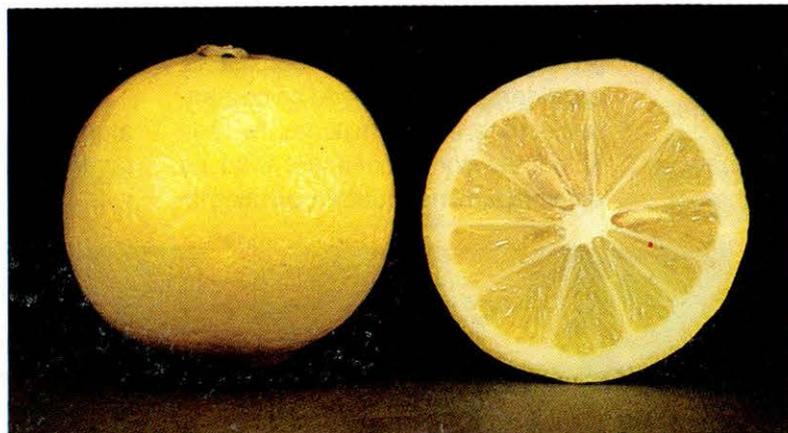


Tolerancia del Limón al Bromuro de Metilo



Variedad Eureka, localizada desde la III a la VII Región.

El presente estudio ha sido ejecutado bajo el esquema de financiamiento otorgado por el Fondo de Desarrollo Productivo (F.D.P.). Este es un mecanismo creado por la Corporación de Fomento de la Producción destinado a fomentar las acciones de desarrollo, investigación e innovación tecnológica que llevan a cabo los sectores productivos privados, mediante el otorgamiento de un subsidio que cubre parte del costo de estas acciones.

Con ello se incentiva además el desarrollo de la capacidad de investigación, a la vez que se incrementa el contacto y la cooperación entre centros y personal de investigación y los sectores productivos.

Con este sistema se busca impulsar la adopción de tecnologías necesarias para mantener a las empresas productivas nacionales en un adecuado nivel de competencia en los exigentes mercados actuales.

El Fondo de Desarrollo Productivo opera a través de un comité integrado por siete miembros –la mayoría del sector privado– que es el encargado de seleccionar los estudios y proyectos que recibirán el subsidio, para lo cual, convoca periódicamente a concurso nacional de proyectos al que se pueden presentar todos los estudios que tengan un grado adecuado de viabilidad técnica, cuyos resultados sean directamente aplicables a mejorar un proceso productivo existente o a crear uno nuevo; que cuenten con un ejecutor idóneo según la materia de que se trate y que posean un patrocinador que sea usuario real de los resultados potenciales.

El presente documento corresponde al informe final de uno de los proyectos seleccionados por el Fondo de Desarrollo Productivo, que la Gerencia de Desarrollo de Corfo entrega para conocimiento y utilización de los sectores productivos nacionales.

Para que esta fruta sea introducida en el mercado estadounidense es requisito obligatorio que previamente sea fumigada. El presente trabajo analiza, estudia y extrae conclusiones sobre los efectos del mencionado fumigante en la calidad final del cítrico.

El principal problema cuarentenario que presenta el limón de exportación para entrar al mercado de Estados Unidos es la presencia de la falsa arañita roja de la vid, "Brevipalpus chilensis Baker", plaga nativa, perteneciente al orden Acarina y a la familia Tenuipalpidae. Este ácaro se encuentra distribuido desde la IV a la IX Región, principalmente sobre vid vinífera, encontrándose, además en otras especies frutales y también en algunas plantas ornamentales.

Ello se desprende del estudio "Tolerancia del limón al Bromuro de Metilo", ejecutado bajo el esquema de financiamiento otorgado por el Fondo de Desarrollo Productivo, F.D.P., mecanismo creado por la Corporación de Fomento de la Producción, Corfo, y destinado precisamente a fomentar las acciones de desarrollo, investigación e innovación tecnológica que llevan a cabo los sectores productivos privados, mediante el otorgamiento de un subsidio que cubre parte del costo de estas acciones.

Tabla Nº 2

Fruta Procesada en Packing con Tratamiento de Encerado

Madurez	Grosor de la Cáscara (m.m)	Sólidos Solubles (°Brix)	Contenido de Jugo (% V/P) 1/
Verde a Verde Plateado	6,6 ± 0,7	8,4 ± 0,5	32,1 ± 3,1
Amarillo punta Verde	7,0 ± 0,5	8,3 ± 0,4	38,2 ± 2,5
Amarillo anaranjado	7,3 ± 0,7	8,7 ± 0,7	39,6 ± 2,8

Valores obtenidos de una muestra constituida por 10 frutos, ± la desviación estándar.
1/: Volumen-peso

TABLA 1
VOLUMEN DE LIMONES EXPORTADOS (SEPTIEMBRE-AGOSTO)
(Nº de Cajas)

MERCADO	TEMPORADA			
	84 - 85	85 - 86	86 - 87	87 - 88
E.U.A.	253.513	343.344	120.542	53.855
Latinoamérica	4.000	4.805	67	4.446
Europa	60.535	141.604	21.973	21.696
Otros	160	- - -	3	- - -
TOTAL	318.208	489.753	142.585	79.997

FUENTE: Asociación de Exportadores de Chile A.G.

A MODO DE PROLOGO

(RD) Antes de entrar de lleno en la materia vale la pena consignar la situación mundial respecto de los limones, destacando que la superficie ocupada por cítricos en el globo se estima en un millón 900 mil hectáreas, con una producción aproximada de 5.5 millones de toneladas, siendo los principales países productores, en orden de importancia, los Estados Unidos, Italia, México, India y España, quienes contribuyen con un 59 por ciento de la producción mundial.

Respecto de la producción nacional, y de acuerdo a un catastro frutícola realizado por CIREN-CORFO, la especie limonero ocupa el décimo lugar en importancia de las plantaciones frutícolas del país, siendo las principales variedades, en orden de crecimiento, Génova,

Eureka y Lisboa, correspondiendo, la primera de las nombradas, al 90 por ciento de la superficie dedicada a limoneros.

Ahora bien, en lo que atañe a la producción nacional de limones, ésta representa una relativa estabilidad con 68.000 toneladas anuales, que representan el 1,2 de la producción mundial, según estimaciones de la F.A.O. Por otra parte, la superficie destinada a este frutal ha experimentado una disminución a partir de 1973. En dicho año existían 7.660 hectáreas, mientras que en 1987 bajó a 5.335 ha., representando una reducción del orden del 30 por ciento.

La producción limonera se centraliza preferentemente en el área metropolitana y en la sexta región, sobresaliendo en esta última plantaciones en las zonas de San Vicente y Peumo.

La producción de limones se concentra fundamentalmente en los meses de invierno. Para atenuar los problemas de comercialización en el mercado interno ocasionados por esta concentración estacional de la oferta, una de las alternativas es incrementar las exportaciones de esta especie en los mercados de Norteamérica y Europa, aprovechando la ventaja estacional de la producción.

En la temporada 1987-1988 las exportaciones de limones alcanzaron a 79.997 cajas, siendo Estados Unidos el principal mercado de destino, hacia donde se canalizaron 53.855 cajas con un precio FOB promedio de US\$ 0,27 por kilo. Cabe hacer notar que la baja en el volumen exportador en la temporada 87-88 se debería a los mayores niveles de producción registrados en Estados Unidos y Europa, niveles que dependen directamente de las condiciones climáticas de dichas áreas.



Sintomatología del daño causado por Bromuro de metilo

pérdidas a productores y exportadores.

EXPERIENCIAS VALIDAS

Veamos ahora algunas experiencias y resultados derivados de la aplicación del bromuro de metilo en los limones. El BM, si bien es reconocido como uno de los fumigantes de menor fitotoxicidad, no es totalmente inocuo para frutas, es decir, puede producir modificaciones en el metabolismo del órgano vegetal.

FUMIGACION OBLIGATORIA

Por lo que concierne al problema cuarentenario planteado en el encabezamiento de esta crónica, es que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha establecido la fumigación obligatoria del producto, como condición de entrada para limones exportados desde Chile.

El mencionado tratamiento cuarentenario consiste en la aplicación de bromuro de metilo (BM), basado en las condiciones de dosis, temperatura y tiempo de exposición dadas en el Manual de Tratamientos de Protección Vegetal y Programas Cuarentenarios (PPQ), sección VI, Norma I-101 (a). Este proceso puede ser realizado en Chile o en Estados Unidos, con el objeto de disminuir la posibilidad de que se manifieste fitotoxicidad en el producto, al existir un menor período de tiempo entre dicho proceso y la comercialización de la fruta.

Sin embargo, la ventaja anterior es un tanto relativa, dado que, según antecedentes extraoficiales

proviene del país del norte, en la temporada 1987-1988 se reportaron daños severos causados por bromuro de metilo, lo que provocó

se pueden manifestar dependen del grado de susceptibilidad que presenta el producto al reaccionar como fumigante. Además, existen

Tabla Nº 3

Fruta seleccionada manualmente, sin pasar por la línea de packing y sin tratamiento de encerado

Madurez	Grosor de la Cáscara (mm)	Sólidos Solubles (°Brix)	Contenido de Jugo (% V/P)
Verde a Verde Plateado	6,4 ± 0,9	8,5 ± 0,4	36,6 ± 2,7
Amarillo punta Verde	7,0 ± 0,7	8,0 ± 0,3	38,3 ± 1,9
Amarillo anaranjado	7,3 ± 0,5	7,8 ± 0,6	40,4 ± 3,5

Valores obtenidos de una muestra constituida por 10 frutos, ± la desviación estándar.

Tabla Nº 4

Tratamientos en Limones provenientes de Selección Manual y de Packing

Fecha de embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (° C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m3)	Dosis efectiva de BM (g/m3)	Temperatura pulpa a la salida de la cámara de Fumigación (° C)
04.08.88	09.08.88	11,9	48	50-48	12,6
04.08.88	11.08.88	8,5	64	65-64	9,1

Tabla N° 5
Tratamientos en Limones con Diferentes Grados de Madurez

Característica de la fruta	Fecha de embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis calculada Norma T-101 (g/m ³)	Dosis efectiva medida de BM (g/m ³)	Temperatura pulpa a la salida de la cámara de Fumigación (°C)
Verde a verde plateado, con cera y sin cera	04.08.88	11.08.88	8,5	64	65-64	9,1
Amarillo punta verde, con cera y sin cera	04.08.88	11.08.88	8,5	64	65-64	9,1
Amarillo anaranjado con cera y sin cera	12.08.88	18.08.88	9,3	64	66-65	11,3

factores controlables que tienen una influencia importante en la tolerancia del producto, por ejemplo la madurez, demora en la aplicación del frío, concentración y temperatura de aplicación del fumigante, tiempo de almacenamiento y temperatura de almacenaje. (Auda 1980).

Las respuestas fitotóxicas de los frutales de hoja caduca en la fumigación con BM han sido descritas como mal sabor, alteraciones de la madurez, pardeamiento interno, escaldado, pardeamiento superficial, spotting, pitting y aumento de las pudriciones.

Auda indica, también, que la fumigación con BM en frutos cítricos produce daños en la piel, siendo más sensibles las naranjas y pomelos, y menos susceptibles los limones.

Investigaciones preliminares realizadas por Intec-Chile con el auspicio de CORFO sobre fumigaciones de limones señalan que la aplicación de dosis desde 24 a 64 g-metro cúbico a temperaturas bajas de 4,5 a 9,5 grados Celcius, produjeron un menor porcentaje de daño, con respecto a temperaturas mayores de fumigación. Además se pudo

observar que el aumento de las concentraciones del fumigante indujo a una mayor susceptibilidad al ataque de hongos, haciéndose más evidente este problema con tiempos prolongados de almacenaje.

DESORDENES FISIOLÓGICOS

Los limones, al igual que el resto de las frutas cítricas y subtropicales son sensibles a las bajas temperaturas, lo que implica el desarrollo de ciertos desórdenes fisiológicos. Estos trastornos inciden directamente sobre la calidad de la fruta y la hacen, además, susceptibles a pudriciones.

Una de las alteraciones que más afectan al limón es la "Peteca", depresión de la cáscara que se ubica

en forma dispersa sobre el fruto. Esta alteración se define como una depresión en la superficie del flavedo, donde las células superficiales en un comienzo se observan normales, pero las células del albedo se encuentran secas y contraídas.

La Oleocelosis, en tanto, es un desorden que corresponde al manchado de la epidermis del fruto, como consecuencia de la liberación de aceites esenciales de las glándulas oleicas ubicadas en el flavedo debido principalmente al daño mecánico causado en los procesos de recolección y manipulación de aquella fruta con una turgencia pronunciada, la cual se debe a factores tales como alta humedad del suelo, baja temperatura y alta humedad relativa.

Tabla N° 6
Tratamientos de Sobredosis en Limones

Fecha de Embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m ³)	Sobredosis calculada (g/m ³)	Dosis efectiva de BM (g/m ³) 1/2 hr - 2 hr.	Temperatura de pulpa a la salida de la cámara de fumigación (°C)
12.08.88	16.08.88	18,5	40	48	50-49	17,0
12.08.88	16.08.88	14,8	48	64	66-64	14,6

Tabla N° 7

Ensayo en Limones con daños mecánicos
(Daños y Defectos)

Fecha de Embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m ³)	Dosis efectiva de BM (g/m ³) 1/2 hr - 2 hr.	Temperatura de pulpa a la salida de la cámara de fumigación (°C)
12.08.88	18.08.88	9,3	64	66-65	11,3

Tabla N° 8

Ensayo en Limones con Diferentes Factores de Llenado

Fecha de Embalaje	Fecha de Fumigación	Factor de Llenado %	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m ³)	Dosis efectiva de BM (g/m ³) 1/2 hr - 2 hr.	Temperatura de pulpa a la salida de la cámara de fumigación (°C)
12.08.88	18.08.88	15	8,6	64	65-64	9,3
12.08.88	18.08.88	25	8,3	64	64-64	9,0
12.08.88	19.08.88	50	8,5	64	63-61	9,1

Tabla N° 9

Ensayo de Fumigación en Destino
(Fumigación en Destino)

Fecha de Embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m ³)	Dosis efectiva de BM (g/m ³) 1/2 hr - 2 hr.	Temperatura de pulpa a la salida de la cámara de fumigación (°C)
04.08.88	30.08.88	22,2	32	35-33	21,3
04.08.88	30.08.88	19,5	40	43-41	18,0

OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio que estamos analizando no fue otro que determinar entonces la tolerancia del limón al tratamiento del Bromuro de Metilo, BM, en función de aquellas variables que pueden estar asociadas a la aparición del daño fitotóxico como madurez, proceso de empaque, daño mecánico y manejo de la temperatura de pre y post tratamiento, entre otros.

Lo anterior considera especialmente las condiciones que pueden darse en un proceso de fumigación en Chile o en Estados Unidos.

Las metas específicas del proyecto fueron analizar factores predisponentes como madurez, período que transcurre entre cosecha y fumigación y manejo de la temperatura pre y post-fumigación, con el objeto de conocer el grado de asociación que existe entre el daño fitotóxico y dichos parámetros.

Asimismo, determinar las mejores combinaciones de concentración de Bromuro de Metilo y soporte de esta especie a fin de minimizar el deterioro durante el transporte y comercialización del producto en el mercado de destino.

MATERIALES Y METODOS

Durante el desarrollo de estudio se trabajó con limones del tipo Génova de exportación. Se seleccionaron tres grados de madurez –verde a verde plateado, amarillo punta verde y amarillo anaranjado– separándose, además, esta fruta de acuerdo a condiciones de manejo, es decir, fruta procesada en packing, con tratamiento de encerado y fruta seleccionada manualmente, sin pasar por la línea de packing y sin tratamiento de encerado.

Para la fumigación se usó BM ciento por ciento puro y una cámara de 4,51 metros cúbicos con dosificador por volumen y sistema de refrigeración o calefacción con control termostático de temperatura. En el mantenimiento del producto se utilizó una cámara refrigerada con control termostático de temperatura para la simulación de transporte al mercado de destino. En cuanto a simular condiciones de temperatura y humedad a la llegada de la fruta al mercado de destino, se usó una sala con aire acondicionado y humidificador neumático.

En cuanto a la metodología, para los diferentes ensayos, las fumigaciones se efectuaron de acuerdo a la Norma 101 (a), del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, que establece distintas combinaciones entre dosis y temperatura, manteniendo fijo el tiempo de exposición en dos horas, dentro de un proceso normal.

Las experiencias concretas fueron madurez, sobredosis, daños y factor de llenado y estuvieron orientadas a la ejecución del proceso de fumigación en Chile. Los ensayos, fumigación destino y condensación, simulaban las condiciones del proceso en destino, esto es, Estados Unidos.

Asimismo, y en consideración a que se deseaba obtener la información de los ensayos descritos anteriormente en condiciones de comercialización del producto, tanto en el tratado en origen, como el destino, fue sometido a una simulación de las condiciones de transporte marítimo, que es la vía usual de exportación. Por lo tanto, las diferentes variables se combinaron así:

Manejo de packing y madurez (dos evaluaciones); sobredosis, daños defectos y factor de llenado (una evaluación); fumigación destino (dos evaluaciones); condensación (una evaluación).

RESULTADOS GENERALES

Manejo de Packing. En lo que se refiere a la fitotoxicidad causada por efecto del fumigante, el estudio dejó entrever que los primeros síntomas visibles se presentaron, en general, entre los 5 y 7 días post-fumigación, como pequeñas áreas circulares y deprimidas de color parduzco en la superficie de la fruta. El síntoma también se manifestó como manchas de formas irregular cuando adquirió mayor intensidad. Según ensayos anteriores realizados por Intec a nivel de laboratorio, los síntomas pueden aparecer

Tabla N° 10
Ensayo de Fumigación en Limones con Humedad Condensada

Fecha de Embalaje	Fecha de Fumigación	Temperatura de pulpa al fumigar (°C)	Dosis de BM Norma T-101 (g/m ³)	Dosis efectiva de BM (g/m ³) 1/2 hr - 2 hr.	Temperatura de pulpa a la salida de la cámara de fumigación (°C)
04.08.88	29.08.88	19,5	40	42-40	18,0

Tabla N° 11
Fitotoxicidad Causada por Bromuro de Metilo en Limones Encerados y sin Encerar, sometidos a frío inmediato

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Días Post-fumigación, origen			
		24		31	
		% Daño	Intensidad	% Daño	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	48	1,1	Incipiente	1,9	Incipiente
	64	2,5	Incipiente a leve	2,8	Incipiente a leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	48	4,3	Incipiente a leve	4,2	Incipiente a leve
	64	13,3	Incipiente a leve	16,2	Incipiente a leve

incluso a las 48 horas de post-tratamiento.

La diferencia entre las distintas velocidades en la aparición de los síntomas, se debe posiblemente a las características de heterogeneidad natural de cada fruta. Seguidamente, después de transcurrir 24 a 31 días de post-fumigación, la fruta no manifestó un aumento significativo en el nivel

de daño con respecto a lo ya observado en los primeros 7 días de post-fumigación.

El estudio también determinó que en todos los tratamientos de fumigación en fruta procesada en packing, con tratamiento de encerado y fruta seleccionada manualmente sin tratamiento de encerado, sometida a dos condiciones de manejo de temperatura post-fumigación, hubo daño causado por el BM, el cual se graficó en un mayor porcentaje de fruta fumigada con la dosis alta -64 gramos por metro cúbico- independiente del manejo de la temperatura post-fumigación.

Por otra parte se pudo observar claramente que la fruta procesada en packing comercial con tratamiento de encerado presentó, en general, un porcentaje de daño significativamente inferior a 1,4 y 2,3 por ciento para las dosis de 48 y 64 gramos por metro

Tabla N° 12

Fitotoxicidad Causada por Bromuro de Metilo en Limones Encerados y sin Encerar, sometidos a frío postergado

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Días Post-fumigación, origen			
		24		31	
		% Daño	Intensidad	% Daño	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	48	1,3	Incipiente	1,2	Leve
	64	1,7	Incipiente	2,3	Incipiente a leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	48	5,8	Leve a moderado	5,4	Leve a moderado
	64	8,5	Leve	12,3	Leve a moderado

Tabla Nº 13
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a sus características fisico-químicas
 FRUTA SOMETIDA A FRIO INMEDIATO - 24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m3)	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de Jugo (% V/P)	Sólidos Solubles ° Brix
			%	Intensidad		
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	6,6	4,0	Leve	30,6	8,5
	48	6,8	12,3	Leve	22,6	8,5
	64	6,0	13,3	Leve	37,1	8,6
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	7,1	2,7	Leve	38,7	8,3
	48	6,5	5,1	Leve	32,3	3,2
	64	5,5	11,2	Leve	44,1	7,8

Tabla Nº 14
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a sus características fisico-químicas
 FRUTA SOMETIDA A FRIO POSTERGADO -24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m3)	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de Jugo (% V/P)	Sólidos Solubles ° Brix
			%	Intensidad		
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	6,1	3,8	Leve	38,6	8,9
	48	6,5	10,8	Leve	37,5	8,6
	64	6,4	15,3	Leve	36,5	9,3
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	6,8	3,0	Leve	36,5	8,0
	48	6,0	6,7	Leve	41,7	8,2
	64	6,0	10,0	Moderado	42,6	7,8

cúbico, respectivamente, en relación a aquellos limones seleccionados manualmente y sin tratamiento de encerado, donde el daño fue de 4,9 y 12,5 por ciento, para las dosis respectivas indicadas anteriormente. La intensidad del daño fue, en general, de incipiente a moderado.

MADUREZ

El efecto fitotóxico de la fumigación con 64 gramos de BM por metro cúbico en limones presenta un nivel creciente de daño a medida en que la fruta adquiere mayor grado de madurez. En ambas fechas de evaluación se observó esta tendencia,

Tabla Nº 15
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a sus características fisico-químicas
 FRUTA SOMETIDA A FRIO INMEDIATO - 31 DIAS POST - FUMIGACION , ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m3)	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de Jugo (% V/P)	Sólidos Solubles ° Brix
			%	Intensidad		
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	6,5	4,5	Leve	33,9	8,7
	48	6,2	10,8	Leve	32,9	9,0
	64	6,2	8,5	Leve	33,5	8,8
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	7,2	3,0	Leve	34,0	8,2
	48	6,3	7,1	Leve	26,7	9,0
	64	5,3	10,7	Leve a Moderado	39,4	8,5

en que el daño general registrado fue de 2,1 por ciento; 7,7 por ciento y 13 por ciento en los limones verdes a verde plateado, amarillos y amarillos anaranjados, en ese orden.

En cuanto al procedimiento de selección de la fruta, éste influyó de manera importante, ya que se comprobó un mayor grado de daño, en general, en aquella fruta seleccionada manualmente y sin tratamiento de encerado.

En lo que atañe al afecto de fumigantes en limones con distintos grados de madurez y proceso de selección sobre el gro-

sor de la cáscara, deshidratación de la roseta, contenido de jugo y sólidos solubles, se apreció que no hubo diferencias significativas entre los distintos parámetros antes indicados, en relación al grado de madurez y proceso de selección de fruta fumigada, en ambas fechas de evaluación. En este sentido, los valores promedio registrados fueron de 6,3 mm, 10,8%, 31,9% y 8,5% Brix para grosor de la cáscara, deshidratación de la roseta, contenido de jugo y sólidos solubles, respectivamente.

Tampoco hubo diferencias claras entre los distintos grados de madurez y procesos

de selección de la fruta fumigada, en ambas fechas de evaluación, en lo que concierne a la incidencia de oleocelosis, cuyo valor promedio alcanzó 1,5% con intensidad incipiente. En relación a la aparición de peteca la madurez tampoco influyó, observándose daño sólo en algunos tratamientos. La incidencia de este desorden fue en general de 0,8%, con intensidad de incipiente a leve.

SOBREDOSIS

Las dosis de 48 y 64 gramos de BM por metro cúbico aplicadas en limones con temperaturas de pulpa mayores a las establecidas en la norma T-101 (a), produjeron un fuerte deterioro, alcanzándose un nivel de 15,2% de daño con la dosis más alta (64 g por metros cúbico), grado similar al obtenido en limones amarillos anaranjados sin encerar, fumigados con similar dosis.

Lo anterior se debería a una mayor actividad fisiológica de la fruta por encontrarse con una temperatura de pulpa alta en el momento de la fumigación, facilitando con ello la acción fitotóxica del fumigante. Cabe recordar que las mismas dosis indicadas anteriormente, aplicadas en fruta con iguales caracterís-

ticas pero con temperaturas de pulpa de acuerdo a la Norma T-101 (a), es decir, a 11,8 grados Celcius para 48 gramos de BM por metro cúbico y 8,5 para 64 gramos de BM por metro cúbico provocaron sólo un 1,4% y 2,3% de daño respectivamente.

Tabla N° 16
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a sus características físico-químicas
FRUTA SOMETIDA A FRIO POSTERGADO - 31 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta %		Contenido de Jugo (% V/P)	Sólidos Solubles ° Brix
			Intensidad			
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	6,7	3,9	Leve	29,7	9,2
	48	6,8	13,5	Leve	37,6	9,0
	64	6,3	12,2	Moderado	29,4	8,8
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	7,0	3,6	Leve	34,0	8,4
	48	6,0	7,5	Leve a Moderado	37,2	8,5
	64	5,5	14,3	Leve a Moderado	36,7	8,2

Tabla N° 17
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a desordenes fisiológicos y daños causados por hongos
FRUTA SOMETIDA A FRIO INMEDIATO - 24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Oleocelosis %		Peteca %		Pudrición %	
		Intensidad		Intensidad		Intensidad	
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	2,6	Incipiente a leve	0	-	0	-
	48	1,3	Incipiente a leve	0	-	0	-
	64	1,7	Incipiente a leve	1,5	Leve	3,3	Leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	2,3	Incipiente a leve	0	-	1,5	Moderado
	48	2,3	Incipiente a leve	0	-	0,9	Moderado
	64	2,0	Incipiente a leve	1,0	Leve	12,5	Moderado

Tabla N° 18
Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a desordenes fisiológicos y daños causados por hongos
FRUTA SOMETIDA A FRIO POSTERGADO - 24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Oleocelosis %		Peteca %		Pudrición %	
		Intensidad		Intensidad		Intensidad	
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	1,9	Incipiente	0	-	0	-
	48	2,6	Incipiente	0	-	0	-
	64	2,0	Incipiente	0	-	2,5	Leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	3,4	Incipiente	0	-	2,3	Moderado
	48	3,5	Incipiente	0	-	9,2	Moderado
	64	5,0	Incipiente	0	-	5,8	Moderado

DAÑOS Y DEFECTOS

Con respecto al efecto del fumigante, aplicado en dosis de 64 gramos por metros cúbico sobre fruta dañada artificialmente, se pudo apreciar un leve aumento porcentual de frutos con fitotoxicidad,

Tabla Nº 19

Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a desordenes fisiológicos y daños causados por hongos

FRUTA SOMETIDA A FRIO INMEDIATO - 31 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m3)	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
		%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	3,8	Incipiente	0	-	0,8	Leve a Moderado
	48	2,5	Incipiente	0	-	0,4	Moderado
	64	3,1	Incipiente a leve	0,8	Incipiente	5,3	Moderado
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	2,9	Incipiente	0	-	1,9	Leve
	48	2,0	Incipiente	0	-	2,1	Moderado
	64	3,5	Incipiente a leve	0,7	Leve	16,8	Moderado

Tabla Nº 20

Respuesta General de la Fruta Fumigada en cuanto a desordenes fisiológicos y daños causados por hongos

FRUTA SOMETIDA A FRIO POSTERGADO - 31 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Dosis de Bromuro de Metilo (g/m3)	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
		%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	0	2,5	Incipiente	0	-	1,0	Leve
	48	4,0	Incipiente	0	-	4,5	Moderado
	64	1,5	Incipiente	2,5	Leve	2,8	Moderado
Selección manual y sin tratamiento de encerado	0	2,0	Incipiente	0,9	Leve	3,8	Moderado
	48	1,0	Incipiente	3,5	Leve	10,7	Moderado
	64	3,6	Incipiente	2,7	Leve	12,8	Leve a Moderado

en relación a aquella fruta tratada con igual dosis, proveniente de una selección de packing. El grado de daño alcanzado por efecto del BM fue de 4% contra 2,3% de fito-

toxicidad, obtenida en fruta sin daño mecánico. Lo anterior se debería a que la cáscara pierde resistencia natural en la parte afectada, facilitando de esta manera la penetra-

Tabla Nº 21

Efecto Fitotóxico de la Fumigación con 64 g de BM/m3 en limones con distintos grados de madurez y procesos de selección

Manejo y Característica de la fruta	Madurez	Días Post-fumigación, origen			
		24		31	
		% Daño	Intensidad	% Daño	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	1,5	Incipiente	1,8	Incipiente
	Amarillo	3,3	Incipiente a leve	4,2	Leve
	Amarillo anaranjado	11,7	Incipiente a leve	10,8	Leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	2,5	Leve	2,6	Incipiente
	Amarillo	12,3	Incipiente a leve	11,0	Leve a moderado
	Amarillo anaranjado	15,8	Leve a moderado	13,7	Leve a moderado

ción del BM y con ello su acción fitotóxica. Asimismo los parámetros, grosor de la cáscara, deshidratación de la roseta, contenido de jugo, sólidos solubles, oleocelosis y peteca no fueron afectados bajo estas condiciones de tratamiento, resultando valores similares a los obtenidos en fruta procesada en packing y tratada con 64 gramos de BM por metro cúbico. No obstante lo anterior, la fruta sufrió daños por hongos, lo que se explica por la presencia de daños mecánicos -heridas, roce y machucones- los que facilitan la entrada de microorganismos por la epidermis.

FACTOR DE LLENADO

El efecto del BM en limones con diferentes factores de llenado en la cámara no influye significativamente en el nivel de fitotoxicidad, resultado para los tres factores valores similares. Cabe señalar que en una cámara comercial su capacidad de carga oscila entre 30,5% a 45,5% del volumen total, dependiendo del diseño o tipo de cámara.

FUMIGACION DESTINO

El estudio determinó que la fitotoxicidad causada por el BM sobre la fumigación simulada en destino produjo efectivamente daño fitotóxico, lo que fue observado tanto a los 7 días como a los 13 días post-tratamiento, en dosis de 32 y 40 gramos del producto por metro cúbico y aplicado en temperaturas de pulpa de 22,2 grados Celcius

y 19,5 grados Celcius. El nivel promedio de fitotoxicidad obtenido en ambas fechas de evaluación fue de 0,7% y 1,1% con las dosis nombradas y con una intensidad de daño incipiente.

Cabe recordar que los tratamientos de fumigación con 48 y 64 g. de BM por metros cúbico aplicados en la fruta a temperatura de pulpa de 11,9 y 8,5 grados Celcius, respectivamente, bajo condiciones simuladas en Chile, ocasionaron en término medio un 1,4% y 2,3% de fitotoxicidad, con intensidad de incipiente a leve.

El menor grado de daño observado en fumigación destino con respecto a la fumigación aplicada en Chile, se explica por las menores dosis utilizadas en el primer caso. Ello ocurre porque las condiciones de temperatura en que se encontraría la fruta en el país destino al momen-

to de fumigar, son naturalmente mayores en relación a las temperaturas reinantes en Chile durante la cosecha del limón, lo que obliga a una mayor dosis de acuerdo a lo que estipula la norma.

CONDENSACION

En cuanto al efecto de tener en la fruta un alto contenido de humedad al momento de fumigar en destino,

se comprobó que una dosis de 40 gramos de BM por metro cúbico, aplicada a temperatura de pulpa de 19,5 grados Celcius, produjo a los 13 días de post-tratamiento un nivel de daño fitotóxico del 10 por ciento.

Este nivel fue significativamente superior al obtenido en iguales condiciones, pero sin una humedad condensada en la fruta, en donde el daño sólo fue del 1,1 por ciento.

RESPIRACION

La aplicación en dosis de 64 g. por metro cúbico sobre la respiración en limones detectó que el efecto del fumigante en la fruta encerada, fumigada, control de encerado, control sin encerar y encerados fumigados de madurez verde plateado muestra un comportamiento similar en respiración, con una tasa promedio de 25,1 ml de CO² kilos-hora. Sin embargo, en

Tabla Nº 22

Efecto de la fumigación con 64 g de bromuro de metilo por m³ en limones con diferentes grados de madurez y procesos de selección en relación a las características fisico-químicas
24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Madurez	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de Jugo (% P/V)	Sólidos Solubles °Brix
			%	Intensidad		
Procesada en packing, con tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	6,3	11,7	Incipiente a leve	31,3	8,8
	Amarillo	6,5	12,5	Incipiente a leve	30,8	8,6
	Amarillo anaranjado	5,8	8,7	Incipiente a leve	35,8	9,0
Selección manual y sin tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	6,2	9,3	Incipiente a leve	32,6	8,8
	Amarillo	6,9	8,5	Incipiente a leve	31,7	8,3
	Amarillo anaranjado	6,5	13,8	Incipiente a leve	33,9	8,2

Tabla Nº 23

Efecto de la fumigación con 64 g de bromuro de metilo por m³ en limones con diferentes grados de madurez y procesos de selección en relación a las características fisico-químicas

31 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Madurez	Grosor de la Cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de Jugo (% P/V)	Sólidos Solubles °Brix
			%	Intensidad		
Procesada en packing, con tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	6,6	9,3	Leve	30,6	8,6
	Amarillo	6,3	13,6	Incipiente a leve	28,9	8,5
	Amarillo anaranjado	6,0	9,5	Incipiente a leve	33,5	8,5
Selección manual y sin tratamiento de encerado	Verde a verde plateado	5,2	8,9	Incipiente a leve	32,4	9,0
	Amarillo	7,0	10,8	Leve	30,6	8,1
	Amarillo anaranjado	6,3	12,7	Leve	31,3	8,0

Tabla Nº 24

Efecto de la fumigación con 64 g de bromuro de metilo por m³ en limones con diferentes grados de madurez y procesos de selección en relación a la incidencia de desórdenes fisiológicos y aparición de hongos

24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Madurez	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
		%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	Verde a verde plateada	1,9	Incipiente	0	-	3,2	Leve
	Amarillo	2,5	Incipiente	0,8	Leve	2,8	Leve
	Amarillo anaranjado	1,7	Incipiente	1,7	Incipiente	6,7	Leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	Verde a verde plateada	1,2	Incipiente	2,0	Incipiente a leve	8,7	Leve
	Amarillo	1,0	Incipiente	0	-	13,8	Leve a moderado
	Amarillo anaranjado	1,3	Incipiente	0	-	17,8	Moderado

Tabla Nº 25

Efecto de la fumigación con 64 g de bromuro de metilo por m³ en limones con diferentes grados de madurez y procesos de selección en relación a la incidencia de desórdenes fisiológicos y aparición de hongos

31 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Manejo y Característica de la fruta	Madurez	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
		%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
Procesada en packing con tratamiento de encerado	Verde a verde plateada	1,5	Incipiente	0,8	Incipiente	2,8	Leve
	Amarillo	1,8	Incipiente	0	-	3,5	Leve
	Amarillo anaranjado	2,0	Incipiente	2,0	Incipiente a leve	4,7	Leve
Selección manual y sin tratamiento de encerado	Verde a verde plateada	1,6	Incipiente	1,8	Incipiente	6,8	Leve
	Amarillo	0	-	1,5	Incipiente	13,0	Leve a moderado
	Amarillo anaranjado	1,9	Incipiente	0	-	14,5	Moderado a severo

Tabla Nº 26

Grado de Fitotóxicidad causado por una sobredosis de fumigante en limones encerados

24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Temperatura de pulpa (°C)	% Daño	Intensidad
48	18,5 1)	9,8	Leve a moderado
64	14,8 2)	15,2	Leve a moderado

1) 40 g de BM/m³ según Norma T-101(a)
2) 48 g de BM/m³ según Norma T-101(a)

los limones sin encerrar fumigados, se apreció una tasa respiratoria significativamente superior con respecto a los tratamientos anteriores, cuyo valor alcanzó a 34 ml del producto por kilos-hora.

UNA DOCENA DE CONCLUSIONES VALEDERAS

Específicamente entonces, el estudio arrojó las siguientes conclusiones válidas.

1. La fumigación con 48 gramos de BM por metro cúbico, efectuada bajo condiciones simuladas en Chile, en limones de madurez amarillo punta verde y procesados en packing comercial con tratamiento de encerado, no afecta en gran medida la calidad de la fruta, obteniéndose niveles bajos de fitotoxicidad, no mayores a 1,4% con intensidad de incipiente a leve.

2. El nivel de daño causado por el fumigante está estrechamente relacionado con el grado de madurez que presenta la fruta. Los limones se hacen más susceptibles a sufrir fitotoxicidad cuando su madurez es más avanzada, como por ejemplo, amarillo o amarillo anaranjado.

3. La fruta proveniente de una selección en packing comercial es afectada en menor o mayor grado en la medida en que ésta sea tratada con proceso de encerado o no y

4. La fumigación con 64 g de bromuro de metilo por m³ en limones con diferentes grados de madurez y procesos de selección en relación a la incidencia de desórdenes fisiológicos y aparición de hongos, a los 24 días post-fumigación, originó niveles de daño fisiológico y aparición de hongos que fueron superiores a los obtenidos con 48 g de bromuro de metilo por m³.

si proviene de una selección manual o no.

4. La fumigación, en general, y la madurez más avanzada tienden a favorecer la aparición de daño causado por hongos, lo que se agrava cuando la fruta proviene de una selección manual y sin tratamiento de encerado.

5. Una sobredosis de fumigante del orden de un 20 a 33%, dado principalmente por una diferencia de temperatura de pulpa en la fruta al momento de fumigar, conduce a un alto nivel de daño fitotóxico.

6. Un incremento en el nivel de fitotoxicidad en la fruta ocurre también cuando ésta presenta daños mecánicos como heridas, roces o machucones. Esto debido a que la cáscara pierde la función de barrera natural frente al fumigante, al encontrarse deteriorada, facilitando de esta forma la acción fitotóxica del bromuro de metilo.

7. Una alta humedad condensada en la superficie del producto, producido por el cambio de condiciones de almacenaje, desde una situación de baja temperatura a otra calurosa al momento de fumigar, predispone a la fruta a un mayor grado de daño fitotóxico.

8. Las dosis de 32 y 10 gramos por metro cúbico, aplicadas bajo condiciones simuladas de tratamiento en destino, producen un bajo nivel de daño fitotóxico, no mayor a 0,9%, contrariamente a lo reportado en la temporada 1987-1988 en Estados Unidos, en donde los daños fueron severos. Esta diferencia se explica por el hecho de que bajo condiciones simuladas de destino, los tratamientos fueron aplicados en condiciones de temperatura controlada, es decir, sin producirse grandes diferencias de temperatura en el producto y sin una alta humedad condensada en la superficie de la fruta.

Tabla N° 27

Efecto de la fumigación con 64 g/m³ en limones estibados con diferentes factores de llenado en la cámara

24 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Factor de llenado %	% Daño	Intensidad
15	2,3	Incipiente a leve Incipiente a leve Leve
25	3,1	
50	2,5	

Tabla N° 28

Fitotoxicidad en limones fumigados en destino bajo condiciones simuladas

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Días post - fumigación			
	7		13	
	% Daño	Intensidad	% Daño	Intensidad
32	0,7	Incipiente	0,8	Incipiente
40	1,2	Incipiente	1,0	Incipiente

Tabla N° 29

Características físico-químicas de la fruta fumigada en destino bajo condiciones simuladas

7 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Grosor de la cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de jugo (% V/P)	Sólidos Solubles °Brix
		%	Intensidad		
0	6,2	2,8	Incipiente	37,0	8,8
32	6,5	3,0	Incipiente	35,5	9,1
40	6,3	3,5	Incipiente	38,1	8,8

Tabla N° 30

Características físico-químicas de la fruta fumigada en destino bajo condiciones simuladas

13 DIAS POST - FUMIGACION, ORIGEN

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Grosor de la cáscara (mm)	Deshidratación de la roseta		Contenido de jugo (% V/P)	Sólidos Solubles °Brix
		%	Intensidad		
0	6,8	2,5	Incipiente	26,1	9,5
32	6,6	3,7	Incipiente	34,5	9,0
40	6,0	4,0	Incipiente	29,7	9,0

9. La fumigación favorece un aumento de la tasa respiratoria en los limones, siempre y cuando éstos

estén sin tratamiento de encerado. Esto significa que la cera produce un efecto impermeabilizante, impi-

Tabla N° 31

Desordenes fisiológicos y daños causados por hongos en fruta fumigada en destino bajo condiciones simuladas

7 DIAS POST - TRATAMIENTO

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
	%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
0	3,3	Incipiente	0	- - -	0	- - -
32	2,3	Incipiente	0	- - -	1,0	Moderado
40	0,8	Incipiente	0	- - -	1,5	Moderado

Tabla N° 32

Desordenes fisiológicos y daños causados por hongos en fruta fumigada en destino bajo condiciones simuladas

13 DIAS POST - TRATAMIENTO

Dosis de Bromuro de Metilo (g/m ³)	Oleocelosis		Peteca		Pudrición	
	%	Intensidad	%	Intensidad	%	Intensidad
0	2,2	Incipiente	0,7	Incipiente	0,7	Leve
32	1,0	Incipiente	0	- - -	1,4	Moderado
40	0,8	Incipiente	0	- - -	1,3	Moderado

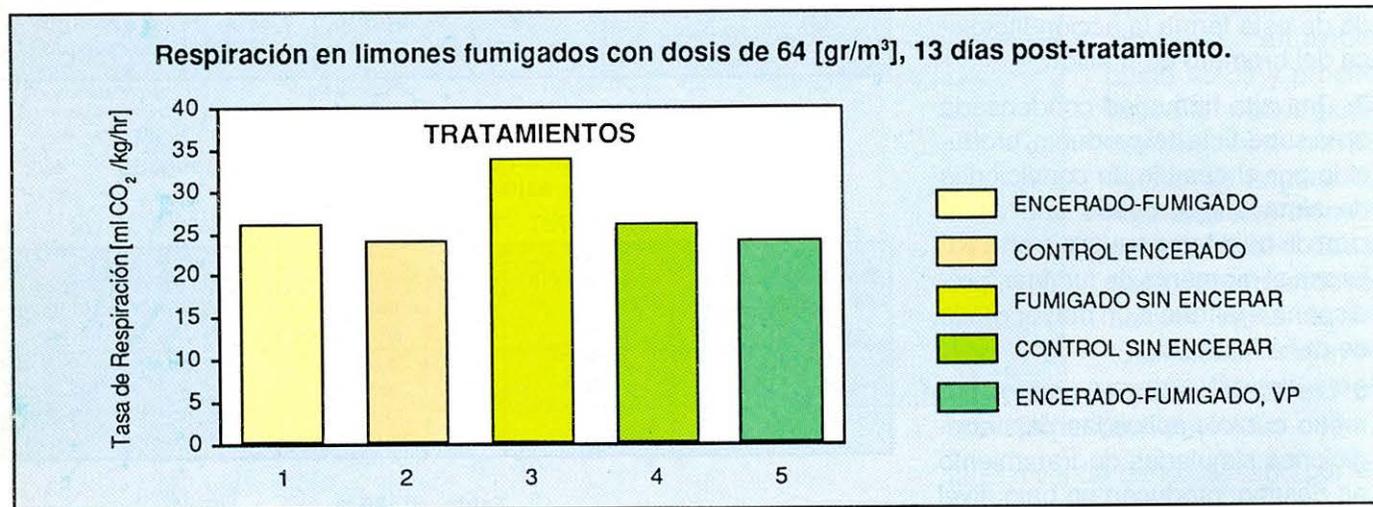
diendo en alguna medida la penetración del gas y con ello su acción fisiológica.

10. El grado de deshidratación de la roseta de los limones aumenta en relación a la dosis creciente de bromuro de metilo, independientemente del proceso de selección previo, estado de madurez y manejo de la temperatura post-fumigación.

11. El BM no influye en la incidencia de desórdenes fisiológicos tales como oleocelosis y peteca. Además, tampoco afecta el grosor de la cáscara, contenido de jugo y sólidos solubles.

12. Los diferentes factores de carga o llenado en una cámara no influyen en la respuesta de los limones frente a la fumigación con bromuro de metilo. ■

FIGURA 1



PORQUE LAS INSTITUCIONES DEBEN JUSTIFICAR SU RAZON DE SER, CORFO SE PRESENTA HOY ADAPTANDO SUS SERVICIOS A LAS ACTUALES NECESIDADES DEL EMPRESARIADO NACIONAL.