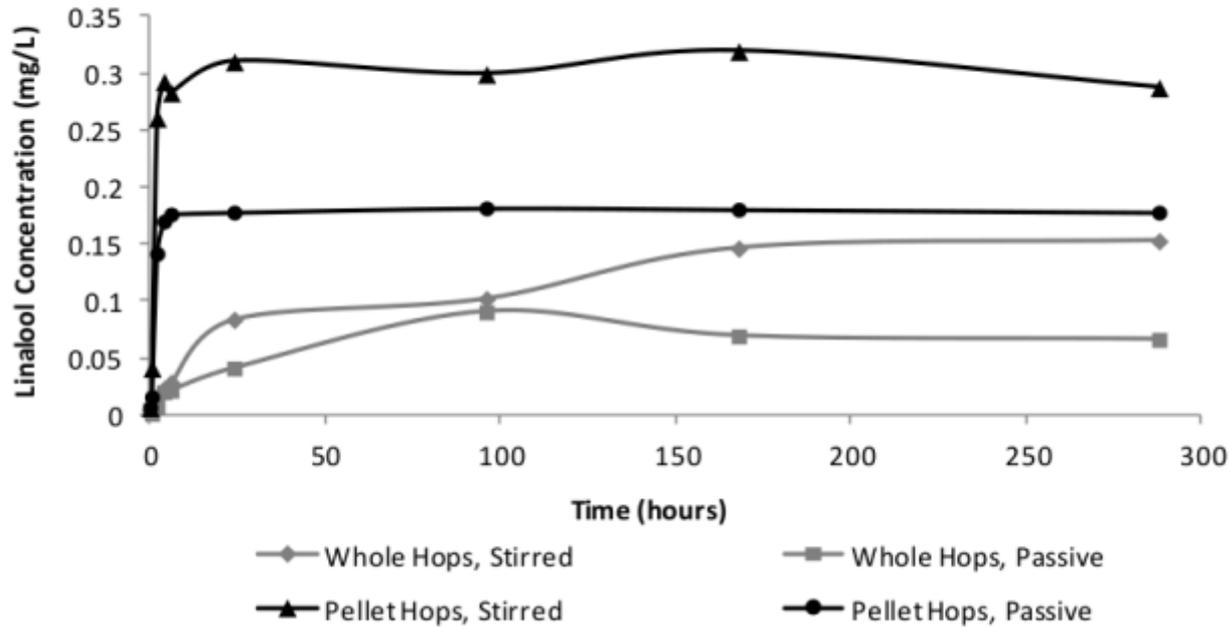
Por otro lado, a mayor cantidad, mayor presencia de notas herbales. Las notas más cítricas aparecen mejor en 4gr/litro

A medida que se incrementa la cantidad también disminuye la eficiencia en la extracción. Por ese motivo, algunos prefieren hacer múltiples dry hops de menor cantidad.

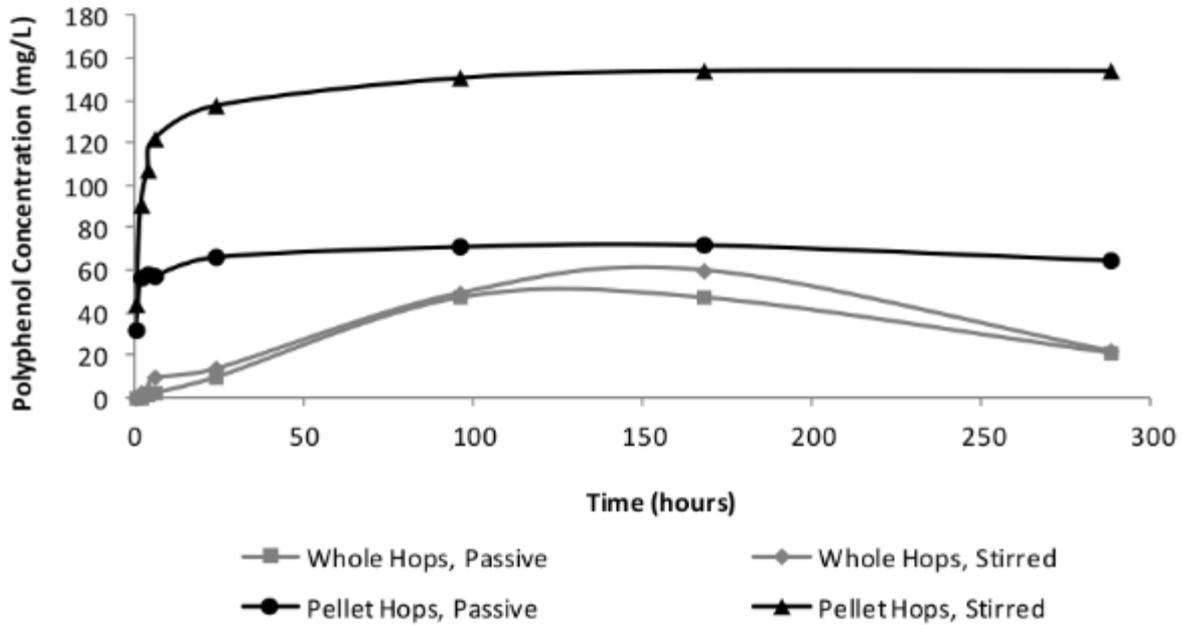
También se debe tener en cuenta que el dry hop genera una pérdida del rendimiento por absorción de líquido. Por ejemplo, para 2,5gr/litro la merma de cerveza puede ser de 2%, mientras que para 20gr/litro puede llegar a 14%

Conclusión, entre 1 y 6gr por litro podría ser una buena medida como para arrancar y probar.

# Efecto del tiempo

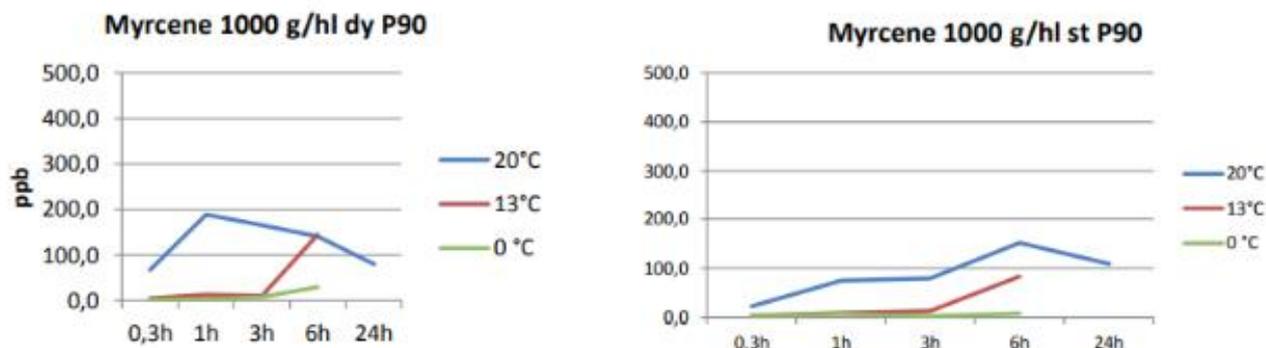


# Efecto del tiempo



# Efecto de la temperatura

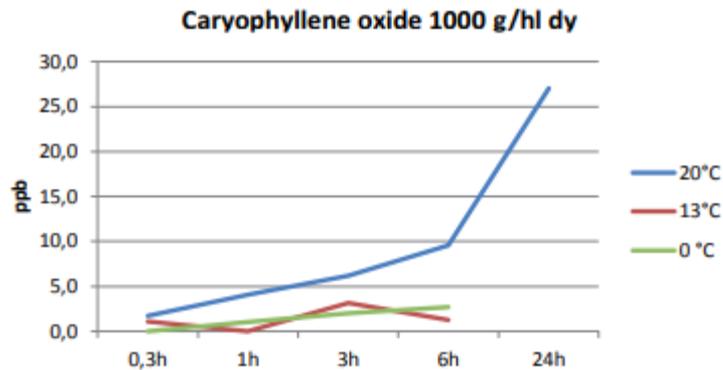
<https://zythologia.home.blog/2019/06/13/dry-hopping-y-temperatura-diferencias-en-el-perfil-aromatico/>



Efecto de la temperatura en la extracción de mirceno durante dry hop estático y dinámico (dy: dry-hop dinámico / st: dry-hop estático)

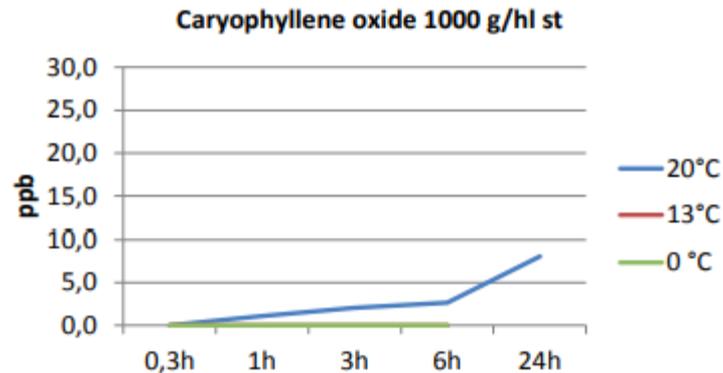
**Mirceno:  
verde/resinoso**

# Efecto de la temperatura



**Cariofileno:  
Terroso/Herbal**

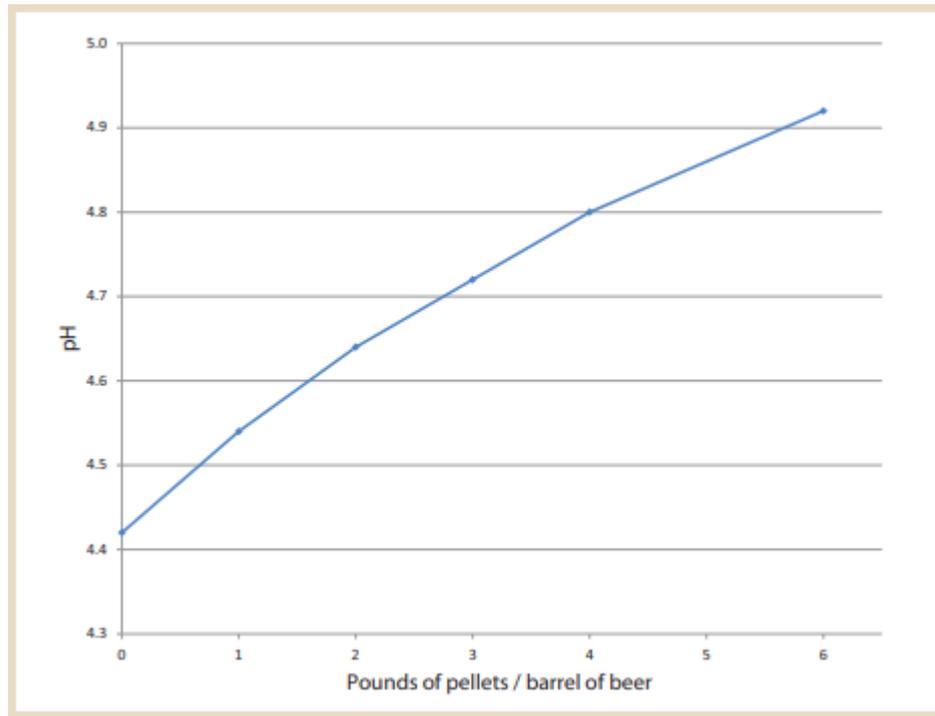
**Un dry hop a mayor temperatura (20 °C) favorece considerablemente la extracción**



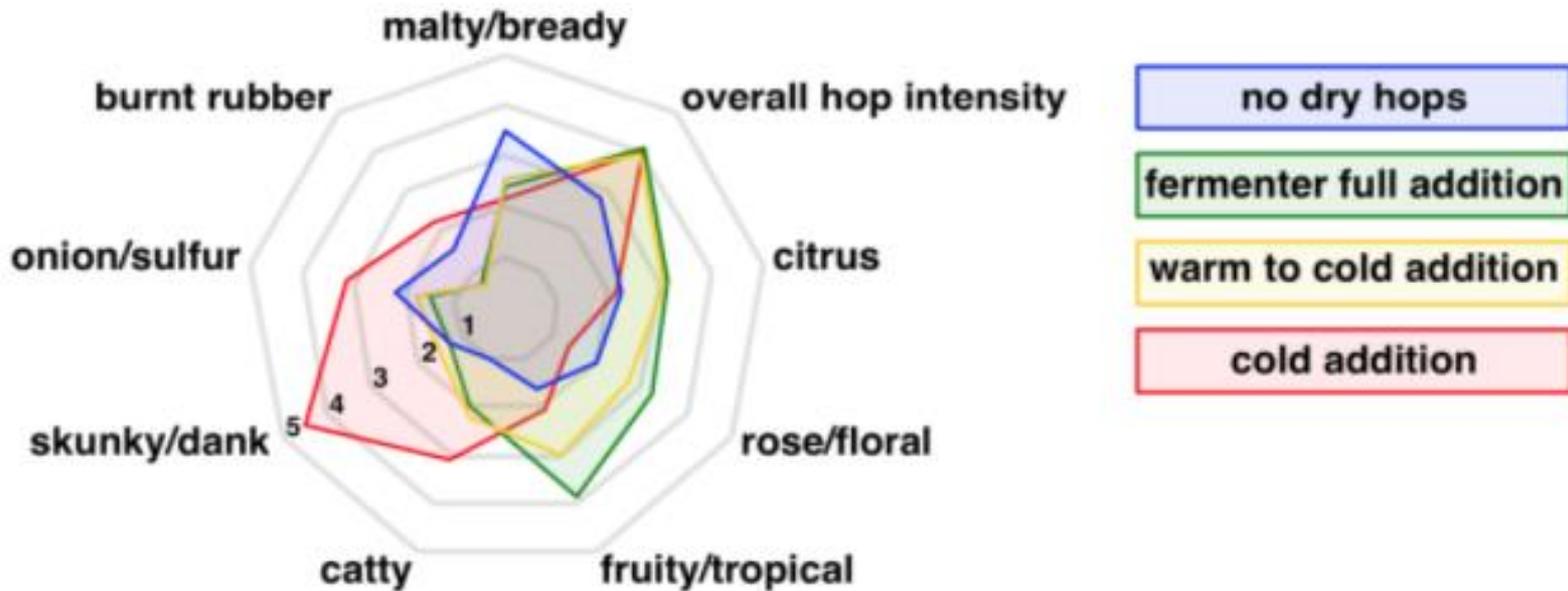
Efecto de la temperatura en la extracción de óxido de cariofileno durante dry hop estático y dinámico (dy: dry-hop dinámico / st: dry-hop estático)

# Efecto sobre el amargor

**El Dry Hop incrementa el pH lo que proporciona una percepción de amargor más alta**  
**También recordar el efecto de las humulinonas**



# Resultados sobre flavor



# Randall





# Nuestros datos

Canal de YouTube  
*Capacitaciones El Molino*



Nuestra WEB  
[www.capacitacioneselmolino.com](http://www.capacitacioneselmolino.com)



*Instagram*

Instagram y Facebook  
@capacitacioneselmolino



**Consultá por nuestra MEMBRESÍA MENSUAL**