



Universidad Nacional Autónoma  
de México

Facultad de Estudios Superiores  
CUAUTITLÁN



13  
2 ej

**Uniformización en la Maduración de los Frutos de Café**  
**(Coffea arabica L. var. Typica), Mediante el uso**  
**del Acido 2 - Cloro Etil Fosfónico, en la**  
**Sierra de Atoyac de Alvarez, Gro. 1989**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERA AGRICOLA  
P R E S E N T A N

ELIZABETH CRUZ JIMENEZ  
YOLANDA ROMERO ALVARADO

BAJO LA DIRECCION DE:

M. C. T. OODORO ESPINOZA SOLARES

M C. JOSE LUIS ARELLANO VAZQUEZ

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex.

Mayo de 1991



## **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.

# I N D I C E

Pág.

- I). Índice general
- II). Índice de cuadros
- III). Índice de figuras
- IV). Resumen

I.	Introducción. -----	1
	Objetivos -----	3
	Hipótesis -----	3
II.	Revisión de Literatura -----	4
	2.1. Morfología y bioquímica del fruto de café. -----	4
	2.1.1. Partes que lo conforman -----	4
	2.1.2. Composición química del fruto de <u>Coffea arabica</u> -----	5
	2.1.2.1. Pulpa -----	5
	2.1.2.2. Grano -----	6
	2.1.2.3. Película plateada -----	7
	2.1.2.4. Embrión o germen -----	7
	2.1.2.5. Taninos -----	7
	2.1.2.6. Colorantes -----	8
	2.2. Factores que influyen en la floración --	9
	2.2.1. Latitud -----	9
	2.2.2. Fotoperíodo -----	10
	2.2.3. Lluvia -----	10
	2.2.4. Temperatura -----	11
	2.3. Dinámica de crecimiento del fruto -----	11
	2.4. Maduración -----	13
	2.5. Atributos de calidad -----	15

2.5.1. Calidad en café -----	15
2.5.2. Aroma -----	15
2.5.3. Cuerpo -----	15
2.5.4. Acidez -----	16
2.5.5. Sabor -----	16
2.6. Factores que modifican los atributos de ca- lidad -----	17
2.6.1. Altitud -----	17
2.6.2. Edad de la planta -----	18
2.6.3. Sombra-----	18
2.6.4. Fertilización -----	18
2.6.5. Cosecha -----	19
2.7. Etileno -----	20
2.7.1. Generalidades -----	20
2.7.2. Síntesis del etileno por las plantas --	21
2.7.3. Mecanismo de acción en las frutas -----	21
2.7.4. Efecto del etileno sobre las plantas - en general -----	22
2.7.4.1. Abcisión de hojas -----	22
2.7.4.2. Senescencia de hojas -----	23
2.8. Efectos de la aplicación del ácido ----- 2-cloro etil fosfónico en café -----	25
2.8.1. Generalidades de ácido 2-cloro ----- etil fosfónico en café -----	25
2.8.2. Efectos en la aceleración y uniforma- ción de la maduración -----	26
2.8.3. Efectos sobre la planta hojas y frutos-	29
2.8.4. Efectos en la calidad en taza-----	33
III. Materiales y Métodos -----	36
3.1. Localización de la parcela experimental -----	36
3.1.1. Ubicación geográfica -----	36
3.1.2. Clima -----	37
3.1.3. Suelo -----	37

3.1.4. Flora -----	37
3.1.5. Descripción de la parcela experi- tal -----	37
3.2. Diseño experimental y análisis estadístico----	37
3.3. Selección y marcaje de las unidades experi- mentales -----	39
3.3.1. Método de muestreo para determinar el grado de madurez de los frutos -----	39
3.4. Aplicación del ácido 2-cloro etil fosfónico --	41
3.5. Toma de datos -----	41
3.5.1. Indicadores de madurez de caracter físico -----	41
3.5.2. Indicadores de madurez de caracter químico -----	41
3.5.2.1. Determinación de polifeno- les (taninos) -----	42
3.5.3. Número de hojas y frutos -----	42
3.6. Cosecha -----	42
3.7. Variables generadas -----	43
3.7.1. Variables indicadores de madurez -----	43
3.7.2. Variables para evaluar uniformización de madurez -----	44
3.7.2.1. Color -----	44
3.7.3. Variables para evaluar efectos favo- rables de la aplicación -----	45
3.8. Calidad en taza -----	45
3.8.1. Beneficio vía húmeda -----	45
3.8.2. Beneficio vía seca -----	46
3.8.3. Degustación -----	46
3.8.3.1. Tueste -----	46
3.8.3.2. Molienda -----	47
3.8.3.3. Infusión -----	47

3.8.3.4. Aroma -----	47
3.8.3.5. Sabor, cuerpo y acidez -----	48
3.8.4. Parámetros evaluados -----	48
3.8.5. Calificación de muestras -----	48
IV. Resultados -----	50
4.1. Uniformización en la maduración y efectos -- desfavorables de la aplicación -----	50
4.2. Calidad en taza -----	60
V. Discusión -----	63
5.1. Uniformización de la maduración en los fru--- tos -----	63
5.2. Efectos desfavorables de la aplicación -----	68
5.3. Calidad en taza -----	69
VI. Conclusiones -----	72
VII. Bibliografía -----	73
ANEXO I -----	76

## INDICE DE CUADROS

NO. CUADROS	Pág.
2.1	Composición de la pulpa. ----- 6
2.2	Composición química del grano. ----- 6
2.3	Efecto de la edad de los árboles en las características de calidad en C. arabica var. typica, utilizando plantas con edad de 3 a 50 años. ----- 18
3.1	Aleatorización de tratamientos para la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico, en la uniformización de la maduración de café y días a la cosecha. ----- 18
4.1	Media, valor de F, significancia estadística (S.E) y coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos y testigos cosechados 12 días después de la aplicación para los caracteres registrados. Atoyac, Gro. 1989. ----- 51
4.2	Composición de medias de los caracteres número de hojas y frutos y proporción de frutos en diferente grado de madurez 12 días después de la aplicación. Atoyac, Gro. 1989. ----- 52
4.3	Media, valor de F, significancia estadística (S.E) y coeficiente de variación (C.V) de los tratamientos y testigos cosechados 31 días después de la aplicación para los caracteres registrados. Atoyac, Gro. 1989. ----- 53
4.4	Comparación de medias de los caracteres proporción de frutos en diferente grado de madurez, 31 días después de la aplicación. Atoyac, Gro. 1989. ----- 54
4.5	Efecto de la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico sobre la calidad en taza. ----- 60

## INDICE DE FIGURAS

No. Figuras		Pág.
2.1.	Fruto del cafeto -----	
3.1.	Localización geográfica del ejido ----- San Francisco del Tíbor -----	
4.1.	Porcentaje de frutos verdes y cerezas -----	55
4.2.	Porcentaje de frutos cerezas -----	57
4.3.	Porcentaje de hojas caídas -----	58
4.4.	Calidad en taza -----	62

## RESUMEN

En la Costa Grande de Guerrero, la cafecultura es considerada la principal actividad económica, siendo la zona alta de la región, en el municipio de Atoyac de Alvarez, donde se produce café de altura de buena calidad.

Sin embargo, la calidad se ve disminuida por la utilización de frutos en diferentes estados de madurez en el proceso de beneficiado vía húmeda.

Ante esta situación, el presente trabajo tiene como objetivo, uniformizar la cosecha en pocos días mediante la aplicación del ácido 2-cloro etil fosfónico (Ethrel 250), para mantener la calidad de los cafés de Atoyac. Complementariamente se evalúan los efectos desfavorables en relación a la caída de hojas y frutos y la calidad en taza.

Se hicieron aplicaciones de Ethrel con dosis de 0, 250, 500, 750, 1000 y 1250 ppm a plantas de C. arabica L. Var. Typica, con frutos en estado de madurez fisiológica.

Para la evaluación se consideran variables indicadoras de madurez como el aumento en volumen, densidad y concentración de taninos en dos evaluaciones, en el caso de la uniformación, se clasifican el total de frutos cosechados por cada planta de acuerdo al grado de madurez que presentan en el momento de la cosecha, cuantificando número y peso de frutos verdes, pintos, cerezas, cerezas y negros; finalmente se realizaron pruebas de catación para conocer el efecto en la calidad en taza.

Los efectos del producto aplicado, se reflejan en la uniformización de la maduración de un 70 a un 92% y en la aceleración de la cosecha hasta 31 días.

Respecto a los efectos desfavorables causados por la aplicación, se provocó una caída proporcional de las hojas, con relación a las dosis utilizadas, desde 2% en el testigo hasta 63% con la dosis más alta (1200 ppm).

En la calidad en taza, se observa una ligera disminución de acidez y sabor conforme se aumentó la dosis de aspersión de Ethrel; no obstante todos los cafés bajo el efecto del tratamiento se consideran de buena calidad.

## I. INTRODUCCION.

El café es el primer producto agrícola de exportación en México. Nuestro país produce café de gran calidad que representa el 4.2 % de la producción mundial. (Alvarez, citado por Agrosíntesis, 1988)

Durante el ciclo agrícola 1986-1987 se produjeron en 16 estados de la República 6.7 millones de quintales (1 quintal = 245 kg de café cereza). El 98.2 % de los cuales se producen en : Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, San Luis Potosí, Hidalgo y Nayarit. (Agro-Síntesis, 1988)

Es importante resaltar que la región cafetalera del estado de Guerrero ocupa el 5to. lugar en producción a nivel Nacional, (INMECAFE, 1990). El Municipio de Atoyac de Alvarez, produce el mayor volumen con una superficie total de 25 000 hectáreas y un rendimiento en los últimos 5 años, de 5.4 a 7.5 quintales por hectárea. (INMECAFE, 1990)

Este rendimiento resulta muy bajo comparado con el obtenido en estados altamente productores como Chiapas y Veracruz que presentan una producción promedio de 20 quintales por hectárea aproximadamente; (Agro-Síntesis, 1987). Esta diferencia se debe principalmente a la existencia de plantaciones seniles, localizadas en lugares bajo condiciones topográficas muy accidentadas, incidencia de plagas y enfermedades, poca iversidad de variedades utilizadas; todo ello resultado de un bajo impulso a la tecnificación del cultivo en la región.

A nivel Nacional e Internacional, el café obtenido en esta región resulta de buena calidad; sin embargo, ésta se ve disminuida entre otros aspectos por la utilización de frutos en diferentes estados de madurez en el proceso de beneficiado. Lo cual resulta de las características biológicas propias de los cafetos de la región esto es, presentan varias floraciones durante el año, específicamente son tres las que predominan, siendo la última la de mayor importancia económica, este hecho implica la necesidad de realizar más de un corte.

Otro problema real, aunado a lo anterior es la falta de mano de obra y los bajos ingresos de los productores que no les permite realizar una cosecha escalonada continuamente.

Ante tal situación el presente trabajo tiene la finalidad de posibilitar la realización de la cosecha en pocos días, estimulando la uniformización de la madurez del café, a través de la aplicación del ácido 2-cloro-etil-fosfónico en diferentes dosis esperando lograr así, mantener la calidad de los cafés de Atoyac.

Aunque aportaciones de este tipo ya se han realizado en otras regiones y sobre otro tipo de cultivos, éste es un estudio pionero en la región.

Es relevante que este tipo de investigaciones se desarrolle directamente en el campo; donde se encuentran las condiciones reales de los aspectos a estudiar, esto implica adecuar el método experimental, para obtener resultados más acordes con la realidad.

De acuerdo a lo anterior, a fines de 1988 se realizó un ensayo en la región de estudio que sirvió de base al trabajo que aquí se presenta, para el cual se plantearon los siguientes objetivos:

- 1.- Evaluar el efecto de la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico con dosis de 250, 500, 750, 1000 y 1250 ppm en la uniformización de la maduración de los frutos de café.
- 2.- Estimar los daños causados por la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico en hojas y frutos, y
- 3.- Determinar el efecto causado por dicho regulador de crecimiento en la calidad del café en taza.

Considerando las siguientes hipótesis:

- 1.- El ácido 2-cloro etil fosfónico aplicado en frutos que han llegado a su madurez fisiológica, acelera el proceso de su maduración y la uniformización de ésta.
- 2.- El ácido 2-cloro etil fosfónico aplicado a concentraciones mayores de 1000 ppm causa altos porcentajes de abscisión de hojas y frutos.
- 3.- Si la aplicación del ácido 2-cloro etil fosfónico se realiza en el momento óptimo de madurez fisiológica del fruto, no habrá efecto negativo en la calidad de la bebida.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Morfología y bioquímica del fruto de café.

El fruto de café es una drupa sincárpica bicarpelar de tamaño pequeño; consta en el interior de una cavidad redondeada o elíptica ovoide, separada por dos huecos por un tabique, en cada uno de ellos se encuentra un grano de café o semilla. (Coste, 1959)

#### 2.1.1. Partes que lo conforman.

Epicarpio.- cáscara o pellejo: cuando está maduro presenta color rojo por ejemplo C. arabica var. typica o amarillo en la variedad caturra, verde, amarillo o rosado durante la maduración y castaño oscuro cuando seco.

Mesocarpio.- azúcares y mucilago, es la parte carnosa que sigue, está compuesta de sustancias pecticas y azúcares que forman el mucilago, es soluble en agua. El epicarpio y mesocarpio forman la pulpa.

Endocarpio o pergamino.- pajilla o cascabillo, es la capa coriácea protectora de la semilla, constituida por material celulósico, resistente a desgarramiento, amarillo pajizo cuando ha sido bien procesada la cereza. (Villaseñor, 1987)

Perisperma o espermodermo.- Tejido sumamente delgado, cubre directamente el grano de la semilla. (Villaseñor, 1987) Es el tegumento seminal y se denomina comunmente película plateada, ya que son células muertas y llenas de aire que reflejan un poco la

luz, dando un aspecto brillante. Ontogénicamente representa el tegumento seminal proveniente de la pared del óvulo distinguido a medida que se desarrolla el grano. (Von et al. citados por Coste, 1959)

La película es delgada plateada y brillante, de color amarillo muy pálido en C. arabica y según el beneficiado presenta un color gris plateado, rojizo o negro. (Coste, 1959)

Endospermo o semilla.- Es el grano desprovisto de todas sus cubiertas, café verde u oro. (Villaseñor, 1987)

Embrión o germen.- Es la planta en estado latente alojada en una de las extremidades del grano o semilla. En frutos normales hay dos semillas y la posición de los embriones es asimétrica o invertida. (Villaseñor, 1987)

El endospermo, espermodermo, cotiledón y embrión forman el café pergamino, mientras que el endospermo, cotiledón y embrión forman el café oro.

Albumen.- Es un tejido de reserva del grano que constituye la mayor parte. (Coste, 1959) (Fig. 2.1.)

## 2.1.2. Composición química del fruto C. arabica.

### 2.1.2.1. Pulpa.

La pulpa del fruto de C. arabica presenta la siguiente composición:

CUADRO 2.1. Composición de la pulpa.

Componentes	%	
Agua	70	- 85
Proteínas	2.1	- 2.4
Oligosacáridos	3.0	
Celulosa	3.0	- 6.0
Pectinas	1.4	
Lípidos	1.4	
Cafeína	0.2	
Taninos	1.0	
Materiales minerales (cenizas)	0.8	- 1.6

(Tomado de Navellier, citado por Poisson ASIC, 1977)

### 2.1.2.2. Grano.

El café en grano verde está compuesto en un 20 % por pergamino, película plateada y en un 80 % por el grano propiamente; representando el 40 % del café en fruto con la siguiente composición:

CUADRO 2.2. Composición química del grano.

Partes	Componentes	%
Pergamino y grano	Celulosa seca	96.0
	Cenizas	4.0
Pergamino	Celulosa	50.0
	Hemicelulosa	20.0
	Lignina	20.0
	Cafeína	10.0
Grano	Agua	10.7
	Sustancias nitrogenadas	12.6
	Cafeína	1.0
	Ácidos grasos superiores (Extracto etéreo)	11.8
	Azúcar	7.6
	Ácido tánico y cafetánico	9.0
	Nitrógeno	20.0
	Celulosa	24.0
	Cenizas	3.0

(INMECAFE, 1980)

# FRUTO DEL CAFETO

(DRUPA SINCARPICA BICARPELAR)

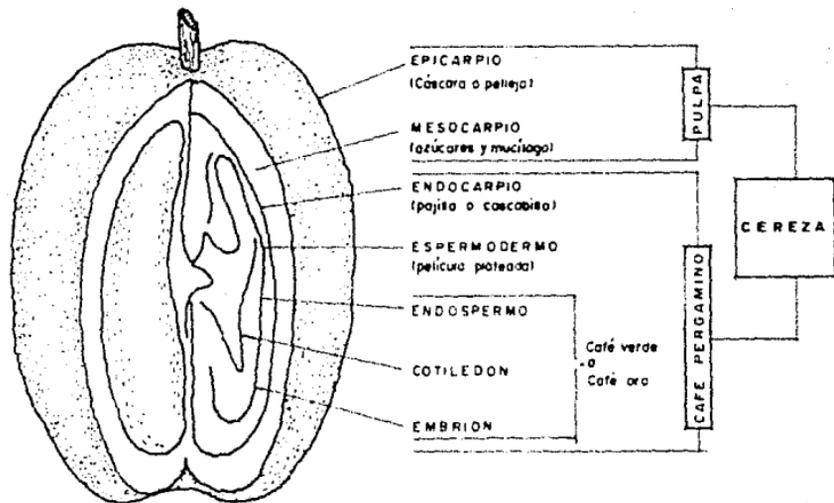


FIGURA 2.1

# FRUTO DEL CAFETO

(DRUPA SINCARPICA BICARPELARI)

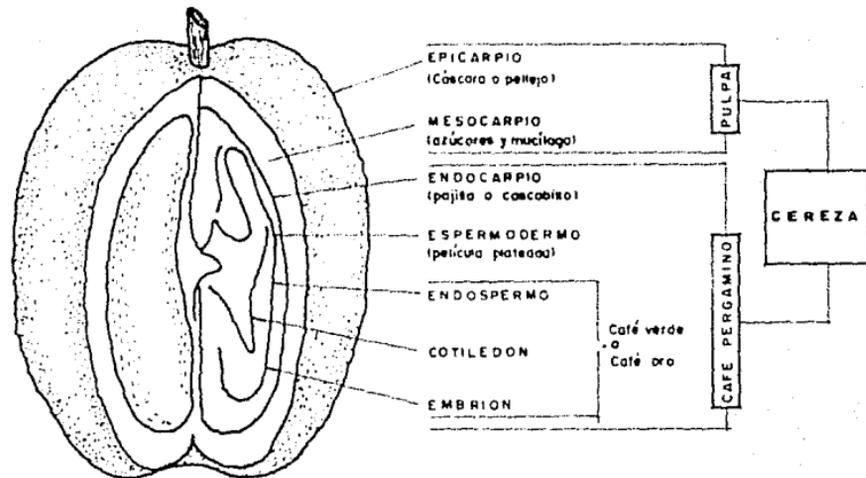


FIGURA 2.1

#### 2.1.2.3. Película plateada.

Contiene un poco de clorofila a y b que juega el papel de filtro en los procesos fitoquímicos que participan en la coloración de los granos durante su secado, además contiene 0.25 % de cafeína.

#### 2.1.2.4. Embrión o germen.

Contiene gran cantidad de lípidos, proteínas carbohidratos y compuestos fenólicos. (Dentan, citado por Clifford, 1985)

#### 2.1.2.5. Taninos.

El término taninos se refiere a un grupo de compuestos fenólicos que tienen la capacidad de precipitar proteínas. Su peso molecular varía normalmente entre 500 y 3000 daltones, y tienen una estructura química que no se conoce completamente.

Se clasifican dentro de los heterósidos, que a su vez se clasifican dentro de los glúcidos. Se dividen en dos grupos: hidrolizables y no hidrolizables, de acuerdo con su estructura y reactividad con agentes hidrolíticos, los primeros son glucósidos, que dan por hidrólisis ácido gálico y glucosa, el ácido gálico también puede esterificarse consigo mismo produciendo ácidos di y trigálicos.

Los taninos no hidrolizables pertenecen al grupo de las leucoantocianinas, y tienen una flavona como estructura básica. Los polímeros de las leucoantocianinas producen el sabor astringente de algunas frutas inmaduras como plátanos, peras,

manzanas y uvas. Las leucoantocianinas pueden ser incoloras pero con su sensibilidad al color se descomponen en forma de antocianinas que presentan diferentes colores. (Badui, 1981)

En el caso de café, es la polifenol-oxidasa quien cataliza las oxidaciones de los ácidos fenólicos provocando la coloración en los granos de café y limitando las alteraciones organolépticas. Su actividad varía en función del origen, condiciones del cultivo, alterabilidad y tratamientos del grano, es paralela a la calidad del café, mucho más elevada en frutos verdes y disminuye con la maduración. (ASIC, 1977)

#### 2.1.2.6. Colorantes.

Las antocianinas son responsables de la coloración de la cereza. Su naturaleza y desarrollo no se precisan durante la maduración.

El café oro tiene tres tipos de colorantes:

- a) Colorantes verdes.- Se atribuye la coloración al ácido clorogénico, con la formación de un "ácido viridico", no identificado.
- b) Colorantes azules.- Sólo se sabe que en ciertos cafés brutos (p.ej. el clon N39 de Tanzania) existe un colorante azul específico, resistente a los tratamientos de las cerezas y granos.
- c) Colorantes oscuros.- Proviene de la oxidación de los polifenoles, del ácido clorogénico y ahí se encuentran los

tanoides y compuestos quinonicos .(Gibson citado por Poisson, ASIC 1977)

## 2.2. Factores que influyen en la floración.

La floración de plantas de café comprende una secuencia de eventos fisiológicos y morfológicos, que van desde la inducción floral hasta la antesis, pasando por las fases intermedias de diferenciación o iniciación de primordios florales y desarrollo de la flor. (Nogueira, 1985)

Kumar, citado por Nogueira (1985), propone tres fases fisiológicas distintas en la floración de café: (1) iniciación y diferenciación floral; (2) un corto periodo de reposo o de quiescencia (3) apertura de flores o floración.

El café es una especie tropical de floración gregaria, es decir, todas las plantas individuales, en cierta extensión geográfica florecen simultaneamente. (Alvim, citado por Nogueira, 1985). Aunque ocurre un número variable de floraciones, desde pocas, en regiones cafetaleras de latitudes medias, con época seca definida, hasta varias a lo largo de las regiones ecuatoriales lluviosas. (Capot, citado por Nogueira, 1985)

### 2.2.1. Latitud.

En la región de origen del café arábica, alrededor de Limma en Etiopia, latitudes entre 5 y 10°N (Quenia; National Survey, Krug, Lazzarini, tomados de la Recopilación de Paes de Camargo, 1987), donde el café se cosecha de octubre a diciembre, la

floración ocurre por tanto, a partir de marzo aproximadamente cerca de siete meses antes.

La región cafetalera de Atoyac de Alvarez Gro, localizada en latitudes 17° 03' y 18° 32' N, presenta tres floraciones, una en abril, otra en mayo y una última en junio, considerandose esta última como la más importante. La cosecha inicia el primero de diciembre y termina el 31 de marzo. (Reporte de viaje de estudios a la sierra de Atoyac de Alvarez, Gro 1987)

### 2.2.2. Fotoperíodo.

Se ha demostrado experimentalmente que la mayoría de las variedades de *C. arabica* son plantas de día corto con un fotoperíodo crítico de 13 - 14 horas. (Franco, Piringer, Borthwick y Went citados por Nogueira, 1985)

### 2.2.3. Lluvia.

Como se sabe la floración del cafeto es inducida por la lluvia; Haarer y Porteres citados por Silva y Rivero (1987) realizaron observaciones sobre los efectos de la lluvia después de un periodo seco en la Guinea Francesa y estableció que una lluvia mayor de 3 mm fué suficiente para inducir la floración.

Nosti y Silva et. al., citados por Silva y Rivero (1987) coinciden en señalar que para inducir la floración es necesario un aguacero mayor de 10 mm y que con mayor frecuencia las flores abren 8 ó 10 días después de la lluvia que provocó la inducción.

#### 2.2.4. Temperatura.

Eventualmente, la temperatura ha sido relacionada con el rompimiento de la dormancia en los botones florales de café. En condiciones naturales, en los trópicos las lluvias vienen comunmente acompañadas de una caída rápida de temperatura, dificultando la identificación del factor crítico en el proceso. (Mes citado por Silva y Rivero, 1987)

#### 2.3. Dinámica de crecimiento del fruto.

Las curvas de crecimiento de los frutos de café, presentan una doble forma sigmoidal (León y Fournier, Grindel, Wormmer, Romain y Vasudeva, citados por Clifford 1985).

Una primera etapa de crecimiento es insignificante, está es seguida por un período de crecimiento hasta que el fruto verde adquiere su tamaño final. Continúa un período extenso, en el cual se interrumpe el crecimiento y sigue hasta que el fruto alcanza su madurez.

El crecimiento final es pequeño y el fruto ensancha rápidamente; Wormer y Cannell, citados por Clifford, (1985) añadieron otro período de crecimiento durante el cuál el peso seco del fruto se incrementa regularmente mientras el peso fresco es poco incrementado. Ellos dividieron el crecimiento o desarrollo del fruto en cinco fases:

1. Fase de "cabeza de alfiler"
2. Fase de hinchamiento rápido
3. Fase de suspensión y bajo crecimiento

4. Fase de llenado del endospermo

5. Fase de maduración

Las primeras 6 - 8 semanas después de la fertilización, los ovarios del café sufren división celular, pero los frutos crecen muy poco en peso o volumen, quedando como la "cabeza de alfiler". Hay aparentemente una cierta dormancia, que como la dormancia de las yemas florales está asociada con altos niveles de ácido abscísico (ABA) endógenos y bajos niveles de giberlinas  $GA_3$ . (Adivas citado por Clifford, 1985).

Cerca de las 6 - 16 semanas después de la floración los frutos crecen rápidamente en volumen y peso seco, esencialmente el crecimiento del pericarpio. Durante este período hay una rápida expansión celular y los frutos consiguen un gran contenido de agua (80 - 85 %). Lo más relevante es que los lóculos del fruto que contendrán los granos, se hincharán, hasta alcanzar las dimensiones finales y los endocarpios, que delinearán los lóculos, se lignifiquen, así que durante este estado de hinchamiento el volumen máximo de los granos es determinado. El tamaño para que los lóculos se hinchen depende gradualmente del contenido de agua de los árboles.

Entre aproximadamente 12 y 18 semanas después de la floración, los granos están formados, estos son el endospermo de la semilla. Hay en este estado un marcado incremento sobre los niveles endógenos de  $GA_3$ . Pero un decremento en la proporción del peso seco aumentado.

Una vez que los granos llenan los lóculos, empiezan a actuar como abatidores prioritarios de asimilados y minerales. Los granos aumentan rápidamente en peso seco, con poco incremento en tamaño del fruto. Aproximadamente 30 - 35 semanas después de la floración los frutos maduran perdiendo clorofila, produciendo etileno y tornándose rojos. Durante la maduración el pericarpio aumenta grandemente su peso seco y volumen.

La velocidad de respiración total sigue aproximadamente el mismo curso que la velocidad de incremento de peso seco del fruto que es bimodal puesto que la velocidad de respiración por unidad de peso seco del fruto disminuye por todo el periodo de desarrollo de este. Los granos desarrollándose tienen bajas velocidades de respiración, así que la materia seca acumulada en ellos impone una carga respiratoria baja sobre los árboles que es quizá razón adicional del porque los árboles fructificando tienen altos porcentajes de fijación neta de carbono. (Opile, tomado de la Recopilación de Paes de Camargo, 1987)

#### 2.4. Maduración.

La maduración se caracteriza por una serie de transformaciones químicas que determinan cambios de sabor, consistencia, color y aroma.

Las reacciones que predominan son las llamadas de hidrólisis, por ellas las moléculas grandes polimeros, que se encuentran en los frutos verdes (almidón, celulosa, pectinas) y que están formadas por la unión de moléculas más pequeñas,

Una vez que los granos llenan los lóculos, empiezan a actuar como abatidores prioritarios de asimilados y minerales. Los granos aumentan rápidamente en peso seco, con poco incremento en tamaño del fruto. Aproximadamente 30 - 35 semanas después de la floración los frutos maduran perdiendo clorofila, produciendo etileno y tornandose rojos. Durante la maduración el pericarpio aumenta grandemente su peso seco y volumen.

La velocidad de respiración total sigue aproximadamente el mismo curso que la velocidad de incremento de peso seco del fruto que es bimodal puesto que la velocidad de respiración por unidad de peso seco del fruto disminuye por todo el periodo de desarrollo de este. Los granos desarrollandose tienen bajas velocidades de respiración, así que la materia seca acumulada en ellos impone una carga respiratoria baja sobre los árboles que es quizá razón adicional del porque los árboles fructificando tienen altos porcentajes de fijación neta de carbono. (Opile, tomado de la Recopilación de Paes de Camargo, 1987)

#### 2.4. Maduración.

La maduración se caracteriza por una serie de transformaciones químicas que determinan cambios de sabor, consistencia, color y aroma.

Las reacciones que predominan son las llamadas de hidrólisis, por ellas las moléculas grandes polimeros, que se encuentran en los frutos verdes (almidón, celulosa, pectinas) y que están formadas por la unión de moléculas más pequeñas,

monómeros, se rompen incorporando una molécula de agua y liberando estas unidades pequeñas. El almidón, por ejemplo, se hidroliza para dar azúcares que son los responsables del endulzamiento del fruto. La pectina, sustancia cementante de las células, se rompe para dar ácidos pecticos (moléculas pequeñas), provocando el reblandecimiento. Conjuntamente, los pigmentos verdes y las clorofilas se descomponen y dejan aparecer las coloraciones rojas y amarillas, características de la fruta madura, debido a carotenos y xantofilas respectivamente. (Pantástico, 1979)

Puschman, citado por Nogueira (1985), confirma la naturaleza de respiración climatérica del pericarpio de café, verificando que la tasa de respiración comienza a subir en la semana 26 alcanzando la máxima en la semana 32, época de amadurecimiento pleno. Los niveles de nitrógeno total, proteínas insolubles y compuestos nitrogenados solubles que no son proteínas y aminoácidos, presentan una tendencia de aumento durante la maduración, en cuanto a las proteínas solubles y aminoácidos permanecen constantes hasta el final de la maduración. El nivel de azúcares totales, azúcares reductores y sacarosa permanece constante hasta el inicio de la maduración, elevándose entonces acentuadamente. La acumulación de azúcares reductores es más rápido que el de sacarosa. La curva de variación de peso seco de la pulpa presenta una tendencia semejante a aquella de los azúcares totales.

La fase climatérica es un periodo en el cual la actividad

metabólica es relativamente alta y es en este periodo activo cuando tienen lugar los cambios visuales asociados a la maduración. (Mapson, citado por Silva y Rivero, 1987)

## 2.5. Atributos de calidad.

### 2.5.1. Calidad en café.

La calidad organoléptica del café se constituye por el aroma, cuerpo acidez y sabor después del tostado y son evaluados por el catador al oler y sorber la infusión.

### 2.5.2. Aroma.

Esta es la primera cualidad que se investiga en la taza y varía según la altura de donde procede el café, desde el suave y apagado, pero limpio del café de zona baja, hasta el fragante y penetrante del café de altura. Si los procesos de beneficio o de almacenamiento fueron defectuosos, aparecen en el aroma defectos más o menos marcados.

### 2.5.3. Cuerpo.

Sinónimo de viscosidad y sentir de boca. La viscosidad es asociada con macromoléculas; una interacción en la boca entre ácido cafenilquinico (CQA) y ácido dicafenilquinico (diCQA) y proteínas salivarias contribuyen al cuerpo.

Es una propiedad íntimamente relacionada con la naturaleza de los sólidos solubles en la infusión. El catador la estima por la sensación de densidad que le deja la bebida en el paladar.

En general el cuerpo puede ser completo y muy pronunciado, mediano, ligero o delgado y escaso.

#### 2.5.4. Acidez.

Es una cualidad que se incrementa con la altura del lugar donde se cosecha el café, y se modifica por el grado de madurez del fruto, por el tiempo transcurrido entre la cosecha y el despulpe, y por la altitud.

Se tiene a la acidez como deseable y a la agrura como indeseable e indicativo de defectuoso, resultado del procesamiento cuando el grano está verde. Lo agrío está asociado con una mezcla de ácidos, alcoholes y ésteres, producidos por fermentación microbiana.

La acidez también está influenciada por el método y severidad del tostado. Alta acidez da mejor calidad y más intenso aroma.

#### 2.5.5. Sabor.

Las cualidades anteriores, presentes en distintos grados e intensidades, se complementan y dan a cada taza un sabor determinado que puede ser sano, defectuoso o contaminado.

Sabores anormales.- Entre los defectos derivados de la cosecha enumeraremos los siguientes:

Astringente, áspero o cacahuete, vinoso, ríco, sucio, terroso, sobrefermentado, cosecha vieja, mohoso. (Villaseñor,

1987)

## 2.6. Factores que modifican los atributos de calidad en taza.

La apariencia física y la calidad organoléptica del café están intrínsecas en el grano y son dictadas por la región donde la planta se desarrolla, por la misma planta, prácticas culturales como el cultivo, fertilización y el riego, cosecha, procesamiento y condiciones de almacenamiento, determinando el grado de aceptabilidad del producto por el consumidor. (Gialluly, 1958 y Clifford, 1985)

### 2.6.1. Altitud.

Un importante factor de la calidad en taza es la altitud, lo que tiene un efecto significativo en la calidad del café, determinando el cuerpo, aroma y acidez del producto; a menor altura, disminuyen o desaparecen estas cualidades a tal grado que el café puede ser astringente o áspero. (Gialluly, 1958 y el INMECAFE, 1980)

Respecto al aspecto físico del grano, se establece una alta calidad en bajas altitudes, granos de forma aceptable. Se indica también una disminución en el tamaño del grano a mayor altitud. La altitud sin embargo, no es directamente un factor determinante del tamaño del grano, pero está relacionado un poco con las condiciones climatológicas, como la humedad relativa anual y la precipitación.

### 2.6.2. Edad de la planta.

Wilson, citado por Clifford (1985) menciona que los árboles de mediana edad (15 a 20 años) producen la mejor calidad.

CUADRO 2.3. Efecto de la edad de los árboles en las características de calidad en C. arabica var. typica, utilizando plantas con edad de 3 a 50 años.

EDAD	CARACTERISTICAS DE CALIDAD
3 años	Suave, cuerpo ligero, ácido.
4 años	Suave, cuerpo ligero, ácido.
20 años	Cuerpo ligero a bueno, ácido, el mejor en taza.
50 años	Aspero, leñoso, con más cuerpo, ácido.

### 2.6.3. Sombra.

Literatura especializada en técnicas de café mencionan que las ventajas de los cafetos plantados bajo sombra o a pleno sol son muy discutibles, ya que están sujetas a la fisiología del mismo, como la producción y edad de la planta. Estudios realizados en Costa Rica muestran que las pruebas en taza no revelan diferencia alguna en la calidad entre el café que crece bajo sombra u otro método.

### 2.6.4. Fertilización.

En un experimento realizado en C. arabica, aplicaciones altas en N, mostraron en la catación en taza una calidad generalmente más baja que el testigo, con baja acidez y cuerpo flojo.

En un experimento realizado en Costa Rica se observó el efecto de N, P, K y Mg en la calidad, en árboles de C. arabica var.

typica; indicando que los fertilizantes afectan la calidad organoléptica y apariencia física del café demostrado por el testigo quien dió la mejor taza.

Los tratamientos fertilizados fueron responsables de un grano generalmente más pequeño que los no fertilizados. Esto se debe probablemente al hecho de que los árboles fertilizados dan una producción mayor y la cantidad total de granos grandes, medianos y pequeños es mucho más grande que en arboles no fertilizados.

La prueba en taza con la máxima fertilización mostró una diferencia moderada entre esta aplicación y el testigo; parece que la cantidad de fertilizantes aplicados no es importante para la calidad con la combinación y respectiva cantidad.

El desarrollo de la calidad organoléptica en una muestra puede ser originado durante el crecimiento. El factor de calidad más afectado por todas las aplicaciones fué la acidez. El aroma está menos sujeto al tratamiento de la fertilización.

#### 2.6.5. Cosecha.

Para lograr la mejor calidad del café, el fruto debe ser cosechado en el estado de plena madurez.

Cuando el café cereza es cosechado en el estado completamente maduro, la humedad contenida es alrededor del 65 % y este tipo de fruto puede producir la mejor bebida. Granos inmaduros y granos negros si no son separados de los maduros, demeritarán la bebida final.

En regiones donde todos los frutos alcanzan la madurez casi al mismo tiempo, la cosecha de sólo las cerezas maduras llega a ser casi imposible; por lo que algunos frutos con madurez temprana tal vez sobremaduren o caigan al suelo. Si el tiempo es seco la calidad de estos granos puede ser buena o agradable, si es húmedo reacciones hidrolíticas y oxidativas causadas por las enzimas del fruto y microorganismos deterioran la calidad de la bebida. (Gialluly, 1958)

## 2.7. Etileno.

### 2.7.1. Generalidades.

Desde 1910 los transportadores de frutas tropicales revelaron la existencia de un gas "x" que en 1934 fué identificado como etileno,  $C_2H_4$ . (Pantastico, 1979)

Varios trabajos reportaron entre los años 1917 y 1937 que el etileno estimula madurez en frutas (Moore, 1979)

Frank B., Salisbury y Cloon (1978) mencionan que Grane comprobó que el etileno es sintetizado, por las plantas y es el responsable de la maduración.

En las frutas, por lo común el precursor más aceptado del etileno es la L-metionina, pero hay evidencias muy marcadas de que este se forma también con facilidad del ácido linoléico, del etanol y de la B-alanina, encontrando en los tejidos que puede haber más de un precursor del etileno. (Pantastico, 1979)

### 2.7.2. Síntesis del etileno por las plantas.

El etileno forma parte del complejo hormonal de las plantas y es sintetizado a partir de la metionina vía S-adenosin metionina del sulfuro contenido en el aminoácido metionina, es importante como fuente de etileno en las plantas. Cuando la metionina se designa con diferentes átomos de carbono, con carbono 14 es convertido a etileno,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H COOH}$  y con la metiltioadenosina se libera. (Yang y Lieberman, citados por Frank B., Salisbury y Cloon, 1978)

### 2.7.3. Mecanismo de acción en las frutas.

En la actualidad no se tienen pruebas para demostrar que el etileno de por sí sea parte de alguna reacción bioquímica conocida, de que actúa como una coenzima, como un desenlazador o como un cofactor. En la escala molecular puede estar ligado al ión metálico de ciertas enzimas o participar en algún sistema específico de transporte de electrones.

A nivel celular, se piensa que el etileno aumenta la permeabilidad de las membranas de la célula, así como la de las membranas de las partículas subcelulares, haciendo con ello más accesible el sustrato a las enzimas correspondientes. Debido a su estructura química, el etileno se disuelve con más facilidad en lípidos. Sin embargo, en ningún caso experimental se ha encontrado que el etileno esté ligado a cualquier sitio, resultado evidente que es un compuesto con mucha movilidad. (Pantastico, 1979)

Existen varias evidencias de que el etileno puede inducir la síntesis de RNA y ciertas enzimas en frutos y otros tejidos, lo que hace pensar que la síntesis de enzimas podría jugar un papel importante en la acción. Además ha sido demostrado que el etileno eleva la actividad de un numeroso grupo de enzimas asociadas con la maduración, abscisión y senescencia (Abeles, 1985) También se ha planteado que un posible sitio de acción del etileno es el sistema mitocondrial ATPasa. Sin embargo, se requieren más trabajos para establecer que en verdad el etileno induce a la síntesis de RNA y enzimas en tejidos de frutos.

#### 2.7.4. Efecto del etileno sobre la planta.

Entre los más diversos efectos fisiológicos que han sido reportados tenemos los siguientes:

1. Estimulación de maduración de frutos carnosos
2. Estimulación de abscisión de hojas
3. Inhibición de crecimiento de raíces
4. Incremento en la permeabilidad de las membranas
5. Estimulación de la formación de raíces adventicias
6. Estimulación en floración
7. Inhibición de desarrollo de yemas laterales

(Moore, 1979)

##### 2.7.4.1. Abscisión de hojas

Hay dos puntos de vista distintos para referirse a como el etileno controla la abscisión.

Uno asigna al etileno un papel pasivo mientras que la otra asume que se realiza una parte activa, en la regulación de la abscisión. En el papel pasivo el control de la abscisión depende de un incremento en la sensibilidad de los tejidos al etileno que anteriormente se produjo.

En otras palabras, los procesos de producción del etileno en forma más o menos constantes permanecen en una posición para controlar la abscisión, cuando los niveles de factores de juvenilidad han bajado debido al envejecimiento del tejido. La idea básica es que el último control de la abscisión depende sobre todo de la disponibilidad de factores de juvenilidad para la separación de estratos, y puesto que el suministro de estas hormonas son altos, el etileno queda sin efecto.

El papel activo del etileno lo asume en la senescencia y subsecuentemente la abscisión toma lugar como resultado del incremento en el porcentaje de la producción de etileno durante el final de la vida del órgano.

Bajo estas condiciones el etileno pasa a ser el factor primordial en la regulación de los niveles de factores de juvenilidad y subsecuentemente la senescencia del tejido. (Abeles, 1973)

#### 2.7.4.2. Senescencia de hojas.

En forma análoga, el marchitamiento de hojas es asociado a menudo con abscisión, a través de un número de ejemplos publicados, demostrando aceleración de abscisión con altos niveles

de etileno pasando a un concomitante marchitamiento.

Mientras que la abscisión o maduración parecen ser separados del proceso de marchitamiento, factor que retarda o bloquea la acción del etileno tal como el IAA (ácido indolacético) o CO<sub>2</sub> (bioxido de carbono) también previenen o facilitan el marchitamiento sugiriendo que la destrucción de clorofila es paralela pero es separada de otros proceso que ocurren durante la senescencia.

La senescencia también involucra la pérdida de RNA, proteínas y otros constituyentes de la hoja.

Se encontró que el etileno tiene efecto sobre cualquiera de los porcentajes de degradación de RNA o de la inducción de RNAsa.

El dato sugiere que la habilidad del etileno para acelerar la degradación de los constituyentes de la hoja es indirecto. El etileno aparece para regular algunas reacciones patronas, por ejemplo control del nivel de auxinas, que por turno regulan o mantienen la juvenilidad del tejido de las plantas. (Abeles, 1973).

## 2.8. Efectos de la aplicación del ácido 2-cloro-etil fosfónico en café.

### 2.8.1. Generalidades del ácido 2-cloro etil fosfónico.

El producto químico Ethrel, también conocido como Etheplón de nombre científico ácido 2-cloro etil fosfónico (CEPA), es un regulador de crecimiento soluble en agua que al ser absorbido por la planta libera etileno dentro de su tejido después de su aplicación. El etileno es una hormona natural de la planta la cual afecta una amplia gama de procesos biológicos, incluyendo la maduración del fruto. (Unión Carbide Agricultural Products company Inc, 1985)

El Ethrel tiene como característica principal, entre sus efectos fisiológicos, acelerar el envejecimiento celular, dando la oportunidad de obtener una madurez anticipada de los frutos.

El producto es estable a pH bajo y sufre descomposición en pH arriba de 4, liberando etileno. En los tejidos vegetales el pH varía de 6 a 7, con lo que se asegura la liberación de etileno después de la absorción del producto. (Søndahl et al., 1974)

CEPA es aparentemente móvil en Coffea arabica L. ya que una sola aspersión provocó el adelanto en la maduración y la adición de éste promovió la maduración cuando se aplicó directamente a los frutos. (Opile, 1978)

### 2.8.2. Efecto en la aceleración y uniformización de la maduración.

Aplicaciones de ácido 2-cloro etil fosfónico en concentraciones que van de 100 a 1400 ppm en frutos verdes ya desarrollados e iniciando el cambio de coloración pueden acelerar la maduración, adelantando la cosecha del café de 2 a 4 semanas. (Browning y Cannell, 1970; Oyebade, 1971; Upegui y Valencia, 1972; Arcila 1975; Reyes y Cruz citados por la Oficina del Café 1978; Gopal y Venkataramanan citados por Bartholomew, 1983)

Opile (1978) aplicó ácido 2-cloro etil fosfónico a 1400 ppm en frutos con un porcentaje de madurez de aproximadamente 74-77 % adelantando la maduración 7 a 8 semanas antes de que iniciará la maduración natural, los frutos madurados con ácido 2 cloro-etil fosfónico en cualquier estado de éste se incrementaron al aumentar las concentraciones aplicadas. En frutos más viejos, tratamientos de 350 y 700 ppm tuvieron mayor capacidad para promover el adelanto en la maduración, quizá porque el etileno endógeno alcanza también niveles muy altos para igualar las bajas concentraciones de Ethrel aplicado.

El Departamento de Investigaciones en Café, citado por la Oficina del café (1978) al realizar pruebas desde 75 a 1500 ppm; aplicando de 250 a 840 cc/planta al inicio de la maduración normal, mostró adelanto en la maduración 8 días después en todas las concentraciones, fluctuando entre 50 y 60 % a los 16 días de aplicado el producto. Cuando atomizaron 250 cc/planta fué

necesaria una segunda aplicación, dada la cantidad de frutos verdes.

Por otro lado, Ethrel aplicado a plantas jóvenes de café Robusta y liberica en dosis de 0 - 400 y 0 - 800 ppm promovió la maduración después de 14 días en 72 a 95 % y 45 a 87%, en contraste con 29 % y 18% de los testigos, después de 26 días respectivamente. (Chong, 1985)

El Diccionario de Especialidades Agronómicas (1988) y la Union Carbide Agricultural Products Company Inc (1985) mencionan que luego del tratamiento con Ethrel, la maduración puede comenzar a verse aproximadamente a los 7 días después de la aplicación y que el Ethrel acelera la maduración mejorando la coloración y reduciendo el número de recolecciones.

Respecto a la uniformización de la maduración, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Pérez y Polencano citados por la Oficina del Café (1978), al emplear de 500 a 2000 ppm aplicando 1000 cc/planta lograron en todos los tratamientos una maduración completa de los frutos. Por el contrario, Cleves citado por la misma fuente al utilizar de 24 a 96 mg/planta, obtuvo una maduración de 45 y 75 % en comparación con un 36 % en el testigo.

En otra prueba plantas de Robusta asperjadas con Ethrel a 200 ppm y plantas de Liberica con 600 y 800 ppm, aumentó de 34 a 91 % y de 34 a 75 % (con 600 ppm) respectivamente, el porcentaje de frutos maduros cosechados después de 21 días. (Chong, 1985)

Söndahl et al., (1974); Gopal y Venkataramanan, citados por Silva y Rivero (1987), observaron que la aplicación con más de 100 ml/planta de Ethrel provocó maduración de más de 50 % de los frutos verdes a los 13 días, mientras que en el testigo sólo se maduró el 6 % de los frutos y con 50 ml/planta hubo una disminución del efecto sobre la maduración.

También se obtiene incremento de la maduración cuando se emplea además de Ethrel, 2-4D a dosis de 15 a 30 ppm; teniendo así mismo una maduración superior a la del testigo con 400 ppm de Ethrel cuando se había madurado el 50 % de los frutos. (Ortega et al., citados por Silva y Rivero, 1987)

Por su parte Mata y Piedra, citados por la Oficina del Café (1978) al utilizar menos de 120 mg por planta después de la segunda recolección concentraron en un 80 % la cosecha.

Snoeck (1973 y 1977) logró una concentración satisfactoria de la cosecha con 500 y 1000 ppm de Ethrel aplicado a tres clones de café Robusta de 6 años de edad después de la recepa; agrupando en un 98 % la cosecha con 1000 ppm, empleando un producto comercial de 480 g/lit atomizados a razón de medio litro/árbol.

Los mismos investigadores, para determinar la concentración de la solución a utilizar, mencionan que es importante el estado fisiológico que tienen los frutos; tomando en cuenta el hecho de dirigir la aspersión en lo posible hacia estos, mojandolos uniformemente para conseguir el mejor efecto; concluyendo en que el éxito de la aplicación será completo sólo si se trata de

árboles cuyos frutos se encuentran en la última fase de maduración.

Opile (1978) y Kuman, citado por Bartholomew (1983) mencionan que el tiempo recomendado para un óptimo resultado en la aceleración y concentración de la maduración es cuando los frutos tienen un 75 % de su desarrollo total, entre 6 y 8 semanas antes de que la mayoría de ellos estén enrojecidos; si los árboles presentan varias cosechas por los diferentes tiempos de floración no todos los cortes pueden concentrarse en una sola cosecha.

El Diccionario de Especialidades Agronómicas (1988) recomienda aplicar 2-3 lt/has de café, después de que se haya realizado el primer corte para reducir el número de ellos, cuando la mayoría de las cerezas se encuentran maduras fisiológicamente.

A su vez Quaggi et al., citados por Silva y Rivero (1987) apreciaron que la mejor uniformidad en la maduración se obtuvo cuando la aplicación del producto se realizó en la etapa de comienzo de la maduración.

### 2.8.3. Efectos sobre la planta, hojas y frutos.

La aplicación de Ethrel presenta en ocasiones efectos fisiológicos indeseables entre los que se mencionan la caída prematura de hojas, caída de frutos y detención del crecimiento. (Silva y Rivero, 1987)

Concentraciones de 500 a 2000 ppm de Ethrel son

perjudiciales para el cafeto puesto que provocan fuerte defoliación y caída de frutos. (Browning y Cannell, 1970; Upegui y Valencia, 1972; Pérez y Pelencano, y el Departamento de investigaciones en café, citados por la Oficina del Café, 1978; Chong, 1985), observandose también una paralización del crecimiento, especialmente del ortotrópico en la planta.

Schuitemaker (1984) menciona que altas concentraciones de Ethrel en condiciones muy estresadas tiran más hojas en un corto período de tiempo. Observó severas defoliaciones en las plantas después de la cosecha. Cuando inician nuevos crecimientos, estas plantas retoñan y florecen normalmente igual, y en diversas ocasiones se observan más vigorosas y muestran incremento en la floración, especialmente cuando el período de cosecha se acorta por el uso de Ethrel.

La pérdida de hojas con dosis inferiores a 1500 ppm no es excesiva y no parece ser más importante que la senescencia normal debido a la estación seca y a la translocación de elementos nutritivos en las hojas para inducir los frutos a la maduración. (Snoeck, 1973)

A su vez Opile (1978) menciona que una ligera defoliación puede ocurrir aproximadamente 7 días después del tratamiento; Snoeck (1973) y Unión Carbide Agricultural Products Company, Inc (1985) plantean que puede ocurrir algo de defoliación entre 6 y 10 días después del tratamiento indicando una aceleración de la caída normal de las hojas del cafeto sin efectos adversos en la planta.

Por su parte el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Reyes y Cruz, citados por la Oficina del Café (1978) plantean una defoliación proporcional a las dosis utilizadas, de 250 a 1000 ppm.

Al parecer las hojas viejas son las que caen acelerando su abscisión por la aplicación de Ethrel; estudios hechos en Brasil, las consideran parásitas, ya que no contribuyen en gran medida al proceso de asimilación y probablemente requieran de más nutrientes para seguir vivas; se menciona también que el Ethrel no afecta hojas jóvenes. (Schuitemaker, 1984)

Únicamente Mata y Piedra, citados por la Oficina del Café (1978) mencionan que no se producen efectos fisiológicos de consideración.

Schuitemaker (1984) concluye que la defoliación de la planta del café por el uso de Ethrel no afecta la planta ni el potencial de producción y se podrá considerar como un acelerador de la abscisión natural; Pauline et al., Alvarenga et al., y Machado et al., citados por Silva y Rivero (1987) demostraron que hasta con un 30 % de defoliación en la cosecha no afecta la producción del año siguiente.

De acuerdo a lo anterior, Upegui y Valencia (1972) plantean que es necesario inhibir los efectos nocivos mediante la aplicación de menores dosis ó la utilización de Ethrel en combinación con otros productos. Al respecto, Larsen y Valencia citados por Upegui y Valencia (1972) lograron buena retención de

hojas aplicando Acido Naftalinacético (ANA) en dosis de 5 a 10 ppm antes de efectuar las aplicaciones de Ethrel y con aplicaciones de ANA o de 2-4D después de la aplicación de Ethrel. Así mismo, Oyebade y Clowes citados por Silva y Rivero (1987) al estudiar la defoliación causada por la aplicación de 2000 ppm de Ethrel en genotipos de C. arabica, tratados con oxiclóruo de cobre, en dosis de 2.0 kg/ha distribuidos de noviembre a mayo, observaron que la defoliación fué menor.

El efecto de Ethrel en la caída de frutos se observa cuando se emplean dosis muy altas (1500 ppm y más) ó por la aplicación en etapas tempranas del desarrollo del fruto (Browning y Cannell, 1970; Schuitemaker, 1984; Silva y Rivero, 1987) provocando el secamiento del pedúnculo y su posterior abscisión.

Opile (1978) menciona que la abscisión de frutos puede ser menor en lugares con altitudes mayores, con árboles sombreados, lo que posiblemente cambie el balance de hormonas endógenas haciendo más efectivo al Ethrel respecto a la abscisión de frutos.

La caída natural del fruto especialmente de frutos maduros, ocurre frecuentemente durante el estado 2 (rápida expansión del fruto de 8 a 10 semanas) y puede ser aumentada después del uso de Ethrel, pero si este se aplica en dosis y tiempos correctos no estimulará la caída del fruto. (Schuitemaker, 1984)

#### 2.8.4. Efectos en la calidad en taza.

Evaluaciones concernientes a la calidad en taza establecen que el Ethrel aplicado en épocas tempranas en dosis de 0, 500, 1000 y 2000 ppm dan una mala calidad (fuerte); por el contrario tratamientos tardíos dan una buena calidad (suave); lo que sugiere que el Ethrel usado en este orden para la uniformización en la maduración afecta la calidad en taza del café. (Söndahl et al., 1974)

Al aumentar la dosis de Ethrel, hay tendencia a disminuir la acidez y el cuerpo, notándose un sabor "amarroso", siendo más acentuada la disminución mientras menos madurez fisiológica tengan los frutos al momento de la aplicación; el aroma también resulta afectado, especialmente después de 15 días de la aplicación, siendo que los efectos perjudiciales en acidez y cuerpo se observan aún un mes después de la aplicación.

La calidad del grano también resulta afectada por las aplicaciones de Ethrel al presentarse un alto porcentaje de granos manchados (entre 50 % y 70 % aproximadamente), color marrón. (Arcila, 1975)

Mata y Piedra, Cleves y Pérez y Pelencano citados por la Oficina del Café (1978) mencionan que no hay diferencias en cuanto a acidez, cuerpo y aroma, entre el testigo y los tratamientos, ni detectaron sabores extraños, ni cambios en el color del grano ni en el tueste el cual fué uniforme.

Cuando la hormona se aplica a frutos de café poco desarrollados, se induce una maduración sólo en el exocarpio, permaneciendo el grano con características de verde. (Söndahl et al., 1974; Chao et al., citados por Silva y Rivero, 1987) De tal manera que el principal problema provocado es la producción de granos con malos olores (sobrefefermentados) que vienen de frutos inmaduros cubiertos por Ethrel. (Opile, 1978)

Por su parte Browning y Cannell (1970) mencionan que la calidad de los granos no fué afectada.

Así que una inoportuna o inadecuada aplicación de Ethrel trae como consecuencia una disminución de la calidad comercial del grano y disminución de la acidéz de la bebida (Arcila, 1975; Ministerio de Agricultura y Ganadería, citado por la Oficina del Café, 1978)

Según parece, el Ethrel provoca un erojecimiento del pericarpio sin acelerar el desarrollo y la maduración del endocarpio. (Snoeck, 1977) Lo anterior es corroborado por Bullock citado por Bartholomew (1983) quien menciona que en cosechas irregulares, la pulpa de los frutos más jóvenes se presentó madura mientras que el grano permanecía inmaduro.

Ahora bien, si el Ethrel es aplicado durante el periodo en el cual el endocarpio no ha desarrollado completamente (estado 3 expansión descendente lenta del fruto, cuando el grano desarrolla su máximo tamaño después de 14-20 semanas) según Leon y Fournier citados por Turrialba, (1962) se puede inhibir el desarrollo a

medida que el fruto es forzado a entrar en el estado de maduración, resultando un grano pequeño el cual no ha madurado completamente y por lo tanto es de baja calidad física y organoléptica. (Schuitemaker, 1984)

Se ha comprobado que la hormona aumentó el contenido de mucilago (mesocarpio) en la fruta. (Oficina del Café, 1978)

Así mismo, la apariencia del grano crudo se desmejora por el aumento de granos claros tanto en el café verde como en el tostado, sin mostrar uniformidad en el tueste, comportandose como los verdes. (Chao et al., citados por Silva y Rivero, 1987)

Para que la calidad en taza se mantenga correcta, es necesario que el porcentaje de café verde de la cosecha global no sobrepase de un 30 %. (Snoeck, 1977)

Gopal y Venkataraman, Clowes, Garruti y Pereira, López, Silva et al., citados por Silva y Rivero (1987) mencionan que cuando la aplicación se realiza en estados más avanzados de la maduración, cuando los frutos presentes están cercanos a la madurez fisiológica y las condiciones climáticas como la temperatura, humedad relativa e incidencia de rayos solares son favorables a la maduración natural, se logra alto grado de uniformidad en maduración y por lo tanto, en la cosecha sin causar ningún perjuicio de la calidad.

Respecto a efectos posteriores se menciona que el Ethrel no tiene ningún efecto el año siguiente de la aplicación. (Snoeck, 1977)

### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización de la parcela experimental.

##### 3.1.1. Ubicación geográfica.

El Municipio de Atoyac de Alvarez, Guerrero; está ubicado en la parte montañosa sobre la sierra madre occidental, al suroeste de Chilpancingo, capital del estado, en la región Costa Grande; entre los paralelos 17° 03' y 18° 32' de latitud norte y los 100° 05' y 100° 34' de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich. Al norte colinda con los Municipios de San Miguel Totolapan, Ajuchitlán del Progreso y Heliodoro Castillo; al sur con el Municipio de San Jeronimo; al este con el de Coyuca de Benitez y Chilpancingo y al oeste con el de Tecpan de Galeana. Tiene una extensión territorial de 1,688.4 kilómetros cuadrados que representan el 2.64 % de la superficie estatal y el 11.4 % de la regional. Se encuentra a una altitud de 200 msnm.

El Ejido de San Francisco del Tiber, donde se ubicó la parcela experimental, se localiza en el Municipio ya mencionado, entre los paralelos 17° 15' y 18° 31' de latitud norte y los 100° 15' y 100° 32' de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich con una altitud de 1100 msnm, perteneciendo a la zona alta en la región cafetalera de Atoyac. Al oeste colinda con el Ejido Río Santiago, al este con la comunidad de Tepetitxtla al Sur con el Ejido Las Juntas de los Rios y al norte con el Ejido San Vicente de Jesús. Tiene una extensión de 5,245 hectáreas.

(Fig. 3.1)

# LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL EJIDO SAN FRANCISCO DEL TIBOR

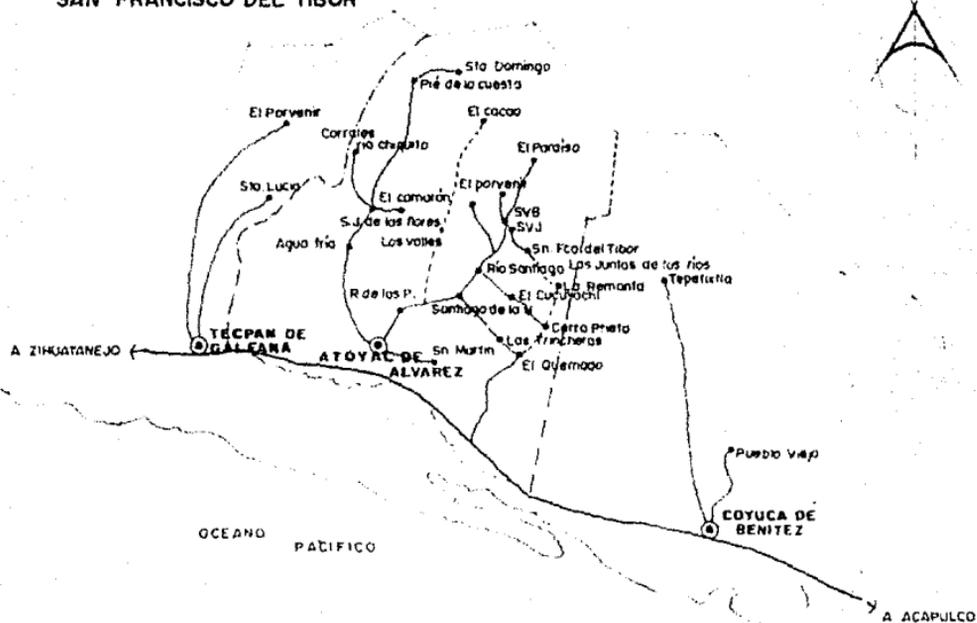


FIGURA 3 1

### 3.1.2. Clima.

El clima predominante en el Ejido es el Aw (w) ig, subhúmedo semicálido, con temperaturas que oscilan entre 24 y 15° C y una temperatura media de 20 a 22° C, un régimen de lluvias que abarcan los meses de junio, julio, agosto y septiembre, cuya precipitación promedio anual es de 1,500 mm; con un período de sequía que abarca seis meses, de noviembre a abril.

### 3.1.3. Suelo.

Respecto a los tipos de suelos, predomina el luvisol.

### 3.1.4. Flora.

Predomina el bosque mesófilo de montaña, existen también especies de talla baja con altitudes menores a 15 m. (Los Municipios de Guerrero, 1988 y INEGI, 1985)

### 3.1.5. Descripción de la parcela experimental.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó una plantación de C. arabica L. var. Typica; seleccionando la parcela con plantas recepadas hace 9 años, ubicadas cerca de un arroyo. Dichas plantas se fertilizaron hace 3 años con la fórmula 18-12-06 para producción. La floración principal se presentó en el mes de junio.

### 3.2. Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizaron 21 plantas de café cuyo porte y edad se encontraban en un mismo rango, cada planta representó la unidad

experimental (U.E.), en un diseño de distribución completamente al azar.

Los tratamientos formados fueron 6 con tres repeticiones cada uno, utilizando dosis de 0, 250, 500, 750, 1000 y 1250 ppm.

Los tratamientos se aleatorizaron como sigue:

CUADRO 3.1. Aleatorización de tratamientos para la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico en la uniformización de la maduración de café y días a la cosecha.

TRATAMIENTO	DOSIS (ppm)	REPETICION	U.E.	DIAS A LA COSECHA
* 1	0	1	2	12
		2	4	12
		3	5	12
		1	19	31
		2	20	31
		3	21	31
2	250	1	6	12
		2	11	12
		3	16	12
3	500	1	13	12
		2	14	12
		3	17	12
4	750	1	7	12
		2	9	12
		3	10	12
5	1000	1	8	12
		2	15	12
		3	18	12
6	1250	1	1	12
		2	3	12
		3	12	12

\*Nota : Se muestran datos de dos testigos con sus respectivas repeticiones, los cuales se cosecharon en diferentes fechas.

Se utilizó Ethrel 250 : Acido 2-Cloro etil fosfónico con 250 g de ingrediente activo (i.a) por litro.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), prueba de medias en base a Tukey al 5 % utilizando como apoyo el programa "SAS".

### 3.3. Selección y marcaje de las unidades experimentales.

Las U.E se seleccionaron en base a los siguientes criterios, siempre y cuando fueran lo más homogéneos posible:

- Edad
- Porte
- Sanidad
  
- Con la mayoría de frutos verde maduros o sezonados, siendo aquellos que contenían semillas completamente desarrolladas y endurecidas, es decir con madurez fisiológica, lo cual se determinó en base a un muestreo.

#### 3.3.1. Método de muestreo para determinar el grado de madurez de los frutos.

Para evaluar el grado de madurez de los frutos se realizó un muestreo recomendado por la Unión Carbide Agricultural products Company, Inc; 1985 como sigue:

- 1.- Se recorrieron cada uno de los 18 cafetos, recogiendo frutos verdes de las ramas inferiores de los mismos.
- 2.- Se mezclaron las muestras de cada uno de los cafetos

para hacer una muestra compuesta de la cual, se escogieron 100 frutos en los que se evaluó la dureza de las semillas cortando las frutas con un cuchillo.

3.- Aproximadamente 90 de estos frutos tenían semillas endurecidas por lo que el ácido 2-cloro-etil fosfónico pudo ser aplicado.

4.- En caso de que menos de 90 frutos hubieran tenido semillas endurecidas, después de 8 a 10 días se repetiría la prueba.

Los tallos de las plantas se marcaron con pintura roja. Se colocó una etiqueta por U.E y de cada una se tomaron 4 ramas al azar identificándolas con etiquetas más pequeñas.

#### 3.4. Aplicación de ácido 2-cloro-etil fosfónico.

Cada planta se asperjó completamente con 1000 ml de solución acuosa con las diferentes concentraciones correspondientes a los tratamientos de ácido 2-cloro-etil fosfónico. La aplicación se llevó a cabo iniciando con las dosis más bajas y finalizando con las más altas; se utilizó una mochila manual con capacidad de 20 lts. Se realizó el 15 de diciembre de 1989, durante la mañana aproximadamente de 7 a 12 horas, cuando se consideró que los frutos estaban completamente desarrollados.

Las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo la aplicación fueron de bajas corrientes de aire y escasa nubosidad.

### 3.5. Toma de datos.

Se realizaron dos evaluaciones, la primera, en la fecha de aplicación y la segunda en la cosecha, es decir 12 días después; los datos que se tomaron fueron los siguientes:

#### 3.5.1. Indicadores de madurez de carácter físico.

Para determinar Densidad se obtuvo:

Volumen.- 50 frutos por U.E se desplazaron en agua.

Peso fresco.- Después de separar la pulpa del grano, se tomó el peso por separado, posteriormente se conservaron en bolsas de papel.

Peso seco.- La pulpa y el grano de los mismos 50 frutos se llevó a peso seco constante a una temperatura de 60 - 70°.

Color.- La primera evaluación se hizo por observación. La segunda se hizo en el primer corte, (12 días después de la aplicación) y la tercera en el segundo corte (43 días después de la aplicación) tomando una muestra de 1 kg de frutos por U.E, posteriormente se clasificaron en 5 grupos: Frutos verdes, Pintos Verdes, Pintos Cerezas, Cerezas (rojos), Negros y Total; se obtuvo el peso por cada grupo y el Total de la producción por planta.

### 3.5.2. Indicadores de madurez de caracter químico.

#### 3.5.2.1. Determinación de polifenoles (taninos).

De 50 frutos por U.E separamos pulpa y grano, el grano se desechó y la pulpa se conservó en frascos gerber asépticos con una solución de metabisulfito de sodio en refrigeración hasta el mes de febrero cuando se realizó la determinación con la Técnica Folin Dennis, cuyos materiales y métodos se mencionan en el anexo I.

#### 3.5.3. Número de hojas y frutos.

Cuantificación de hojas y frutos de cada rama marcada (4) por U.E obteniendo un promedio final por rama y por planta.

### 3.6. Cosecha

A partir del cuarto día el efecto del producto se pudo observar, al presentarse un cambio tenue en la coloración de pintos verdes a pintos cerezas, en la mayoría de los frutos tratados (90 % aproximadamente), alcanzando un color más rojo (cereza) a los 12 días, elemento que sirvió de base para decidir el momento de la cosecha.

El corte de los frutos se realizó en dos etapas en una de ellas (27 de Diciembre de 1989) se cortaron todos los frutos de las plantas asperjadas y 3 testigos, 12 días después de la aplicación, parámetro que se tomó según el Diccionario de Especialidades Agronómicas, (1988) y la Unión Carbide Agricultural Products Company Inc, (1985) al mencionar que luego del tratamiento con Ethrel, la maduración puede comenzar a verse

aproximadamente a los 7 días pudiendo fluctuar entre los 13, 14 y 21 días. (Søndahl et al., 1974, Chong, 1985)

En la segunda etapa sólo quedaron los tres testigos que maduraron de forma natural, y se cortaron el 27 de Enero de 1990 (31 días después de los tratamientos aplicados).

La forma de corte fué granearlo, evitando dejar algún fruto para posteriormente pesar la producción y cuantificar el número de frutos por planta.

### 3.7. Variables generadas.

#### 3.7.1. Variables indicadoras de madurez.

- RELVOL: Volumen 2/ Volumen 1

Para medir el crecimiento del grano después de la aplicación se consideraron los datos de volumen antes de la aplicación y en la cosecha identificándolos como volumen 1 y volumen 2 respectivamente, con los cuales se obtuvo la relación del volumen.

Para evaluar peso se tomaron datos de los mismos frutos a los cuales se midió el volumen.

- RELD: Densidad 2/ Densidad 1

Considerando que el ácido 2-cloro etil fosfónico induce al cambio de color del pericarpio, más no al desarrollo y crecimiento de éste, se intentó confirmarlo midiendo la densidad antes y después de la aplicación, para obtener la relación de la

densidad.

- RELTAN: Taninos 2/ Taninos 1
- TAN 2: Taninos a la segunda evaluación

El contenido de taninos tiende a disminuir con el proceso de maduración, de acuerdo a esto se midió su aumento o disminución antes de la aplicación (primera evaluación) y en la cosecha (segunda evaluación) para conocer la relación de taninos.

### 3.7.2. Variables para evaluar uniformización de madurez.

#### 3.7.2.1. Color.

Para poder evaluar la uniformización en la madurez se tomaron los datos de las agrupaciones por color en peso y número de los frutos y se dividieron entre el total de la muestra (1kg) para obtener las siguientes proporciones:

RELFUV:	Relación número de frutos verdes
RELFUPV:	Relación número de frutos pintos verdes
RELFUPC:	Relación número de frutos pintos cereza
RELFUC:	Relación número de frutos cereza
RELFUN:	Relación número de frutos negros
RELFPUV:	Relación peso de frutos verdes
RELFPUPV:	Relación peso de frutos pintos verdes
RELFPUPC:	Relación peso de frutos pintos cereza
RELFPUC:	Relación peso de frutos cereza
RELFPUN:	Relación peso de frutos negros
RELNFV:	Relación número de frutos verdes más pintos verdes

- RELNFC: Relación número de frutos cereza más pintos cereza
- RELPFV: Relación peso de frutos verdes más pintos verdes
- RELPPC: Relación peso de frutos cereza más pintos cereza

### 3.7.3. Variables para evaluar efectos desfavorables de la aplicación.

Para cuantificar el porcentaje de hojas y frutos caídos se consideraron los datos de número de hojas y número de frutos antes de la aplicación y en la cosecha identificándolas como Hojas 1, Hojas 2 y Frutos 1, Frutos 2, para crear las siguientes relaciones:

RELHOJA: Hojas 2/Hojas 1

RELFRUTO: Fruto 2/ Fruto 1

### 3.8. Calidad en taza.

#### 3.8.1. Beneficio vía húmeda

Se utilizaron las muestras obtenidas en la cosecha del 27 de diciembre de 1989 más 3 testigos cosechados el 27 de enero de 1990.

Dichas muestras se beneficiaron mediante la técnica de Beneficio Húmedo utilizado en la región, como sigue:

- 1) Despulpado.- Se realizó el 28 de diciembre de 1989, con una despulpadora manual.
- 2) Fermentación.- Se llevó a cabo en un tiempo de 26 horas,

para eliminar el mucilago adherido al pergamino.

3) Lavado.- Para eliminar los productos formados en la fermentación.

4) Secado.- Después del lavado, el café pergamino contiene de 50 a 60 % de agua, por lo que se tiene la necesidad de reducir la cantidad de agua hasta un 12 % aproximadamente, para asegurar su conservación. El secado fué al sol durante 10 días.

### 3.8.2. Beneficio vía seca.

1) Morteado.- Se eliminó el pergamino o endocarpio que cubre el grano de café mediante una morteadora manual, en las instalaciones de la ARIC-Nacional, en México, D.F.

### 3.8.3. Degustación.

La técnica empleada para la degustación fué la establecida por la Compañía Nestlé; la cual pide para degustar 1 taza por muestra, 100 g de café oro, con el siguiente procesamiento:

#### 3.8.3.1. Tueste.

Se realizó en tostadores especiales que funcionan a base de gas.

Los granos tostados adquirieron un color café claro, produciendo un ruido carecterístico.

### 3.8.3.2. Molienda.

El molido de la muestra se hizo en un molino tradicional de cono. (Villaseñor, 1987)

### 3.8.3.3. Infusión.

Para hacer la infusión fué necesario antes preparar la mesa de Catación de la siguiente manera:

Se colocaron 4 tazas en serie en 3 de las cuales se agregó café y en otra agua para lavar la cuchara con que se probó, junto a cada taza se colocó un vaso correspondiente a la muestra, así como la etiqueta para identificación, al centro de la mesa se colocó un vaso con agua en el que se esterilizaron las cucharas. La mesa es redonda.

20 g de café tostado y molido se agregaron a un vaso de precipitado de 500 ml más agua a una temperatura cercana al punto de ebullición hasta 450 ml.

Una vez que se agregó el agua al vaso con café, se propició la formación de una costra gruesa de grano en la superficie.

### 3.8.3.4. Aroma.

En el momento que se formó la costra los catadores aspiraron profundamente el aroma y revolvieron el contenido.

### 3.8.3.5. Sabor, cuerpo y acidez.

Se dejó enfriar la infusión hasta que los catadores la pudieron tolerar, luego se retiró todo el material flotante en la superficie y se sorbió violentamente el contenido del líquido en la cuchara, se saboreó y escupió después de haber sentido y evaluado las cualidades y defectos.

### 3.8.4. Parámetros evaluados.

Se evaluaron los parámetros de Aroma, Acidez, Cuerpo y Sabor, asignando a los 3 últimos valores de 1/3 a 3/3.

Las apreciaciones en taza se clasificaron entre: ácido, afrutado, ahumado, amargo, aspero, astringente, bagazo, caramelizado, cereal, cocido, descafeinado, dulzón, fermentado, fibroso, flaco, hediondo, hidrolizado, impuro, mohoso, quemado, rancio, seco, terroso, verde, viejo, vinoso.

Finalmente las muestras fueron calificadas empleando la siguiente nomenclatura:

### 3.8.5. Calificación de muestras.

A: Café muy bueno tipo exportación

B: Café bueno sin defecto

C: Café con defecto

D: Café con mucho defecto

E: Café fermentado

10 Excepcional	5 Aceptable
9 Excelente	4 Malo
8 Muy bueno	3 Muy malo
7 Bueno (Std)	2 Malísimo
6 Casi bueno	1 Imbebible

Dicha degustación se llevó a cabo por 7 catadores de la Compañía Nestlé, en el mes de marzo en las instalaciones ubicadas en el Distrito Federal.

#### IV. RESULTADOS.

##### 4.1. Uniformización en la maduración y efectos desfavorables de la aplicación.

En el cuadro 4.1 correspondiente al análisis de varianza (ANDEVA) se registran la media, valor de F y significancia estadística (S.E.) de los tratamientos para los caracteres registrados: proporción de aumento en volumen (RELVOL), proporción de aumento en densidad (RELD), proporción de aumento en concentración de taninos (RELTAN), concentración de taninos (T2) y la proporción de aumento en número y peso de frutos: verdes (RELFUV), (RELFRUV); pintos verdes (RELFUPV), (RELFRUPV), pintos cerezas (RELFUPC), (RELFRUPC); cerezas (RELFUC), (RELFRUC) y negros (RELFUN), (RELFRUN), de testigos y tratamientos cosechados 12 días después de la aplicación.

En este cuadro, se observa que para los caracteres RELVOL, RELD, RELTAN y T2 como indicadores de madurez sólo se encontró diferencia estadísticamente significativa para la variable RELVOL, mostrando que el efecto del etileno sólo fue factible de ser observado en el aumento en volumen, no así en el desarrollo del mucilago ni en el aumento de la densidad y la concentración de taninos.

Sin embargo, en las pruebas de medias para las mismas variables (Cuadro 4.2) no se encontró diferencia estadísticamente significativa para ningún tratamiento, sólo una ligera tendencia numérica de los tratamientos de rebasar al testigo ocupando el

primer sitio el tratamiento 4 (750 ppm).

CUADRO 4.1. Media, valor de F, significancia estadística (S.E.) y coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos y testigos cosechados 12 días después de la aplicación para los caracteres registrados Atoyac, Gro

Caracter	Media	F	S.E.	C.V
RELVOL	1.32	3.98	0.0233 *	8.50
RELD	1.02	0.88	0.5259 N.S	7.56
RELTAN	0.77	2.04	0.1441 N.S	37.90
T2	4.57	1.35	0.3103 N.S	32.30
RELFUV	17.61	161.07	0.0001 **	27.92
RELFUPV	11.04	0.82	0.5564 N.S	104.56
RELFUPC	23.52	10.90	0.0004 **	26.34
RELFUC	45.93	5.38	0.0080 **	37.56
RELFUN	1.87	0.36	0.8677 N.S	149.82
RELPUV	16.77	247.17	0.0001 **	23.03
RELPUV	10.42	0.96	0.4788 N.S	92.75
RELPUC	24.41	9.91	0.0006 **	28.96
RELPU	47.16	6.53	0.0037 **	34.07
RELPU	1.02	0.36	0.8653 N.S	164.09
RELNFV	28.66	14.43	0.0001 **	53.66
RELNFC	69.46	13.99	0.0001 **	22.20
RELPFV	27.19	20.51	0.0001 **	47.67
RELPC	71.57	20.28	0.0001 **	18.35
RELHOJA	0.58	9.71	0.0007 **	24.73
RELFRUTO	0.98	2.38	0.1010 N.S	2.24

\*\* Diferencia altamente significativa  
 \* Diferencia significativa  
 N.S. No significativo

CUADRO 4.2. Comparación de medias de los caracteres número de hojas y frutos y proporción de frutos en diferente grado de madurez 12 días de la aplicación, Atoyac, Gro. 1989

Trat. Media		Trat. Media		Trat. Media	
RELHOJA		RELFROTO		RELVOL	
1	0.98 a	2	0.99 a	4	1.45 a
2	0.79 ab	3	0.99 a	2	1.37 ab
3	0.60 ab	1	0.99 a	6	1.36 ab
5	0.40 bc	4	0.98 a	3	1.35 ab
6	0.37 c	6	0.97 a	5	1.32 ab
4	0.35 c	5	0.94 a	1	1.07 ab
RELFRUV		RELFRUPC		RELFRU	
1	9.03 a	3	34.30 a	5	69.60 a
2	6.78 b	2	29.10 a	6	59.60 a
3	4.20 b	4	29.00 a	4	52.30 a
4	2.59 b	6	25.20 a	3	48.50 ab
6	0.68 b	5	23.10 a	2	42.50 ab
5	0.39 b	1	0.00 b	1	2.80 b
RELFRUV		RELFRPC		RELFRUC	
1	88.20 a	3	36.10 a	5	70.90 a
2	5.80 b	4	31.70 a	6	61.70 a
3	3.40 b	2	30.70 a	4	55.00 a
4	2.30 b	6	24.80 a	3	49.50 a
6	0.40 b	5	22.80 a	2	42.50 ab
5	0.20 b	1	0.10 b	1	3.00 b
RELNFV		RELNFC		RELFPV	
1	95.80 a	5	98.20 a	1	94.90 a
2	27.70 b	6	84.90 a	2	26.40 b
4	16.60 b	3	82.90 a	3	12.90 b
3	14.10 b	4	81.40 a	4	12.20 b
6	12.10 b	2	71.70 a	6	11.40 b
5	5.41 b	1	2.90 b	5	5.20 b
RELPPC					
5	93.80 a				
4	86.70 a				
6	86.60 a				
3	85.70 a				
2	73.30 a				
1	3.10 b				

Tukey al 5%

Las pruebas con letras distintas son significativamente diferentes.

En el análisis de varianza (Cuadro 4.3) donde aparecen resultados de la comparación de testigos cosechados 31 días después que los tratamientos cuando alcanzaron su madurez natural, contra los tratamientos, no se encontró significancia estadística para ninguno de los caracteres mencionados, lo que refleja semejanza en el aumento en volumen, densidad y concentración de taninos para testigos y tratamientos.

CUADRO 4.3. Media, valor de F, significancia estadística (S.E.) y coeficiente de variación (C.V) de los tratamientos y testigos cosechados 31 días después de la aplicación para los caracteres registrados, Atoyac, Gro. 1989.

Caracter	Media	F	S.E	C.V
RELVOL	1.35	1.04	0.4387 N.S	10.36
RELD	1.04	0.59	0.7099 N.S	6.58
RELTAN	0.79	1.65	0.2208 N.S	39.21
T2	4.70	1.09	0.4151 N.S	32.94
RELFRUV	6.25	6.67	0.0034 **	90.91
RELFRUPV	11.65	0.66	0.6613 N.S	99.79
RELFRUPC	25.39	2.95	0.0034 **	25.73
RELFRUC	53.80	0.90	0.5100 N.S	32.39
RELFRUN	2.27	0.49	6.7809 N.S	121.92
RELFRUV	5.38	6.81	0.0031 **	91.30
RELFRFV	10.63	0.89	0.5179 N.S	91.84
RELFRPC	27.03	2.82	0.0610 N.S	27.51
RELFRUC	1.19	1.09	0.4140 N.S	29.20
RELFRUN	1.90	0.33	0.8739 N.S	141.06
RELNFV	17.00	1.21	0.3600 N.S.	86.42
RELNFC	79.80	9.22	35.8000 N.S.	19.52
RELHFN	2.27	0.49	0.7800 N.S.	121.90
RELPFV	16.02	1.44	0.2800 N.S.	81.83
RELPC	82.80	1.36	0.3069 N.S.	16.04

\*\* Diferencia altamente significativa.  
N.S. No significativo.

CUADRO 4.4. Comparación de medias de los caracteres proporción de frutos en diferente grado de madurez, 31 días después de la aplicación, Atoyac, Gro. 1989.

Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media
	RELFRUV		RELFRUPC		RELPFURV
1	22.80 a	3	34.30 a	1	19.90 a
2	6.70 b	2	29.10 ab	2	5.80 b
3	4.20 b	4	29.00 ab	3	3.40 b
4	2.50 b	6	25.20 ab	4	2.30 b
6	0.60 b	5	23.10 ab	6	0.40 b
5	0.30 b	1	14.90 b	5	0.20 b

Tukey al 5%

Las pruebas con letras distintas son significativamente diferentes.

En relación a las variables para evaluar la uniformización de la maduración de los frutos cuando los testigos se cosecharon al mismo tiempo que los tratamientos, se puede apreciar una diferencia estadística altamente significativa (Cuadro 4.1) para las variables de proporción de aumento en número de frutos verdes (RELFRUV), pintos cerezas (RELFRUPC) y de cerezas (RELFRUC), así como para el peso de las mismas. Esto demuestra una diferencia muy marcada en el grado de madurez de los frutos de plantas tratadas y los testigos.

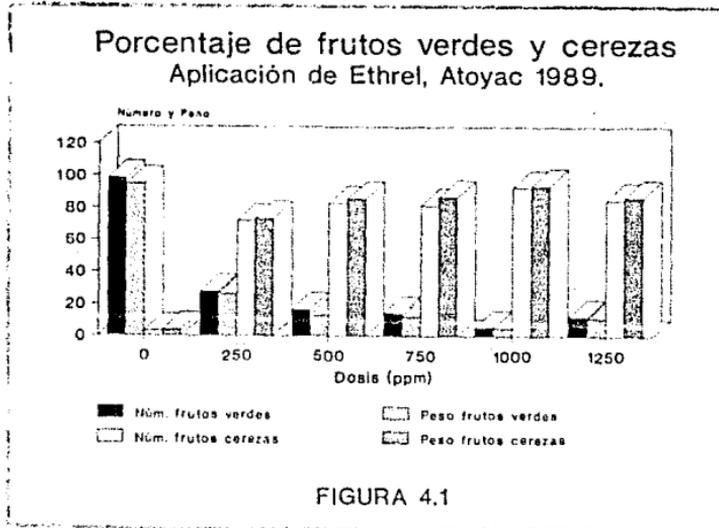
En este caso las pruebas de Tukey (Cuadro 4.2) nos reflejan una diferencia estadística altamente significativa de los testigos contra todos los tratamientos para las variables ya mencionadas excepto RELFRUC y RELPFURC.

Considerando en la misma tabla los datos de número y peso de frutos en estado inmaduro (RELFRUV, RELPFURV, RELFRUPV, RELPFURPV, RELNFV y RELPFV) el testigo siempre mostró la mayor cantidad, mientras que para las variables que representan el

estado casi maduro (RELFRUPC, RELPFRUPC), el testigo contó con el menor valor.

En el caso de las variables RELFRUC y RELPFRUC no obstante que no existe una diferencia estadística significativa los tratamientos 5 (1000 ppm), 6 (1250 ppm) y 4 (750 ppm) ocupan las más altas cantidades de estos frutos, en contraparte con los testigos, quienes cuentan con la menor parte siguiéndole en forma ascendente los tratamientos 2 (250 ppm) y 3 (500 ppm).

Las variables RELNFV, RELPFV y RELNFC, RELPFC (Figura 4.1) muestra de forma más clara la enorme diferencia entre testigos y tratamientos como sigue; mientras los primeros se encontraban en su mayoría verdes (95.8 %) los últimos estaban completamente maduros (98.2 %).



Por otra parte en el Cuadro 4.3 que presenta valores de los parámetros obtenidos para los testigos cosechados 31 días después de los tratamientos se muestra diferencia estadísticamente significativa sólo en las variables, de proporción de aumento en número de frutos verdes, pintos cerezas y peso de frutos verdes.

La comparación de estos datos nos permite al interior de cada muestra definir el grado de uniformización de la madurez, pues testigos y tratamientos se encontraban en las mismas condiciones de un estado óptimo de corte.

Precisando más la información anterior tenemos en la comparación de medias (Cuadro 4.4) que en los caracteres RELFRUV y RELPFRUV el testigo presentó diferencia significativa, es decir presenta tres veces más la cantidad de frutos verdes que los tratamientos.

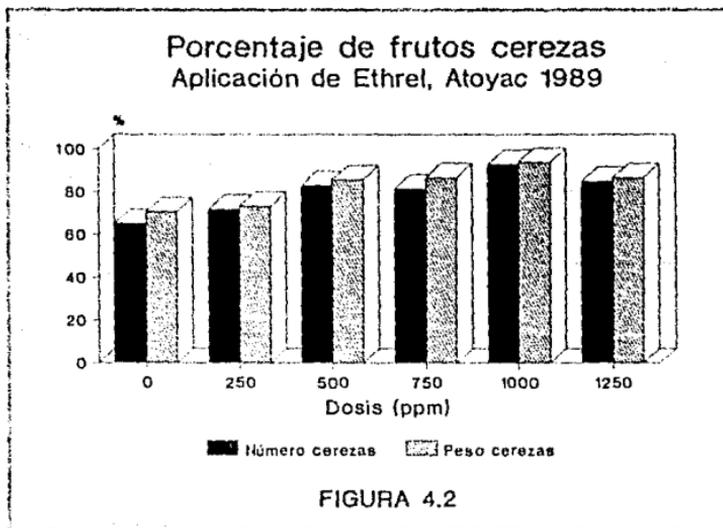
Así mismo presenta el menor número de frutos en algún grado de madurez.

Para hacer más claro el efecto de la aplicación de Ethrel, se clasificó el total de frutos, en cerezas y verdes, dando los porcentajes reales en la uniformización de la cosecha. Dichos frutos dan la pauta par marcar de manera clara una tendencia de aumento en los porcentajes de frutos cerezas de las plantas tratadas sobre los testigos.

En este mismo orden de cosas presentamos la (Figura 4.2), para hacer mas ilustrativa la tendencia que se dió en la

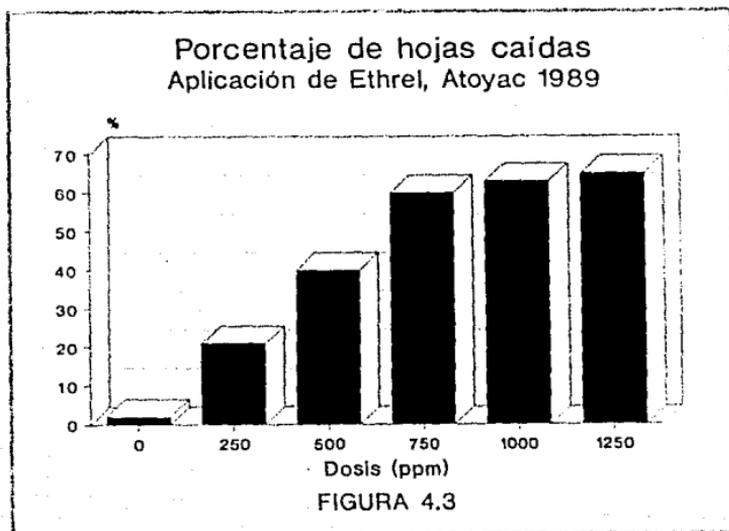
uniformización, donde se tiene al tratamiento de 1000 ppm con el porcentaje más alto (92.8 %), siguiéndole el de 1250 y 750 ppm que superan el 80 %, en tercer lugar continúa la dosis de 500 ppm con 71.7 % y finalmente el testigo quien presenta el menor porcentaje (64.9 %).

El porcentaje en peso de los diferentes estados de madurez por su poca variación en relación al número de los mismos, confirma lo expuesto anteriormente.



El caracter relación número de hojas (RELHOJA) (Cuadro 4.1) en el análisis de varianza, presentó significancia estadística alta con un valor de 0.0007, lo cual indica que hubo diferencia entre los seis tratamientos en cuanto al número de hojas que se mantuvieron en la planta después de la aplicación del producto.

Para que los resultados sean más ilustrativos presentamos la (Figura 4.3) donde se muestra el porcentaje de hojas caídas en cada tratamiento. Los valores utilizados son recíprocos a los valores obtenidos en las pruebas de comparación de medias (Cuadro 4.2), representando lo contrario, es decir el número de hojas presentes.



Se muestra una diferencia muy marcada entre tratamientos, agrupandose en dos bloques; el primero, donde encontramos los tratamientos 1 (testigo), 2 (250 ppm) y 3 (500 ppm) con una caída de hojas inferior al 50 %, mientras en el segundo bloque, los tratamientos 5 (1000 ppm), 6 (1250 ppm) y 4 (750 ppm) muestran una caída de hojas superior al 50 %. Así mismo, se observa una caída proporcional a las dosis utilizadas, no obstante que el tratamiento 4 (750 ppm) muestra el mayor porcentaje de hojas caídas, debido a condiciones propias de una de las unidades experimentales utilizadas que tenía cierta incidencia de la enfermedad ojo de gallo (*Mycenia citricolor*) haciéndola más sensible al tratamiento.

Es importante señalar que el tratamiento 1 (testigo) perdió solo un 2 % de hojas después de la aplicación, mientras que el tratamiento 6 (1250 ppm) perdió el 65 % de hojas siendo muy semejante al tratamiento 4 (750 ppm).

Se aprecia que hubo una defoliación proporcional a las dosis utilizadas desde 250 a 1250 ppm y el testigo perdió el menor número de hojas (2 %).

En el caso del carácter número de frutos (RELFRUTO), que lleva a conocer la cantidad de frutos que se cayeron después de la aplicación, en el análisis de varianza (Cuadro 4.1) los resultados de significancia estadística (0.1010) muestran que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, de hecho la caída de estos se percibió a simple vista, pero no fue lo suficientemente alta para marcar una diferencia alguna.

#### 4.2. Calidad en taza.

En el Cuadro 4.5 se muestran los resultados emitidos directamente por los catadores al momento de realizar la degustación, además se presenta la (figura 4.4) con dichos resultados, donde se puede observar que el testigo presenta el valor más alto de acidez dentro de la escala que utilizaron los catadores de la Compañía Nestlé, siendo para esta característica 3/3 y para cuerpo y sabor 2/3 respectivamente, dando una calificación final de A8, un café muy bueno tipo exportación.

CUADRO 4.5. Efecto de la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico sobre la calidad en taza.

Trat.	Dosis (ppm)	Características organolépticas	Calificación		
		Acidez	Cuerpo	Sabor	
1	0	3/3	2/3	2/3	A 8
2	250	2/3	2/3	2/3	B 6
3	500	1/3	2/3	1/3	B 5
4	750	2/3	2/3	2/3	B 6
5	1000	1/3	1/3	1/3	B 5
6	1250	1/3	2/3	1/3	B 5

A: Café muy bueno tipo exportación.

B: Café bueno sin defecto.

5: Café aceptable.

6: Café casi bueno.

8: Café muy bueno.

El hecho de que la acidez haya obtenido el valor más alto en la escala utilizada, implica según los catadores, una acidez muy

buena, que no rebasa los límites para considerarla demasiado alta o hasta cierto punto inadecuada para dar una mala calidad.

El cuerpo y sabor, aún con valores de 1/3 más bajos que la acidez, son bastante aceptables dentro de la escala, y aún más si se hubieran mantenido en igual proporción las 3 características, ya que estarían equilibradas.

Los tratamientos de 250 y 750 ppm, mostraron una calidad más baja, al tomar un valor de 2/3 para cada una de las características, siendo evaluados como B6.

No obstante con estos resultados, la calidad del café es considerada buena y sin defecto, lo cual quiere decir que se mantuvo una buena calidad, aunque hubo disminución de acidez en 1/3 comparado con el testigo, pero cabe remarcar la importancia del equilibrio en las 3 características.

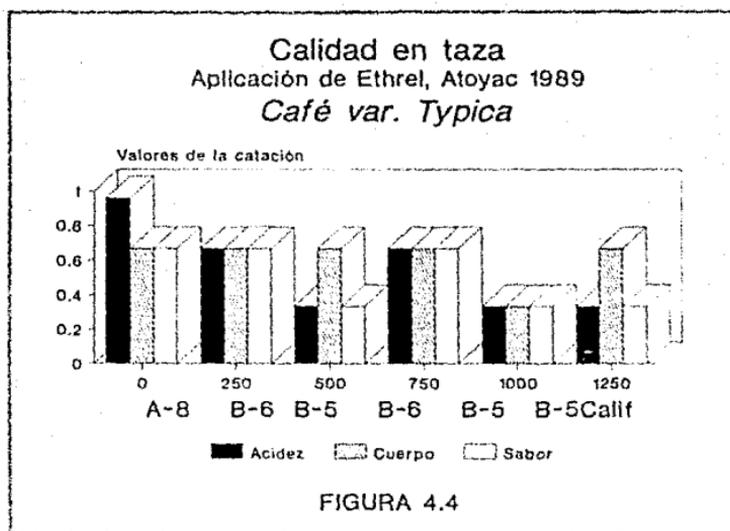
Así mismo, se evaluaron los tratamientos con 500 y 1250 ppm presentando un valor de 1/3 para acidez y sabor y 2/3 para cuerpo, obteniendo un calificación de B5.

En este caso los valores para acidez y sabor fueron menores que en el testigo y los tratamientos con 250 y 750 ppm, mientras que en cuerpo no se manifestó ningún cambio; a pesar de los resultados, el café es bueno, sin defecto y aceptable.

El tratamiento con 1000 ppm mostró un valor de 1/3 para todas las características, siendo el sabor quien obtuvo el valor más bajo comparado con los otros tratamientos, se calificó como

115.

Aunque en este caso los valores para cada característica fueron los más bajos de todos los tratamientos, no deja de ser éste un buen café.



## V. DISCUSION

### 5.1. Uniformización de la maduración en los frutos.

En el presente trabajo se pudo constatar la influencia del etileno, al aplicar Ethrel en dosis de 250 a 1250 ppm como se aprecia en el análisis de varianza y en las pruebas de Tukey para los testigos y tratamientos cosechados 12 días después de la aplicación; la diferencia de los grados de maduración de los testigos y los tratamientos, se demuestra claramente que se propició la aceleración del proceso, ya que a doce días de haber aplicado el producto químico, las plantas tratadas presentaron casi en su totalidad frutos cerezas, mientras que los testigos estaban completamente verdes.

Los frutos bajo el efecto de la aplicación demostraron un ligero aumento en volumen con respecto de los testigos en el análisis de varianza, aunque en las pruebas de Tukey se expresó sólo una tendencia numérica a aumentar de los tratamientos rebasando al testigo.

Lo anterior, coincide en cierta medida con el aumento en volumen del pericarpio durante la maduración que reporta Cannell citado por Nogueira, (1984) y Wormer y Cannell mencionado por Clifford (1985).

Snoeck (1977) por su parte, menciona que el efecto de la aplicación del ácido 2-cloro etil fosfónico provoca un enrojecimiento del pericarpio sin acelerar el desarrollo y la maduración del endocarpio.

En el experimento de manera cualitativa fué posible observar la tendencia de aumento en volumen de los testigos citados, cuando al separar la pulpa del grano, en los testigos, la práctica resulto más difícil, mientras que en los frutos tratados esta operación fué más fácil; lo que se puede explicar por el proceso metabólico, en el cual la pectina, substancia cementante de las células se rompe para dar lugar a la formación de ácidos pécticos provocando el reblandecimiento de la pulpa. (Pantástico, 1979)

Por otra parte el aumento en densidad en las dos fechas de corte no presentó diferencia estadísticamente significativa entre testigos y tratamientos, esto significa que al llevar a peso seco el fruto, este perdió toda el agua, quedando solamente la materia seca ya formada al momento de la aplicación, con lo anterior se podrá pensar que no se dió el proceso de maduración considerando además lo reportado por Wormer y Cannell citados por Clifford, (1985) quienes mencionan que durante la maduración el pericarpio aumenta grandemente su peso seco y volumen.

En este caso adelantar el proceso de maduración durante 31 días que duró el período de tiempo en que maduraron de forma natural los testigos, se puede considerar una causa importante por la cual el Ethrel sólo provocó la coloración roja del pericarpio más no su desarrollo.

De esta forma se coincide con la aseveración de que el ácido 2-cloro etil fosfónico provoca un enrojecimiento del pericarpio sin acelerar el desarrollo y la maduración del endocarpio,

de acuerdo con Snoeck, (1977).

Con relación a lo anterior se piensa que el grano ya no creció más, pues fisiológicamente se encontraba maduro al momento de la aplicación

Se hace evidente de esta manera el hecho de que al momento de la aplicación, los frutos habían cubierto ya la fase de llenado del endospermo esto es, la cuarta de cinco fases de desarrollo del fruto. (Wormer y Cannell citados por Clifford, 1985)

En cuanto a la proporción de taninos entre la primera y segunda fecha de corte, así como en el análisis de la segunda fecha no se observó significancia estadística, lo que refleja una cantidad de taninos constante desde el momento de la aplicación a la cosecha; aunque en mínima cantidad sí se observó una diferencia entre la primera y segunda fecha de corte, ésta no fué determinante como indicador de madurez; si tomamos en cuenta que la polifenol-oxidasa (PPO) enzima oxido-reductora quien tiene como sustrato a los compuestos fenólicos (taninos) es mucho más elevada en frutos verdes y disminuye con la maduración. (ASIC, 1977)

Como es claro, en esta primera evaluación no fué posible medir el grado de uniformización de los testigos, pues estos se encontraban totalmente verdes. Con los datos arrojados por los testigos cosechados cuando alcanzaron su madurez natural el análisis de varianza y la comparación de medias, se logró cubrir el objetivo, observando que únicamente se presentó diferencia

estadísticamente significativa en el número y peso de frutos verdes y número de frutos pintos cereza.

Lo anterior se traduce en el hecho de que la presencia de un mayor número de frutos verdes (20 %) y un menor número de frutos pintos cereza (15 %) en los testigos, indica ya una desuniformización de la cosecha pues entre los tratamientos no hubo tal diferencia, tendiendo a presentar mayor número de frutos en algún grado de madurez (pintos cerezas y cerezas).

La diferencia anotada anteriormente, podría ser un elemento poco válido; sin embargo al momento de efectuar la cosecha, el productor mezcla los frutos de todas sus plantas, en la cual es posible observar la enorme combinación de frutos en diferentes estados de madurez.

Las causas tienen su origen en las condiciones topográficas muy accidentadas de las huertas en las cuales crece el café de la región, lo que da lugar a la formación de microclimas con diferencias de temperatura, humedad relativa, incidencia de rayos solares, factores primordiales que influyen en la maduración, anotando también la ocurrencia de tres floraciones al año.

En este caso particular, el experimento se realizó en condiciones naturales, lo que imposibilitó poder cubrir una superficie más amplia, aunque consideramos que la superficie utilizada fué representativa y la evaluación de cada planta de alguna manera permitió mostrar la generalidad de la huerta.

El hecho de aplicar etileno a frutos verdes, permite

desencadenar al mismo tiempo las reacciones de madurez acelerando el proceso y culminando con una cosecha uniforme, siempre y cuando los frutos se encuentren en condiciones aptas es decir, fisiológicamente maduros.

Definitivamente se puede decir que los tratamientos presentaron una tendencia a uniformizar la maduración, sin poder definir específicamente a un mejor tratamiento y una mejor dosis, más sin embargo se constató claramente lo reportado acerca de los efectos del Ethrel en la uniformización de la maduración.

El análisis hecho hasta el momento, lleva a coincidir con lo planteado por Browning y Cannell, (1970); Oyebade, (1971); Upegui y Valencia, (1972); Snoeck, (1973 y 1977); Arcila, (1975); Opile, (1978); Ministerio de Agricultura y Ganadería, Reyes y Cruz, Pérez y Pelencano, Cleves, Departamento de Investigaciones en café, Mata y Piedra, citados por la Oficina del Café, (1978); Kuman, Gopal y Venkataramanan, Reyes y Cruz Pérez, citados por Bartholomew, (1983); Schuitemaker, (1984); Chong, (1985); Unión Carbide Agricultural Products Company Inc., (1985); Ortega et al., (1984), Quaggi et al., citados por Silva y Rivero, (1987); Diccionario de Especialidades Agronómicas, (1988) en cuanto a que se tiene una aceleración en la maduración externa y concentración de la cosecha de café mediante la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico.

## 5.2. Efectos desfavorables de la aplicación.

Fue posible apreciar que el efecto de abscisión de las hojas se provocó por la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico a dosis de 250, 500, 750, 1000 y 1250 ppm, ya que el número de hojas de las plantas tratadas disminuyó significativamente después de la aplicación.

Ha sido mencionado por varios autores como Browning y Cannell (1970), Upegui y Valencia (1972), Pérez y Pelencano y el Departamento de Investigaciones en Café citados por la Oficina del Café (1978) que la aplicación de ácido 2-cloro etil fosfónico presenta efectos fisiológicos indeseables como sucedió en este caso al presentarse la caída de hojas.

La causa del efecto mencionado se puede explicar por el hecho de que el producto al ser aplicado libera etileno dentro del tejido de la planta, en este caso las hojas, induciendo a la senescencia y abscisión, situación planteada por la Unión Carbide Agricultural Products Company Inc, (1985). El etileno provocó una serie de reacciones al controlar los niveles de auxinas que regulan la juvenilidad del tejido de las plantas y la secreción de celulosa del citoplasma hacia la pared celular. (Moore, 1979)

Hubo una caída de hojas proporcional a las dosis aplicadas, de 2 % en el testigo hasta 63 % y 65 % en los tratamientos 4 (750 ppm) y 6 (1250 ppm), dicho efecto es citado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Reyes y Cruz, (1978). significa entonces que independientemente de las dosis

utilizadas por tratamiento, siempre se presentara una caída de las hojas, aunado también a características propias de alguna de las plantas, como fué el caso del tratamiento 4 (750 ppm), visto influenciado por cierta presencia de la enfermedad ojo de gallo en una de las repeticiones.

Respecto al efecto del Ethrel en la caída de los frutos, estadísticamente no hubo significancia, implicando que a pesar de haberse presentado la caída de éstos, lo cual fué perceptible a simple vista, no fué lo suficientemente importante para tomarlo en cuenta como un efecto negativo; sin embargo, una explicación que se da a la caída de los frutos es el empleo de dosis muy altas (1500 ppm y más) o realizar la aplicación en etapas tempranas de desarrollo del fruto, Browning y Cannell, (1970); Schuitemaker, (1984); Silva y Rivero, (1987) lo que provoca el secamiento del pedúnculo y su posterior abscisión. (Monaco y Sondahl citados por Ramírez, 1987)

En el caso particular del experimento, se aplicaron dosis menores a 1500 ppm (250 a 1250 ppm) y mediante un muestreo se garantizo que los frutos se encontraran en su estado de madurez fisiológica al momento de la aplicación; por lo tanto la caída de frutos que fué insignificante se esperaba.

### 5.3. Calidad en taza.

La evaluación sensorial muestra que el testigo fué invariablemente de una calidad superior a los tratamientos si consideramos lo siguiente:

Se confirma con la catación, la excelente calidad del café producido en el Ejido de San Francisco del Tibor, ubicado en la zona alta de Atoyac a los 1100 metros sobre el nivel del mar; donde por las condiciones de nubosidad y baja intensidad luminosa, el fruto es más ácido aumentando su calidad; se clasifica como un café de altura, de la variedad Typica, con muy buena y fina presentación en la taza, con acidez, aroma y buen cuerpo. (Villaseñor, 1987)

Sin embargo, en los resultados por tratamiento, se observa que hay una tendencia a disminuir la acidez y el sabor conforme se aumentó la dosis hasta 500 ppm, con 750 ppm se nota un nuevo aumento pero vuelve a disminuir con 1000 y 1250 ppm.

El cuerpo se mantiene constante en el testigo y la mayoría de los tratamientos excepto al emplear 1000 ppm, donde se observa una disminución, quiere decir entonces que dicha característica fué la menos afectada por Ethrel.

Lo anterior, permite hacer una apreciación semejante a la reportada por (Sondahl et. al., 1974; Arcila, 1975; Ministerio de Agricultura y Ganadería citado por la Oficina del Café, 1978 y Schuitemaker, 1984) cuando mencionan que al aumentar la dosis de Ethrel para la uniformización en la maduración se disminuye la calidad en taza; todos igualmente coinciden en mencionar que la calidad se ve afectada por la aplicación de Ethrel cuando el fruto no ha alcanzado su madurez fisiológica.

Dicha apreciación, es quizá la más acertada para explicar la

disminución en la calidad en el caso de éste experimento; no obstante que se tuvo el mayor cuidado en realizar la aplicación cuando los frutos estaban completamente desarrollados, pero por las características del café de tener varias floraciones aunque una más importante, es inevitable la presencia de algunos frutos en diferentes estados de madurez; aunado a esto, cabe mencionar una diferencia aunque mínima del grado de madurez en los frutos del testigo y los tratamientos al momento de la cosecha, ya que los testigos mostraban una coloración cereza más intensa, en cambio en los tratamientos la coloración era menos intensa pero fueron cosechados en dicho estado por causas operativas.

Tomando en cuenta las anteriores observaciones, se puede decir que la aplicación se realizó en los estados más avanzados de maduración, cuando la mayoría de los frutos presentes habían alcanzado su madurez fisiológica y las condiciones climáticas fueron favorables a la maduración natural, pudiendo lograr la uniformización ; pero provocando en cierta medida una disminución en las características sensoriales. (Sondahl et. al., 1974 y Snoeck, 1977)

Ante tales observaciones, es claro anotar que hubo una ligera disminución en la calidad en taza.

No obstante lo anterior, todas las muestras fueron calificadas por los catadores como cafés de buena calidad.

## VI. CONCLUSIONES.

EL Ethrel asperjado a plantas y frutos en estado de madurez fisiológica del café, en dosis que fueron de 250 a 1250 ppm ocasionó la uniformización en la maduración de los frutos de un 70 a un 92 % y adelantó hasta 31 días la cosecha.

Provocó una caída proporcional de las hojas, desde 2 % en el testigo hasta 63 % con la dosis más alta (1250 ppm).

La aplicación del Ethrel no ocasionó caída estadísticamente significativa de los frutos.

En la calidad en taza hubo una tendencia a disminuir la acidez y el sabor conforme se aumentó la dosis de aplicación de Ethrel.

La característica sensorial menos afectada por la aplicación de Ethrel fué el cuerpo.

El valor más alto de acidez fué registrado por los frutos sin aplicación del producto.

Aunque hubo una clara disminución en las características sensoriales (acidez y sabor) de los cafés tratados con Ethrel, todos se consideraron de buena calidad.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- Abeles, F.B. 1972. Biosynthesis and Mechanism of Action of Ethylene. Annual Review Plant Physiology 23:259-92
- \_\_\_\_\_. 1973. Ethylene in Plant Biology Academic Press N.Y. pp. 189, 156, 160
- Alvarez, A. 1987. México quinto productor mundial de café. Agro-Síntesis. Vol. 18, No. 12. México.
- Anónimo. 1987. Los precios del café aseguran un buen negocio. Agro-Síntesis. Vol. 18, No. 12. México
- Arcila, P. J. 1975. Efecto del Ethepon en la calidad de la bebida del café. CENICAFE 26(1):49-52
- Badui, D. S. 1981. Química de los alimentos. Ed. Alhambra. México, pp. 227-284
- Bartholomew, D.P. y Criley, R.A. 1983. Tropical Fruit and Bererage Crops. En, Plant Growth Regulating chemicals. Ed. Lovis, G. Vol. II. CRC press., Inc USA. pp.13-15
- Brady C.J. 1987. Fruit Ripening. Annual Review Plant Phisiology (38):155-177
- Browning G. y Cannell, M.G.R. 1970. Use of 2 - chloroethane phosphonic acid to promote the abscission and ripening of fruit of Coffea arabica L. Journal horticultural Science. 45(3):223-232
- Cannell, M. G. R. 1985. Physiology of the coffee crop. En Coffee. Ed. Clifford, M. N. y Willson, K. C. American. Great Britain. pp. 108-115
- Clifford, M. N. 1985. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. En Coffee. Ed. Clifford, M. N. y Willson, K.C. American. Great Britain. pp. 305-359
- Coste, R. 1959. Les cafeirs et les cafés dans le monde. Tomo II. Vol. I. Larose, Paris.
- Chong, T.K. 1985. Maduración simulada de café. En Sabah Softwoods Sdn Bhd. Planter. Ed. IICA. 61(710):214-225

- Diccionario de especialidades agronómicas. 1988. México. pp. 199-200
- Enciclopedia de los municipios. 1988. Los Municipios de Guerrero. pp. 81-85.
- Frank, B. et al. 1978. Plant Physiology. Ed. Wadsworth Publishing Company, Inc. U.S.A. pp. 264 - 267
- Gialluly, M. 1958. Factors affecting the inherent quality of green coffee. IICA. Turrialba, Costa Rica. pp. 127-132
- INMECAFE 1987. El café y su procesamiento industrial. Veracruz. pp. 1-29 y 139-159
- INEGI. 1985. Cartas de climas. SPP. México.
- INMECAFE 1990. Delegación Atoyac de Alvarez, Gro.
- Moore, Thomas. 1979. Biochemistry and Physiology of Plant Hormones Springer. USA.
- Nogueira, V.S. 1985. Agricultura Do Café. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Ed. Sector de Programación Visual y Gráfica IBC - GERCA. Londrina.
- Oficina del café. 1978. Informe sobre los efectos y consecuencias del empleo del Ethrel (ácido 2-cloro etil fosfónico) en el café. San José, Costa Rica. pp. 1-12
- Opile, W. R. 1978. Influence of fruit stage on the use of (2-chloroethyl phosphonic acid (CEPA) in Kenya. Kenya Coffee. Vol. 43, No. 522. pp. 301-309
- Oyebade, I.T. 1971. Effect of pre-harvest sprays of ethrel (2-chloroethane phosphonic acid) on Robusta coffee (Coffea canephora Pierre) berries. Turrialba vol. 21, No. 4. pp. 442-444
- Paes de Camargo. 1987. Recopilación.

- Pantastico, E. R. et al. 1979. Acción del etileno en la maduración. En fisiología de la postrecolección de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Ed. Pantastico. Continental. Mexico.
- Poisson, J. 1977. Aspects chimiques et biologiques de la composition du café vert. ASIC (Asociación Científica Internacional del Café). Octavo coloquio internacional sobre café. Paris. pp. 33-58
- Reporte de Viaje a la Sierra de Atoyac de Alvarez, Gro. 1987. Chapingo, Mexico.
- Shuitemaker, F. 1984. Ethrel coffee ripening. Resumen de 1969 a 1983. pp. 1-27
- Silva, N. y Rivero, R. 1987. El cafeto: algunas consideraciones sobre su cosecha. Boletín de reseñas No. 4. Ed. CIDA. La Habana, Cuba.
- Snoeck, J. 1973. Adaptation d'une méthode de groupement de la maturation des fruits de caféier Robusta. Café, Cacao y The. Vol. XVII, No. 2. pp. 129-136
- , 1977. Essais de groupement de la récolte des fruits du caféier canephora à l'aide de l'éthéphon. Café, Cacao y The. Vol. XXI, No. 3. pp. 163-178
- Sondahl, M.R. et al. 1974. Efeito do etileno sobre o tipo e qualidade da bebida de café. Turrialba. 24(1):17-19
- Union Carbide Agricultural Products, Inc. 1985. Ethrel regulador de las plantas. Ethéphon para la maduración del café. Folleto. USA. 1985. pp. 2-10
- Upegui, L. G. y Valencia, A. G. 1972. Anticipación de la maduración de la cosecha de café, con aplicaciones de Ethrel. CENICAFE 23(1):19-26.
- Villaseñor, L. A. 1987. Caficultura Moderna en México. Ed. Futura. México. pp. 469

## ANEXO I.

### DETERMINACION DE POLIFENOLES (TANINOS).

#### Reactivos:

Solución saturada de Carbonato de sodio.

Reactivo de Folin Dennis.

Metabisulfito de sodio.

#### Preparación del reactivo Folin Dennis.

- 1.- Medir 175 ml. de agua destilada en un matraz erlenmeyer de 2 lt.
- 2.- Pesar en una balanza granatoria 50 g de tústato de sodio y disolverlos en unos 60 ml de agua destilada, transferirlos al matraz erlenmeyer de dos litros mezclando continuamente, agregando 25 ml. de ácido fosfórico.
- 3.- Pesar 10 g de ácido formolíbido y disolverlos en 20 ml de agua destilada, transferirlos al matraz erlenmeyer de dos litros mezclando continuamente, agregando 25 ml de ácido fosfórico.
- 4.- Ponerlos a reflujo durante el tiempo de 2 horas continuas, transferir el contenido a un matraz volumétrico de boca esmerilada de 500 ml., dejar enfriar, aforar a los 500 ml. y transferir a un frasco limpio y seco.

## Preparación de la solución saturada de carbonato de sodio.

Para 100 ml de agua, adicionar 35 grs de carbonato de sodio anhidro. Disolver a 70'- 80°C y dejar enfriar durante la noche.

### Metodología:

- 1.- Pesar de 5-10 g de muestra en un vaso de precipitado de 150 ml., adicionar 100 ml aproximadamente de agua destilada y 0.5 g de metabisulfito de sodio.
- 2.- Poner la muestra a ebullición hasta concentrarla, decantar el liquido en otro vaso de precipitado y a la muestra adicionarle nuevamente otros 100 ml de agua destilada y poner a ebullición. Repetir una vez más este paso.
- 3.- Filtrar la muestra y aforar a 100 ml. con agua destilada (éste liquido recibirá el nombre de solución madre).
- 4.- Tomar 1 ml de solución madre (hacer dilución si es necesario), depositarlo en un matraz aforado de 100 ml. adicionarle 5 ml. de reactivo Folin Dennis más 10 ml. de solución saturada de carbonato de sodio y aforar a 100 ml con agua destilada. (hacer un blanco).
- 5.- Dejar reposar 30 minutos.
- 6.- Transcurrido este tiempo filtrar.
- 7.- Tomar lectura en el colorímetro a 700 nm. utilizando un foto tubo rojo.

Cálculos:

Se realizaron por deducción y con la ayuda de la siguiente fórmula:

Concentración = D.O. = 0.0278