

870127

12

2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EFFECTOS DEL ETILENO Y ETHEPHON (ACIDO 2 -
CLOROETIL FOSFONICO), EN LA ACELERACION DEL
CAMBIO DE COLOR EN TOMATES (*Lycopersicon Esculentum*).

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
Martha Ma. Alejandra García Navarro

ASESOR: ROSA MA. MUÑOZ SAUCEDA
GUADALAJARA, JALISCO 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	pág.
INTRODUCCION	1
I GENERALIDADES	3
1.1 Tomate	3
1.1.1 Origen y Distribución	3
1.1.2 Clasificación Botánica	3
1.1.3 Clasificación Agronómica	4
1.1.4 Morfología del tomate	4
1.1.5 Fisiología del tomate	6
1.1.6 Agronomía del tomate	6
1.1.7 Variedades	7
1.1.8 Propagación	7
1.1.9 Cosecha	7
1.1.10 Cambios químicos durante la maduración y senescencia	9
1.1.11 Composición Nutricional	12
1.1.12 Uso del Tomate	13
1.1.13 Producción del tomate en México	13
1.2 Fitorreguladores	14
1.2.1 Ethephon	14
A Nomenclatura, propiedades físicas y químicas .	14
B Usos	15
C Precaución en su uso	15
D Comportamiento Fisiológico y químico	16

870127
12
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EFFECTOS DEL ETILENO Y ETHEPHON (ACIDO 2 -
CLOROETIL FOSFONICO), EN LA ACELERACION DEL
CAMBIO DE COLOR EN TOMATES (*Lycopersicon Esculentum*).

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
Martha Ma. Alejandra García Navarro

ASESOR: ROSA MA. MUÑOZ SAUCEDA
GUADALAJARA, JALISCO 1987

INDICE

	pág.
INTRODUCCION	1
I GENERALIDADES	3
1.1 Tomate	3
1.1.1 Origen y Distribución	3
1.1.2 Clasificación Botánica	3
1.1.3 Clasificación Agronómica	4
1.1.4 Morfología del tomate	4
1.1.5 Fisiología del tomate	6
1.1.6 Agronomía del tomate	6
1.1.7 Variedades	7
1.1.8 Propagación	7
1.1.9 Cosecha	7
1.1.10 Cambios químicos durante la maduración y senescencia	9
1.1.11 Composición Nutricional	12
1.1.12 Uso del Tomate	13
1.1.13 Producción del tomate en México	13
1.2 Fitorreguladores	14
1.2.1 Ethephon	14
A Nomenclatura, propiedades físicas y químicas .	14
B Usos	15
C Precaución en su uso	15
D Comportamiento Fisiológico y químico	16

E	Propiedades Toxicológicas	16
F	Síntesis y Métodos analíticos	16
1.2.2	Etileno	17
A	Nomeclatura, propiedades físicas y químicas .	17
B	Propiedades toxicológicas	18
C	Precauciones en su uso	18
D	Historia	18
E	Comportamiento Fisiológico y Bioquímico	19
F	Síntesis y Biogénesis	21
1.3	Influencia del Etileno y Ehephon (ác. 2-cloroetil fosfónico) en la maduración del tomate	26
1.4	Antecedentes de la aplicación de Etileno y Ehephon como Fitorreguladores en el crecimiento y maduración del Tomate	27
II	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	30
2.1	Tratamiento con Etileno	32
2.2	Tratamiento con Ehephon (ác. 2-cloroetil fosfónico).	35
III	RESULTADOS Y DISCUSIONES	37
3.1	Datos Experimentales	37
3.2	Análisis de Resultados y Discusiones	59
IV	CONCLUSIONES	64
V	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66

INTRODUCCION

En la actualidad se ha considerado al tomate como uno de los mas importantes productos alimenticios vegetales. Su cultivo tiene ventajas económicas y nutritivas particulares, ocupando un lugar preponderante entre las hortalizas del mundo. No obstante los problemas a que se enfrentan los productores de tomate, las principales razones por las cuales con frecuencia limitan las siembras, son: los sistemas inadecuados de comercialización, las amplias fluctuaciones estacionales en el abastecimiento, el precio, el bajo rendimiento y las pérdidas de postcosecha.

México esta considerado como un país importante en la producción de tomate, produciendolos para el mercado de verdura fresca en gran escala tanto para el consumo nacional como para el mercado de la exportación. Alrededor de las cuatro quintas partes del tomate mexicano se exporta a los Estados Unidos y Canadá. Por lo que se prevee la necesidad de un mayor control en las condiciones de desarrollo de la fruta de tomate, que aseguren un nivel de calidad elevado.

Los tomates para el mercado de verduras frescas se cosechan en su estadio de color verde maduro. Sin embargo para exhibirse en el mercado deben tener un color rojo maduro, para que sea mas atractivo para el consumidor. Razón por la cual es importante el uso de los fitorreguladores en la aceleración de la velocidad de

cambio de color de esta hortaliza, de tal manera que haya mayor disponibilidad para su consumo, minimizando las pérdidas para el productor y comerciante.

En México, el uso de estos fitorreguladores en la maduración acelerada y controlada del tomate no se ha llevado a la práctica y no por que se desconozca su efectividad sino por la falta de información sobre su correcta utilización.

La maduración del tomate puede ser controlada por medio de fitorreguladores de crecimiento como gas Etileno y ácido 2-cloroetil fosfónico (Ethephon), entre otros.

El objetivo de este trabajo es determinar experimentalmente los efectos de Etileno y Ethephon, en la velocidad del cambio de color del tomate verde, para estimar el rango de concentración a la que ambos fitorreguladores actúan con mayor eficiencia a menor costo.

Con el fin de establecer una caracterización sobre el desarrollo de color durante el tratamiento de los tomates a diferentes concentraciones de ambos fitorreguladores, se clasifica de acuerdo al criterio establecido por "United Fresh Fruit and Vegetable Association" en cooperación con "U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service and Fruit and Vegetable Division", en su tabla de estándares de color para tomates uniformando los criterios de evaluación.

CAPITULO I.- GENERALIDADES.

1.1.- TOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM).

1.1.1 Origen y distribución.

Aunque la proveniencia del tomate y la historia primitiva de su domesticación no se conocen con claridad, existen evidencias de que México fué el probable centro de origen. Hay tres aspectos de su aparición razonablemente ciertas: el tomate cultivado se originó en el nuevo mundo, donde alcanzó un grado avanzado de domesticación antes de ser llevado a Europa y Asia; su más probable antecesor es el tomate cereza silvestre *Lycopersicon Esculentum* var. *cerasiforme*, encontrado primeramente en toda la América tropical y subtropical, y luego en los trópicos de Asia y Africa.

Todas las variedades de tomate ahora cultivadas en Europa y Asia son descendientes de semillas de México llevadas a estos continentes en el siglo XVI por comerciantes y colonizadores europeos.

1.1.2 Clasificación Botánica.

Familia:	Solanaceae
Nombre Científico:	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. var. <i>commune</i> .
Tipo:	Baya.
Descripción:	Semillas embebidas en la pulpa.
Clase en tamaño:	Livianas.

Rango de peso: 50 - 100 grs. (23)

1.1.3 Clasificación Agronómica.

Segun el hábito de crecimiento se distinguen dos tipos distintos:

a.- Determinadas: planta de tipo arbustivo y de producción precoz, caracterizadas por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice.

b.- Indeterminadas: plantas que tienen una altura hasta de 2 mts. o más. La inflorescencia es lateral. (21)

1.1.4 Morfología del tomate.

El tomate es de estructura herbacea como todas las hortalizas. El fruto del tomate puede clasificarse botánicamente según el color de la piel, forma del fruto y la cantidad de celdas o carpelos. Algunas características de la forma del fruto y de la estructura interna del mismo son las siguientes (Fig.

1.1.4):

- (a) Fruto de tipo redondo.
- (b) Fruto de tipo elongado.
- (c) Fruto de tipo acorazonado.
- (d) Fruto de tipo pera.
- (e) Ovulo o pared donde se desarrollan las semillas.
- (f) Pericarpio. Este consiste en una carnosidad externa cubierta con la piel o cáscara. La cáscara o piel puede ser rosada, roja o amarilla. El color cambia de acuerdo con el estado de madurez en que se encuentre el tomate.

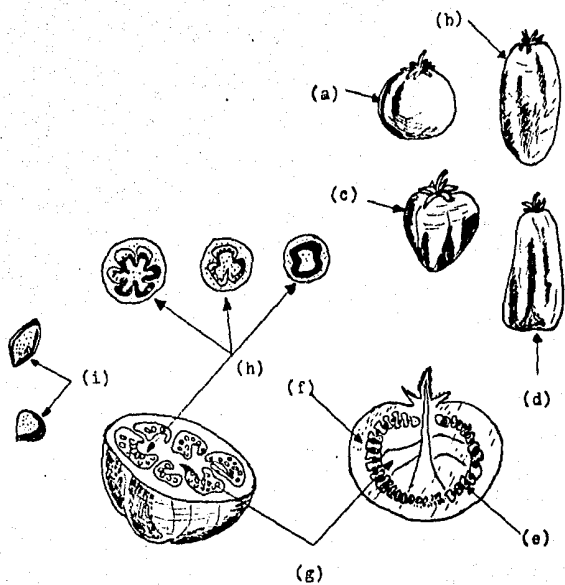


Fig. 1.1.4 Morfología del tomate.

(g) Placenta. Esta es la parte central del fruto.

Entre el pericarpio y la placenta se encuentran las paredes del ovario y las semillas.

(h) Lóculos o celdas. Estos son los compartimientos que contienen la semilla. La cantidad de celdas tiende a tener mejor consistencia. Por esto, son mas apreciados y mas adecuados para el consumo fresco.

(i) Semilla. La forma de la semilla es plana y ovalada. La cáscara es velluda. La semilla mide entre 1 y 5 mm según la variedad y grado de desecado. La semilla esta rodeada por un capa mucilaginosa. (21)

1.1.5 Fisiología del Tomate.

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones de clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad.

La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos (carotenoides, principalmente licopeno). La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18° a 24°C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. (21)

1.1.6 Agronomía del Tomate.

El tomate es una planta de clima cálido, resistente al calor y a la falta de agua. La producción de tomate se efectúa en una gran variedad de suelos. Su cultivo se da bien en climas con temperatura de 18° a 24° C. No resiste heladas en ninguna

etapa de desarrollo.

1.1.7 Variedades.

Existen numerosas variedades de tomate, su comportamiento depende del carácter genético, pero varía mucho de acuerdo con su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo. Las variedades pueden clasificarse según la duración del ciclo de vida o precocidad, y de acuerdo con el destino de cultivo se pueden clasificar en tres grupos:

a.- Variedades para el consumo fresco; entre las cuales se pueden distinguir: Homestead F61, Homestead Elite, Mermande, Floradel, Plantase, Culiacan 360, Chonta, Platense, etc.

b.- Variedades para el uso industrial: Roma V.F., Homestead 24, Heinz 1370, Homestead F.M., etc.

c.- Variedades de doble consumo. (21)

1.1.8 Propagación.

El tomate se propaga mediante la semilla. Un gramo de semilla contiene entre 300 a 500 de ellas. La semilla permanece viable de 3 a 4 años. El almacenamiento se realiza en un lugar fresco y seco. (21)

1.1.9 Cosecha.

Su cosecha depende del objeto para el que se cultivan los tomates y de la época de embarque. Por lo general, se reconocen tres estados de maduración: verde maduro, rosado o pintón y rojo maduro. Los frutos están en estado verde maduro

cuando en el extremo de la flor empiezan a mostrar un color crema (Villarreal et. al. 1972, Knott y Deanon 1967 (6)). Cuando se rebana transversalmente, la pulpa que rodea a las semillas esta gelatinosa y las semillas se escurren por el cuchillo. Los tomates estan en estado rosado o pintón cuando el extremo floral se vuelve rosado o rojizo. El término "maduro" indica que la mayor parte de la superficie tiene color rosado o rojo. (23)

El tomate para elaboración debe cosecharse maduro rojo, y para el mercado de verdura fresca se cosecha en diversos grados de coloración. La disponibilidad y costo de mano de obra, la distancia al mercado, el uso que se intenta y la capacidad de la fábrica influyen en la forma y en el número de cosechas. (35)

En países en desarrollo, la mayoría de los tomates para el mercado de verduras frescas se cosecha en el estado verde maduro o pintones, a fin de reducir las pérdidas por cantidad y calidad ocasionadas por un transporte deficiente y un manejo descuidado.

El grado de maduración en el momento de la cosecha es un aspecto importante de la calidad de conservación del tomate. El tomate verde maduro es menos vulnerable al magullamiento y al agrietamiento de la cáscara que el tomate rosado, maduro o sobremaduro en ese orden. El tomate verde maduro tambien posee una vida mas larga en el estante, aún cuando generalmente se considera que su calidad es inferior a la del tomate mas maduro. (35)

1.1.10 Cambios químicos durante la maduración y senescencia.

Durante el proceso de maduración el tomate sufre una serie de cambios marcados en el color, textura y sabor, que indican que se están efectuando cambios en su composición. Es necesario que se lleven a cabo estos cambios para que el fruto alcance el máximo de su calidad para el consumo.

- Carbohidratos.

Los azúcares, ya sean libres o combinados con otros constituyentes, son de importancia para que se alcance un sabor agradable del fruto, mediante el equilibrio en la proporción ácido-azúcares, color atractivo (derivado de antocianinas) y una textura saludable. A medida que el fruto madura, el almidón se hidroliza por completo, formándose sucrosa, así como la mayoría de los carbohidratos solubles son metabolizados. Sin embargo los carbohidratos estructurales solo presentan un ligero descenso. Las sustancias pécticas y las celulosas constituyen reservas lábiles de carbohidratos que sirven como fuentes potenciales de ácidos, y azúcares durante la maduración.

- Ácidos orgánicos.

Durante la maduración del tomate hay una considerable disminución de la acidez, cambiando el pH de 2.2 a 5.5. Primero desaparece el ácido málico, seguido por el ácido cítrico.

- Aminoácidos y Proteínas.

Durante la maduración del tomate "Fukuju No. 2" cosechados en el estado de iniciación de color, la concentración de los ácidos glutámico y aspártico, aumentó, en especial la del primero que se incrementó de 71.8 mg/100 grs. de peso fresco a 252 mg/100 grs. de peso fresco. Por otra parte, el ácido γ -aminobutírico disminuyó 1/3 de su concentración inicial. La leucina, la isoleucina y la valina disminuyeron ligeramente, y en los frutos demasiado maduros se detectó una pequeña cantidad de isoleucina y valina.

- Lípidos.

Ueda et. al. (1970) y Manamide et. al. (1970a,b, 1972a,b) (32) y (33), encontraron dentro del tomate triglicéridos, diglicéridos, esteroles, esterolésteres, ácidos libres grasos e hidrocarburos, como lípidos neutros. En los tomates, el contenido de fosfolípidos aumentó durante la etapa temprana de maduración, pero disminuyó gradualmente en el estado de inicio de color y durante el almacenamiento. Los glicolípidos y clorofilas de los cloroplastos del tomate disminuyen en forma marcada al comenzar a desarrollarse el color y al llegar al color rojo, apenas se detectan.

- Pigmentos.

En el tomate el primer signo de maduración es la desaparición del color verde. El contenido de clorofila de los frutos del tomate en maduración desaparece con lentitud y por lo general, queda en ellos cierta cantidad de pigmento verde, en especial en los tejidos internos.

Durante las últimas etapas de la maduración hay una marcada síntesis de carotenoides, principalmente β -caroteno y sus derivados (ver tabla 1.1.10).

TABLA 1.1.10

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE LOS PRINCIPALES PIGMENTOS EN LOS FRUTOS DEL TOMATE CON EL GRADO DE MADUREZ (23)

GRADO DE MADUREZ	CAROTENO'	LICOFENO'	XANTOFILA'	CLOROFILA'
Verde	1.270	0.000	0.194	2.869
Blanco verdoso	0.966	0.000	0.214	2.055
Blanco verdoso (tinte rojizo)	1.431	0.195	0.979	1.194
Maduro	428,340.00	2,589,510.00	170,362.00	1.701

* Expresado arbitrariamente como unidades O.D. por 100 grs. de peso fresco.

- Enzimas.

Muchos de los efectos químicos y físicos que se observan durante la maduración se atribuyen a acciones enzimáticas como: el ablandamiento de los frutos de tomate durante la maduración que está asociado en forma estrecha con el incremento de la actividad de la pectinesterasa (Kerlesz 1938 (18)) y la poligalacturonasa (Hobson 1964 (11)). La catalasa y peroxidasa, enzimas oxidantes, se incrementan durante la maduración. (23)

1.1.11 Composición Nutricional.

TABLA 1.1.11

VALORES NUTRITIVOS DE UNA PORCIÓN COMESTIBLE DE 100 grs. DE
TOMATES CRUDOS Y ELABORADOS (23)

NUTRIMENTO	CRUDO	ENLATADO	JUGO
Agua %	94.0	94.0	94.0
Calorias	19.0	21.0	19.0
Proteína (g)	0.7	0.8	0.8
Grasa (g)	trazas	trazas	trazas
Hidratos de Carbono	4.0	4.0	4.0
Calcio (mg)	12.0	6.0"	7.0
Fosforo	24.0	19.0	18.0
Hierro	0.4	0.5	0.9
Potasio	222.0	217.0	227.0
Vitamina A (UI)	822.0	900.0	798.0
Tiamina (mg)	0.05	0.05	0.05
Riboflavina	0.04	0.03	0.03
Niacina (mg)	0.7	0.7	0.8
Ac. Ascórbico (mg)	21.0	17.0	16.0

* Sólidos y líquidos

" Producto al que no se ha agregado sales de calcio.

El tomate no es especialmente nutritivo pero puede

ser una fuente importante de minerales y vitaminas.

1.1.12 Uso del Tomate.

a.- Mercado fresco: en algunos países se marca una distinción entre tomate como fruto y tomate para concinar, principalmente en base de las diferencias de las características de calidad.

b.- Elaboración:

- Tomate entero pelado (o tomate enlatado)
- Pulpa de tomate (pure).
- Pasta de tomate.
- Jugo de tomate.
- Salsa de tomate.
- Polvo de tomate.
- Tomates verdes encurtidos.

1.1.13 Producción de tomate en México.

El 40% de los tomates en México se cultivan en el estado de Sinaloa. (24)

1.2.- FITORREGULADORES: FITOHORMONAS.

Los fitorreguladores son compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades, inhiben, promueven o modifican algún proceso fisiológico. Las hormonas de las plantas (o fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de su lugar de producción al sitio de acción. (26)

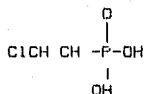
1.2.1 Ethephon (ácido 2-cloroetil fosfónico).

El Ethephon es un compuesto orgánico fosforado usado en numerosas cosechas como un regulador de crecimiento. Es un material comercialmente disponible y que proporciona un método adecuado para efectuar tratamientos sobre el terreno. El Ethephon ha estimulado recientemente un gran interés agrícola. Se descompone en los tejidos vegetales y libera Etileno cerca del sitio de acción. Sus efectos son similares a los de este gas en la maduración de los frutos, abscisión y otros fenómenos de crecimiento (26).

A.- Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| - Nombre común: | Ethephon. |
| - Nombres comerciales: | Etrel, Florel, Cepha
y Cerone. |
| - Peso Molecular: | 144.5 gr/mol. |
| - Fórmula molecular: | $C_2H_6ClO_3P$ |

- Fórmula estructural:



- Estado Físico, color: Sólido blanco ceroso

- Punto de fusión: 74° - 75°C.

- Solubilidad a 20 C:

Solvente.	Solubilidad (relativa)
acetona	soluble
disulfuro de carbono	insoluble
etanol	muy soluble
queroseno o aceite	insoluble
agua	muy soluble
propilen glicol	muy soluble
solventes no polares	levemente soluble

B.- Usos.

Se usa como regulador del crecimiento y para acelerar la maduración de frutas y hortalizas, tanto en la precosecha como en la postcosecha de manzanas, café, arándano agrio, pepinos, higos, limones, piñas, mandarinas, tabaco, tomates y nueces.

C.- Precaución en su uso.

a.- Flamabilidad: no es flamable.

b.- Incompatibilidad: incompatible con sales alcalinas. No debe mezclarse en tanques con otros compuestos.

c.- Corrosividad: cuando esta muy concentrado es altamente corrosivo a un pH de 0.3.

d.- Estabilidad de almacenaje: es muy estable a un pH de 3 o menos.

e.- Precauciones de Seguridad para su manejo y aplicación: ácido fuerte irritante por exposición a la piel y ojos, o si es inhalado. Para su manejo debe usarse guantes y lentes de seguridad.

D.- Comportamiento Fisiológico y Bioquímico.

- Mecanismo de acción: libera etileno como producto de descomposición, cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales. Penetra en la cutícula del fruto y apresura el desarrollo del color.

E.- Propiedades toxicológicas.

- Toxicidad general en animales salvajes y pescados: toxicidad aguda LD₅₀ - 1000 ppm.

- Toxicidad aguda: en ratas, LD₅₀ - 4,229 ppm en peso.

F.- Síntesis y métodos analíticos.

a.- Método de síntesis comercial y de laboratorio.

Reacomodo del tris cloroetil fosfito al éster 2 bis cloroetil del ácido dicloroetil fosfónico.

b.- Método de purificación en laboratorio:

En la recristalización repetida de benceno se produce el ácido fosfónico (2-cloroetil) de alta pureza. (25)

1.2.2 Etileno.

Es un compuesto orgánico usado como regulador del crecimiento. Inicia la degradación de la clorofila y la maduración de plátanos, tomates, melones Honeyden, peras, aguacates, limones, naranjas, uvas y nueces. Esta considerado como fitohormona y juega un papel importante en la postcosecha de la mayor parte de los cultivos hortícolas frecuentemente con un efecto nocivo, aumentando la velocidad de envejecimiento y reduciendo la duración del anaquel, algunas veces como un agente benéfico mejorando la calidad del producto antes de la distribución al menudeo. (26).

A.- Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

- Nombre común: Etileno
- Formula estructural: $\text{CH}_2\text{-CH}_2$
- Formula molecular: C_2H_4
- Peso Molecular: 28.05
- Estado físico, color y olor: gas de hidrocarburo incoloro, con tenue olor dulzón fácilmente detectable.
- Densidad: 0.566
- Punto de ebullición: a 760 mmHg - 103.7°C
a 300 mmHg - 118.0°C
- Punto de congelamiento a presión de saturación - 169.2°C

- Solubilidad:

Solvente	Solubilidad (relativa)
acetona	soluble
agua	insoluble

B.- Propiedades toxicológicas.

El Etileno es un gas con un olor característico, sofocante y dulzón. Es a la vez anestésico y asfixiante. A las concentraciones de vapor puede causar rápida pérdida de la conciencia y quizá la muerte por asfixia. En forma líquida puede quemar los ojos y la piel por el contacto con el líquido.

C.- Precauciones en su uso.

Flamabilidad: los límites de inflamabilidad en el aire son:

Inferior 3.1% en volumen

Superior 32.0% en volumen. (22)

D.- Historia.

El empleo del Etileno como material para acelerar la maduración de frutas es conocido desde la antigüedad. (22) El Etileno provoca una respuesta biológica en las plantas pero no se aceptó como hormona hasta la década de 1960, a pesar de la enorme cantidad de datos revelados que demostraban que en pequeñas cantidades el gas tenía efectos fisiológicos marcados en las plantas. Recientemente se ha encontrado que las auxinas exógenas estimulan los tejidos de las plantas a fin de que produzcan Etileno. (37)

E.- Comportamiento Fisiológico y Bioquímico.

En su estructura, el Etileno, producto natural del metabolismo vegetal, es la hormona de crecimiento vegetal mas simple. Existen otros compuestos volátiles, como el acetileno y el propileno que no tienen efectos similares a los del Etileno; sin embargo, este gas es el único producto de entre los compuestos volátiles que se produce en los tejidos vegetales.

a.- Efectos Biológicos.

Uno de los primeros efectos observados del Etileno fueron, el de estimular la germinación y el crecimiento de brotes, así como también estimular el crecimiento de varios granos, bulbos, estacas de madera dura y raíces, al igual que la germinación de algunas especies, al aplicar gas simplemente como pretratamiento. Otro de los efectos del Etileno es provocar la abscisión prematura de las hojas, frutos jóvenes y otros órganos.

El Etileno acelera la maduración de frutos cosechados como plátano, mangos, tomates, nueces, etc., quita el color verde de las frutas cítricas, antes de su venta en el mercado. El Etileno puede también inducir a la floración. (37)

b.- Fisiología.

El Etileno acelera la descomposición de la clorofila sin afectar de manera significativa la síntesis de pigmentos carotenoides (Kilagawa y Tanitani 1972, Miller et. al. 1940). El Etileno sirve para hidrolizar el estroma del plasto y produce materiales que pueden ser usados en la respiración y como resultado la clorofila queda sin protección, actuando sobre

ella la clorofilasa y posteriormente es oxidada por H_2O_2 en presencia de un catalizador $Fe(OH)_2$. En estas reacciones la calidad interna del fruto permanece inalterada, debido a que las actividades se centran en las capas subepidérmicas. (26)

c.- Mecanismo de acción.

La función desempeñada por el Etileno en el crecimiento y desarrollo de los vegetales no se conoce muy bien todavía pero descubrimientos recientes han incrementado la importancia de su papel como hormona.

- Estimulación de la germinación y la brotación: estimula el desplazamiento de las enzimas hidrolíticas en los tejidos de almacenamiento (células de aluronas de los endospermos).

- Regulación de crecimiento: quizá el Etileno desempeña una función importante en la transcripción y traducción del código genético del DNA al RNA a las proteínas y puede incorporarse en el RNA al igual que algunas de las otras hormonas vegetales. Hay bastantes pruebas de que cuando se tratan los tejidos con Etileno, se producen incrementos en varias enzimas, sobre todo peroxidasas y otras enzimas hidrolíticas que son importantes en los procesos de crecimiento. Una de las hipótesis es que el Etileno regula el crecimiento modificando el transporte o el metabolismo de las auxinas. Otra es que el Etileno estimula sistemas enzimáticos importantes, asociados con las membranas de las células, contribuyendo así a la excreción desde las células de muchas enzimas importantes en el crecimiento. (37)

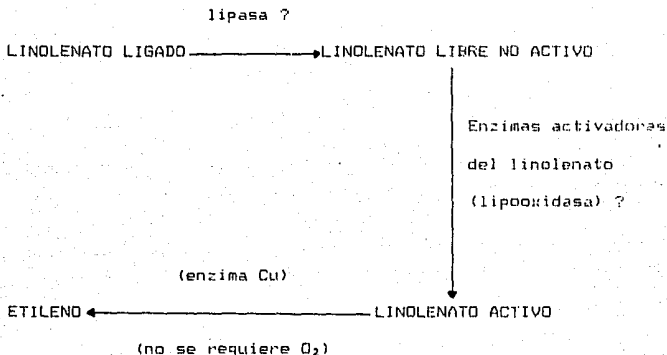
- Maduración en los frutos. A nivel celular se piensa que el Etileno aumenta la permeabilidad de las membranas de las células, así como la de las membranas de las partículas subcelulares, haciendo con ello mas accesible el sustrato a las enzimas correspondientes. Debido a su estructura química, el Etileno se disuelve con facilidad en los lípidos. (23) Además estimula la respiración y la síntesis de proteínas en algunos frutos inmaduros, lo que puede activar toda una cadena de eventos bioquímicos que requiere la maduración, ya que la producción de proteínas se presenta al inicio del proceso de maduración. (37)

F.- Síntesis y Biogénesis.

Existen muchas rutas posibles para la biogénesis del Etileno, tanto en las plantas inferiores como en las superiores. El Etileno se produce con facilidad a partir de Etanol, Alanina, Glicerol, Glucosa, Fumarato, Piruvato e Isocitrato. En esta forma intervienen los productos intermedios del ciclo de Krebs aunque no en forma directa. En las frutas el precursor mas aceptado del Etileno es la L-metionina, pero hay evidencias muy marcadas de que el Etileno se forma tambien con facilidad del ác. Linolénico, del Etanol y de la β -alanina.

- Esquema del Linolenato.

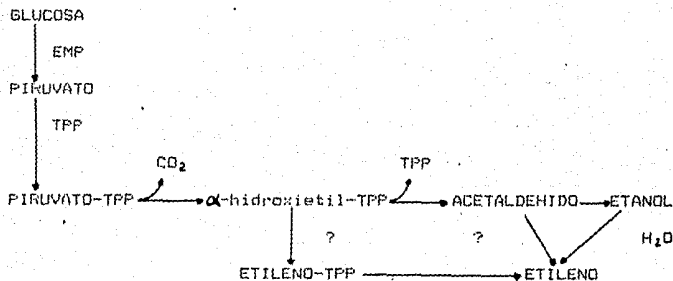
Lieberman y Mapson (1964) (20) describieron un sistema no enzimático que produce de manera principal Etileno, con el á.c. linolénico como precursor y que requiere como catalizador un ión cuproso.



Este sistema fue ideado en base a las observaciones de que: (a) el dietilditiocarbamato, un inhibidor de la enzima-Cu, inhibe la producción de Etileno en cilindros de manzanas, (b) que las partículas citoplasmáticas pueden activar el á.c. linolénico y (c) que todos los componentes de esta ruta se encuentren en la fruta.

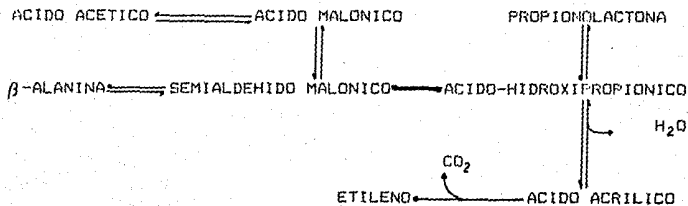
- Ruta de Etanol.

Datos experimentales inclinaron a Shimomura y Kassai (1966) (30) a pensar que el precursor del Etileno es el acetaldehído y no el Etanol.



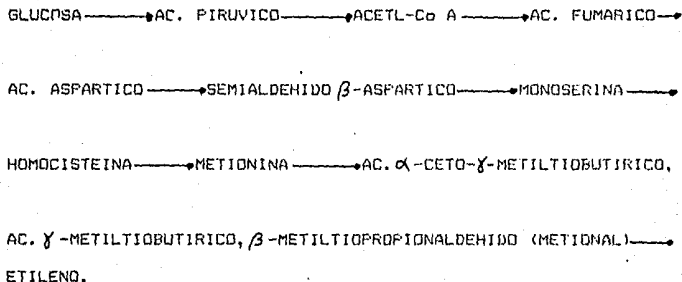
- Ruta de la β-alanina.

Esquema para la conversión de la β-alanina a Etileno.



- Ruta de la Metionina.

Yang (1968) (39) propuso el siguiente esquema:



A esta ruta se le han formulado diversas objeciones Kang et. al. (1971) (17) expresó serias dudas respecto a que la secuencia de metionina → ác. α -ceto- γ -metiltiobutirico metional → etileno funcionen en vivo. El metional y el análogo α -cetónico no son convertidos a etileno con la misma facilidad que la metionina. (23)

1.3.- INFLUENCIA DEL ETILENO Y ETHEPHON (AC. 2-CLOROETIL FOSFONICO) EN LA MADURACION DEL TOMATE.

Uno de los mas populares alimentos sanos en todas las estaciones es el tomate rojo-maduro, excepto en verano, cuando los tomates deben ser embarcados verdes para evitar la pudrición excesiva. Para producir tomates rojos se requieren de 15 a 17 días en bodegas pero con Etileno y Ethephon generalmente se obtiene un producto uniforme en menos días. Los tomates coloreados con Etileno estan mas aproximados en valor alimenticio a un producto coloreado en la planta, que aquellos coloreados por cualquier otro método. Los efectos del Etileno significan un enorme ahorro en tiempo minimizando las pérdidas causadas por mermas o descomposición.

Aún no se conocen bien los mecanismos mediante los cuales el Etileno induce la maduración. Una de las teorías es que el Etileno cambia el estado físico de las células o membranas, permitiendo así que se produzcan reacciones que anteriormente se habian evitado. El Etileno estimula la respiración y la síntesis de proteínas de algunos frutos lo que puede activar toda una cadena de eventos bioquímicos que requiere la maduración ya que la producción de proteínas de enzimas se presenta al inicio del proceso de maduración.

Un avance mas importante en el conocimiento de los efectos del Etileno y su fisiología lo constituye la síntesis química de Ethephon (ác. 2-cloroetil fosfónico). Este compuesto se descompone en los tejidos vegetales y libera Etileno como producto de la hidrólisis, cerca del sitio de acción. Sus

efectos son similares a los del Etileno en la maduración del tomate.

La aplicación de Ethepon a los tomates durante la prerrecolección, aumentó la resistencia a las rajaduras y a la pudrición. En cultivos cosechados de tomate el rendimiento aumentó una sola vez en forma marcada con Ethepon aplicado en cualquier época desde la polinización al estado de verde-maduro (Angeli 1970 (1), Dostal y Wilcox 1970 (8), Garrison 1968 (10), Iwahoari et. al. 1968 (14), 1969 (15), 1970 (16), Rabinowitch et. al. 1970 (27), Robinson et. al. 1968 (28), Sims 1969 (31)). El uso de concentraciones altas de Ethepon pueden conducir a una alta incidencia en el daño de frutos por quemadura del sol (Sims 1969 (31)). Sin embargo puede prevenirse con la aplicación de talco de diatomeas u otros materiales blancos opacos (Klater y Rudich 1970 (19)). Dennis et. al. (1970) y Gull (1969) (7) observaron que la madurez fué mas bien acelerada que estimulada. Así una vez que la maduración había comenzado o cuando del 50 al 55 % de los frutos estaban maduros el tratamiento con Ethepon no aumentó el rendimiento de frutos aprovechables (Dostal y Wilcox 1970 (8)). Garrison (1968) (10) también observó que el Ethepon surtía poco efecto sobre la época de iniciación del color cuando la aplicación se hizo 40 días después de la polinización, poco después del estado verde maduro pero justo antes del primer signo de maduración. Todas las variedades que normalmente producen licopeno se volvieron rojas después de una aplicación de Ethepon a razón de 1,000 ppm (Robinson et. al. 1968 (28)).

1.4.- ANTECEDENTES DE LA APLICACION DE ETILENO Y ETHEPHON COMO FITORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y MADURACION DEL TOMATE

La mayoría de los estudios realizados sobre la influencia de los fitorreguladores (Ethephon y Etileno) en la maduración acelerada del tomate, se han hecho a nivel campo.

Recientemente las investigaciones se han encaminado al estudio de ambos reguladores del crecimiento en frutas y hortalizas ya cosechadas.

Algunos de los trabajos realizados son los siguientes:

- Villanueva, E. G.; The Shell Co. (W.I.) Ltd. Los efectos de Ethephon en la maduración del tomate fueron estudiados en la República Dominicana en 1977. Este estudio se desarrolló en el Proyecto Agrícola "Arsonia", Azua. Se utilizó la variedad "VF-Nápoli", transplantada en hileras dobles a 90 cm. cada una de distancia entre plantas de 25 cm., siendo la parcela útil de 31.2 m. El diseño fueron bloques al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Las dosis de Ethephon fueron 0, 1, 2, 3 y 4 Lts/1,000 Lts. de agua por Ha.. Las asperciones se hicieron con bombas de mochila modelo Hardi RY-2 y se realizaron cuando el grado de madurez alcanzó un promedio de 15 %. Al cabo de 14 días se recolectó el tomate y se clasificaron en pintos y verdes, de acuerdo al criterio de Pratt y Workman (34).

- Bagar, M. R.; Edwards, R. A.; Lee, T. H.. Australia, en 1975 estudiaron la regulación química de la maduración de tomates (*Lycopersicon Esculentum*) en el campo. Aplicaron Ethephon en concentraciones de 300 a 1,000 ppm una cosecha de

tomate que contenían de 0 a 38 % de fruto aprovechable, incrementando el porcentaje de rendimiento del fruto aprovechable (3).

- Baranov, N. L.; Labov, V. P.; USSR. En 1980 estudiaron el efecto del Ethepon en la maduración del tomate en el campo rociándolos al principio de la maduración con 0.9 y 2.0 Kg/Ha de Ethepon. Se aumentó la producción de tomates vendibles de 337 a 370 y 349 quintals/Ha respectivamente (4).

- Mary, S. Spencer; Edmondton, Can. en 1956 estudió el metabolismo de Etileno en tomates y la relación entre la liberación de Etileno y CO durante la respiración y maduración del mismo. Estas mediciones fueron hechas en cromatografía de gases (29).

- Awas, M.; Aramezu, S. K.; Churata-Mosca; Castr, P. R. C.; Piracicaba, Braz. en 1975 estudiaron los efectos del Ethepon, Giberelinas y la temperatura en la maduración de tomates en bolsas de polietileno. El método usado fue por inmersión de los tomates en soluciones de Ethepon (1,000 y 2,000 ppm) y en soluciones de Giberelinas (50 y 100 ppm), colocando las muestras en bolsas de polietileno. Encontrando que la maduración es acelerada por el Ethepon e inhibida por Giberelinas (2).

- Valerio A. Paynler y Joseph J. Jen.; Clemson en 1976,

estudiaron los efectos comparativos de luz y Ethephon en la maduración de tomates cosechados, sometiéndolos a iluminación con una fuente Gro-lux (máximo 675 nm) y/o tratamiento con Ethephon, poniéndolos a madurar bajo condiciones controladas. Además analizaron los parámetros de color, textura y sabor de las frutas, desde el estado verde maduro al estado de envejecimiento de maduración. Aunque Densen (1948) mostró que la luz no era esencial para el desarrollo de color de frutas de tomates cosechados en el estadio verde maduro, se ha establecido por varios trabajos que la exposición de tomates a la luz en la región visible puede causar un incremento en los carotenoides totales en la maduración. Mc. Colum (1954) y Nettles et. al. (1955) mostraron que los tomates verde maduro cosechados iluminados con luz blanca fluorescente tienen un color significativamente mas rojo y un nivel mas alto de carotenoides cuando se compararon con los tomates madurados en la oscuridad. Sims (1969) demostró que el Ethephon, además de acelerar la maduración de frutas de tomates verdes maduros, la maduración es mas uniforme después de su aplicación (24).

- Waterson, H. A. y Potts, Scotland en 1978 reportaron su trabajo sobre el uso de Ethephon para acelerar la maduración de tomate (36).

CAPITULO II.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

Las muestras para este trabajo fueron seleccionadas de acuerdo a su color y tamaño. De las variedades de tomate mencionadas en el capítulo anterior se eligió la variedad "Floradel" (tomate bola) en su estado de color verde maduro (que son aquellos que presentan la estrella color crema).

Los tomates recibieron dos tipos de tratamiento uno a base de gas Etileno y otro a base de Ethephon (ác. 2-cloroetil fosfónico). Para ambos métodos las muestras se colocaron en frascos de vidrio de forma cuadrada de aproximadamente 3 Lbs., cada uno contaba con un vaso de precipitado con 40 ml de NaOH en solución al 5 %, cuya función es la de absorber el CO₂ liberado por los tomates durante el proceso de maduración, el cual en concentraciones elevadas inhibe dicho proceso. Las observaciones de los cambios en las muestras se registraron cada 24 Hrs. anotando los cambios de color de acuerdo al criterio de "UNITED FRESH FRUIT AND VEGETABLE ASSOCIATION" en cooperación con "U.S. DEPARTAMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL MARKETING SERVICE AND FRUIT VEGETABLE DIVISION", en su carta sobre la clasificación de color del tomate desglosado en las siguientes fases:

GREEN (VERDE): cuando la superficie del tomate esta completamente de color verde. La sombra del color verde puede variar de claro a oscuro.

BREAKERS (ESTRELLADO): significa que en el tomate hay un estrellado definitivo en color desde verde a amarillo, rosa o rojo pero no mas del 10 % de la superficie.

TURNING (CAMBIANTE): significa que mas del 10 % pero no mas que el 30 % de la superficie del tomate muestra un cambio definitivo en color, desde verde a amarillo, rosa o una combinación de estos.

PINK (ROSADO): significa que mas del 30 %, pero no mas que el 60 % de la superficie del tomate muestra un color rosa o rojo.

LIGHT RED (ROJO CLARO): significa que mas del 60 % de la superficie del tomate muestra color rojo rosado o rojo pero no mas del 90 % de la superficie.

RED (ROJO MADURO): significa que mas del 90 % de la superficie muestra color rojo fuerte.

Antes de recibir cualquiera de los dos tratamientos los tomates se lavaron con agua y jabon, después se pusieron en una solución de Hipoclorito de sodio al 2 % por 15 minutos con el objeto de inhibir la acción microbiana, al cabo de este tiempo se lavaron con agua purificada y se dejaron secar para poder ser tratados con los diferentes fitoreguladores.

2.1.- TRATAMIENTO CON ETILENO.

Ya secos los tomates se trasladaron a los frascos correspondientes, cerrándose herméticamente con su tapadera sellándolos con silicon. El número de muestras en observación para cada concentración fue de 3 tomates.

Los tomates primero se trataron con diferentes concentraciones del gas con el objeto de buscar el rango que presentara mayor eficiencia, teniendo siempre muestras testigos (no tratadas). Una vez encontrado, las observaciones para este trabajo se hicieron en base a la concentración que presentó mayor eficiencia, considerando también rangos de menor efectividad por arriba y abajo de la primera con el fin de hacer una mayor comparación; las cuales fueron: 000; 100; 1,000; 10,000 y 20,000 repitiendo el tratamiento 4 veces con estas concentraciones.

El tratamiento de las muestras se realizó a temperatura ambiente variando esta de 23° a 27°C durante los diferentes meses en que se realizaron las pruebas.

El método empleado para introducir el gas a los frascos fue por desplazamiento de agua (ver Fig. 2.1), usando para ello una columna cilíndrica de vidrio (a), provista de: entrada del gas (c), conectada a una llave esmerilada (d) que sirve para que entre el gas, y esta a su vez al globo (j) conteniendo el gas Etileno; salida de Etileno (g) con sus pinzas Mohor (h), la salida de Etileno se conecta a la entrada de Etileno de los frascos (i) por medio de una manguera de hule; entrada y salida

de agua (e) conectada a un embudo de separación (f) provisto de agua. este esta sujeto a un soporte universal (l) por medio de un aro metálico (m). La columna de vidrio esta sujeta a un soporte de madera forrado con papel milimétrico (b) conteniendo un escala en cms. que equivale a un determiando volumen de gas.

Procedimiento: se llena perfectamente la columna con agua para desplazar el aire de la misma, durante este proceso la llave de salida del Etileno (h) debe permanecer cerrada. Se abre la llave de entrada del Etileno (d) que esta conectada al globo conteniendo el gas, el cual comienza a entrar a la columna desplazando el agua hasta el embudo (f), la llave debe cerrarse cuando el nivel de agua llegue al cero en la escala del soporte (b). Ya llena la columna con el gas la manguera de salida se conecta al frasco (k) conteniendo las muestras a tratar y se abre la llave de salida (h), el Etileno comienza a salir hasta los frascos subiendo entonces el agua conforme sale el gas, a una altura determinada correspondiendo al volumen empleado del gas, donde 1 cm equivale a 3.80 ml de gas Etileno.

Para conocer la altura de agua que equivale al volumen de gas necesario para cada tratamiento se utilizó la siguiente fórmula:

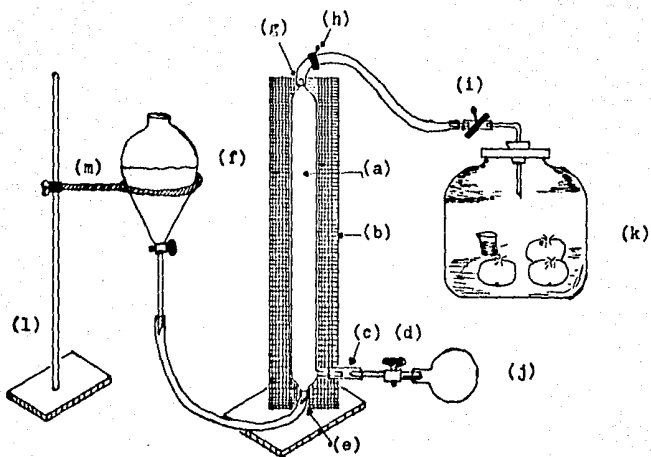


Fig. 2.1 Tratamiento de muestras con Etileno.

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

donde:

h = altura a la cual debe subir el agua

V = volumen de gas Etileno requerido

r = radio de la columna de vidrio

$\pi = 3.1416$

Las muestras estuvieron en exposición al gas por 12 Hrs. aproximadamente ya que no se volvió a renovar a lo largo del tiempo que duraron las observaciones.

2.2.- TRATAMIENTO CON ETHEPHON (AC. 2-CLOROETIL FOSFONICO).

El método para tratar las muestras con Ethephon es por inmersión de los tomates en soluciones acuosas de este ácido, con 3 % de Tween "60" en concentraciones de: 0,000; 3,000; 4,500; 5,000; 6,000; 7,000; 8,000; 9,000; 10,000; 15,000; 18,000; 30,000; 70,000; y 100,000 ppm. El objetivo fue primero encontrar el rango de concentración de mayor eficiencia a menor costo en base al cual se reportaron los resultados de este trabajo, este fué: 0,000; 3,000; 6,000; 10,000 y 15,000 repitiendo el tratamiento 4 veces. El número de muestras empleadas en cada concentración fue de 3 tomates.

Después de desinfectar los tomates y ya secos se sumergen en las soluciones de Ethephon por 10 minutos a temperatura ambiente. Al transcurrir este tiempo se sacan y secan perfectamente acomodandolos en los frascos según la concentración a la que fueron tratados. Los frascos se tapan con tapas de poliestireno esponjado.

Las observaciones del cambio de color en las muestras tratadas se hicieron a temperatura ambiente variando entre 23° a 27° C durante los diferentes meses en que se realizaron las pruebas.

En ambos tratamientos se llevo a cabo solo un comparación visual entre los tomates tratados y los no tratados tomando en cuenta las diferencias que pudieran presentar en sabor, color, textura y durabilidad a temperatura ambiente y de refrigeración después de haber obtenido el color rojo maduro.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1.- DATOS EXPERIMENTALES.

Los datos obtenidos durante las pruebas en este trabajo se muestran en los siguientes cuadros y tablas, tanto para el tratamiento con Etileno como con Ethephon, en las diferentes concentraciones y periodos de tratamiento.

En el cuadro 3.1 estan los resultados obtenidos de las muestras tratadas con Etileno de acuerdo a las fechas de tratamiento e intervalos de observación en las diferentes concentraciones empleadas, indicando el número de tomates que presentaban determinado estado de color.

- Ejem. 3 + significa que los tres tomates tratados presentan el estado verde (green).
- 2 ++ significa que dos de los tres tomates tratados presentan el estadio estrellado (breakers).
- 1 +++ significa que solo un tomate de los tres tratados presenta el estadio cambiante (turning).

La nomenclatura usada para representar el cambio de color de las muestras después del tratamiento con Etileno es la siguiente:

- + GREEN (VERDE): la superficie del tomate esta completamente verde en color. La sombra del color verde puede variar de clara a oscuro.

- ++ BREAKERS (ESTRELLADO): significa que en el tomate hay un estrellado definitivo en color desde verde a amarillo, rosa o rojo pero no mas del 10% de la superficie.

- +++ TURNING (CAMBIANTE): significa que mas del 10% pero no mas que el 30% de la superficie del tomate muestra un cambio definitivo en color, desde verde amarillo, rosa, rojo o una combinación de estos.

- ++++ PINK (ROSA): significa que mas del 30%, pero no mas que el 60% de la superficie del tomate muestra un color rosa o rojo pero no mas del 90% de la superficie.

- +++++ LIGHT RED (ROJO CLARO): significa que mas del 60% de la superficie del tomate muestra color rojo rosado o rojo pero no mas del 90% de la superficie.

- ++++++ RED (ROJO MADURO): significa que mas del 90% de la superficie muestra color rojo fuerte.

Dicha nomenclatura con su clasificación de color, se le asigno 1, 2, 3 ... etc. (+) para su representación y entendimiento de los resultados obtenidos. Este criterio será empleado para los dos métodos de tratamiento (Etileno y Ethephon) por tener la misma estructura en los cuadros 3.1 y 3.2 respectivamente.

FECHAS TRATAMIENTO	ETILENO PPM	HORAS POSTTRATAMIENTO										
		24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	
19/11/85	0,000	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 ++ 1 +++	2 +++ 1 ++++	2 +++ 1 ++++					
	4,800	3 +	2 ++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +					
25/11/85	10,000	3 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +	1 +++ 1 ++++	2 +++ 1 ++++					
	45,600	3 +	2 ++	3 ++	3 +++	1 +++ 2 ++++	2 +++ 1 ++++					
23/12/85	0,000	3 +	3 +	3 +	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++	1 + 2 ++	1 + 2 +++	
	100	3 +	3 +	3 ++	1 ++ 2 +++	1 ++ 2 +++	1 +++ 2 ++++	2 +++ 2 ++++	1 +++ 2 ++++	1 +++ 2 ++++	1 +++ 2 ++++	2 +++ 2 ++++
05/1/85	1,000	3 +	3 ++	3 ++	3 +++	3 +++	3 +++	3 +++	3 +++	3 +++	3 +++	3 +++
	10,000	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 +++	3 +++	3 +++	3 +++	2 +++ 1 +++	1 +++ 1 +++	1 +++ 1 +++	1 +++ 2 +++
	20,000	3 +	3 +	3 ++	3 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	2 +++ 1 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++
	03/1/85	0,000	3 +	3 +	3 +	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 +	1 + 2 ++	1 + 2 ++
a1	100	3 +	2 + 1 ++	1 + 1 ++	1 + 1 +++	1 ++ 1 +++	1 ++ 1 +++	1 +++ 1 ++++	1 +++ 1 ++++	1 + 1 +++	1 + 1 +++	1 + 1 +++
	1,000	3 +	3 ++	3 ++	1 ++ 2 +++	1 ++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++
14/1/85	10,000	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	1 +++ 1 +++	1 +++ 1 +++	1 +++ 1 +++
	20,000	3 +	3 +	3 ++	3 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++
24/1/85	0,000	3 +	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++					
	100	3 +	3 +	3 ++	3 ++	3 +++	3 +++					
30/1/85	1,000	3 +	2 + 1 ++	2 ++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +	2 +++ 1 +					
	10,000	3 +	3 +	1 + 2 ++	1 + 2 ++	1 + 2 ++	1 + 2 ++					
	20,000	3 +	3 +	3 ++	3 +++	3 +++	3 +++					
	11/1/85	0,000	3 +	3 +	3 +	3 +	3 +	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++	2 + 1 ++
a1	100	3 +	2 + 1 ++	1 + 2 ++	1 + 2 +++	1 ++ 1 +++	1 ++ 1 +++	1 +++ 1 ++++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++
	1,000	3 +	1 + 2 ++	1 + 2 ++	1 + 2 +++	1 ++ 1 +++	1 ++ 1 +++	1 +++ 1 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++	1 +++ 2 +++
(21/1/85)	10,000	3 +	2 + 1 ++	2 ++ 1 +++	1 ++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	1 +++ 2 +++	2 +++ 1 +++	1 +++ 2 +++
	20,000	3 +	2 + 1 ++	2 ++ 1 +++	2 ++ 1 +++	2 ++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++	2 +++ 1 +++

CUADRO 3.1 Variación de color de los tomates tratados con gas Etileno.

El cuadro 3.2 muestra la variación de color de los tomates tratados con Ethephon (ác. 2-cloroetil fosfónico), de acuerdo a las fechas de tratamiento e intervalos de observación con las diferentes concentraciones de Ethephon, indicando el número de tomates que presenta algún cambio de color en cada una de las diferentes concentraciones usadas.

La nomenclatura y criterio de la variación de color de los tomates es la misma que se usó para el cuadro 3.1

FECHAS TRATAMIENTO	ETHEPHON (g/L)	ETAPAS								163	162	216	210	
		25	63	72	96	120	144	168	192					
05/11/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	1 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 ***	3 ***	2 ****	2 ****	1 ****				
	6,000	3 *	3 *	1 *	1 **	1 **	2 ***	2 ***	1 ****	2 ****				
18/11/85	0,000	3 *	3 *	3 **	3 ***	3 ***	3 ***	3 ***	3 ***	3 ***				
	3,000	3 *	3 *	3 *	2 **	1 **	1 **	1 **	2 ***	1 ****				
	6,000	3 *	3 *	3 *	1 **	1 **	1 **	1 **	1 **	1 **				
06/11/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
13/11/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
19/11/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
25/11/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
16/IV/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
23/IV/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
23/IV/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
03/V/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
03/V/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
14/V/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
26/IV/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
30/IV/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
11/VI/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
21/VI/85	0,000	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *	3 *				
	3,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				
	6,000	3 *	3 *	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **	3 **				

CUADRO 3.2 Variación de color de los tomates tratados con Ethepon (ác. 2-cloroetil fosfónico).

El siguiente punto tiene como finalidad presentar las tablas resumen de los dos tratamientos con el objeto de establecer nuestro rango de concentración de mayor eficiencia en la maduración de tomate a corto tiempo.

En la tabla 3.1 se presenta el promedio de los datos obtenidos con las diferentes concentraciones utilizadas de gas Etileno para lograr obtener el rango óptimo.

En la tabla 3.2 se presentan los resultados promedio de las concentraciones de gas Etileno que tienden a ser mas óptimas descartandose aquellas que por sus resultados se consideran fuera del rango. El criterio para descartar dichas concentraciones fue tomando en cuenta los límites de inflamabilidad del gas y la efectividad del mismo en cuanto al cambio de color del tomate a menor costo y tiempo.

Tanto la tabla 3.1 como la 3.2 se obtuvieron a partir del cuadro 3.1 promediando el numero de tomates que presentaran el mismo color en cada concentración y horas postratamiento respectivamente.

TABLA 3.1

Promedios de la variación de color de los tomates tratados con gas

ppm

Etileno.

Etileno

45,600	+	++	++	+++	++ ++	+++ +++				
20,000	+	+	++	+++	+++	+++	+++	++ ++	++ + ++	++ + ++
10,000	+	+	++	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ + ++	++ + ++
5,000	+	++	+++	+++	+++	+++				
1,000	+	++	++	+++	+++	++ ++	++ ++	++ + ++	++ + ++	+++ +++
100	+	+	++	++	+++	++ ++	++ + ++	++ + ++	++ + ++	+++ +++
000	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++
	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
	Hrs. Postratamiento									

TABLA 3.2

Promedios óptimos en la variación de color de tomates tratados con gas Etileno.

ppm
Etileno.

20,000	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	++ ++	++ ++
10,000	+	+	++	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++
1,000	+	++	++	+++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	+++ +++
100	+	+	++	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	+++ +++
000	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++
	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
	Hrs. Postratamiento									

La tabla 3.3 presenta el promedio de resultados de muestras tratadas con Ethephon (ác. 2-cloroetil fosfónico) respecto a las concentraciones usadas para encontrar aquellas que presenten mayor eficiencia.

La tabla 3.4 muestra el promedio de la variación de color de los tomates tratados con las concentraciones de Ethephon mas óptimas a menor tiempo y costo.

Ambas tablas se obtuvieron a partir del cuadro 3.2 promediando el número de tomates que presentaran el mismo estado de color en las diferentes concentraciones y horas postratamiento.

TABLA 3.3

Promedio de variación de color de tomates tratados con Ethephon
(ác. 2-cloroetil fosfónico).

ppm	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
100,000	+	+	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++			
70,000	+	+	+	+	+	++	+++			
30,000	+	++	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++			
18,000	+	+	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++			
15,000	+	+	+	+	++	+++	+++	+++	++ ++	++ ++
10,000	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	++ ++	++ ++
9,000	+	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++			
8,000	+	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++			
7,000	+	+	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++			
6,000	+	+	++	+++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	+++ +++
5,000	+	++	++	+++	++ ++	++ ++	++ ++			
4,500	+	+	++	+++	+++	+++	+++			
3,000	+	+	+	+	+	++	+++	+++	++ ++	++ ++
0,000	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++

Hrs. Postratamiento.

TABLA 3.4

Promedios óptimos de variación de color de tomates tratados con
Ethephon (ác. 2-cloroetil fosfónico).

ppm
Ethephon

15,000	+	+	+	+	++	+++	+++	+++	++ ++	++ ++
10,000	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	++ ++	++ ++
6,000	+	+	++	+++	+++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	+++ +++
3,000	+	+	+	+	+	++	+++	+++	++ ++	++ ++
0,000	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++
	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
	Hrs. Postratamiento.									

Las siguientes gráficas son representativas y se hicieron con el objeto de visualizar el comportamiento del desarrollo de color de las muestras tratadas con Etileno y Ethepon en un rango de 72 horas* postratamiento para demostrar la concentración mas óptima que provoca el primer cambio visual de los tomates.

* Tiempo que se considera razonable para que los fitorreguladores hayan iniciado su acción sobre las muestras.

Dichas gráficas se enumeran del 3.1 a 3.5 para Etileno y 3.6 a 3.13 para Ethepon obteniéndose de la siguiente manera: se multiplicó el número de tomates por las fases de coloración representadas por el signo "+" en cada intervalo de observación (24, 48, 72 Hrs.) para cada concentración empleada en los diferentes periodos de tratamiento, los resultados se sumaron y se graficaron contra las ppm de los fitorreguladores respectivos. Estas gráficas estan basadas en los resultados de los cuadros 3.1 y 3.2 respectivamente.

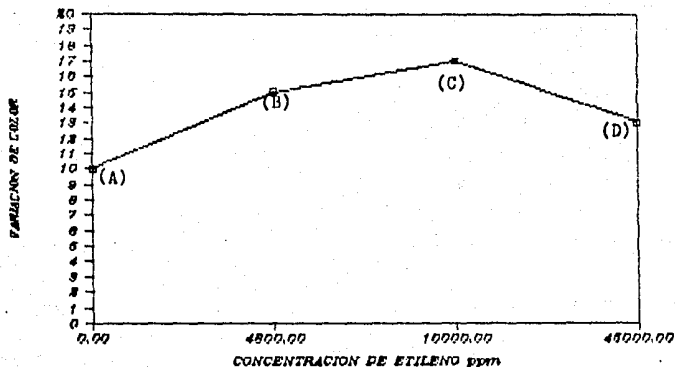
Ejem. Para encontrar los puntos de variación de color (ABCD) en la tabla 3.1 se hizo lo siguiente:

Para 0,000 ppm (A)	24 Hrs.	3(1+)	=	3
	48 Hrs.	3(1+)	=	3
	72 Hrs.	2(1+)	=	2
		1(2+)	=	2
		Total	=	10

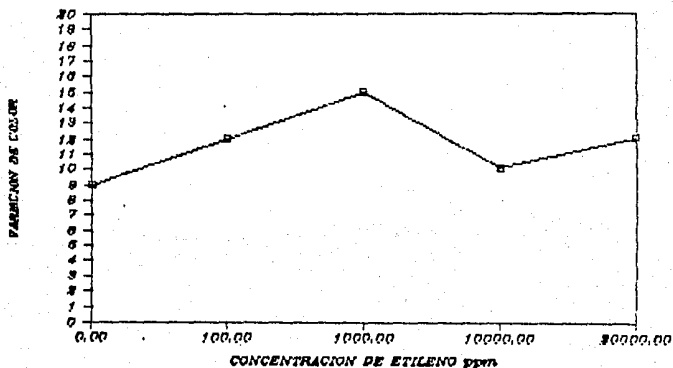
4,800 ppm (B)	24 Hrs.	3(1+)	=	3
	48 Hrs.	1(1+)	=	1
		2(2+)	=	4
	72 Hrs.	1(1+)	=	1
		2(3+)	=	6
		Total	=	15

10,000 ppm (C)	24 Hrs.	3(1+)	=	3
	48 Hrs.	2(3+)	=	6
		1(1+)	=	1
	72 Hrs.	1(1+)	=	1
		2(3+)	=	6
		Total	=	17

45,600 ppm (D)	24 Hrs.	3(1+)	=	3
	48 Hrs.	2(2+)	=	4
	72 Hrs.	3(2+)	=	6
		Total	=	13



Grafica 3.1 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Etileno en 72 Hrs. postratamiento del 19/II/85 al 25/II/85



Grafica 3.2 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Etileno en 72 Hrs. postratamiento del 23/IV/85 al 03/V/85

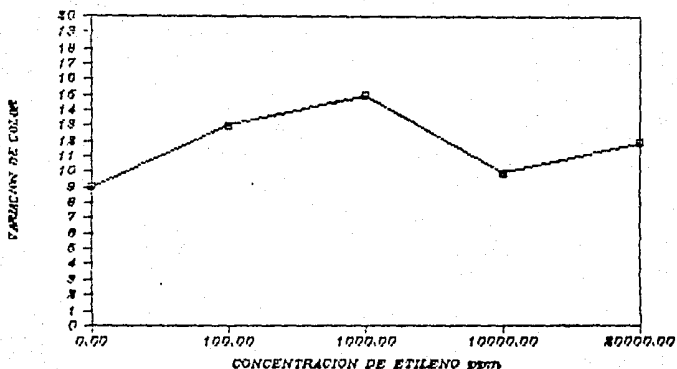
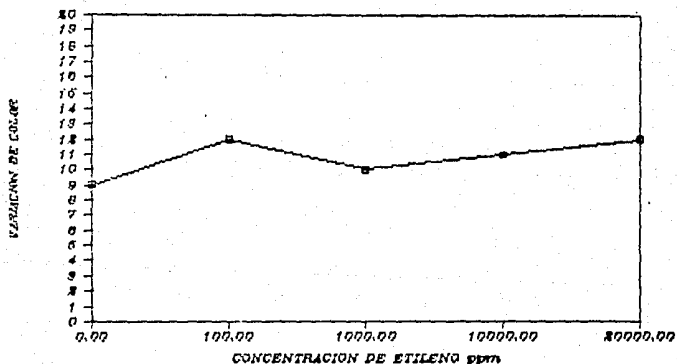
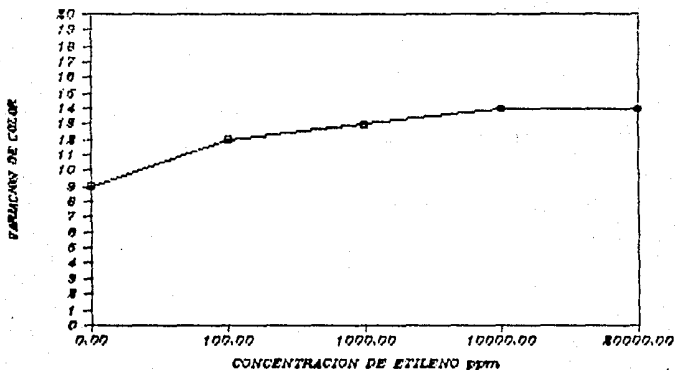


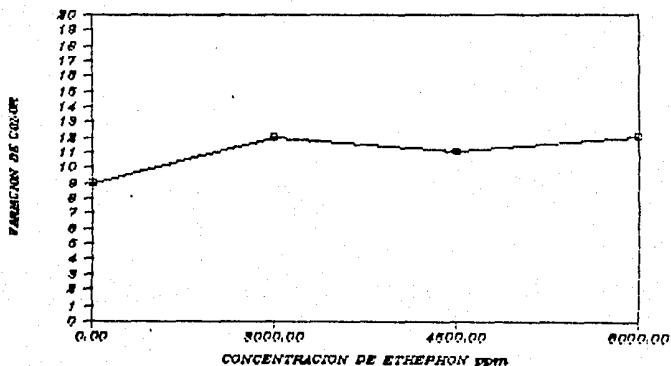
Grafico 3.3 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Etileno en 72 Hrs. postratamiento del 03/V/85 al 14/V/85.



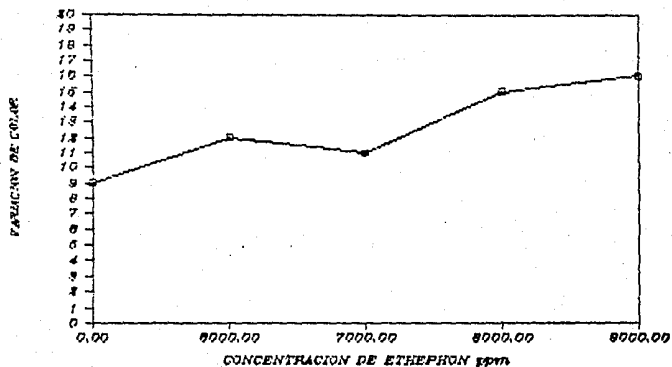
Grafica 3.4 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Etileno en 72 Hrs. postratamiento del 24/V/85 al 30/V/85.



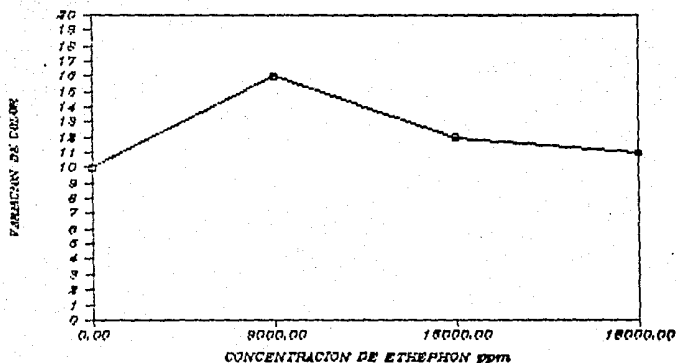
Grafica 3.5 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Etileno en 72 Hrs. postratamiento del 11/VI/85 al 21/VI/85



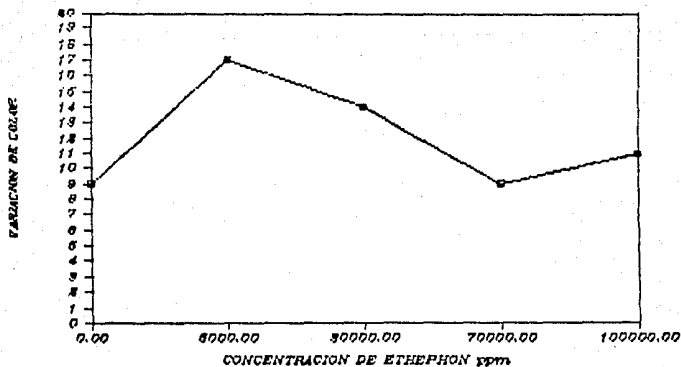
Grafica 3.6 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethephon en 72 Hrs. postratamiento del 08/II/85 al 18/II/85.



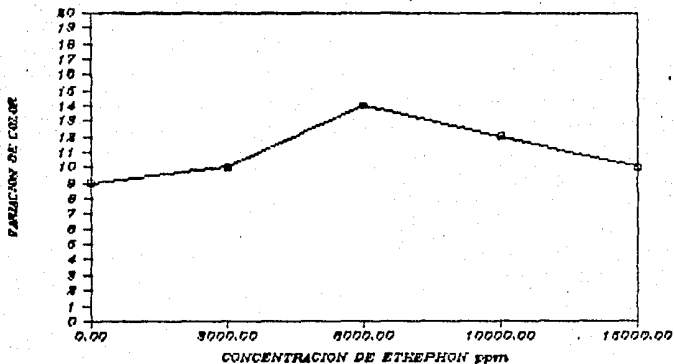
Grafica 3.7 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethephon en 72 Hrs. postratamiento del 06/III/85 al 13/III/85.



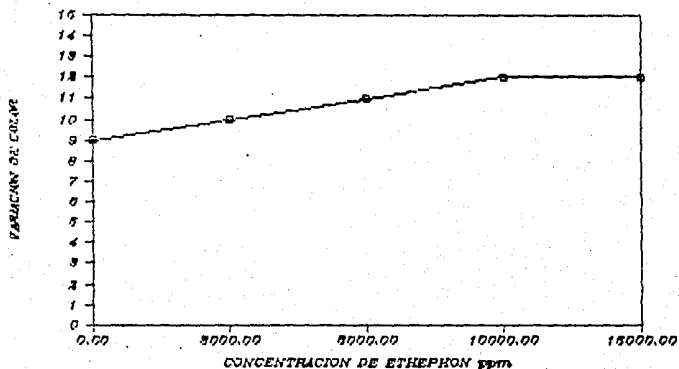
Grafica 3.8 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethephon en 72 Hrs. postratamiento del 19/III/85 al 25/III/85.



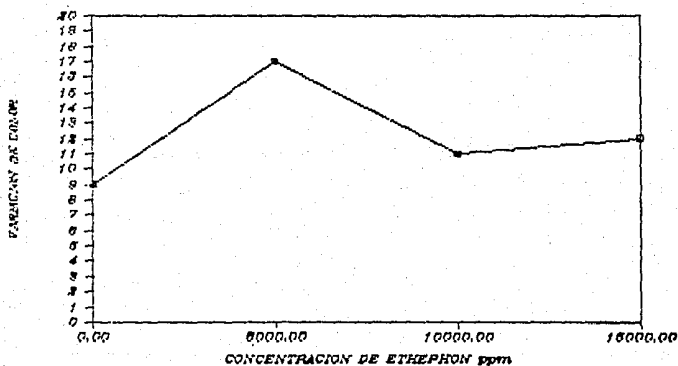
Grafica 3.9 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethepon en 72 Hrs. postratamiento del 16/IV/85 al 23/IV/85.



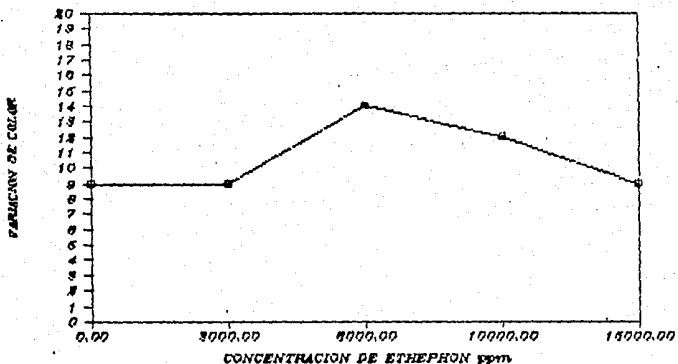
Grafica 3.10 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethepon en 72 Hrs. postratamiento del 23/IV/85 al 03/V/85.



Grafica 3.11 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethepon en 72 Hrs. postratamiento del 03/V/85 al 14/V/85.



Grafica 3.12 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethepon en 72 Hrs. postratamiento del 24/V/85 al 30/V/85.



Grafica 3.13 Comportamiento del desarrollo de color de tomates tratados con Ethephon en 72 Hrs. postratamiento del 11/VI/85 al 21/VI/85.

3.2.- ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En el presente inciso hacemos un análisis global del proceso de cambio de color en los tomates. Para este efecto se hace referencia como medida comparativa y balance los tomates que se sometieron a tratamiento contra aquellos en su estado normal de maduración.

Para los tomates que no se sometieron a tratamiento, pero que si estuvieron en observación se concluye que en su gran mayoría comenzaron a presentar cambio de color a los nueve días de su cosecha alcanzando su color rojo maduro después de 15 días o más.

Se iniciará analizando el cuadro 3.1. En el primer periodo de tratamiento que corresponde del 19 al 25/III/85 se utilizaron concentraciones de Etileno al azar con el objeto de darnos idea del rango en que se debía trabajar. Estas concentraciones fueron, 0,000; 4,800; 10,000 y 45,600. Las tres presentaron eficiencia pues el cambio de color se presentó a las 48 Hrs. postratamiento descartándose la última por estar dentro del rango de inflamabilidad del Etileno (30,000 a 321,000 ppm) Por tanto se decidió mover las concentraciones alrededor de 4,800 y 10,000 ppm de Etileno que nos sirvieron de base en las observaciones de los siguientes análisis.

Para el segundo periodo del 23/IV al 03/V/85 se tomaron concentraciones por debajo de 4,800 (100 y 1,000 ppm) y poco arriba de 10,000 (20,000 ppm) con el objeto de encontrar la concentración mínima óptima del Etileno como fitorregulador,

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

minimizando costo y tiempo para el tratamiento. Estas concentraciones fueron el parámetro para los demás periodos de tratamiento. Analizando el comportamiento de la variación de color, en el cuadro 3.1 vemos que fue similar en todas las fechas de tratamiento por lo tanto de los resultados que se observaron se formaron las tablas promedio 3.1 y 3.2 que es el resumen que nos muestra con claridad la variación de color.

La tabla 3.2 indica que la concentración de Etileno que muestra el primer cambio de color en un tiempo de 48 Hrs. postratamiento, es la de 1,000 ppm, logrando la coloración de rojo maduro a los 10 días después de iniciarse el tratamiento.

Las gráficas de comportamiento de color (3.1 a 3.5) confirman lo antes mencionado donde podemos observar que existe siempre un punto máximo alrededor de 1,000 ppm de Etileno. A esta concentración vemos como el tomate pasa de su color verde a su estado estrellado en 48 Hrs., etapa en la cual ya puede ser comerciable. Después de esta concentración se observa que la eficiencia del Etileno tiene un comportamiento descendente alrededor de 10,000 ppm hasta formar un mínimo y después presenta una tendencia a aumentar ligeramente a altas concentraciones que podrían resultar incosteables.

En el cuadro 3.2 se observa que en los primeros cuatro periodos de tratamiento (09 al 18/II/85; 06 al 13/III/85; 10 al 25/IV/85 y 16 al 23/IV/85), al igual que en el cuadro 3.1, las concentraciones de Ethephon fueron tomadas al azar con el fin de obtener rangos óptimos mínimos que presentarían mayor eficiencia.

Estas concentraciones fueron: 3,000; 4,500; 5,000; 6,000; 7,000; 8,000; 9,000; 15,000; 18,000; 30,000; 70,000 y 100,000 ppm.

Para localizar el rango mínimo óptimo observamos que a 3,000 ppm el primer cambio de color es a las 144 Hrs. y a 4,500 ppm se presenta a 92 Hrs. Mientras que en las concentraciones de 5,000 a 9,000 sucede a las 48 Hrs. siendo este el rango buscado. Analizando las concetraciones por arriba de este rango observamos que:

10,000 ppm	ocurre el primer cambio a	96 Hrs.
15,000 "	" " " "	120 "
18,000 "	" " " "	" 72 "
30,000 "	" " " "	" 48 "
70,000 "	" " " "	" 144 "
100,000 "	" " " "	" 72 "

De lo anterior vemos como al aumentar la concetración de Ethepon a 10,000 y 15,000 ppm disminuye la eficiencia del fitorregulador ya que el tiempo en que desarrolla el cambio de color aumenta. Después aumenta ligeramente en 18,000 y 30,000 ppm, cayendo nuevamente en 70,000 ppm. En 100,000 se observa que vuelve a presentar un pequeño ascenso pues el tiempo de aparición de color disminuye a 72 Hrs.. Resultados que se resumen en la tabla 3.3.

Para los siguientes tratamientos (23/IV al 03/V/85; 03 al 14/V/85; 24 al 30/V/85; y del 11 al 21/VI/85) se consideraron las concentraciones de 3,000; 6,000; 10,000 y 15,000 ppm de Ethepon, observando un comportamiento similar en todos y cada

uno de los periodos por lo que los resultados se resumen en la tabla promedio 3.4 y nos indica claramente que la concentración mínima óptima es de 6,000 ppm logrando el primer cambio de color a las 72 Hrs. postratamiento y en 10 días los tomates llegan al rojo maduro.

En las gráficas 3.6 a 3.13 se observa una marcada tendencia en el desarrollo de color en los tomates tratados con Ethephon. Vemos como se acelera el cambio de color conforme se aumenta la concentración hasta 6,000 ppm aproximadamente, después de esta tiene tendencia a inhibirse el cambio de color. En la mayoría de las gráficas se presenta un punto máximo alrededor de 6000 ppm y de esta manera confirmamos los resultados obtenidos del tratamiento.

Una vez que los tomates tratados alcanzaron su color rojo maduro se compararon con tomates no tratados en el mismo estado de color en cuanto al sabor, color y textura encontrando que no existe ninguna diferencia en las primeras dos características, pero sí en la última. Los tomates tratados con ambos métodos tienen mayor consistencia en su textura que los no tratados, estos ya presentaban ablandamiento en sus tejidos.

En cuanto a su vida de anaquel a temperatura ambiente, los tomates tratados empezaron a presentar ablandamiento en sus tejidos a las 2.5 semanas llegando al estado de descomposición a las 3.5 semanas, los no tratados presentaron a lo 5 días ablandamiento total y a la semana completamente descompuestos.

Siendo en este caso el tomate nuestra verdura de enfoque, la cual cuenta con una gran variedad en su consumo es requerida en todo momento en buenas condiciones de maduración. He aquí el porque de la importancia del control de la maduración y las ventajas que presenta el uso de Etileno y Ethepon en la aceleración del cambio de color.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES.

4.1.- De acuerdo al analisis experimental concluimos que las concentraciones de mayor eficiencia son 1,000 ppm para Etileno y 6,000 ppm para el Ethephon.

4.2.- Ventajas que presenta el uso de fitorreguladores (Etileno y Ethephon) en la aceleración del cambio de color del tomate:

- Acelera el proceso natural de coloración, reduciendo los días en que se puede apreciar el primer cambio de color, de 9.a a 3 días postratamiento

- Aumenta la vida de anaquel.

- No modifica sus características organolépticas.

4.3.- Tanto el Etileno como el Ethephon actuan unicamente en la subepidermis del tomate cambiando solo el color sin afectar la maduración fisiológica. El rango de madurez se inicia cuando aparece en forma natural un ligero cambio de color en el tomate (tomate pintón), por lo que el tratamiento unicamente cambia el color del fruto pero su madurez sigue su desarrollo. Si los tomates a tratar no estan en su fase de maduración fisiológica (cuando presentan la estrella blanca) el color no cambiaria al tratarlos con los fitorreguladores.

4.4.- La finalidad de este trabajo fue acelerar el proceso natural del cambio de color del tomate, obteniendose el rango de concentración que disminuye el tiempo de almacenamiento del

mismo antes de exhibirse al público.

Con el tratamiento el cambio de color inicia a los tres días después de cosechados llegando al rojo maduro a los 10 días. A diferencia de los no tratados el cambio se inicia a los 9 días y el rojo maduro se obtiene después de 17 días o más, por lo tanto se obtiene un ahorro de tiempo del 40 % sobre el periodo de almacenamiento antes de exhibirse al público para su comercialización.

4.5.- Comparando ambos tratamientos la variación de color es similar debido a que el rojo maduro se alcanza a los 10 días aproximadamente en los dos. esto en cuanto a eficiencia, ahora en cuanto a requerimientos para la aplicación de cada uno sí hay diferencia ya que el uso del Etileno como regulador requiere cuartos e instalaciones especiales para el tratamiento de las muestras. En el caso del Ethepon no son necesarios ya que puede ser aplicado en el lugar del almacenamiento por medio de rociado o inmediatamente después de cosechado por inmersión antes de ser empacado y distribuido a los diferentes centros de comercialización. La desventaja que presenta este tratamiento es el riesgo de contaminación del producto si no se tiene cuidado de usar agua pura o cuando los tomates no se secan bien antes de ser empacados y almacenados.

CAPITULO V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Angell, F. F. 1970. The effect of ethrel on ripening and quality of processing tomatoes. (Abst.) Hort Science 5, 318.
- 2.- Awad, M.; Aremezu, S. K.; Churat-Masca, Letras Riberad C.; Castr, P. H. C. (Fac. FILOS CREC LETRAS RIBERAD, PRATO, BRAZIL) Effects of 2-chloroethyl phosphonic aced. (ethephon), giberilline and temperature on the ripening of tomátoes (Lycopersicon esculentum) in polyethylen bags.; Rev. AGR. (Piracicaba Brazil), 1975, 50(1 -2), 69 -76 (Port).
- 3.- Bagar, M. R.; Edwards, R. A.; Lee, T. H. (dep. Food. Technol).; Univ. New South Wales, Kesington Aust. J. Exp Agric. Anim. Husb. 1975, 15(77), 839-46 (Eng). Regulación Química de la Maduración de tomates en el Campo.
- 4.- Baronov, N. Y.; Lobov, V. P. (Ukr Nauchono-Ossled Inst Dvoshcheved. Bakhchevod. Kharkov, USSR). Effects of Ethrel Ripening on Tomato. Ripening. Fisiol. Biochim. Kul't. Rast. 1980, 12(2). 164-9 (Russ).
- 5.- Braverman, B.S.; Introducción a la Bioquímica de los Alimentos; EDT. El Manual Moderno, S.A.; México, 1980.

- 6.- Deanon, J. R. y Cadiz, T. G. 1967. Irish potato. En Knott, J. E. and J. R. Deanon, Jr. (Eds.). "Vegetable Production in Southeast Asia", Univ. Philippines, Coll. Agric., Coll., Lag.
- 7.- Dennis, F. G.; Jr. Wilczynski, H.; De La Guardia, M., Robinson, R. W. 1970. Ethylene levels in tomato fruits following treatment with ethrel. Hort Science 5, 168.
- 8.- Dostal, H. C. y Wilcox, G. E. 1970. Chemical acceleration of ripening of field grown tomatoes. (Abst.). Proc. 18th Int. Hort. Cong. 1, 188
- 9.- Ferran Lamich, J.; Horticultura Actual, 1a. Ed.; EDIT. AEDOS; Barcelona, 25-29. 1975.
- 10.- Garrison, S. A. 1968. Stimulation of tomato ripening by Amchem, 66-329. (Abst.) Hort Science 3, 122.
- 11.- Hobson, G. E. 1968. Cellulase activity during the maturation and ripening of tomato fruit. J. Food Sci. 33, 588.
- 12.- Hurter, J.; Imiker, T.; Martignoni, a.; Konrad, P.; Suimoni, E. (Sekt. Biochem., Forschungsanst. Obst, Wein-Gartenbau, CH 8820 Wädenswill, Switz.) Acceleration of tomato ripening using growth regulators. Hgheneimer Arb. 1980, 105, 187-90 (Ger).

- 13.- Iomenico Bracanto.; Artificial ripening of fruit, Ital.
573, 980, Mar. 8. 1950.
- 14.- Iwahori, S.; Ben-Yehoshua, S. y Lyons, J. M. 1968. Effect
of 2-chloroethane phosphonic acid on tomato fruit development and
maturation Bioscience 19, 49.
- 15.- Iwahori, S. y Lyons, J. M. 1969. Accelerating tomato fruit
maturity with ethrel. Calif. Agric. 23(6), 17.
- 16.- Iwahori, S. y Lyons, J. M. 1970. Maturation and quality of
tomatoes with preharvest treatment of 2-chloroethyl phosphonic
acid. J. Amer. Soc. Hort Sci. 95, 88.
- 17.- Kang, B. G.; Newcomb, W, y Burg, S. P. 1971. Mechanism of
auxin-induced ethylene production. Plt. Physiol. 47, 504.
- 18.- Kertesz, Z. F. 1938. Pectic Enzymes II. Pectic enzymes of
tomatoes. J. Food Sci. 3, 481.
- 19.- Klater, E. y Rudich, J. 1970. Enhanced ripening of
processing tomatoes by application of Ethrel. (Abst) Proc. 18th
Int. Hort. Cong. 1, 187
- 20.- Lieberman y Mapson, L. W. 1964. Genesis and biogenesis of
ethylene Nature 204, 343.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

21.- Manuales para Educación Agropecuaria, Tomo 16 TOMATES 1a. Ed.; EDIT. SEP/Trillas, México, p. 11-23, 1984.

22.- Memoria del Seminario sobre Manejo y Conservación de Frutas, Hortalizas y Flores; Banco de México, FIRA; México, p 95-114, 1981.

23.- Fantástico, Er. B.; Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas, Tropicales y Subtropicales; 1a. Ed.; Compañía Editorial Continental, S.A.; México, p. 18-20, 94-95, 101-106, 129-139, 143, 1979.

24.- Paynter, Valerie A.; Jen, Joseph, J. (Food Sci. Dep., Clemson Univ., S. C.). J. Food Sci. 1976, 41(6). 1366-9 (Eng). Comparative effects of light and ethephon on the ripening of detached tomatoes.

25.- PLANT GROWTH REGULATOR HANDBOOK of the Plant Regulator Working group, 2a. Ed., p. 19-29.

26.- Primo Yúfera, E.; Carraco Dorrien, J. M.; Química Agrícola, Tomo II Plaguicidas y Fitorreguladores; 1a. Ed. EDIT. Alhambra, S.A.; Madrid, España, 1977.

27.- Rabinowitch, H. D.; Rudich, J. y Kedar, N. 1970, The Effect of ethrel on ripening of tomato and melon fruits. Israel J. Agric. Res. 20(1), 47.

28.- Robinson, R. W.; Wilczynski, H.; Dennis, F.G.; Bryan, H. H. 1968. Chemical promotion of tomato fruit ripening. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93, 823.

29.- Spencer, S. M. (Univ. Alberta, Edmondton); Ethylene Metabolism in tomatoe fruit, Relation of ethylene evolution to fruit respiration and ripening; Can-J. Biochem and Physiol, 1956.

30.- Shimokawa, K. y Kasai. Z. 1966. Biosynthesis of ethylene in apple tissue. I. Formation of ethylene from glucose, acetate, pyruvate and acetaldehyde in apple tissue. Plant and Cell Physiol. 7, 1.

31.- Sims, W. L. 1969. Effects of Ethrel on fruit ripening of tomatoes.green-house, field and postharvest trials. Calif. Agric. 23, 12.

32.- Ueda, Y.; Minamide, T.; Agata, K. y Yamamoto, T. 1970a. Lipids of fruits and vegetables and theirs physiological and qualitative roles. IV. Changes of volatile fatty acids during maturation of banana fruits. J. Food Sci. Tech. (Japan) 17, 345.

33.- Ueda, Y.; Minamide, T.; Agata, K. y Masuda, H. 1970b. Lipids of fruits and vegetables and theirs physiological and qualitative role. V. Fatty acid composition of tomato for processing. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 39(4), 385.