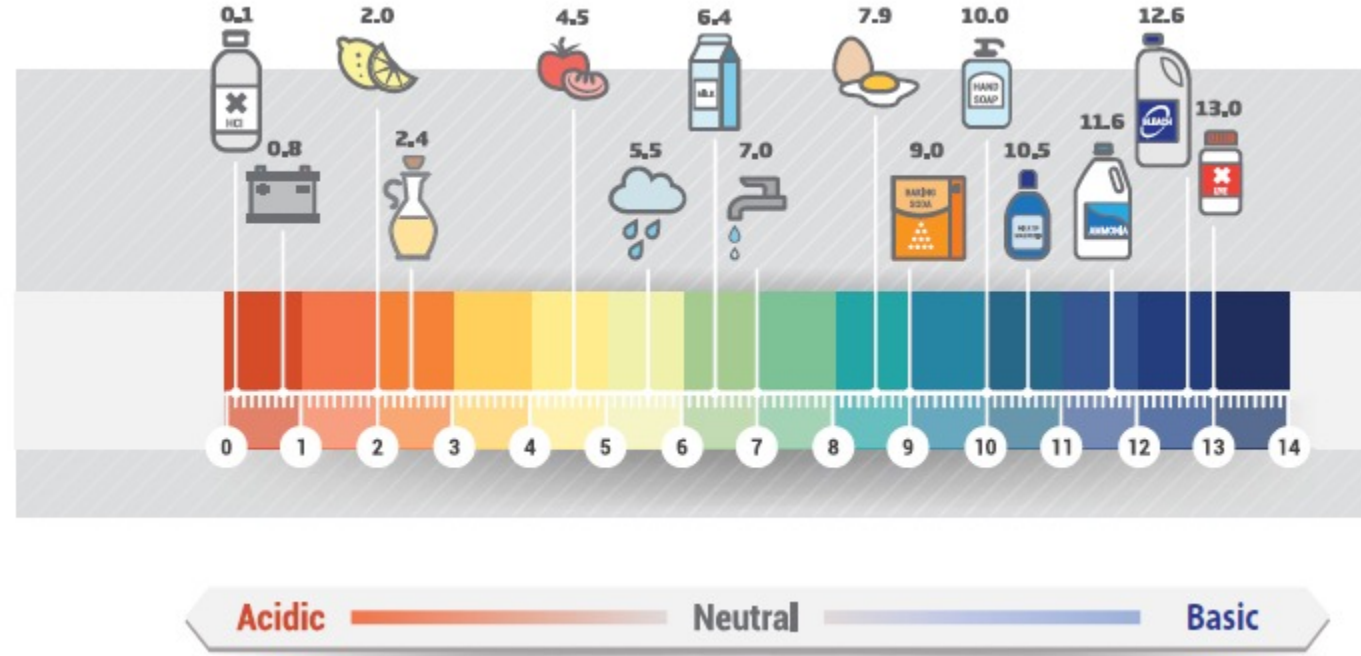


# Medición de pH en la industria de alimentos

Consultor Científico  
Andersson Argote



# ¿Qué es el pH?



- Neutro: Actividad  $H^+ = OH^-$
- Ácido: Actividad  $H^+ > OH^-$
- Básico o alcalino: Actividad  $H^+ < OH^-$

# Métodos de medición de pH

## Reactivos de pH

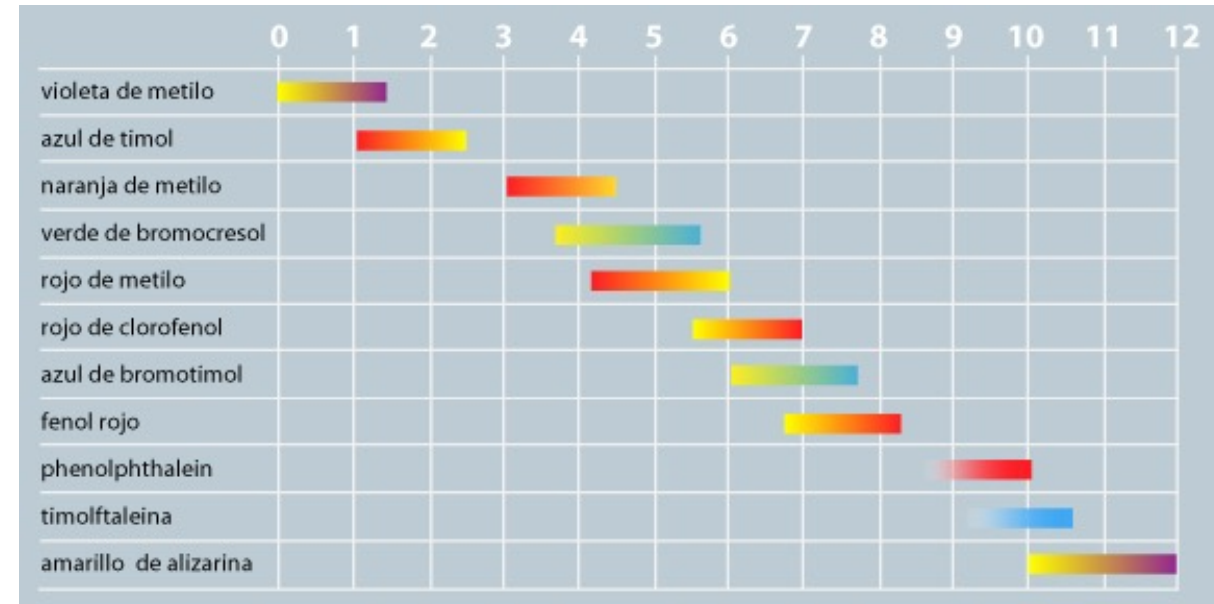
- Los podemos encontrar en tiras o en gotas.
- Su uso es muy sencillo.
- Se aplican algunas gotas en la muestra y dependiendo del color que aparezca el líquido podremos determinar si es ácido, alcalino o neutro.
- Con las tiras el procedimiento es muy similar, hay que sumergir las tiras y cambiarán de color.



# Indicadores de pH

- Los indicadores de pH nos permiten determinar el punto final de una valoración.
- El punto de equivalencia debe encontrarse en el intervalo de viraje del indicador.
- Cantidades muy pequeñas de indicador, para que no interfieran apreciablemente con los reactivos.
- El punto final se corresponde con el primer cambio neto de color detectable y persistente, durante al menos 20 o 30 segundos.

El cambio de color de un indicador se denomina **viraje** y el intervalo de pH en el cual se produce es el **intervalo de viraje**, y es característico de cada indicador.



# Electrodos de pH

- Se realizan mediciones mediante la comparación de las lecturas en una muestra con estándares cuyo pH ya se ha definido (es decir, tampones estándar).
- Un electrodo de detección del pH desarrolla un potencial a través de la superficie de la membrana de detección que varía con el pH.
- Un electrodo de referencia proporciona un segundo potencial invariable para comparar cuantitativamente los cambios del potencial de la membrana de detección.



# Aplicaciones alimenticias

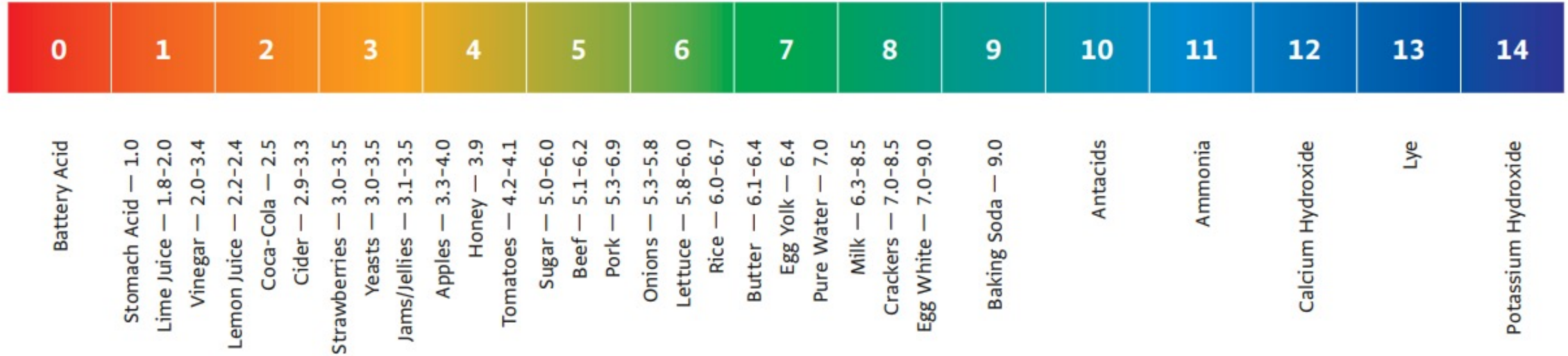


- Se afectan características de los alimentos, como: la estabilidad, la textura y el sabor.
- Algunos productos requieren la medición del pH para cumplir con las regulaciones de la industria para garantizar la calidad y la seguridad de los productos.
- Un pH más bajo ayudará a prevenir el crecimiento de bacterias no deseadas, lo que extenderá la vida útil de un producto.

ACIDIC

NEUTRAL

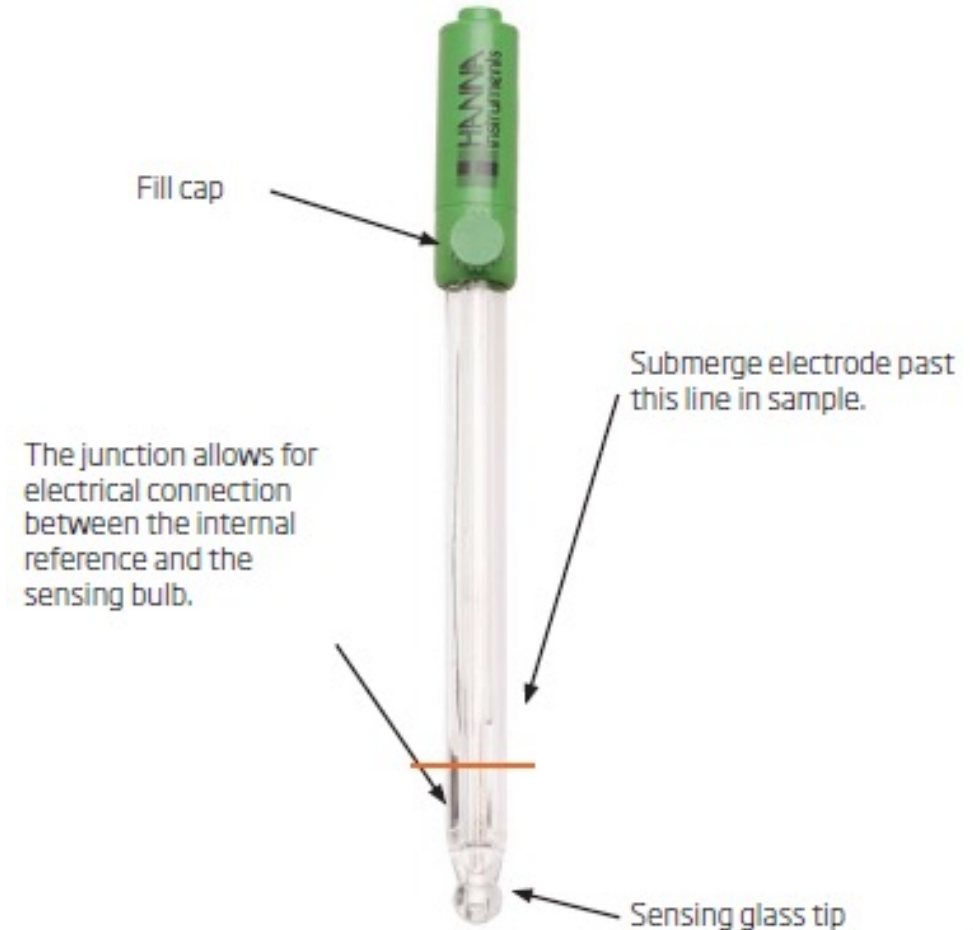
BASIC OR ALKALINE



# Características del electrodo de pH ideal

Diferentes factores se deben tener en cuenta para la elección del electrodo adecuado:

- Forma de la punta
- Membrana de vidrio
- Diseño de la unión
- Cuerpo del electrodo





# Forma de la punta del electrodo de pH



Forma esférica: Uso general en soluciones acuosas



Punta cónica: Emulsiones, semisólidos y sólidos

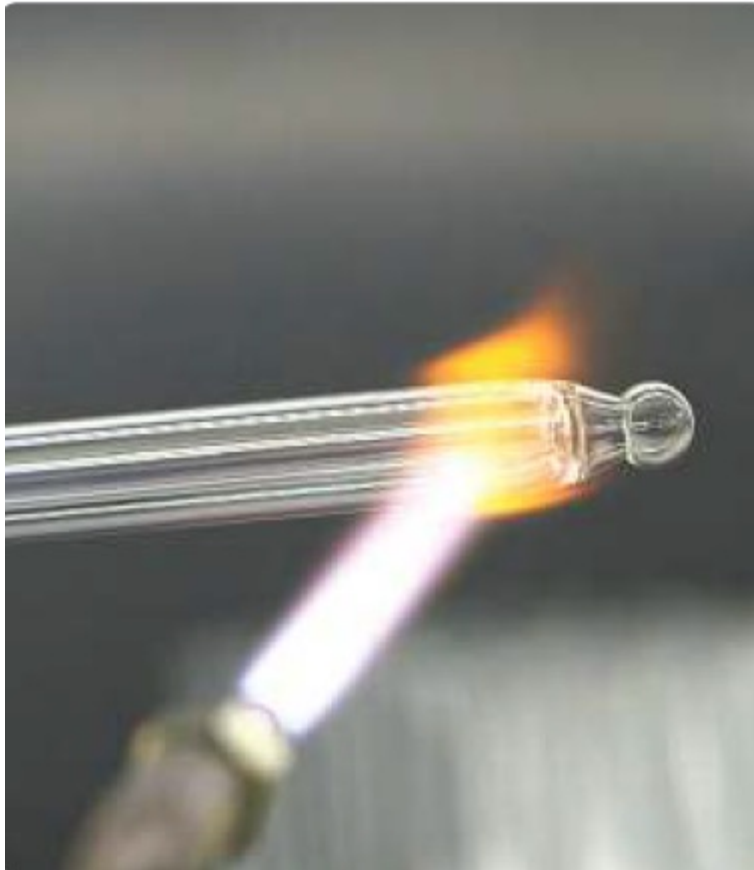


Punta plana: Superficies, placas de agar



Forma de cúpula o domo: Vinos

# Membrana de vidrio



Vidrio de uso general (GP): Amplia variedad de aplicaciones.

Vidrio de baja temperatura (LT): Para muestras con bajas temperaturas o bajas conductividades.

Vidrio de alta temperatura (HT): Para muestras con altas temperaturas

Vidrio para Acido fluorhídrico (HF): Para aplicaciones agresivas.

# Diseño de la unión en los electrodos de pH



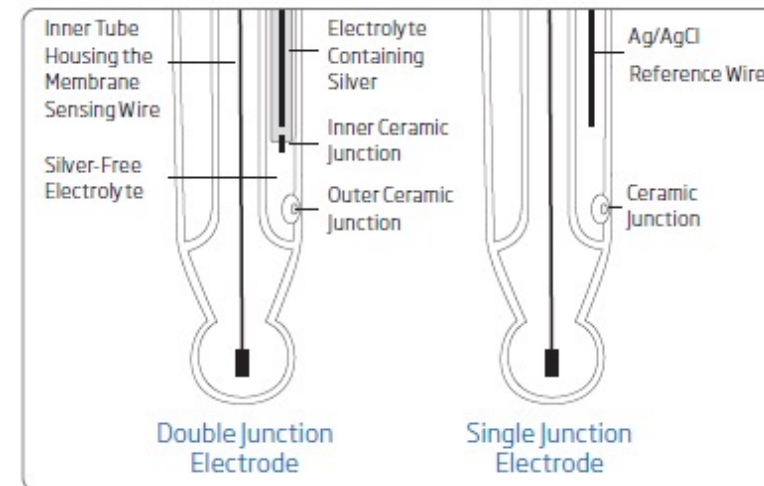
- Cerámica porosa



- Funda de PTFE (teflón)



- Unión abierta



# Cuerpo del electrodo de pH (material)



- Cuerpo de vidrio



- Cuerpo PEI ( polieteterimida)



- Cuerpo PVDF ( fluoruro de polivinilideno)

# ¿Qué necesitamos para realizar una correcta medición del pH?

## Equipamiento

- 1 pH metro
- 2 Electrodo adaptado a sus necesidades
- 3 Agitador magnético (depende aplicación)
- 4 Vasos para la muestra
- 5 Frasco lavador

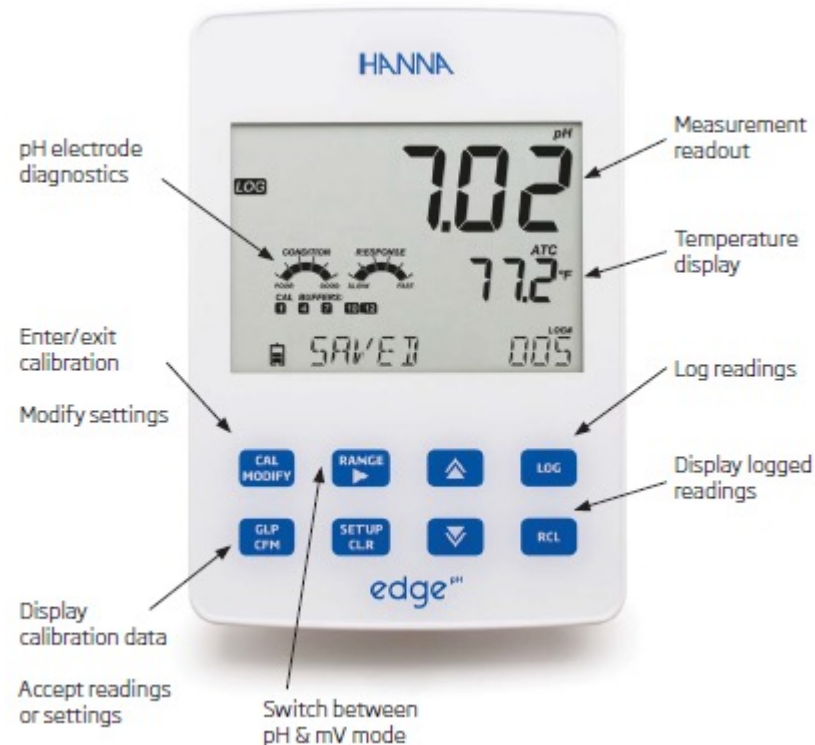
## Soluciones

- 6 Solución de almacenamiento
- 7 Soluciones buffer para el ajuste
- 8 Solución de limpieza
- 9 Agua destilada o desionizada
- 10 Solución de relleno para el electrodo\*

\*Aplica solo para electrodos rellenables



# Características del pH metro ideal



- Flexibilidad
- Fácil de usar
- Mantenimiento simple

# Leche y Productos Lácteos



# pH en Leche

- A un pH lo suficientemente ácido, se producirá coagulación o cuajado.
- Indicador de cambios en la composición.
- Las mediciones de pH se realizan en varios puntos del proceso.
- La leche fresca tiene un valor de pH de 6,7. Menos de pH 6,7 = deterioro por degradación bacteriana.
- La familia de las Lacticaseibacillus casei son descomponen la lactosa en la leche para formar ácido láctico con el olor y sabor característicos de la leche "agria".





- Valores de pH superiores a pH 6,7 = vacas infectadas con mastitis.
- Cuando se infecta, el sistema inmunológico de la vaca libera histamina y otros compuestos en respuesta a la infección.
- El plasma sanguíneo es ligeramente alcalino, el pH resultante de la leche será más alto de lo normal.
- La medición del pH ofrece una forma rápida de detectar infecciones.
- Comprender el pH de la leche cruda también puede ayudar a los productores a optimizar sus técnicas de procesamiento. en (UHT).



El pH no es un valor constante, sino que puede variar, en función de:

- El curso del ciclo de la lactación (fase de lactación que se encuentre el animal)
- La influencia de la alimentación
- Estado sanitario de la glándula mamaria
- Cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto
- La especie (vaca, cabra y oveja)
- Desarrollo de microorganismos

### Valores del pH y de la acidez

#### pH

6,6 - 6,8	Leche fresca normal de vaca
6,9 y más	Leches de tipo "alcalino"; leches patológicas (leches de mastitis), leches del final de lactación, algunas leches de retención, leches fuertemente "aguadas"
6,5 - 6,6	Leches ligeramente ácidas: leches del principio de lactación, calostro, leches transportadas en masa
6,4	Leches que no soporta la esterilización a 110 °C
6,35	Leche concentrada al 20% ESO
6,3	Leche que no soporta la cocción a 100 °C
6,25	Leche concentrada al 30% ESO
6,1	Leche que no soporta la pasteurización a 72 °C
5,2	Leche que comienza a flocular a temperatura ordinaria
6,5	Lactosuero fresco de quesería
4,5	Cultivo de estreptococos lácticos, al máximo
3,9	Cultivo de lactobacilos lácticos al máximo

# Medidores de pH en Leche



HI 98162



HI 99162



HI 9810342

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)

# pH en Queso

El pH es una medida esencial durante todo el proceso de elaboración del queso.

- Inicia en la leche entrante hasta el queso madurado.
- La acidificación de la leche comienza con la adición de cultivo bacteriano y cuajo.
- Las bacterias consumen lactosa y crean ácido láctico reduciendo el pH de la leche. Una vez que la leche alcanza un pH particular, se agrega el cuajo.
- Las enzimas del cuajo ayudan a acelerar el cuajado , una vez que la cuajada se corta, revuelve y cocina, se debe drenar el suero líquido.
- El pH del suero afecta la composición y textura del producto de queso final.
- El suero que tiene un pH relativamente alto contribuye a niveles más altos de calcio y fosfato y da como resultado una cuajada más fuerte.
- Los niveles típicos de pH en el drenaje pueden variar según el tipo de queso.

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)



- Las siguientes etapas de molienda y salazón también se ven afectadas por el pH.
- Las cuajadas con un pH más bajo en la molienda dan como resultado un queso más duro y una mayor absorción de sal durante la etapa de salado.
- Cuando las cuajadas se prensan en una forma sólida final, el pH afecta directamente en el qué tan bien se fusionan las cuajadas, pH alto
- El pH de la solución de salmuera debe estar cerca del pH del queso, asegurando el equilibrio de iones como el calcio y el hidrógeno.
- Los quesos deben estar dentro de un estrecho rango de pH para proporcionar un ambiente óptimo para los procesos microbianos y enzimáticos que ocurren durante la maduración.
- Los niveles de pH más altos pueden dar como resultado quesos más elásticos, mientras que los niveles de pH más bajos pueden causar que se vuelvan quebradizos.

# Medidores de pH en Queso



HI 98165



HI 99165



HI 9810322

# pH en Yogur

- El control del pH es crucial para producir yogur consistente y de calidad.
- El yogur se elabora a partir de leche con cinco cultivos bacterianos.
- Una vez que el cultivo de cinco se agrega la mezcla de leche y se incuba para permitir la fermentación de lactosa a ácido láctico y una caída correspondiente en el pH espesando la leche hasta obtener una textura similar a la del yogur.
- La mayoría de los productores tienen un punto entre pH 4,0 y 4,6 en el que la fermentación es detenido por un enfriamiento rápido
- La cantidad de ácido láctico presente en este nivel es ideal espesa y actúa como conservante contra las cepas de bacterias indeseables
- Una desviación del pH puede conducir a una reducción de la consistencia del yogur o crear un producto agrio.
- La sinéresis es la separación del líquido en este caso, el suero de los sólidos de la leche dando como resultado un yogur que es respectivamente más ácido, afectando la textura.



# Medidores de pH en Yogur



HI 98164



HI 99164

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)



# Productos Cárnicos



# pH en Carne

- El pH influye en factores de calidad de la carne, incluida la capacidad de retención de agua y la vida útil.
- Tras el sacrificio, los procesos bioquímicos comienzan a descomponer la carne.
- La glucólisis comienza post mortem, convirtiendo el glucógeno en ácido láctico, lo que reduce el pH.
- Dependiendo de una serie de factores, como el tipo de animal e incluso la raza, esta disminución del pH puede durar desde una sola hora hasta varias.
- Es vital controlar el pH durante esta fase, ya que una vez que se alcanza el valor de pH más bajo, el pH comenzará a aumentar lentamente, lo que indica que ha comenzado la descomposición.
- El valor de pH de la carne influye en su capacidad de retención de agua, lo que afecta directamente las cualidades del consumidor, como la ternura y el color.
- Es imperativo, independientemente del producto final, que el pH se mantenga en un valor bajo para evitar el deterioro bacteriano y cumplir con las normas de seguridad alimentaria (5.5, aunque existen diferencias entre especies).



[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)



# Medidores de pH en Carne



HI 98163



HI 99163



HI 9810362

# pH en Vino

- El pH en el vino afectará la calidad del producto final en términos de sabor, color, oxidación, estabilidad química y otros factores.
- Tres factores importantes determinan el pH del vino , incluyen la proporción de conversión de ácido málico a ácido tartárico, la cantidad de potasio y la cantidad total de ácido presente (acidez).
- La mayoría de los vinos tienen un pH óptimo entre 2,9 y 4,0, con valores que difieren según el tipo de vino.
- Los valores de pH superiores a 4,0 indican que el vino puede volverse químicamente inestable.
- Los valores de pH más bajos permiten que el vino permanezca más fresco durante más tiempo y conserve su color y sabor originales.
- Para los vinos blancos terminados, el pH ideal está entre pH 3,00 y pH 3,30.
- El pH final para el vino tinto está idealmente entre pH 3,40 y pH 3,50.
- El pH óptimo antes del proceso de fermentación está entre pH 2,9 y pH 4,0.
- Por lo tanto, el pH del vino afecta el color del vino, pero también la oxidación, la fermentación de la levadura, la estabilidad de las proteínas y el crecimiento y la fermentación de las bacterias.

# Medidores de pH en Vino



HI 98169



HI 99111



HI 9810332

# pH en Cerveza

- En el proceso de elaboración de la cerveza, las enzimas necesarias para convertir el almidón en azúcar son sensibles al pH con un rango de pH óptimo entre 5,2 pH y 5,6 pH.
- Se utilizan diferentes compuestos para ajustar el pH, incluidos ácido fosfórico, ácido láctico y yeso.
- La coagulación de proteínas se produce durante la ebullición del mosto, donde el pH óptimo es de alrededor de 4,9, aunque un pH de ebullición común es de 5,2.
- A medida que aumenta el pH, aumenta la solubilidad de las resinas de lúpulo.
- Un pH alto también aumenta la liberación de taninos, lo que resulta en un sabor más áspero, también favorece una actividad microbiana elevada
- El rango de pH óptimo durante la fermentación es entre pH 4.1 y 4.3.

# Medidores de pH en Cerveza



HI 98167



HI 99151



HI 9810312



# Ecuación de Nernst

$$E = E_0 + (2,3 RT/nF) \log a_{H^+}$$

- E es el potencial medido desde el electrodo sensor
- $E_0$  está relacionado con el potencial del electrodo de referencia
- $(2,3 RT/nF)$  es el factor de Nernst
- $\log a_{H^+}$  es el pH.

El factor de Nernst,  $2,3 RT/nF$ , incluye la constante de la ley de gas (R), la constante de Faraday (F), la temperatura en grados Kelvin (T) y la carga del ion (n).

Para pH, donde  $n = 1$ , el factor de Nernst es  $2,3 RT/F$ .

Puesto que R y F son constantes, el factor y, por lo tanto, el comportamiento del electrodo depende de la **temperatura**.

# Temperatura y pH



Cuando aumenta la temperatura en la solución, la actividad de los iones también aumenta



Cuando disminuye la temperatura en la solución, la actividad de los iones también disminuye

1. Efecto de la temperatura en la muestra
2. Efecto de la temperatura en el electrodo de pH

# Soluciones para el ajuste y el mantenimiento del electrodo de pH



## Soluciones de pH

1.00, 1.68, 2.00, 3.00, 4.01, 5.00, 6.00, 6.86, 7.01, 7.41, 8.00, 9.00, 9.18, 10.01, 12.00, 12.45, 13.00

## Soluciones con precisión (pH $\pm 0.002$ )

1.000, 1.679, 2.000, 3.000, 4.010, 6.000, 6.862, 7.010, 7.413, 8.000, 9.000, 9.177, 10.010, 11.000, 12.000, 12.450, 13.000

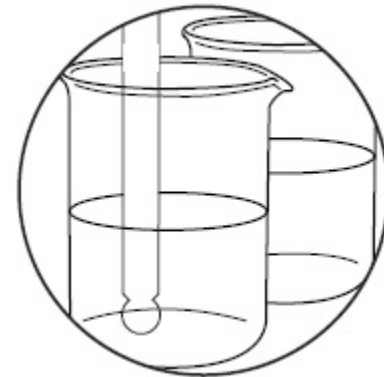
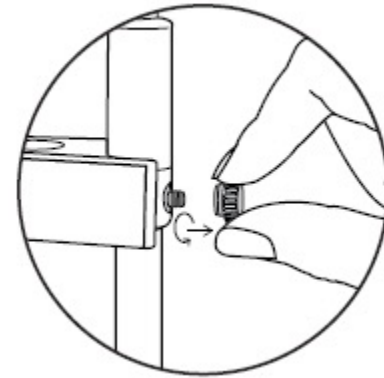
[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)



# ¿Cómo realizar las mediciones de pH?

## A. Preparación del electrodo

- Retire la tapa protectora del electrodo.
- Inspeccione el electrodo en busca de rayones o grietas. Si son visibles se recomienda reemplazar el electrodo.
- Asegúrese de que el electrodo fue limpiado y almacenado correctamente.
- Retire el tapón de llenado (si aplica)
- Enjuague el electrodo con agua destilada o desionizada para eliminar los depósitos de sal.



# ¿Cómo realizar las mediciones de pH?

## B. Ajuste del electrodo

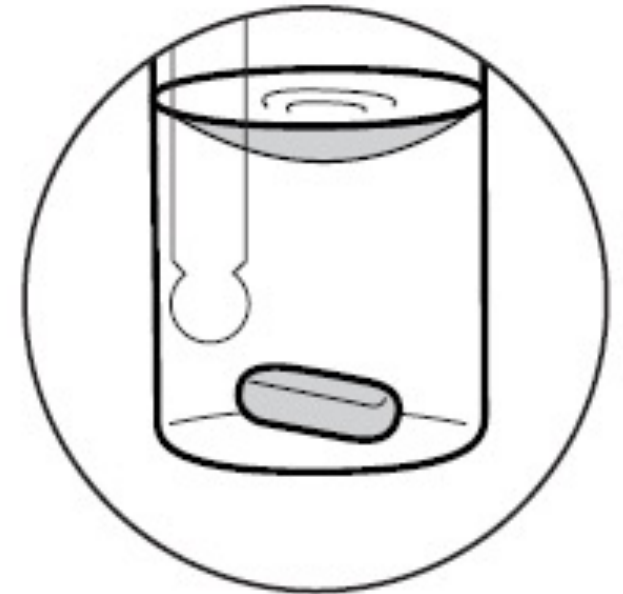
- Llenar un vaso de precipitados con una solución buffer de pH suficiente para cubrir la unión.
- Colocar el electrodo en el vaso de precipitados y agitar suavemente.
- Confirme el punto de ajuste cuando la lectura sea estable.
- Repita para puntos de ajuste adicionales. Asegúrese de enjuagar con agua destilada o desionizada entre los puntos de ajuste. Se recomienda utilizar por lo menos dos soluciones buffer.



# ¿Cómo realizar las mediciones de pH

## Medición en muestras líquidas

- Enjuagar el electrodo con agua destilada o desionizada
- Sumergir el electrodo en la muestra y agitar suavemente o utilizar un agitador magnético.
- Espere hasta que la lectura se estabilice
- Enjuague el electrodo con agua destilada o desionizada hasta eliminar todos los residuos.
- Repita este procedimiento para muestras adicionales.

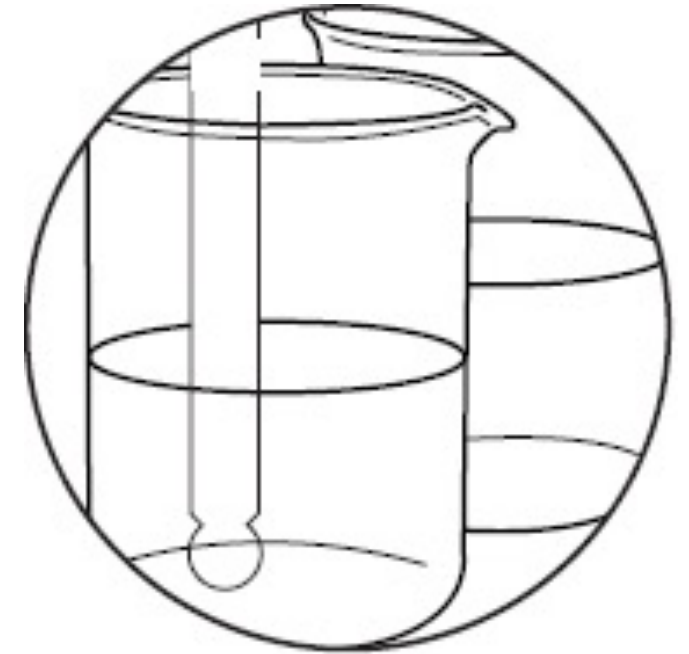


# ¿Cómo realizar las mediciones de pH?

## Mantenimiento

### A. Limpieza del electrodo

- Llenar un vaso con aproximadamente 75 ml de solución de limpieza
- Coloque el electrodo pH en la solución de limpieza durante al menos 30 minutos, asegurándose de que la unión esté cubierta.
- Si el electrodo rellenable está visiblemente contaminado, vaciar la cámara del electrolito con ayuda de una jeringa o pipeta y rellenar con electrolito fresco.



# Soluciones para el ajuste y el mantenimiento del electrodo de pH



- Soluciones buffer para el ajuste de pH (7.01, 4.01, 10.01, entre otras)
- Solución de limpieza
- Solución de almacenamiento
- Solución de relleno



# Soluciones de limpieza

- Solución para limpieza general
- Solución para limpieza de proteínas
- Solución para limpieza de inorgánicos
- Solución para grasas y aceites
- Solución para grasa de piel y cebo (industria cosmética)
- Solución para grasas y cárnicos
- Solución para depósitos de vino
- Soluciones para depósitos de leche, queso...
- Soluciones para depósitos de suelo, humus
- Algas, bacterias, tintas, industria cervecera, sal, celulosa, sushi, pan, chocolate, etc.

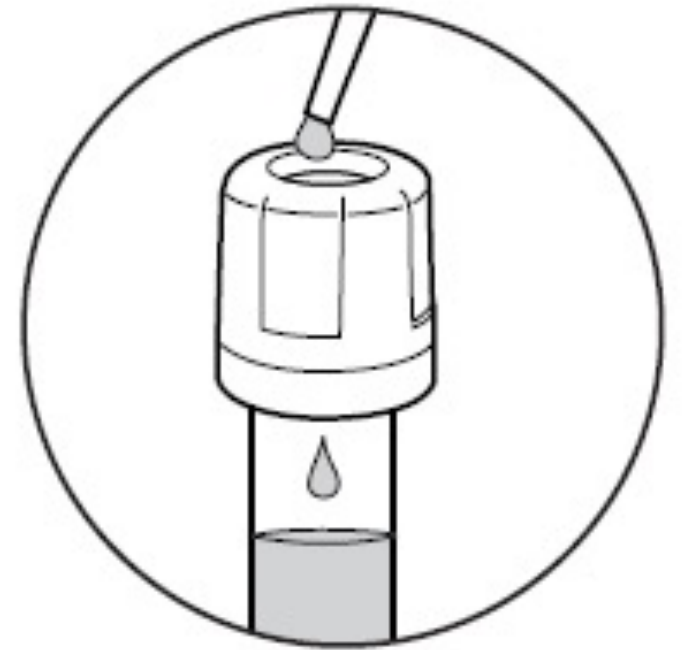


# ¿Cómo realizar las mediciones de pH?

## Mantenimiento

### B. Almacenamiento del electrodo

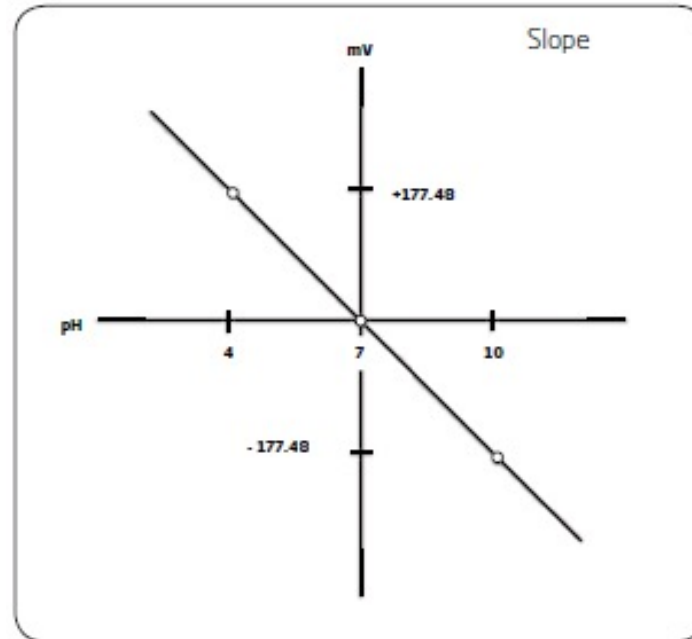
- Sustituir frecuentemente la solución de almacenamiento de la tapa protectora del electrodo.
- Un electrodo seco debe remojarse en solución de almacenamiento durante al menos 1-2 horas antes de su uso.
- Después de realizar una rutina de limpieza se debe dejar mínimo una hora en la solución de almacenamiento para reactivar el electrodo



# Calculo de la pendiente de los electrodos de pH

Offset =  $\pm 30$

Pendiente = 85% - 105%



La **pendiente** del **electrodo** es una medida de la respuesta del **electrodo** al ion que está siendo detectado y es equivalente al factor de Nernst. Cuando la temperatura es de 25 °C, la **pendiente** teórica de Nernst es de 59,16 mV/unidad de pH

$$\% \text{ slope} = \frac{(\Delta \text{mV} / \Delta \text{pH units})}{(59.16 \text{ mV} / \text{pH units})} * 100$$

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)

# Calculo de la pendiente de los electrodos de pH

Cálculos:

**Electrodo 1: - 15mV en pH 7.01 y +160mV en pH 4.01**

Diferencia absoluta +160mV – (-15mv) = +175mV

$$\% \text{ slope} = \frac{(175 \text{ mV} / 3 \text{ pH units})}{(59.16 \text{ mV} / \text{pH units})} * 100 = \left( \frac{58.33}{59.16} \right) * 100 = 98.6\%$$

**Electrodo 2: + 15mV en pH 7.01 y +160mV en pH 4.01**

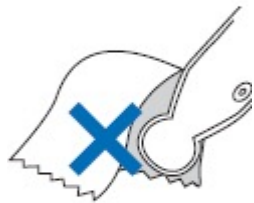
Diferencia absoluta +160mV – (+15mv) = +145mV

$$\% \text{ slope} = \frac{(145 \text{ mV} / 3 \text{ pH units})}{(59.16 \text{ mV} / \text{pH units})} * 100 = \left( \frac{48.33}{59.16} \right) * 100 = 81.7\%$$

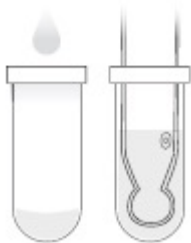
# Buenas prácticas (sugerencias para alargar la vida útil del electrodo de pH)



- Mantener el electrodo de pH hidratado.



- Enjuague con agua y no utilice paños ni toallas para la limpieza.

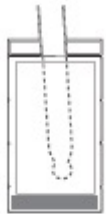


- Almacenar correctamente el electrodo en solución HI 70300

# Buenas prácticas (sugerencias para alargar la vida útil del electrodo de pH)



- Limpie el electrodo regularmente

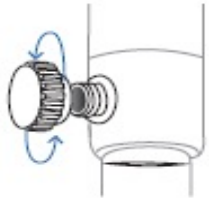


- Realizar el ajuste con las soluciones buffer regularmente

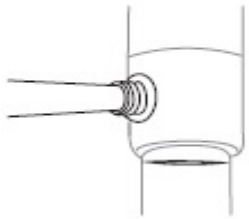


- Elija el electrodo adecuado para su muestra

# Buenas prácticas (sugerencias para alargar la vida útil del electrodo de pH)



- Abrir o aflojar el tapón del orificio de llenado



- Mantenga el nivel de la solución de relleno



- Inspeccione regularmente el electrodo

# Muchas gracias por su atención!

## Contacto

✉ [ventas@hannacolombia.com](mailto:ventas@hannacolombia.com)

🗨 Suscríbete al boletín de noticias

### Bogotá D.C.

📍 Carrera 98 # 25G-10 Bodega 9, Bogotá [Ver mapa](#)

☎ (571) 5189995

### Cali

📍 Avenida 4 Norte # 6N-67, Edificio Siglo XXI, Oficina 208, Cali [Ver mapa](#)

☎ (572) 3967316

### Pereira

📍 Calle 14 # 23 - 72, Edificio Altura Centro de Negocios [Ver mapa](#)

☎ (576) 3413652

### Bucamaranga

📍 Carrera 27 # 37 - 33, Edificio Empresarial Green Gold, Oficina 519 [Ver mapa](#)

☎ (577) 645 2720

### Medellín

📍 Carrera 48 # 20-34 Torre 1, Oficina 814 Centro Empresarial Ciudad del Rio, Medellín [Ver mapa](#)

☎ (574) 4233334

### Barranquilla

📍 Carrera 51B # 80-58, Oficina 510, Edificio Smart Office, Barranquilla [Ver mapa](#)

☎ (575) 3201325

### Neiva

📍 Avenida Carrera 15 # 26 -12 Sur, Edificio ProHuila, Local 2 [Ver mapa](#)

☎ (578) 866 7310

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)

