Curso Profesional en Agua Cervecera (Clase 3)

Lic. Sebastián Oddone

ESPECIALISTA EN FERMENTACIONES INDUSTRIALES

Unidades

1 Mol ≡ cantidad M determinada de moléculas

1 Eq (ácido/base) ≡ cantidad de protones que libera o absorbe un Mol de moléculas

HCl (1 Mol es igual a 1 Eq)

CO_3^{2-} (1 Mol es igual a 2 Eq)

Unidades

La Masa Molar de una sustancia es igual al peso de 1 Mol de moléculas

Ejercicio: calcular la masa molar del Carbonato de Calcio $CaCO_3$

El peso equivalente de una sustancia es igual a la masa molar dividido el número de equivalentes que provee

Como $CaCO_3$ aporta 2 Eq, luego el peso equivalente será 50 gramos/Eq

Peso equivalente

PESO DEL MILIEQUIVALENTE DE ALGUNOS IONES

CATIONES	PESO DE UN MILIEQUIVALENTE (en mg)	ANIONES	PESO DE UN MILIEQUIVALENTE (en mg)
Ca^{2+}	20	SO_4^{2-}	48
Mg^{2+}	12.15	CO_3^{2-}	30
K^{+}	39.10	HCO_3^{-}	61
Na^{+}	23	Cl^{-}	35.45
H^{+}	1	NO_3^{-}	62
NH_4^{+}	18	HPO_4^{2-}	48

Determinación	Símbolo	Valencia	Unidad de medida	Peso Atómico
Constituyentes				
Cationes				
Calcio	Ca	+2	me/L	40,1
Magnesio	Mg	+2	me/L	24,3
Sodio	Na	+1	me/L	23
Potasio	K	+1	me/L	39,1
Amonio	NH_4	+1	me/L	18
Aniones				
Carbonato	CO_3	-2	me/L	60
Bicarbonato	HCO_3	-1	me/L	61
Sulfato	SO_4	-2	me/L	96,1
Cloruro	Cl	-1	me/L	35,5
Nitrato	NO_3	-1	me/L	62

Concentración

Una solución **1 M (1 molar)** es una solución que contiene 1 mol/litro o 1 mmol/ml

Una solución **1 N (1 normal)** es una solución que contiene 1 Eq/litro o 1 mEq/ml

Valores óptimos de pH

Para el macerado	→	**Entre 5,2 y 5,6**
Para el agua de lavado	→	**Menor a 6,0**
Para el fin de la cocción	→	**Entre 5,1 y 5,2**
Para cerveza terminada	→	**Entre 4,2 y 4,6**

Lograr un pH en la cerveza menor a 4,4 favorece la maduración, el consumo del diacetilo, la claridad de la cerveza, la estabilidad biológica y las notas más refinadas

¿Cómo hacer para lograr estos valores?

Será el objetivo de las siguientes clases

¿Cómo medir el pH?

ATC

2 puntos de calibración

Exactitud: ± 0,02/5 pH

El pHmetro debe ser calibrado

Calibración con 2 puntos y a temperatura ambiente (25˚C)

Ojo que el pH varía con la temperatura

Rango pH	Temperatura		
	0ºC	25ºC	60ºC
Acido	pH 0.99	pH 1.00	pH 1.01
Neutro	pH 7.47	pH 7.00	pH 6.51
Básico	pH 14.94	pH 14.00	pH 13.02

Variación Típica pH-Temperatura

La ATC corrige las compensaciones por el comportamiento del electrodo que normalmente es calibrado a temperatura ambiente pero no estas variaciones

Los actores que regulan el pH

Los fosfatos de la malta, los carbonatos/bicarbonatos del agua, el Calcio y el Magnesio

Los fosfatos de la malta reaccionan con el Calcio disuelto para formar fosfato de calcio el cual precipita, se libera un protón que reaccionan con los carbonatos disueltos y generan CO_2 y H_2O
Se reduce por lo tanto la alcalinidad.

Por su parte las maltas caramelo y las más oscuras presentan ácidos orgánicos y melanoidinas que también ayudan a bajar el pH

Por ejemplo, si se utiliza un 10% de maltas caramelo, el pH puede bajar unos 0.3 puntos
Si utilizamos un 20% de estas maltas puede bajar hasta 0.5 puntos.

Las maltas modifican el pH

Malt	Malt Source - T Troester - B Bies et al.	Color °L	DI pH
2-row base	Rahr-T	2	5.56
2-row base	Briess-B	2	5.80
Munich 10	Weyermann-T	10	5.54
Munich 10	Briess-B	10	5.52
caramel 20	Briess-T	20	5.22
caramel 20	Briess-B	20	4.81
caramel 40	Briess-T	40	5.02
caramel 40	Briess-B	40	4.51
caramel 60	Briess-T	60	4.66
caramel 60	Briess-B	60	4.67
caramel 120	Briess-T	120	4.75
caramel 120	Briess-B	120	4.67
roasted barley	Briess-T	300	4.68
roasted barley	Briess-B	300	4.42
black malt	Briess-T	500	4.62
black malt	Briess-B	500	4.40

Maltas con agua destilada

El concepto de amortiguador

pH inicial del agua	Alcalinidad del agua ($CaCO_3$ ppm)	ml de ácido sulfúrico necesarios para reducir el pH del agua a 5,0
9,3	71	1,2
8,3	310	6,0

¿Por qué ocurre esto?

¿Qué es un buffer o amortiguador químico?

Es un compuesto químico que tiende a resistir a los cambios de pH

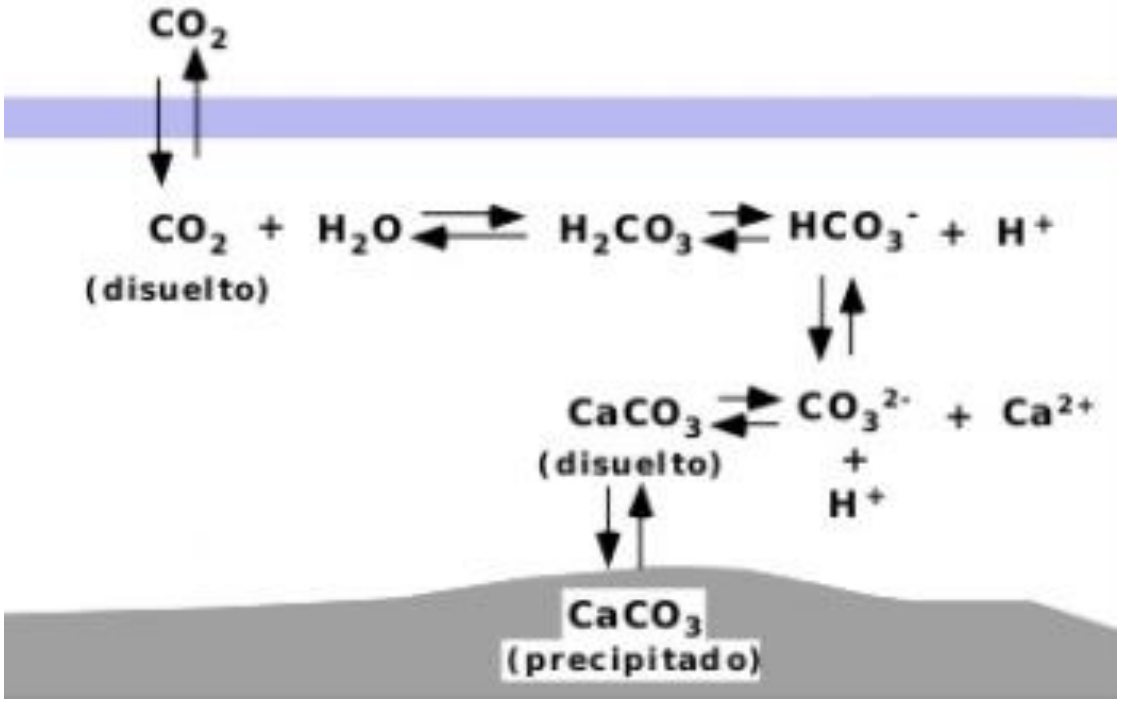
$$CO_2 + H_2O \leftrightarrow H^+ + HCO_3^- \;//\; HCO_3^- \leftrightarrow H^+ + CO_3^{2-}$$

$$H_3PO_4 \leftrightarrow H^+ + H_2PO_4^- \;//\; H_2PO_4^- \leftrightarrow H^+ + HPO_4^{2-}$$

El buffer bicarbonato es el principal en el agua

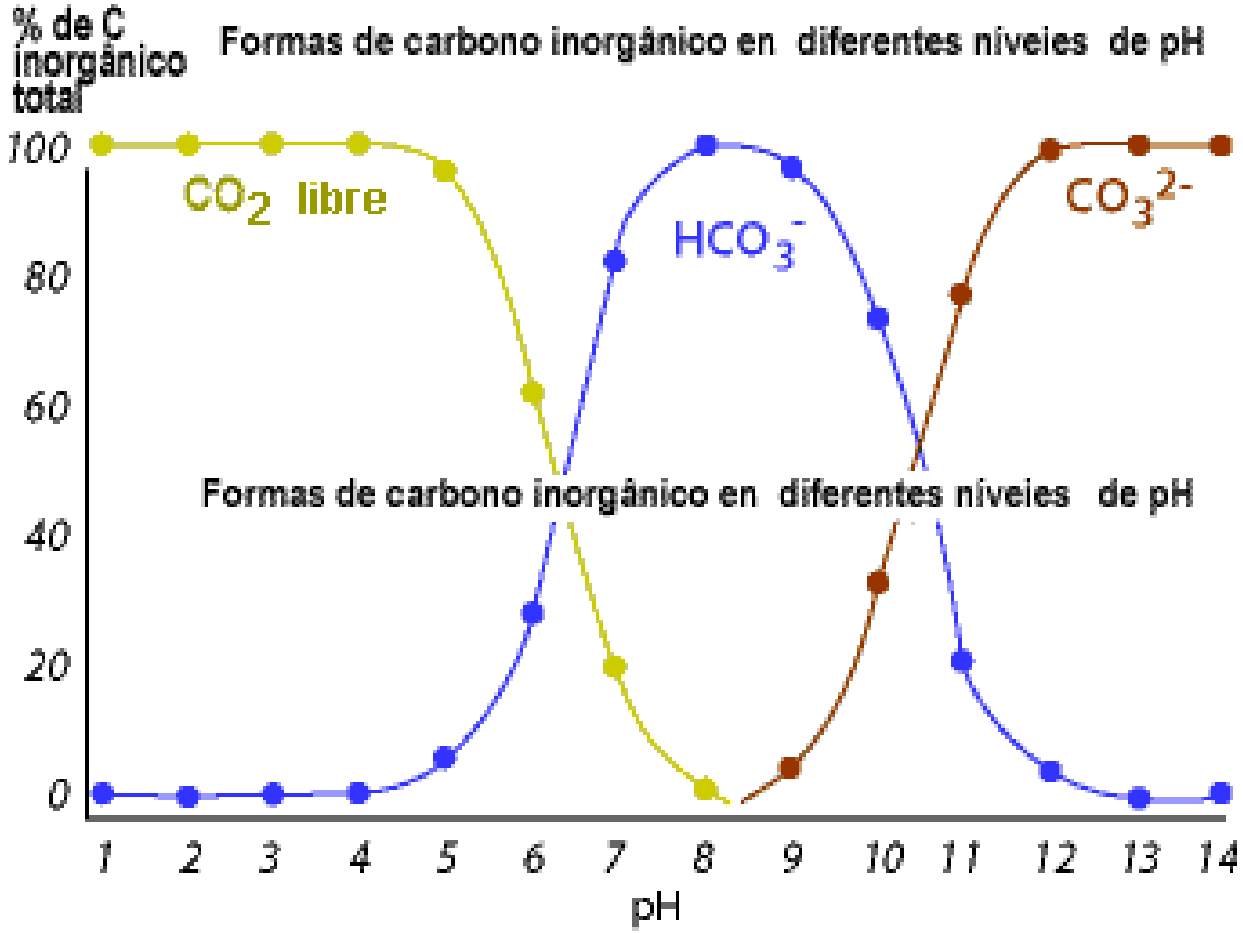
El buffer fosfato es el principal de la malta

Algunas reacciones químicas importantes en el agua



Por otro lado se da lo siguiente:

Especies predominantes según el pH



La Alcalinidad del Agua

La alcalinidad (o capacidad buffer) se mide en mg/L de $CaCO_3$

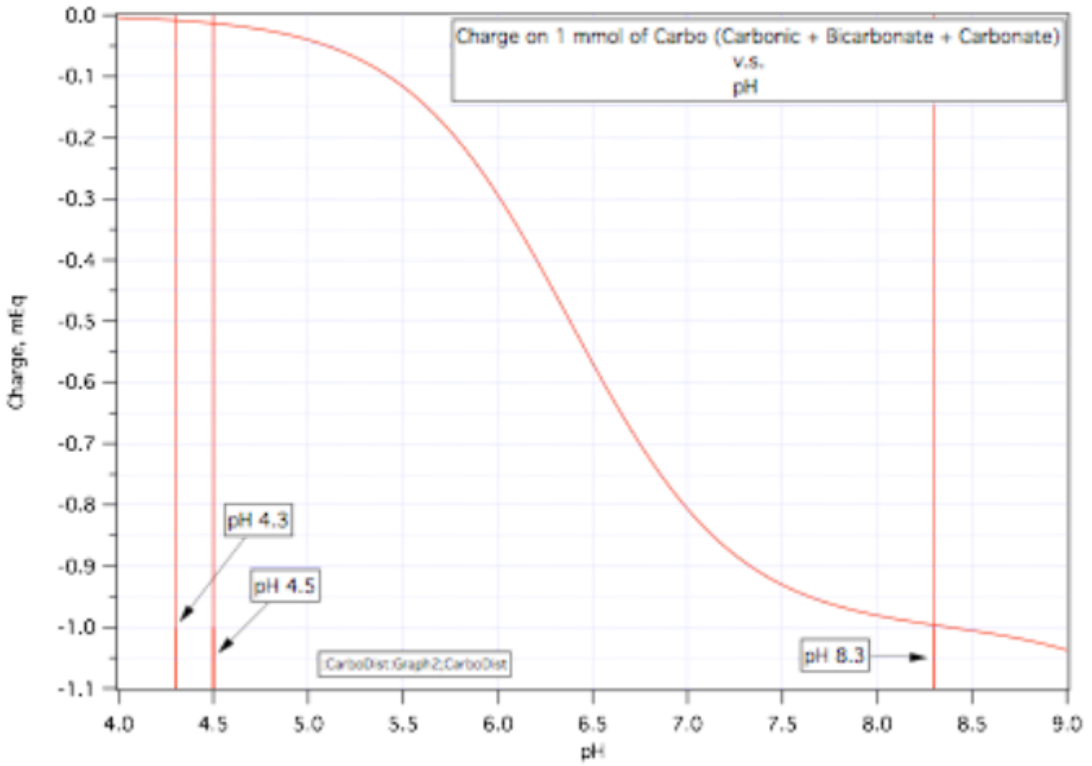
Rangos de alcalinidad	
Baja	< 75
Media	75 - 150
Alta	> 150

La alcalinidad se define como la cantidad de ácido fuerte necesaria para bajar el pH hasta 4,3 Este es el punto en el que se agotan las especies carbonato y bicarbonato. Por lo tanto, también se puede definir como la cantidad de mmol/litro de especies carbonato multiplicada por la «carga de miliequivalentes» (mEq/mmol) en función del pH

La Alcalinidad del Agua

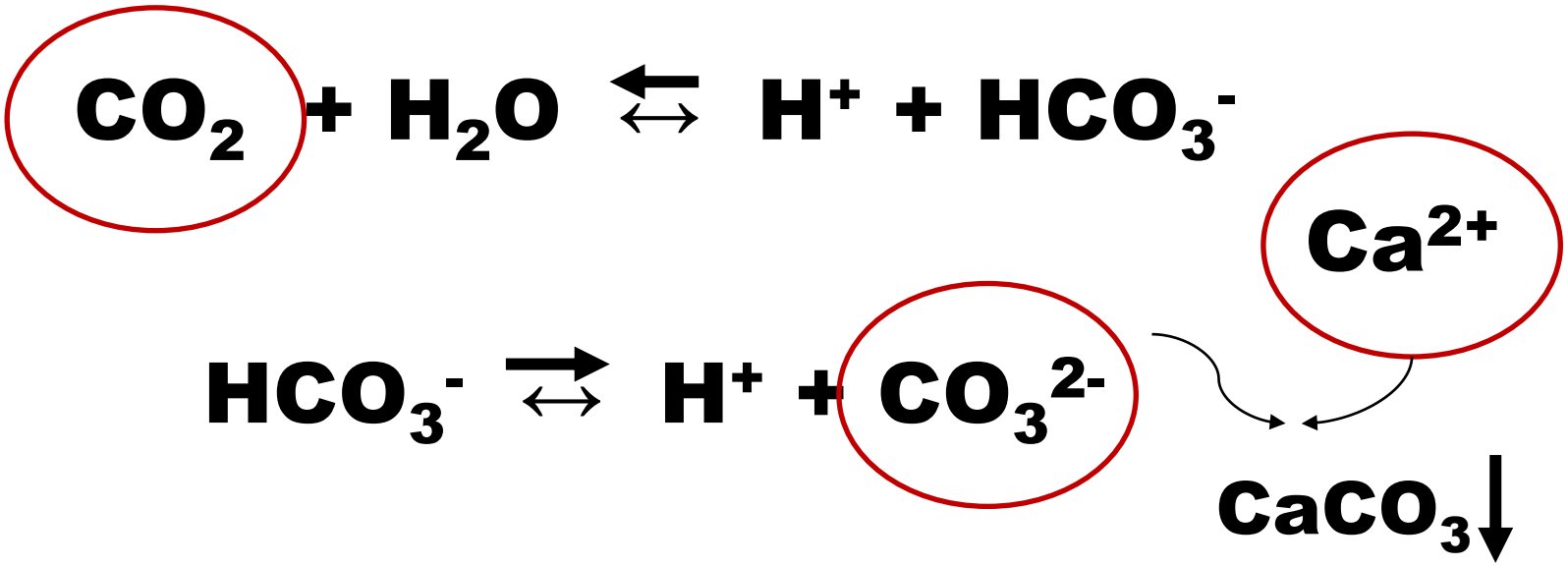
$$Alk_{Agua}\left({}^{mEq}/_{L}\right) = c_T\left({}^{mmol}/_{L}\right) x Carga_{pH}\left({}^{mEq}/_{mmol}\right)$$

La Carga, se puede estimar gráficamente



¿Cómo reducir la alcalinidad?

Hirviendo el agua, el CO_2 se escapa, con el consecuente aumento del pH (el bicarbonato chupa protones para dar más CO2). El incremento en el pH hace que más especies de bicarbonato se conviertan en Carbonato, que en presencia de Calcio precipita como Carbonato de Calcio (tiza)

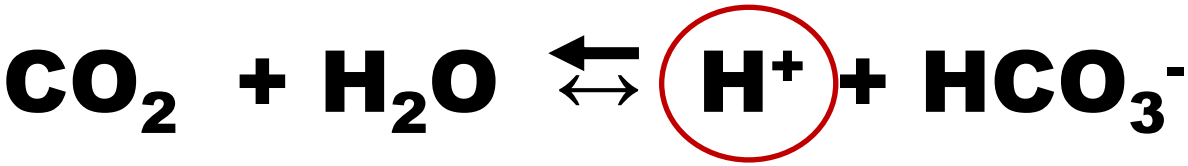


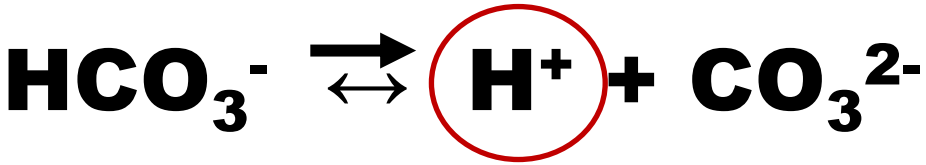
Esto se puede dar hasta llegar a 50 ppm de CaCO3 en cual ya no precipita.

Ojo que también se elimina Calcio!!!

¿Cómo reducir la alcalinidad?

Agregando ácidos. El carbonato se convierte en bicarbonato, el bicarbonato en ácido carbónico, se elimina CO2 gaseoso y va bajando la alcalinidad.





¿Cuánto ácido hay que agregar?

¿Cómo reducir la alcalinidad?

Agregando calcio y/o magnesio en presencia de malta.

Lo veremos la clase que viene

Nuestros datos

Canal de YouTube
Capacitaciones El Molino

Nuestra WEB
www.capacitacioneselmolino.com

Instagram y Facebook
@capacitacioneselmolino

Consultá por nuestra MEMBRESÍA MENSUAL