



Fumigación con Bromuro de Metilo DAFF 2025

Servicios Delegados-OIRSA México

PREPARACIÓN DE LA FUMIGACIÓN

Se debe constatar que se cuenta con:

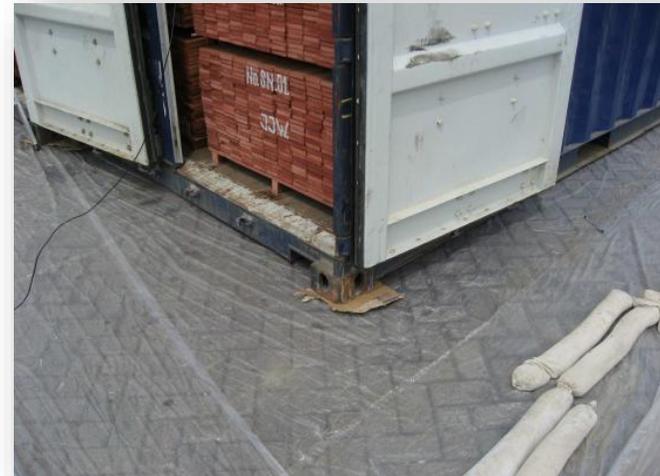
- Personal capacitado
- Equipos adecuados y en buen funcionamiento (calibración según instrucciones del fabricante o cada 12 meses)
- Los instrumentos de control de temperatura deben tener una precisión de ± 1 °C.
- Sitio adecuado para la aplicación del tratamiento



CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE FUMIGACIÓN

El sitio de fumigación debe:

- Disponer de un espacio adecuado para establecer una zona de exclusión alrededor del recinto
- Permitir una ventilación segura
- Estar sobre una superficie plana y uniforme
- Disponer de energía, ya sea a través de la red o de un generador.



EVALUACIÓN DE RIESGOS

Evaluación de riesgos antes de comenzar la fumigación

- ❖ Personal de fumigación
- ❖ Personas que se encuentren en las inmediaciones
- ❖ Ocupantes de los edificios circundantes

Establecer medidas de seguridad para minimizar los riesgos identificados



EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

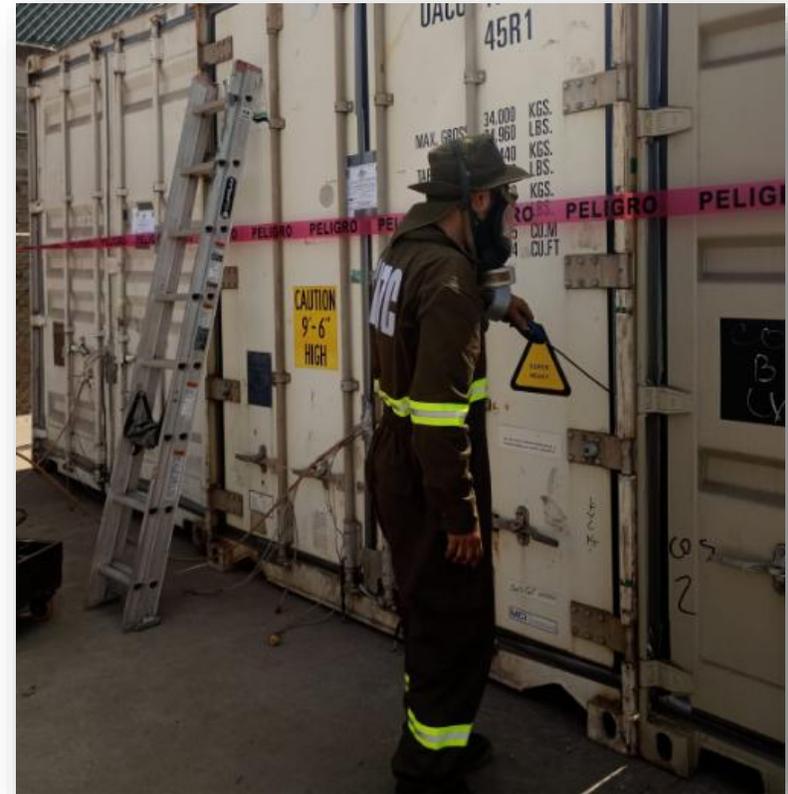
El equipo de protección respiratoria debe ser usado, en todo momento, por cualquier persona que se encuentre en el interior de la zona de exclusión, incluso durante la ventilación:

Los respiradores de cara completa deben ser:

- Operado de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- Provisto de un cartucho de filtro de gas apto para su uso con BM
- Sustituido de acuerdo con las instrucciones del fabricante

Los equipos de respiración autónomos deben ser:

- Operado de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- Utilizado únicamente por personal debidamente capacitado



PERMEABILIDAD DEL EMBALAJE

El objetivo de la fumigación no debe estar cubierto por un embalaje impermeable o recubrimientos superficiales que impidan la distribución del bromuro de metilo (lacas, pinturas, ceras, envolturas de plástico, etc.)

Se deberán remover, abrir o acondicionar las envolturas no permeables

Para ser considerados permeables, los envoltorios deben tener al menos:

- 4 orificios de 6 mm de diámetro por 100 mm x 100 mm de superficie
- 5 orificios de 5 mm de diámetro por cada 100 mm x 100 mm de superficie

Cajas de cartón, deben permitir la distribución del fumigante, deben ser abiertos o contar con perforaciones.



FACTOR DE CARGA

- Un factor de carga máximo del 80%
- Los paquetes deben colocarse en tarimas o elevarse del suelo al menos 100 mm por otros medios



ESTABLECIMIENTO DE ZONA DE EXCLUSIÓN

- Debe tener una barrera física en todos los puntos donde se encuentre el recinto accesible
- Debe contar con señales de advertencia visibles desde todos los ángulos de aproximación, mostrar símbolos que indiquen peligro y/o que se está utilizando gas tóxico
- El tamaño de la zona de exclusión no podrá ser inferior a:
 - a) A 3 metros del recinto, si el recinto está situado al aire libre
 - b) A 6 metros del recinto, si el recinto está situado en el interior de un edificio o estructura



CONSERVACIÓN DEL GAS

La Norma DAFF para Fumigación con Bromuro de Metilo se basa en la conservación de una concentración mínima de gas en un recinto hermético durante un periodo de tiempo

Una fumigación efectiva consiste en:

- ❖ Utilizar recintos herméticos para el gas
- ❖ Utilizar la cantidad correcta del fumigante
- ❖ Distribuir uniformemente el fumigante dentro del recinto
- ❖ Monitorear la concentración del fumigante durante el proceso

Cada recinto es una fumigación separada y debe registrarse por si sola

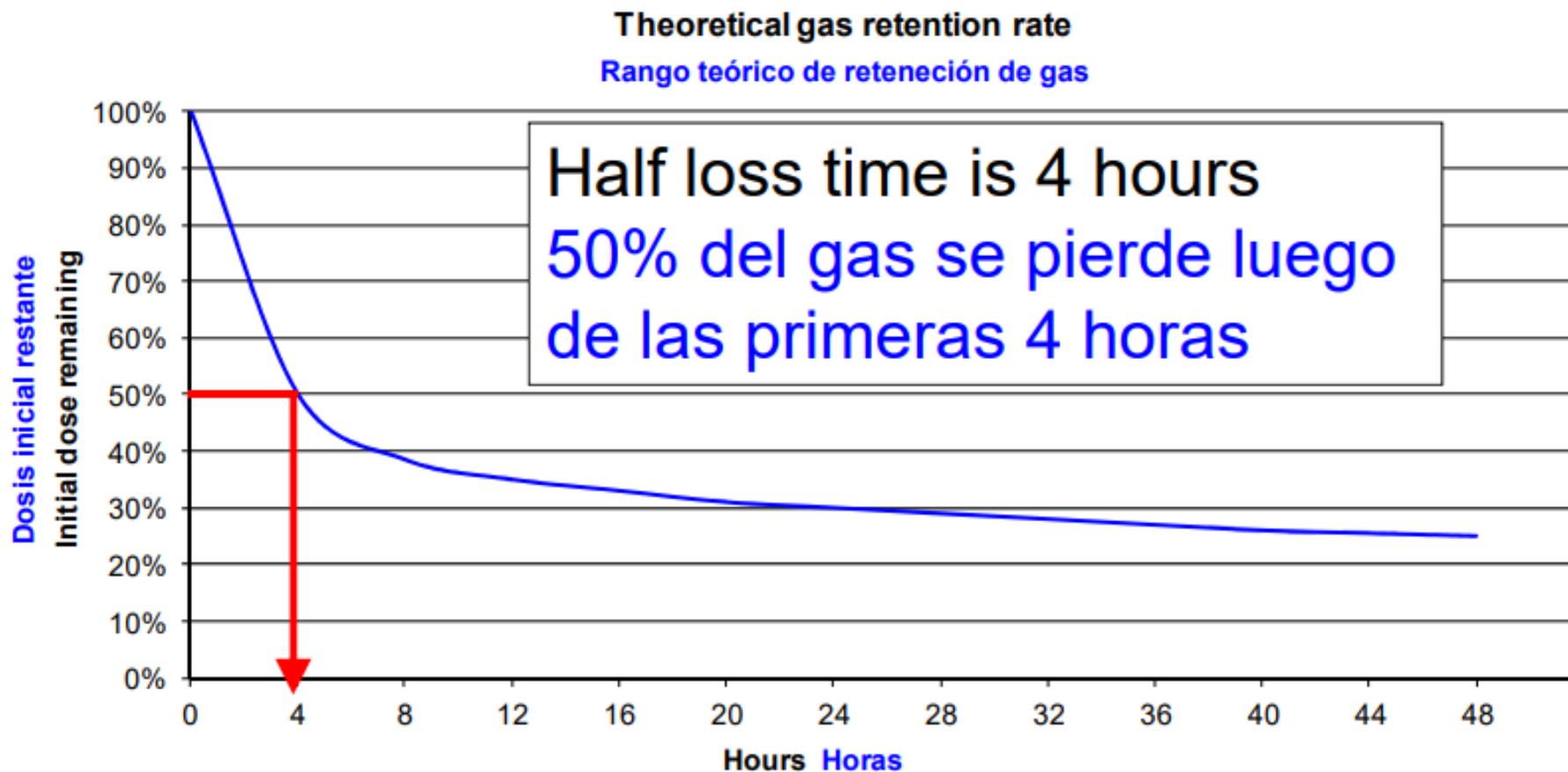
CONCENTRACIÓN DE GAS A LO LARGO DEL TIEMPO

La concentración del fumigante en el recinto puede verse afectada por:

- ❖ Volumen del producto en el recinto
- ❖ Absorción
- ❖ Fugas de gas

Monitoring Times Tiempo de Monitoreo	Percentage of Original Dose Porcentaje de dosis Original
¼ Hours / horas	85% or more / o más
½ Hours / horas	75% or more / o más
1 Hour / hora	70% or more / o más
2 Hours / horas	60% or more / o más
4 Hours / horas	50% or more / o más
12 Hours / horas	35% or more / o más
24 Hours / horas	30% or more / o más
48 Hours / horas	25% or more / o más

CONCENTRACIÓN DE GAS A LO LARGO DEL TIEMPO



CÓMO CALCULAR LA DOSIS DE FUMIGANTE

Las tasas de dosis requeridas DAFF estándar se basan en una temperatura mínima de 21°C dentro del recinto:

- Obtener el pronóstico del tiempo del lapso del periodo de exposición, **registrar la temperatura mínima esperada**, dejar constancia de la fuente de la información.
- **Incremente la tasa de dosis requerida en 8 g/m³ por cada 5°C (o cada parte de 5°C), cuando la temperatura está bajo los 21°C**
- Cuando la temperatura está sobre los 21°C no está permitido ajustar la tasa de dosis requerida

No está permitido realizar fumigaciones cuando se espera que la temperatura dentro del recinto baje a menos de 10°C en cualquier momento durante el proceso de fumigación.

Ajuste de Dosis por temperatura

Tasa de dosis inicial requerida: **48 g/m³**

Rango de temperatura mínima: 16-20 °C

Esto es de 1-5 °C bajo 21°C

Añada 8 g/m³

$48 + 8 = 56 \text{ g/m}^3$

Use la columna de 56 g/m³

	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³
48.0	36	42	48	54
48.0	33.6	35.2	44.8	50.4
33.8	28.8	33.6	38.4	43.2
29.0	24	28	32	36
21.8	16.8	19.6	22.4	25.2
19.4	14.4	16.8	19.2	21.6

Ajuste de Dosis por temperatura

Tasa de dosis inicial requerida: **48 g/m³**

Rango de temperatura mínima: 11-15 °C

Esto es de 6-10 °C bajo 21°C

Añada 2 x 8 g/m³ = 16 g/m³

48 + 16 = 64 g/m³

Use la columna de 64 g/m³

	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³
48.0	36	42	48	54
48.0	33.6	39.2	44.8	50.4
33.8	28.8	33.6	38.4	43.2
29.0	24	28	32	36
21.8	16.8	19.6	22.4	25.2
19.4	14.4	16.8	19.2	21.6

Ajuste de Dosis por temperatura

Tasa de dosis inicial requerida: **48 g/m³**

La temperatura mínima es: 10 °C

Esto es de 11 °C bajo 21°C

Añada 3 x 8 g/m³ = 24 g/m³

48 + 24 = 72 g/m³

Use la columna de **72 g/m³**

21°C y por encima es	48g/m ³
16 – 20°C es	56g/m ³
11 – 15°C es	64g/m ³
10°C es	72g/m ³

	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³
21°C y por encima es	48.0	56.0	64.0	72.0
16 – 20°C es	36	42	48	54
11 – 15°C es	33.6	39.2	44.8	50.4
10°C es	28.8	33.6	38.4	43.2
9 – 10°C es	24	28	32	36
8 – 9°C es	16.8	19.6	22.4	25.2
7 – 8°C es	14.4	16.8	19.2	21.6

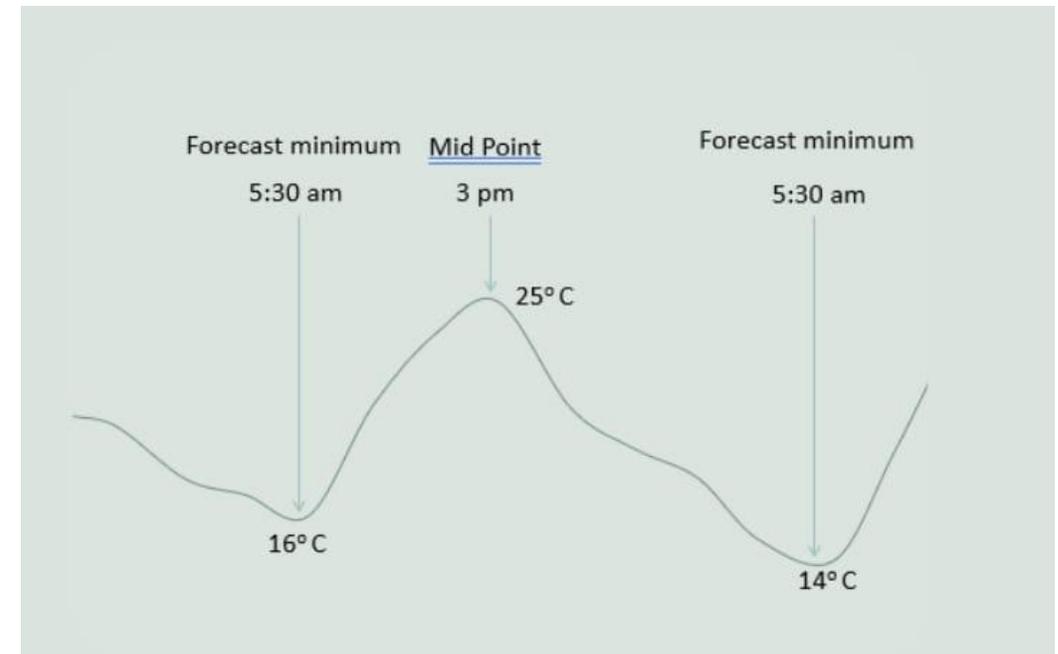
TEMPERATURA BAJO 10 °C

Revise la temperatura mínima pronosticada para todo el proceso de fumigación.

Sí la temperatura mínima pronosticada es menor que 10°C, usted puede:

- Usar estufas para mantener la temperatura por sobre los 10°C dentro del recinto.
- Fumigue dentro de un recinto con calefacción

Si estas opciones no están disponibles,
no está permitido fumigar.



TEMPERATURA MERCANCÍA PERECEDERA

Si el objetivo de la fumigación son frutas o verduras, se debe tomar la temperatura de la pulpa, el instrumento de medición de temperatura debe ser insertado en el centro de la fruta o verdura, o adyacentes al hueso; y cubriendo toda la sonda.

Si el objetivo de la fumigación son flores cortadas, hojas, esquejes o bulbos, las lecturas de temperatura deben tomarse del racimo en el centro de una caja.

La compensación de dosis por variación de temperatura no se aplica a los productos perecederos a menos que se especifique en el programa de tratamiento.

EJEMPLO CÁLCULO DE DOSIS DE FUMIGANTE

Fumigación de madera:

Volumen del contenedor: 37.2 m³

48 g/m³ a **21°C o más**

48 g/m³ x 37.2 m³ =1,785.6

1,785.6 g/0.98=**1,822.04 (1.9 kg)**

Fumigación de madera:

Volumen del contenedor: 37.2 m³

Temperatura mínima pronosticada 15°C

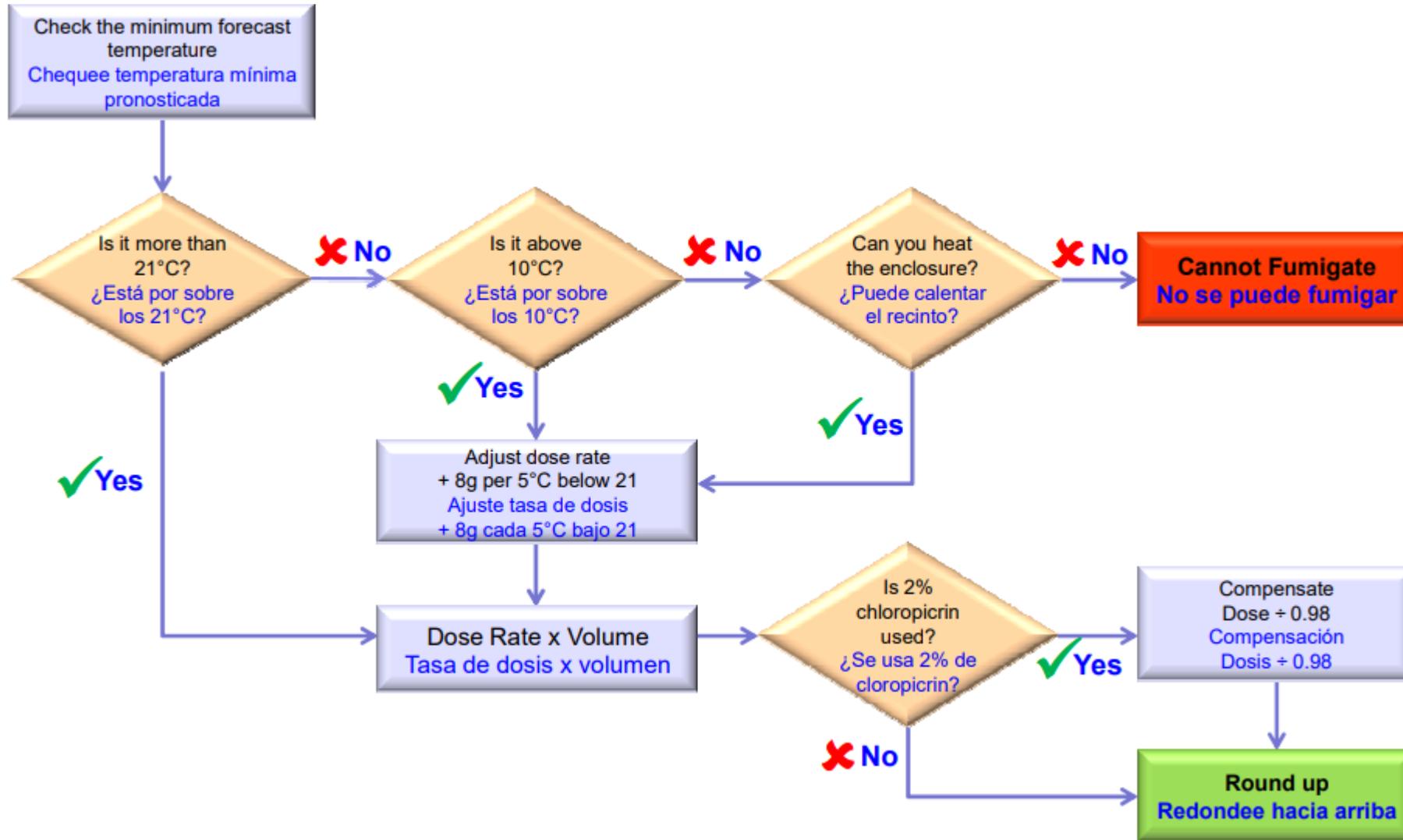
48 g/m³ + 16 g/m³= 64 g/m³

64 g/m³ x 37.2 m³ =2,381 g

2,381 g/0.98=**2,430 (2.5 kg)**

Redondee hacia arriba hasta la cifra completa más próxima en el equipo utilizado para medir la dosis, redondee después de haber realizado todos los cálculos.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA DOSIS



INYECCIÓN DE BROMURO DE METILO

- Se debe utilizar un vaporizador cuando se inyecta bromuro de metilo en el recinto.
- El vaporizador debe mantener una temperatura del agua de al menos 65°C, durante toda la inyección del fumigante en el recinto.
- Se debe registrar la hora en la que se completa la inyección de Bromuro de Metilo
- Se debe comprobar si hay fugas en el sistema de suministro, si se detecta fuga debe corregirse antes de continuar con la inyección.
- El recinto debe ser fumigado en busca de fugas.



MONITOREO DE LAS FUMIGACIONES

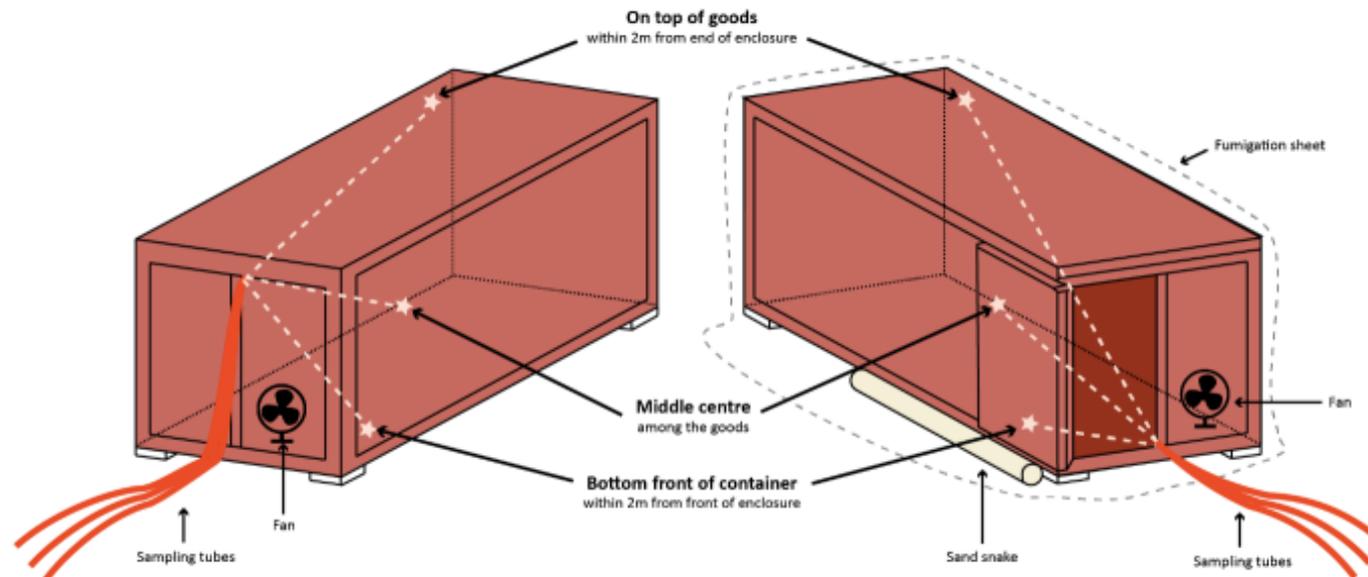
La concentración de gas debe ser medida y monitoreada en todas las fumigaciones.

El monitoreo se lleva a cabo para saber si:

- La concentración es igual o está por sobre el estándar
- El gas está distribuido uniformemente dentro del recinto

Al menos 3 sondas de monitoreo para recintos más grandes que 30m³

Al menos una sonda de monitoreo para recintos mas pequeños que 30m³



PUNTO DE PARTIDA

El periodo de exposición al fumigante empieza solamente cuando:

Todas las lecturas son iguales o están por sobre el estándar de concentración

El fumigante está distribuido de manera uniforme por todo el recinto

EQUILIBRIO

La distribución uniforme del gas dentro del recinto se denomina “EQUILIBRIO”, y se logra cuando la concentración de gas en cada punto de monitoreo está dentro del 15% de la lectura más baja.

Se requiere equilibrio solo al comienzo de la fumigación.

¿CÓMO LOGRAR EL EQUILIBRIO?

El fumigante debe ser puesto en circulación, 1 ventilador por cada 100m³

Se logra con la ayuda de:

- Ventiladores
- Espacio suficiente alrededor de los productos dentro del recinto
- La vaporización del bromuro de metilo
- Usando más de una manguera de suministro en recintos más grandes

Cálculo del equilibrio

$$\frac{\text{(Lectura más alta – lectura más baja)}}{\text{lectura más baja}} \times 100 = \%$$

El resultado debe ser igual o menor a 15%

EJEMPLOS DE CÁLCULO DE EQUILIBRIO

Lecturas iniciales: 49, 47 y 44

$$\frac{(49 - 44) = 5}{44} \times 100 = 11.4\%$$

Lecturas iniciales: 64, 54, 57 y 61

$$\frac{(64 - 54) = 10}{54} \times 100 = 18.5\%$$

¿hay equilibrio?

FRECUENCIA DE MONITOREO

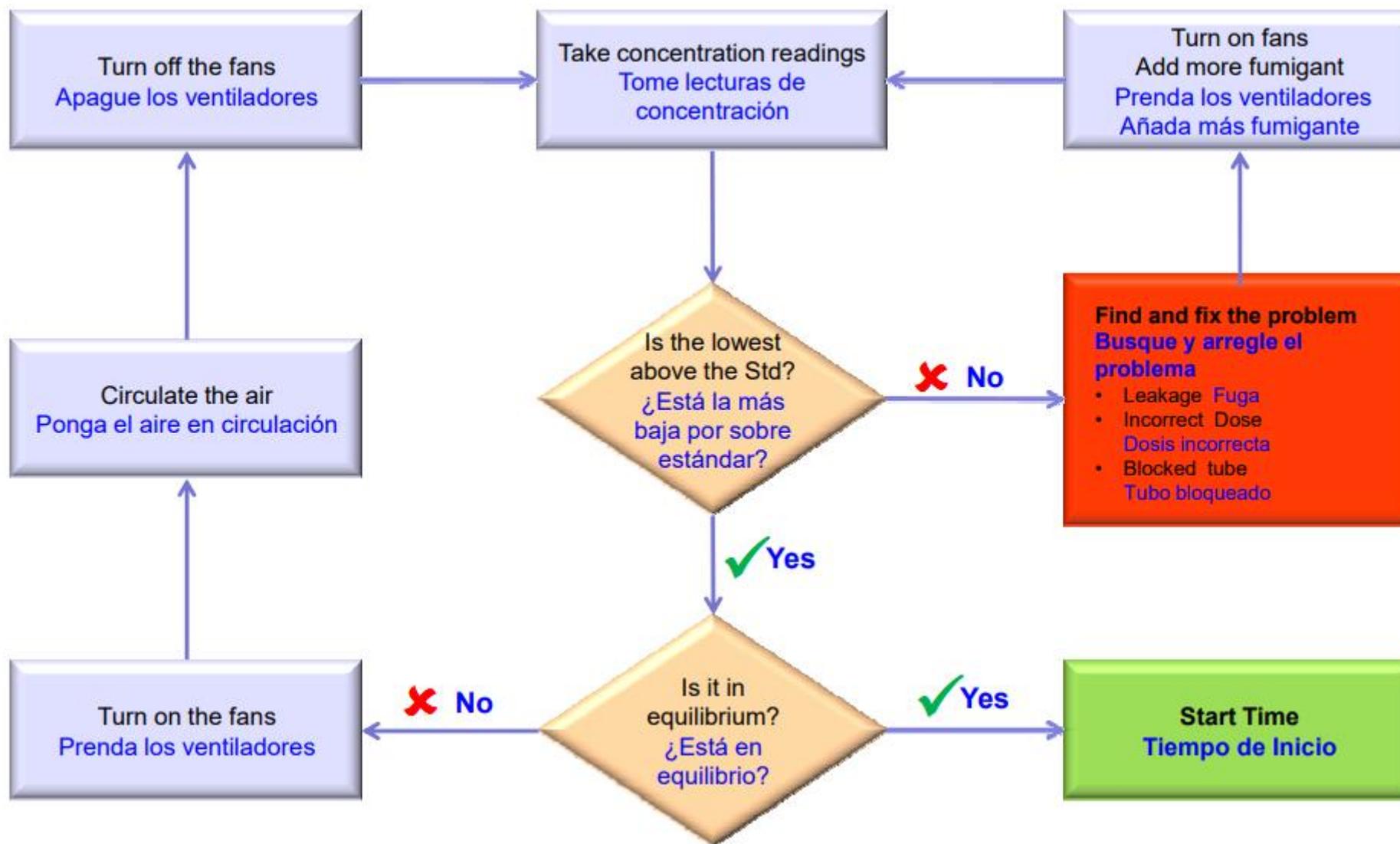
Tome la primera lectura cuando usted considere que se ha alcanzado el punto de equilibrio

La concentración mínima permitida al Punto de Partida es de 70% de la dosis inicial

Fumigaciones con periodo de exposición de hasta 48 horas requieren monitoreo al Punto de Partida y al Punto de Término

Fumigaciones con periodos de exposición de 48 horas o más, requieren monitoreo al Punto de Partida, en medio del proceso y al Punto de Término

PROCEDIMIENTO PARA CHEQUEO DE TIEMPO DE INICIO



PUNTO DE TÉRMINO (FIN DEL PROCESO)

- TODAS las lecturas DEBEN ser iguales al estándar o estar por sobre el estándar de concentración.
- Registre todas las lecturas de concentración y el momento en el que ellas han sido tomadas.
- No se requiere equilibrio.

EJEMPLO

Tasa de Dosis = 48 g/m^3
Duración = 24 hrs
Lectura de 24h = **18, 25, 21**
Todas sobre estándar
Fumigación exitosa
Comienzo de ventilación

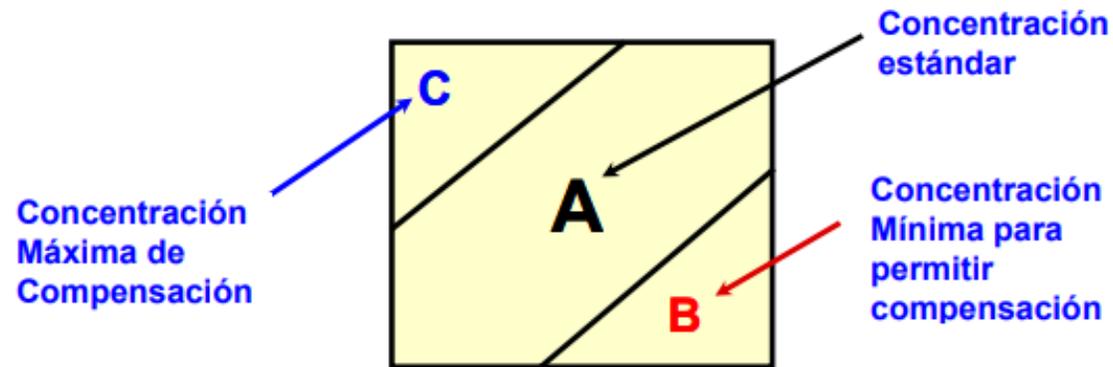
Std estándar = 14.4

Tasa de Dosis = 48 g/m^3
Duración = 24 hrs
Lectura de 24h = **12, 15, 21**
¡La lectura más baja esta bajo el Estándar!
¿Qué hacer después?

COMPENSACIÓN

En algunas circunstancias, la Norma DAFF permite que los niveles de gas sean compensados para prevenir que la fumigación falle

Tabla de monitoreo de concentración de compensación DAFF



Si se requiere una compensación en la concentración, la cantidad de bromuro de metilo que se puede añadir se calcula así:

Concentración Máxima (C) – Lectura más baja = Tasa de dosis (g/m³)

Tasa de dosis x volumen = dosis de compensación (g)

EJEMPLO DE COMPENSACIÓN

Si la tasa de dosis es 48g/m³ entonces, ¿cuáles son las concentraciones luego de 4 horas?

Concentración Estándar = 24 g/m³

Concentración Mínima = 19 g/m³

Concentración Máxima = 29 g/m³

Si la lectura más baja es 22.6 g/m³, la tasa de dosis es:

$$29 - 22.6 = 6.4 \text{ g/m}^3$$

Si el volumen es 36.5m³, la dosis de compensación es de:

$$6.4 \text{ g/m}^3 \times 36.5 \text{ m}^3 = 233.6 \text{ g (0.3 kg)}$$

Fase de fumigación	Dosis Inicial	32 g/m ³	40 g/m ³	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³
Fase de Distribución Punto de inicio	¼ - ½ hr 85% o más de la dosis inicial	32	40	48	56	64	72
	½ - 1 hr 75% o más de la dosis inicial	24	30	36	42	48	54
	> 1 hr 70% o más de la dosis inicial	22.4	28	33.6	39.2	44.8	50.4
Fase de Fumigación Concentración de bromuro de metilo después punto de	2 hrs 60% o más de la dosis inicial	24.2	29	33.8	38.6	43.4	48.2
	4 hrs 50% o más de la dosis inicial	21	25	29	33	37	41
	12 hrs 35% o más de la dosis inicial	16.2	19	21.8	24.6	27.4	30.2
	24 hrs 30% o más de la dosis inicial	14.6	17	19.4	21.8	24.2	26.6
	48 hrs 25% o más de la dosis inicial	13	15	17	19	21	23

TABLA PARA MONITOREO DE BROMURO DE METILO

Fase de dosificación	Dosis Inicial	32 g/m ³	40 g/m ³	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³	80 g/m ³	88 g/m ³	128 g/m ³	La dosificación está completa una vez que TODA la cantidad requerida de gas ha sido aplicada al recinto	
Fase de Distribución	Punto de Inicio	¼ - ½ hr 85% o más de la dosis inicial	32 27.2	40 34	48 40.8	56 47.6	64 54.4	72 61.2	80 68	88 74.8	128 108.8	El punto de inicio se alcanza cuando TODAS las lecturas de monitoreo están a o arriba de la Norma y dentro de 15% de la lectura más baja (Equilibrio).
		½ - 1 hr 75% o más de la dosis inicial	32 24	40 30	48 36	56 42	64 48	72 54	80 60	88 66	128 96	
		> 1 hr 70% o más de la dosis inicial	32 22.4	40 28	48 33.6	56 39.2	64 44.8	72 50.4	80 56	88 61.6	128 89.6	
Fase de Fumigación	Concentración de bromuro de metilo después punto de	2 hrs 60% o más de la dosis inicial	24.2 19.2	29 24	33.8 28.8	38.6 33.6	46.4 38.4	51.2 43.2	56 48	60.8 52.8	84.8 76.8	El periodo de exposición comienza cuando se ha alcanzado el Punto de Inicio. Por ejemplo, si una fumigación de 24 horas alcanza el Punto de Inicio 1 1/2 horas después de dosificar la fumigación, se considera completa 25 1/2 horas después de la dosificación y que TODAS las concentraciones estén en o arriba del estándar especificado para 24 horas.
		4 hrs 50% o más de la dosis inicial	21 16	25 20	29 24	33 28	40 32	44 36	48 40	52 44	72 64	
		12 hrs 35% o más de la dosis inicial	16.2 11.2	19 14	21.8 16.8	24.6 19.6	30.4 22.4	33.2 25.2	36 28	38.8 30.8	52.8 44.8	
		24 hrs 30% o más de la dosis inicial	14.6 9.6	17 12	19.4 14.4	21.8 16.8	27.2 19.2	29.6 21.6	32 24	34.4 26.4	46.4 38.4	
		48 hrs 25% o más de la dosis inicial	13 8	15 10	17 12	19 14	24 16	26 18	28 20	30 22	40 32	



A = Concentración estándar
 B = Concentración mínima para permitir compensación
 C = Concentración máxima de compensación

COMPENSACIÓN DURANTE EL PERIODO DE EXPOSICIÓN

- Debe usarse solamente en productos altamente absorbentes. No debe usarse para corregir practicas de fumigación inadecuadas.
- No se requiere extensión del periodo de exposición
- Todas las lecturas finales DEBEN ser iguales a el estándar o estar por sobre el estándar de concentración
- La compensación solo puede llevarse a cabo siempre y cuando la lectura más baja esté por encima de la concentración mínima (B) que permita compensación.

COMPENSACIÓN AL PUNTO DE TERMINO

Para compensación al término del proceso de fumigación:

- Extienda el proceso de fumigación por 4 horas
- Todas las lecturas finales después de las 4 horas DEBEN ser iguales o estar por sobre el estándar para el periodo de exposición inicial (ej.: 24horas)
- Esta permitido realizar solamente una compensación al Punto de Término
- La compensación al Punto de Término esta permitida incluso cuando se han realizado compensaciones durante la fumigación

Los cálculos de compensación son idénticos para ambas opciones de compensación

LA COMPENSACIÓN NO ESTÁ PERMITIDA CUANDO...

La concentración a caído por debajo del mínimo requerido en la Tabla de Cálculo Rápido. Si esto ocurre, la fumigación ha fallado.

Si el proceso de fumigación es de menos de 12 horas.

Si se lleva a cabo simplemente para corregir procesos de fumigación deficientes



VENTILACIÓN DEL RECINTO TRATADO

Se debe realizar una evaluación de riesgos para gestionar el proceso de ventilación y garantizar que es seguro teniendo en cuenta:

- Dirección predominante del viento
- Ubicación y proximidad del personal no protegido
- Extensión de la zona de exclusión para evitar la presencia de personal desprotegido en las inmediaciones

TLV = 5ppm

- Antes de permitir que personal sin protección ingrese a un recinto de fumigación o a un área de riesgo, éstos tienen que ser declarados libres de niveles peligrosos de fumigante.



SITC OIRSA en México

¡Gracias!