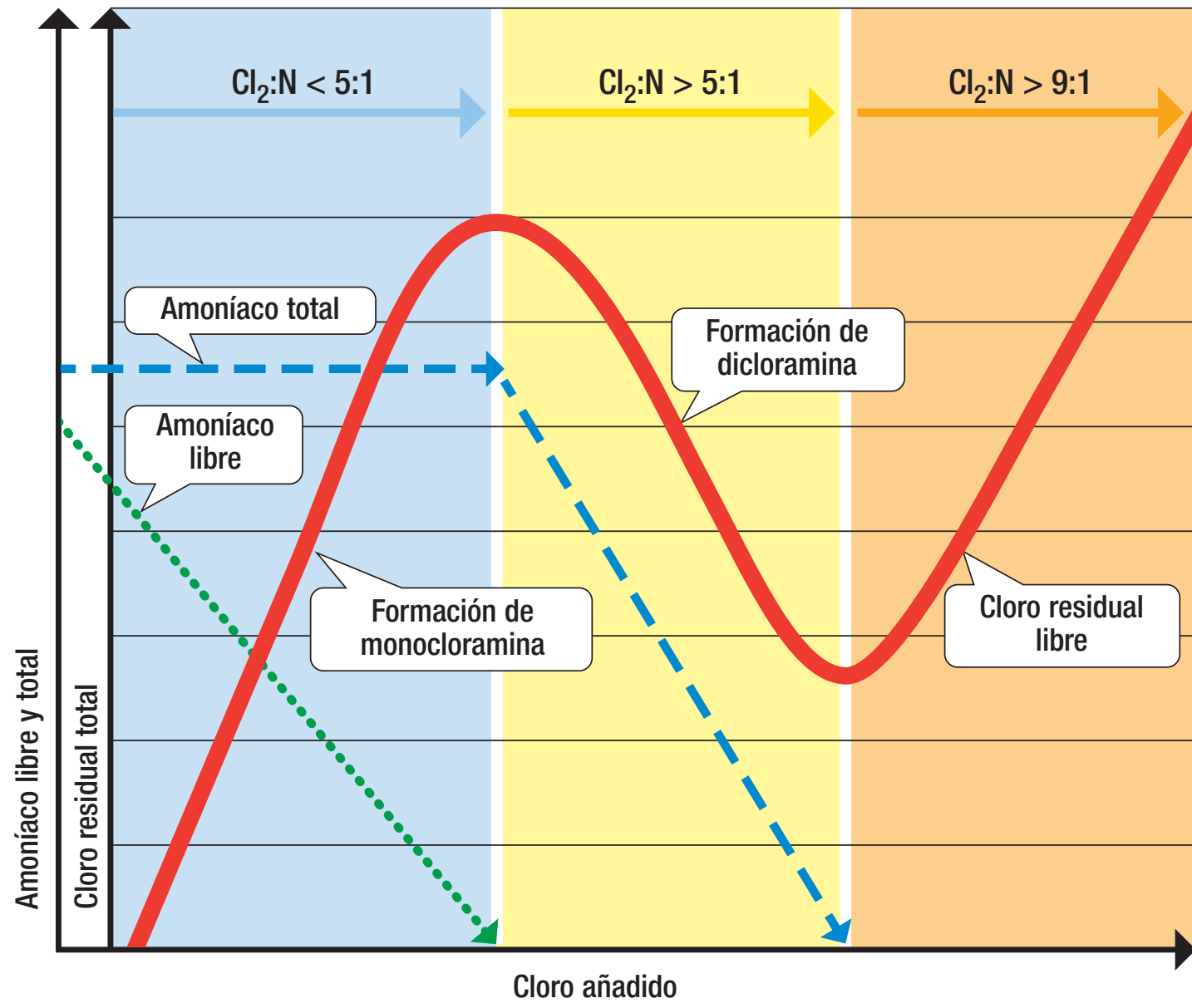


# Cloración en Agua Potable

## PUNTO DE RUPTURA EN LA CURVA DEL CLORO



### Monocloramina, cloro libre, Cl<sub>2</sub>:N < 5:1 (predomina la monocloramina, amoníaco libre > 0)

- ▶ Reduce la formación de compuestos orgánicos clorados, en concreto THMT\*.
- ▶ Desinfección menos eficaz que con el cloro libre.
- ▶ Necesita un tiempo mayor de contacto y/o una mayor concentración que el cloro libre.
- ▶ Es más estable que el cloro libre (sistemas de distribución largos).
- ▶ No suele producir SPDs\*\* (este problema sigue en estudio).
- ▶ Debe disminuirse la cantidad de amoníaco libre para reducir el riesgo de problemas de nitrificación.

### Dicloramina y tricloramina, Cl<sub>2</sub>:N > 5:1 (amoníaco libre = 0)

- ▶ Posibles problemas de sabor y olor.

### Cloro libre, Cl<sub>2</sub>:N > 9:1 (amoníaco total = 0)

- ▶ Desinfección de máxima eficacia, y menos sabor y olor con el cloro residual libre.
- ▶ El cloro libre puede producir la formación de SPD\*\*.

NOTA: La forma de la curva depende de la cantidad de amoníaco y otras sustancias con demanda de cloro en el agua, de la temperatura, el pH y el tiempo de contacto.

\* THMT = trihalometanos totales \*\* SPD = subproductos de la desinfección

## Reacciones clave

1. Cuando el cloro se combina con agua, se forman los ácidos hipocloroso (HClO) y clorhídrico (HCl):



2. La reacción es reversible. Por encima de un pH 4, la reacción se desplaza hacia la derecha.

3. El HClO se disocia en ion hidrógeno\*\*\* e ion hipoclorito (ClO<sup>-</sup>) que varían con la temperatura y el pH:

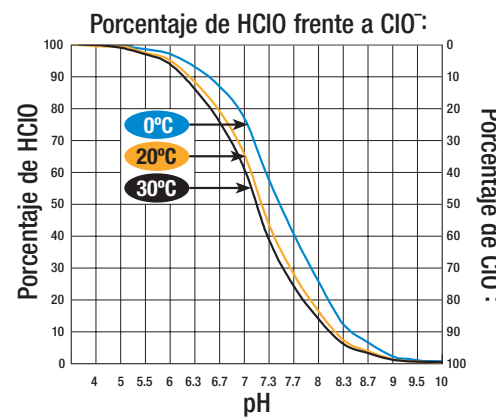


(Consulte la tabla y el gráfico que se muestran a la derecha).

4. El cloro (HClO y ClO<sup>-</sup>) reacciona con el amoníaco para formar cloraminas que reciben el nombre de "cloro combinado".
5. Las especies predominantes son las monocloramias y las dicloraminas. Existen también en menor número las tricloraminas o el tricloruro de nitrógeno.

\*\*\* Ion hidronio, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>

## Efecto del pH en los tipos de cloro



Proporciones de HClO y ClO<sup>-</sup> a distintos niveles de temperatura y pH

pH	0 °C		20 °C		30 °C	
	HClO	ClO <sup>-</sup>	HClO	ClO <sup>-</sup>	HClO	ClO <sup>-</sup>
4	100	0	100	0	100	0
5	99,85	0,15	99,4	0,6	99,68	0,32
6	98,53	1,47	97,45	2,55	96,92	3,08
7	87,04	12,96	79,29	20,71	75,9	24,1
8	40,18	59,82	27,69	72,31	23,95	76,05
9	6,29	93,71	3,69	96,31	3,05	96,95
10	0,67	99,33	0,38	99,62	0,31	99,69

## Tipos de cloraminas

- Monocloramina: NH<sub>2</sub>Cl



- Dicloramina: NHCl<sub>2</sub>



- Tricloramina (tricloruro de nitrógeno): NCl<sub>3</sub>



- Definición de amoníaco libre sin reaccionar:



y/o



## Proceso de nitrificación

### Formación de nitrato

Conversión de amoníaco libre a nitrato.



**Amoníaco se convierte en Nitrito**

Nitrosomonas, Nitrosococcus y Nitrospira

Conversión de nitrito a nitrato.



**Nitrito se convierte en Nitrato**

Nitrobacter, Nitrospina, Nitrococcus y Nitrospira

## Signos y consecuencias de la nitrificación

### Indicadores tempranos

Pueden aplicarse estrategias de control.

- ▲ Amoníaco libre
- ▼ Monocloramina
- ▲ Nitrito (solo perceptible)
- ▲ ATP
- ▼ pH
- ▼ OD
- ▼ Alcalinidad
- ▲ Temperatura

### Indicadores tardíos

Existe un problema importante para el que debe hallarse una solución: purga abundante, limpieza de depósitos de almacenamiento o "agotamiento" del cloro libre.

- ▲ Nitrito
- ▲ Nitrito
- ▲ Turbidez
- ▲ Recuento de bacterias
- ▲ Observaciones del cliente

### Efecto de la temperatura en la nitrificación

0 °C	10 °C	25 °C	26-39 °C	40-50 °C
Cese de la nitrificación	Ralentización de la nitrificación	Favorable para la nitrificación	Más favorable para la nitrificación	La nitrificación se ralentiza y se detiene

## Estrategias de control

Áreas de control	Acción
pH	▲
Amoníaco libre	▼
Antigüedad del agua (desagüe, disminución del nivel de almacenamiento, etc.)	▼
Monocloramina residual	▲
TOC	▼
Mejora del proceso de mezclado en depósito	▲

Utilice este panel para identificar las áreas de corrección para su sistema de distribución o depósito de almacenamiento cuando comienza a observar signos de nitrificación. ▲ = Aumento ▼ = Disminución

