



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**EVALUACION CUANTITATIVA DE
VITRO-PLANTULAS DE FRESA (*Fragaria X ananassa*
Duch.) CV. CHANDLER.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
SOCORRO TORRES CORTES
JUAN JOSE DIAZ SANCHEZ

ASESOR: ING. FRANCISCO CRUZ PIZARRO
COASESOR: ING. SALVADOR GONZALEZ VALDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Evaluación cuantitativa de Vitro-plúntulas de Irena
(Fragaria X ananassa Duch.) cv. Chandler."

que presenta el pasante: Díaz Sánchez Juan José
con número de cuenta: 9156883-0 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 7 de MARZO de 1997

PRESIDENTE	<u>Ing. Francisco Cruz Pizarro</u>	
VOCAL	<u>H. L. César Maveotte Morales</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Guillermo Basante Butrón</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Abel Rodríguez Bueno</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Javier Vega Martínez</u>	



AGENCIA N.º 1 SA.
AGENCIA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES N.º 1 SA.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

ATN: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Evaluación cuantitativa de vitro-plántulas de fresa

(Propria X ananasa Duch.) cv. Chandler."

que presenta la pasante: Torres Cortés Socorro

con número de cuenta: 8830855-7 para obtener el TÍTULO de:

Ingeniera Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 7 de Marzo de 1997

PRESIDENTE: Ing. Francisco Cruz Pizarro

VOCAL: M.C. César Maycotte Morales

SECRETARIO: Ing. Guillermo Basante Butrón

PRIMER SUPLENTE: Ing. Abel Rodríguez Bueno

SEGUNDO SUPLENTE: Ing. Javier Vega Martínez

144

DEDICATORIAS

**A quien por su ejemplo y constante dedicación hizo de mí lo que ahora soy:
(+) Sra. Guadalupe Rodríguez Arroyo.**

A mis padres : Sra. Emma Cortés de Torres y Sr. Virginio Torres Martínez, por haberme brindado su cariño, apoyo y esfuerzo

A mis hermanos: Lilia, Anllelo, Gabriela, Gabriel y María Guadalupe, y a mi cuñada: Blanca, por sus apoyos y deseos de superación.

A mis pequeños sobrinos : Carito, Alecita, Brayitan, Monchito y Nando, esperando ser un ejemplo para ellos.

AGRADECIMIENTOS

A la máxima casa de estudios Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de poder desarrollarme profesionalmente

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por que siempre viva en ella la carrera de Ingeniería agrícola

Al Ingeniero: Francisco Cruz Pizarro, por haberme dado la oportunidad de realizar esta tesis, así como parte de sus conocimientos, tiempo y amistad.

Al Ingeniero: Salvador González Valdés, por sus valiosos consejos y por que siempre mantenga el espíritu de enseñanza.

Al jurado que participo en el enriquecimiento este trabajo:

Ing. Francisco Cruz Pizarro.

M. C. César Maycotte Morales.

Ing. Guillermo Basante Buitrón.

Ing. Abel Rodríguez Bueno.

Ing. Javier Vega Martínez.

A Agradezco a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta participaron en la realización de esta tesis:

Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez

Ing. José de la Luz Hernández Castillo.

Ing. Gustavo Mercado.

Dra. María Teresa Colinas León.

A la generación 16ava.; especialmente a: Juan José Díaz Sánchez.

Al Ing. Jesús Vieyra Ramírez e Ing. Margarita Plancarte Margarito por su incondicional apoyo para la realización de esta tesis.

DEDICATORIAS

A mis abuelitos con todo cariño (+) Isabel, Juana, Pablo.

A mi padre el Sr. Pascual Diaz Diaz por su confianza apoyo, comprensión y esfuerzo para llegar a este momento importante en mi vida.

A mi madre la Sra Herminia Sánchez Morales por dejarme ser lo que ahora soy, por sus cuidados y cariño que es todo para mi.

Hermanos una palabra que significa demasiado son ustedes los que han ayudado a mi formación como estudiante y con tanto esfuerzo me han ayudado Pablo, Lola, Juana, Isabel, Elsa, Leonor y David.

Para mis sobrinos que han hecho de mi vida una esperanza para poder salir adelante y tratar de ser mejor cada día

A mis tíos y primos por haber estado apoyándome y acompañándome .

A toda mi familia que es una sola.

A todos mis amigos con aprecio.

A mi mejor amiga y compañera por su gran espíritu y dedicación para Torres Cortés Socorro.

Al fraccionamiento Vista Bella y en especial al Sr. Armando Aranzábal y familia.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por haber sido mi segunda casa durante un largo tiempo y haber hecho de mi lo que hoy he llegado a ser; así mismo a la mejor Universidad del país La Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Ing. Francisco Cruz Pizarro por su apoyo y comprensión, dejando en mi un poco de su tiempo y sabiduría para mi futuro.

Al Ingeniero Salvador González Valdés por enseñarme a desarrollarme profesionalmente.

Al jurado por haber tenido la atención de darme sus consejos para la realización de esta tesis.

**Ing. Francisco Cruz Pizarro.
M.C César Maycotte Morales.
Ing. Guillermo Basante Buitrón.
Ing. Abel Rodríguez Bueno.
Ing. Javier Vega Martínez**

A los siguientes profesores muy en especial por su valiosa ayuda en poder terminar esta tesis, que sin su cooperación no hubiera sido la misma.

**Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez.
Ing. José de la Luz Hernández Castillo.
Ing. Gustavo Mercado.
Dra. María Teresa Colinas León.**

A todos mis profesores de INGENIERÍA AGRÍCOLA gracias por su dedicación, tiempo y esfuerzo.

A los compañeros de agrícola por haber convivido en un pequeño lapso de tiempo, 16ava.

Al Ing. Jesús Vieyra Ramírez e Ing. Margarita Plancarte Margarito, por su valioso apoyo.

CONTENIDO.

	Pag.
Índice de figuras.	III
Índice de cuadros.	III
Índice de gráficas.	IV
RESUMEN.	V
INTRODUCCIÓN.	1
II.-OBJETIVOS.	3
III.-REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1 La fresa	4
2.1.1 Origen e importancia	4
2.1.2 Taxonomía	6
2.1.3 Descripción Botánica	7
2.1.4 Requerimientos ambientales	11
2.1.4.1 Clima	11
2.1.4.2 Suelo	12
2.1.4.3 Riego	13
2.1.5 Ciclo vegetativo	14
2.1.5.1 Fotoperiodo	14
2.1.5.2 Fisiología del desarrollo.	15
2.1.6 Propagación	16
2.1.6.1 Propagación sexual.	16
2.1.6.2 Propagación asexual	17
2.1.6.2.1 División de la corona.	17
2.1.6.2.2 Estolones.	17
2.1.6.2.3 Micropropagación.	18
2.2 Cultivo <i>in vitro</i> , micropropagación o cultivo de tejidos.	19
2.2.1 Generalidades	19
2.2.2 Fase <i>in vitro</i>	20
2.2.3 Micropropagación de plantas de fresa	21

2 2 4 Anatomia de las plantas	24
2 2 5 Acimatización	25
2.3 Reguladores de crecimiento en las plantas	27
2.3 1. Aspectos generales	27
2.3 2. Clasificación	29
2.3 3. Paclobutrazol	31
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Origen del material vegetativo	33
3.1 1 Características del cultivar Chandler	34
3.2 Localización y descripción del área de trabajo.	35
3.3. Diseño experimental	35
3.4. Toma de datos	37
V.- ANÁLISIS Y RESULTADOS.	39
4.1.-Altura de la planta	39
4.2.-Número de hojas	41
4.3.-Número de coronas.	42
4.4.-Diámetro de la corona	44
4.5.-Número de estolones.	45
4.6.-Longitud del estolón	47
4.7.-Diámetro de la planta.	49
4.8.-Área foliar.	50
4.9.-Número de inflorescencias	51
4.10.-Número de flores.	53
4.11.-Diámetro de la flor.	54
4.12.-Frutos cuajados.	55
4.13.-Discusión general.	58
VI.- CONCLUSIONES.	59
VII.- BIBLIOGRAFÍA.	60

INDICE DE FIGURAS.	Pag.
Figura 1. Morfología de la fresa	7
Figura 2. Desarrollo de inflorescencias del eje principal y corona secundaria	9
Figura 3. Frutos.	11
Figura 4. Fases vegetativa y reproductiva de la fresa	16
Figura 5. Meristemas a partir de estolones de fresa	22
Figura 6. Propagación <i>in vitro</i> de plantas de fresa	23
Figura 7a. Estimación mundial de agroquímicos al año ,1988 (millones de dolares)	27
Figura 7b. Estimación de las tasa de crecimiento anual en el mercado de agroquímicos	27
Figura 8. Puntos de inhibición de la biosíntesis de giberelinas	30
Figura 9. Estructura química del Paclobutrazol	32
Figura 10. Diseño experimental.	36

INDICE DE CUADROS.	Pag.
Cuadro A. Principales estados productores durante el año agrícola 1992	6
Cuadro 1. Efecto del paclobutrazol sobre la altura	39
Cuadro 2. Efecto del paclobutrazol sobre el número de hojas.	41
Cuadro 3. Efecto del paclobutrazol sobre el número de coronas	43
Cuadro 4. Efecto del paclobutrazol en el diámetro de la corona	44
Cuadro 5. Efecto del paclobutrazol sobre la producción de estolones.	45
Cuadro 6. Efecto del paclobutrazol sobre la longitud del peciolo del estolón.	48
Cuadro 7. Efecto del paclobutrazol en el diámetro de la planta	49
Cuadro 8. Efecto del paclobutrazol sobre el área foliar.	51
Cuadro 9. Efecto del paclobutrazol sobre el número de inflorescencias.	52
Cuadro 10. Efecto del paclobutrazol en el número de flores.	53
Cuadro 11. Efecto del paclobutrazol en el diámetro de la flor.	54
Cuadro 12. Efecto del paclobutrazol en relación a los frutos obtenidos.	56

ÍNDICE DE GRÁFICAS.	Pag.
Gráfica 1. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en la altura de plantas de fresa. cv. Chandler	40
Gráfica 2. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el número de hojas en plantas de fresa cv Chandler	42
Gráfica 3. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en la número de coronas en plantas de fresa cv Chandler	44
Gráfica 4. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el diametro de la corona en plantas de frsa cv Chandler	45
Gráfica 5. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el número de estolones en plantas de fresa cv Chandler	47
Gráfica 6. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en la longitud del peciolo del estolón en plantas de fresa cv Chandler	48
Gráfica 7. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el diametro de la plantas de fresa cv Chandler	50
Gráfica 8. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el area foliar en plantas de fresa cv Chandler	51
Gráfica 9. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el numero de inflorecencias en plantas de fresa cv Chandler	52
Gráfica 10. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el número de flores en plantas de fresa cv Chandler	54
Gráfica 11. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el diametro de la flor en plantas de fresa cv Chandler	55
Gráfica 12. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en la obtención de frutos cuajados en plantas de fresa cv Chandler	56
Gráfica 13. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el peso del fruto en plantas de fresa cv Chandler	57
Gráfica 14. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en la longitud del fruto en plantas de fresa Chandler	57
Gráfica 15. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en los grados brix en los frutos en plantas de fresa cv Chandler	57

La presente investigación forma parte de la cátedra
"TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN EN MICROPROPAGACION VEGETAL"
del departamento de Ciencias Agrícolas

RESUMEN.

Se evaluaron 294 plantas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivar Chandler a condiciones de invernadero, éste material vegetativo se multiplicó en el laboratorio de micropropagación, teniendo que pasar por la fase de aclimatación en donde la planta cambia sus condiciones heterotróficas a autotróficas, para posteriormente ser trasplantadas a condiciones naturales.

El experimento consistió en evaluar el comportamiento de las plántulas al usar un retardante de crecimiento a diferentes concentraciones.

Las concentraciones utilizadas en los tratamientos fueron 0 p.p.m., 5 p.p.m. (1.25 ml/l), 10 p.p.m. (2.5 ml/l), 15 p.p.m. (3.75 ml/l), 20 p.p.m. (5.0 ml/l), 25 p.p.m. (6.25 ml/l), 30 p.p.m. (7.5 ml/l), 35 p.p.m. (8.75 ml/l) y 40 p.p.m. (10 ml/l) de paclobutrazol (Bonzo-PP333), retardador que ha demostrado tener ventaja significativa sobre los retardantes de crecimiento tradicionales, además de no ser fitotóxico.

Los resultados obtenidos demostraron que a mayor concentración del producto mayor es su efecto inhibitorio. A concentraciones de 40 p.p.m. (10 ml/l) la planta desarrolló una media de un estolón una menor altura de crecimiento (3.83 cm), un menor diámetro de corona (1.3 cm) y menor longitud de peciolo del estolón (817.99 cm) en un tiempo de 45 días que duró el experimento.

A 15 p.p.m. se obtuvo mayor número de inflorescencias, flores y diámetro de flor, lo que se repercutió en frutos grandes y buen sabor. Considerando que esta concentración es la dosis recomendable para el cultivar Chandler.

INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la fresa ocupa un lugar importante en la producción de hortalizas en nuestro país, figurando entre los principales, tanto por la superficie cultivada, la producción obtenida y los volúmenes exportados. La producción promedio anual para el periodo 1993/1994, está situada en 94 mil 571 toneladas. Presentando fluctuaciones entre un año y otro. Esta irregularidad en los volúmenes producidos se deben a ciertas medidas en las variaciones de la superficie sembrada pero fundamentalmente en los rendimientos por hectárea obtenidos, lo que demuestra un comportamiento muy inestable.

Este cultivo se practica en varios Estados de la República Mexicana, destacando a nivel comercial la producción de los Estados de Michoacán, Guanajuato y Baja California, los que tradicionalmente y en conjunto aportan en promedio aproximadamente el 92% de la producción total nacional. (S.A.R.H., 1994)

La fresa mantiene una ocupación de 1,389,000 jornales anuales en las labores de campo y 571,435 en la agro-industria además de los beneficios económicos que se derivan de su comercialización. (Andrés, 1992)

La producción de fresa depende de la importación de plantas certificadas, originadas y producidas en viveros del Estado de California, U.S.A., con las cuales se establecen los viveros para la "planta verde", utilizada en las plantaciones comerciales de fruta.

En la actualidad las regiones productoras están optando por cultivares nuevos como Chandler, por ser más productivo y particularmente los de fotoperíodo neutro (Fern. Selva), por su precocidad y productividad, sin embargo, estos cultivares producen muy pocos estolones, lo cual constituye un fuerte problema para los viveristas y productores, los bajos rendimientos de planta que se obtienen, la escasez y mayores costos de la planta.

En el Valle de Zamora, Michoacán, se importan 8.5 millones de planta para el establecimiento de plantas para el ciclo 1990/1991, a un costo de 0 113 pesos por planta, puesto a nivel de productores erogó un costo total de \$960,500 00, suma que constituye una fuga de divisas (U.R.P.F.H., 1991, citado por Andrés, 1992)

El uso de retardantes de crecimiento puede considerarse como una alternativa dentro del cultivo de la fresa, sin embargo una de las principales desventajas de este tipo de productos es la restricción o especificidad de su actividad en ciertas plantas en el caso de la fresa se han probado algunos retardantes de crecimiento debido a sus propiedades como reguladores de crecimiento vegetativo, como Hidrazida Maleica (Denzen, 1956, Heinze, 1962), Cloromequat (Gutteridge, 1966, Loretto y Vitagliano, 1970) y Daminozide (Bergamini y Pimpini, 1969) Sin embargo, mientras controlaban el crecimiento vegetativo, estos productos demostraban efectos adversos en la producción y calidad del fruto

El paclobutrazol (Bonzi-PP333) como regulador de crecimiento en plantas (Lever, Shearing y Batch, 1982) tiene gran efecto sobre el crecimiento en un número de especies frutales, por citar al ciruelo, cerezo, (Quinlan y Webster, 1982) y manzano (Tukey, 1981) y en algunas investigaciones recientes presentadas en un Simposium sobre árboles frutales (Luckwill, 1986) El paclobutrazol es conocido como un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas (GA₁) (Hadden y Graebe, 1985), dándose la reducción del crecimiento vegetativo, permitiendo incrementarse la división en la reproducción de yemas florales, formación y crecimiento del fruto (Lever, 1986)

Existen pocas publicaciones sobre el efecto del paclobutrazol en fresa, se reporta reducción en el crecimiento de hojas, tallos y raíz (Atkinson y Harrison, 1984), retardando la producción (Atkinson et al, 1985) y producción de estolones. (Wright, 1989)

OBJETIVOS GENERALES

- Evaluación de vitro-plántulas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv Chandler bajo condiciones de invernadero

OBJETIVO PARTICULAR.

- Evaluar el efecto del paclobutrazol (Bonzi-PP333) a diferentes concentraciones en el cultivo de fresa cv Chandler.

HIPÓTESIS.

- Considerando que el paclobutrazol (Bonzi-PP333); interviene bloqueando el mecanismo de acción de las giberelinas, promotoras del crecimiento vegetativo; A mayor concentración de paclobutrazol menor es el crecimiento vegetativo y a menor concentración mayor es el crecimiento vegetativo

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La fresa

2.1.1. Origen e importancia.

El mundo antiguo conocía y aprovechaba los frutos de la fresa silvestre, que aparece espontánea en las regiones templadas de Europa, Asia y América. La fresa de frutos pequeños, variedad bien conocida, *Fragaria vesca* L. (Técnicas Agrícolas, 1989)

Aunque se piensa que fue cultivada en épocas muy lejanas, las primeras constataciones claras del cultivo no se tiene hasta la edad media, en la corte francesa de Carlos V, en el siglo XIV (Bianchi, 1986, Maroto, 1988, y Juscafreca, 1977, citados por Plancarte y Vieyra, 1993)

En el siglo XIV, se conocían ya en Europa las cualidades terapéuticas de la fresa, aun que su introducción en el cultivo tuvo en principio fines ornamentales. La introducción de las especies americanas determinó la difusión de la fresa como planta de fruto (Bianchi, 1986, Galleta et al., 1990, citados por Plancarte y Vieyra, 1993)

Los fresones, en cambio, son variedades híbridas que proceden de la *Fragaria chiloensis* y de la *Fragaria virginiana*. Las primeras plantas del fresón americano cultivadas en Europa fueron traídas de Virginia a Francia e Inglaterra en 1624 (*Fragaria virginiana*) y posteriormente la *Fragaria chiloensis* traída de Chile a Francia en 1712 (Técnicas Agrícolas, 1989). La fresa de fruto grueso, *F. chiloensis*, fue importada a Europa por el capitán de navío Frezier desde Concepción (Chile), donde era cultivada por los indígenas. Frezier fue enviado a las colonias españolas por Luis XIV, con el cargo de estudiar las fortificaciones que se estaban vendiendo por comerciantes. Apasionado por la botánica, en 1714 volvió a Marsella trayendo 5 plantas de *F. chiloensis*, que distribuyó en varios jardines botánicos. Inicialmente las plantas no produjeron, ya que Frezier había escogido plantas con frutos gruesos pero que tenían únicamente flores femeninas. Solo más tarde, cuando estuvieron en contacto con otras especies de flores hermafroditas y con sucesivas importaciones comenzaron a fructificar, de tal forma que en Brest, donde quizás había sido llevada una de las primeras plantas de Frezier, surge a mediados de 1700 un activo

cultivo con probables híbridos originados de forma casual de *F. virginiana* como polinizadora de *F. chiloensis*. La fresa de frutos gruesos cultivada actualmente ha sido reconocida como un híbrido de *F. virginiana* y *F. chiloensis* y se designa botánicamente como la especie *Fragaria x ananassa* Duch.

La fresa, debido a su origen híbrido, se adapta a las más variadas condiciones climáticas, desde los climas tropicales y subtropicales, hasta los países escandinavos.

En los últimos años y en muchos países ha alcanzado un notable desarrollo mayor que las demás especies de frutos pequeños con los tradicionalmente se le asocia: frambuesa, mora, etc. El hecho de que pueda madurar prácticamente durante todo el año, de su alto contenido de vitamina C, casi análogo al de los agrinos, su posibilidad de utilización industrial en la obtención de diferentes productos, hace explicar su rápida difusión de los últimos años (Branzanti, 1989).

En México, el cultivo de fresa ocupa un lugar importante en la producción de hortalizas, figurando entre las principales tanto por la superficie cultivada, la producción obtenida y los volúmenes exportados. Este cultivo es practicado en varios estados de la República, destacando a nivel comercial la producción de los Estados de Michoacán, Guanajuato y Baja California, los que tradicionalmente y en conjunto aportan en promedio aproximadamente el 92% de la producción total nacional (cuadro A).

México exporta fresa tanto en fresco como en estado congelado, siendo los E.U. su principal mercado, básicamente de fresa congelada. De las exportaciones totales realizadas durante 1991 y el primer semestre de 1994, los E.U. han captado aproximadamente el 99% de las mismas. Aunque también se realizan exportaciones a otros países como Alemania, Francia y Grecia (S.A.R.H., 1994).

Cuadro A. Principales estados productores durante el año agrícola 1995

Estado	Superficie Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
B. California	381	13,122	34,4
B. California Sur	29	226	7,7
Guanajuato	2,123	22,958	10,8
México	123	2,135	17,3
Michoacán	2,911	36,799	12,6
Sinaloa	63	445	7,0
Veracruz	10	50	5,0
Zacatecas	7	9	1,2
TOTAL	5,647	75,744	13,4

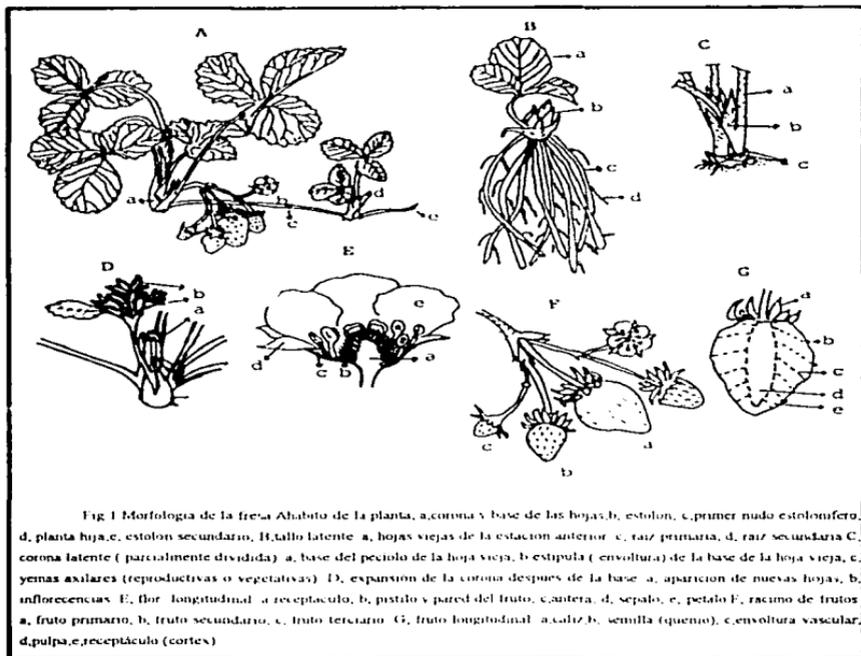
Fuente: SARH, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 1994

2.1.2. Taxonomía

La fresa pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia de las Rosoideas y al Género *Fragaria*, existiendo especies oriundas de Europa, *Fragaria vesca* L. ($2n = 42$) y *F. viridis* Duch. ($2n = 14$), de frutos pequeños y especies americanas como *F. virginiana* Duch. ($2n = 56$) de frutos grandes y de cuyos cruzamientos se derivan los actuales cultivares de fresa, que suelen ser conocidos como *Fragaria x ananassa* Duch. (Maroto, 1988)

2.1.3. Descripción botánica

Las plantas del género *Fragaria* v *ananas* Duch. son herbáceas de comportamiento perenne, que producen raíces, hojas, estolones, flores y un tallo muy reducido llamado corona (figura 1)



Fuente Galleta G y Bringhurst,1990

Las raíces, surgen de la corona próxima a la superficie del suelo, y se constituyen de raíces primarias y secundarias, se extienden aproximadamente unos 30 cm. alrededor de la corona y penetra a una profundidad hasta unos 30 cm. Casi el 70% de las raíces se encuentran en los primeros 15 cm., pero en suelos arcillosos están en un 90%. La mayor parte de las necesidades hídricas son satisfechas en los 30 cm., aunque pueda conseguir agua también a mayores profundidades (Branzanti, 1989)

Su principal función es la de soporte, absorción y transporte de agua y nutrimentos, aunque también sirve como sitios de almacenamiento de sustancias de reserva en áreas donde ocurre letargo invernal (Dana, 1981; Maas, 1984, Maroto y López, 1988, citados por Vázquez, 1992)

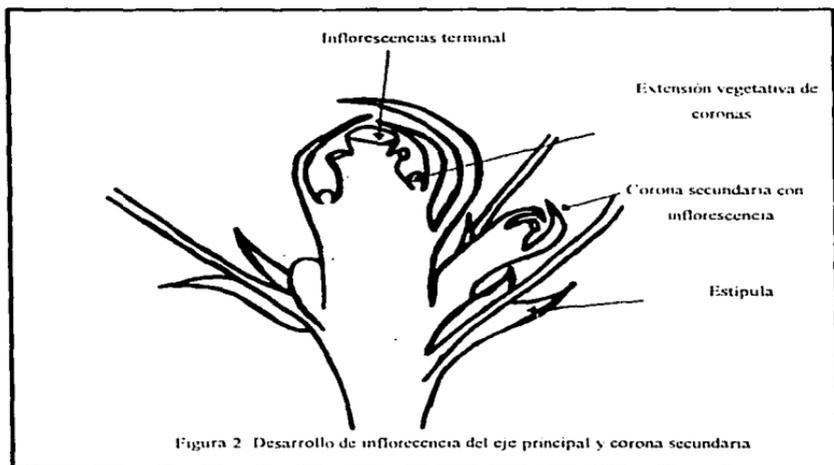
Las hojas, insertadas en peciolo de longitud variable, son pinadas o palmeadas, subdivididas en 3 folíolos, pero es frecuente que en algunos cultivares existan 4-5, tienen estipulas en su base y su espesor varía según el cultivar, son de color verde más o menos intenso y, a veces, rojizo en invierno (Branzanti, 1989)

Son el principal sitio de fusión de la energía solar en energía metabólica. Se originan de los nudos y de la parte apical de la corona, a una tasa de producción de una hoja por cada 10 a 12 días, aunque las bajas temperaturas y fotoperíodos cortos reducen tanto la tasa como el tamaño de la hoja (Dana, 1981, Maas, 1984, citados por Vázquez, 1992) Se admite una cierta relación entre el desarrollo de la parte aérea y el de la raíz, las plantas con una parte aérea poco desarrollada tienen un sistema radicular con bajo desarrollo. Esto puede servir como un indicador en caso de ataques de parásitos u otras causas al sistema radicular reflejándose en la parte aérea (Branzanti, 1989)

Los estolones crecen de las yemas axilares de las hojas y se caracterizan por poseer entrenudos largos. Un estolón se convierte en una planta hija cuando forma hojas nuevas y raíces adventicias en su segundo nudo (Dana, 1981, Maroto y López, 1988) Los estolones constituyen el método más sencillo para la propagación, que al producirse por vía vegetativa conservan los caracteres de la planta madre (Branzanti, 1989)

El tallo, que sobre sale del terreno llamado comúnmente corona no es otra cosa que un tallo acortado que contiene los tejidos vasculares y por encima de él se forman otras coronas secundarias o brotes con algunas raíces (Branzanti, 1989)

De las yemas axilares de las hojas se originan coronas nuevas o hijas. Estas morfológicamente idénticas a las coronas principales y a las de las plantas hijas, pero no producen un sistema radical separado de la planta madre. La formación de coronas nuevas depende de una adecuada nutrición y de un buen espaciamento entre plantas madres. El número de hojas, el área foliar y el tamaño de la planta son medidas indirectas de la formación de coronas, las cuales son sitios de inducción de inflorescencia y, por tanto, de producción de frutos (Figura 2)

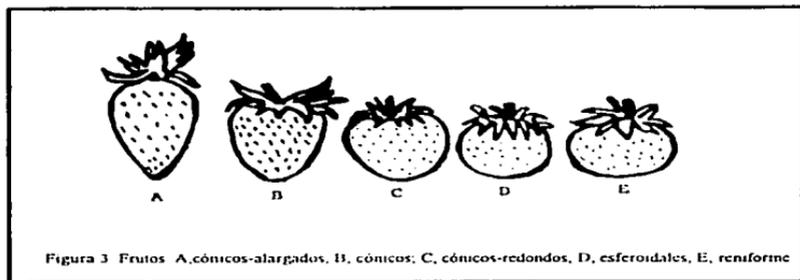


Fuente Vázquez Gálvez, 1992

Las flores pueden ser "perfectas" (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos (estambres y pistilos) o "imperfectas" (unisexuales) órgano femenino o masculino. Cada flor perfecta está constituida por un cáliz, compuesto normalmente por 5 sépalos, o más frecuentemente por un número variable, una corona compuesta generalmente por 5 pétalos que a menudo pueden ser más de 12 blancos, de forma variable desde elípticos a redondeados u ovals, por numerosos órganos masculinos (estambres) compuestos cada uno por un filamento, de longitud variable que sostienen las anteras que contienen el polen. Están dispuestos en tres verticilos en número múltiplo de 5, desde 5 hasta casi 40, insertos en la periferia de un órgano que tiene la forma de copa invertida (receptáculo). En el extremo del receptáculo, interior a la corona delimitada por los estambres se encuentran los órganos femeninos o pistilos dispuestos en espiral y número variable, hasta de algunas decenas, formados cada uno por ovario, estilo y estigma, que contienen un óvulo (Branzanti, 1989).

Las inflorescencias, se producen siempre en la parte terminal o apical de las coronas. La inflorescencia típica de las variedades cultivadas tienen un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios. Cada eje lleva en su extremo una flor (Branzanti, 1989; Dana, 1981, citados por Vázquez, 1992).

El fruto comestible de la fresa, es un receptáculo carnoso que contiene numerosos aquenios que se sitúan en la parte externa y se conectan con la parte interna del fruto. El desarrollo del receptáculo está regulado por un balance hormonal durante la maduración de los aquenios. Cualquier interrupción de este balance por factores internos y externos, como fertilización deficiente, daño por insectos, enfermedades, heladas, etc., resulta en los frutos malformaciones. La duración del período de polinización a maduración de fruto es alrededor de 30 días. En días largos y temperaturas altas se corta hasta 6 días, su tamaño está en función de la interacción entre la posición del fruto en la inflorescencia, el número de aquenios y vigor de la planta (Darrow, 1966; Janek y Eggert, 1968; Maas, 1984, citados por Vázquez, 1992). Los frutos pueden ser de varias formas, según el cultivar: cónicos, conico-alargados, conico-redondeados, esferoidales, oblatos, reniformes (Branzanti, 1989). Su color en la madurez varía de rosa claro al violeta oscuro y su peso puede oscilar entre 2 y 60 g. El número de aquenios (semillas) es una inflorescencia, se presenta en cantidades que van de 150 a 200 (Juscafresca, 1987) (Figura 3).



Fuente Branzanti, 1989.

2.1.4. Requerimientos ambientales

2.1.4.1. Clima

Se adaptan bien a cualquier clima aunque prefieren los climas templados y húmedos, no excesivamente calurosos. Temen tanto el exceso de humedad como la sequía (Técnicas Agrícolas, 1989). En cuanto a la temperatura, las zonas más adecuadas para su cultivo son aquellas donde la temperatura media anual es de 12° y 20°C, sin exceder los - 5 y 40°C, pues arriba o abajo de estos valores existen problemas en su desarrollo (Rodríguez, 1993).

Su parte vegetativa es altamente resistente a las heladas, sin embargo, sus flores en descensos de temperatura de - 2° a - 4°C, puede producir necrosis hasta la muerte de todos los pistilos, impidiendo la fructificación o, en dado caso obtener frutos deformes (Branzanti, 1989). Avitia (1981) citado por Rodríguez, 1993, menciona que las heladas afectan al cultivo retrasando la maduración del fruto y disminuyendo los rendimientos y su calidad. En cambio, durante los días con mucho sol y noches frías con

buenas temperaturas la fruta adquiere mejor sabor, en comparación con días nublados, húmedos y noches calidas.

La mayor parte de las variedades cultivadas necesitan de un número determinado de horas-frío (por de bajo de 7°C) para formar un número adecuado de hojas y obtener una buena producción (Maroto, 1988). Branzanti (1989), menciona que las plantas que han sido sometidas al frío, se desarrollan con más vigor, aumentan la producción de estolones y de hojas, son más productivas que las que no están expuestas al frío invernal

2.1.4.2. Suelo

La influencia que ejerce la naturaleza del suelo con su estructura física y contenido químico sobre las plantas es una de las bases fundamentales para su desarrollo (Juscafresa, 1977)

La fresa se adapta a distintos terrenos siempre y cuando sean ricos en humus (Técnicas Agrícolas, 1989)

Desde que estas especies fueron arrancadas de su hábitat natural para ser debidamente cultivadas, en el transcurso de los años se han adaptado a todos los suelos, sean ácidos, neutros o alcalinos, desarrollándose no obstante mejor a un determinado valor de pH que en tierras que se aparten excesivamente de su punto óptimo (Juscafresa, 1977)

Branzanti (1988), dice que prefiere los ácidos o subácidos, con pH comprendido entre 5 y 6. Algunos cultivares se adaptan con pH 8-8.5, sin embargo, los mejores resultados se obtienen entre 5.8 y 6.5

La fresa se desarrolla mejor en terrenos sueltos, y aquellos que tengan una textura más arcillosa deben estar bien drenados, pues la planta es muy sensible a los encharcamientos. (Maroto, 1988)

Las tierras excesivamente alcalinas en las que se desea implantar el cultivo, pueden corregir a base de azufre y sulfato de cal, rebajando por este medio el excesivo valor de pH. En menor grado existe la necesidad de corregir las tierras ácidas, las cuales pueden serlo a base de cal apagada, margas grises o dolomitas.

Si el valor pH del suelo no es muy distante del punto óptimo o neutro necesario para el desarrollo de la especie, puede rectificarse en las tierras alcalinas, a base de fertilizantes de naturaleza ácida, como resultan ser los sulfatos y de naturaleza alcalina en tierras excesivamente ácidas (Rodríguez, 1993)

2.1.4.3. Riegos

El agua es un elemento importante en el crecimiento y desarrollo vegetativo por participar en procesos como el crecimiento celular, transporte de nutrientes, fotosíntesis, respiración, etc. Téliz y Castro(1973), citados por Rodríguez (1993), mencionan que el cultivo de la fresa requiere de buen nivel de humedad por lo que es necesario realizar riegos frecuentes, principalmente donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas en relación al ciclo de la planta

Se considera que una hectárea de fresa tiene un consumo hídrico de 4000 - 6000 m³ (400 - 600 mm) por año. En la fresa la mayor parte de sus raíces están concentradas en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades hídricas de los primeros 30 - 40 cm (Branzanti, 1989)

Las hojas nuevas consumen más agua que las adultas, ya que tienen un mayor índice de transpiración. La transpiración aumenta además con la temperatura del aire, con la iluminación intensa, y con una humedad atmosférica bajo la época de la plantación. En el momento de la plantación el terreno se seca fácilmente y, debido a la poca profundidad de las raíces que en esa fase no supera los 10 - 15 cm, es necesario una cantidad suficiente de agua en el suelo para favorecer el desarrollo y reanudar la actividad vegetativa. En dicha fase inicial, el riego por aspersión es el método que mejor ventajas ofrece, ya que las hojas son deshidratadas directamente regulando su turgencia (Branzanti, 1989)

Branzanti (1989), nos menciona que se realiza un riego de menor cantidad, antes y un poco después. Posteriormente prosiguen los riegos cada dos o tres días, pero si el tiempo transcurre caluroso en suelos arenosos, se riega en los primeros días e incluso dos veces al día, especialmente con plantas frigoconservadas, para mantener turgentes las hojas en vías de desarrollo. Durante la brotación los riegos tienen una cadencia más larga, separándose más o menos según el clima, haciéndose cada dos o tres días, más tarde se realizan por semana, y más adelante un riego por semana o menos, según va avanzado el fin del verano y dependiendo del comportamiento de la planta y la temperatura del aire

2.1.5. Ciclo vegetativo

2.1.5.1. Fotoperiodo

El fotoperiodo y la temperatura juegan un papel importante en la adaptación de una variedad a una determinada región. El fotoperiodo ha sido definido como una respuesta que exhiben las plantas a la longitud del periodo de luz diaria al cual son expuestas, también como la duración del día o número de horas luz, al que todas las especies son más o menos sensibles. El fotoperiodo influye en todas las especies son más o menos sensibles. El fotoperiodo influye en todas las fases productivas y vegetativas de la fresa (Branzanti, 1989)

Dana (1980), citado por Andrés (1991), menciona que el fotoperiodo impone una influencia marcada en su control sobre la iniciación de yemas florales, producción y elongación de estolones, tamaño de hojas, y longitud del peciolo, un control menos estricto sobre la formación de coronas laterales y una posible influencia sobre la iniciación y el desarrollo de raíces

Las plantas de fresa exhiben diversos grados de respuestas a la influencia del fotoperiodo y/o la temperatura. En base a su respuesta fisiológica a estos dos factores, existen tres principales tipos de fresa.

a) Productoras de junio, producción estacional o de fotoperiodo corto

Bocconi (1991), citado por Andrés (1992), dice que son plantas que inician sus yemas florales en otoño durante longitudes de día de 10 horas o menos

Son cultivares que por lo general, producen una sola cosecha, la cual resulta durante el mes de junio o julio, seguido de un periodo de letargo durante el invierno. Se considera que las horas luz deben ser inferiores a 12-14 horas, las yemas se diferencian a finales de verano principios de otoño cuando los días se hacen más cortos y desciende la temperatura y que florecen únicamente en la primavera siguiente con una sola fructificación (Branzanti, 1989)

b) Siempre-productoras o de fotoperiodo largo

Bocconi (1988), citado por Andrés (1992), expone que, en estos cultivares inician sus yemas florales durante longitudes de 12 horas o más. Una vez iniciada la floración puede continuar la iniciación de yemas aún bajo condiciones de días cortos. Por lo tanto, se conocen como plantas de fotoperiodo largofacultativo. Estas plantas pueden producir dos cosechas en una estación de crecimiento: una en primavera, cuya iniciación de flores ocurren previamente bajo días cortos de fines de verano y otoño, cuyas

flores son iniciadas bajo días largos del mismo año, tienden a formar muchas coronas y producir pocos estolones

c) Cultivares de día neutro

Estos son los diferentes a la longitud del día (Branzanti, 1989) Becerri (1988), mencionado por Andrés (1992), estos inician sus venas florales y la cosecha en ciclos reguladores de 6 semanas, independientemente del fotoperíodo, cuando se les provee de condiciones favorables de crecimiento permanente. Estos cultivares contrastan con los de día corto y siempre-productores en que los de día neutro pueden florear, fructificar y producir estolones en forma simultánea. Sus estolones (plantas hijas) pueden florear y fructificar sin enraizar

Los cultivares de día neutro difieren de los de día corto y día largo en que estos pueden ser programados para producir fruta de 1 a 3 meses después de la plantación, siempre y cuando tenga condiciones ambientales favorables para su crecimiento (Branzanti, 1989)

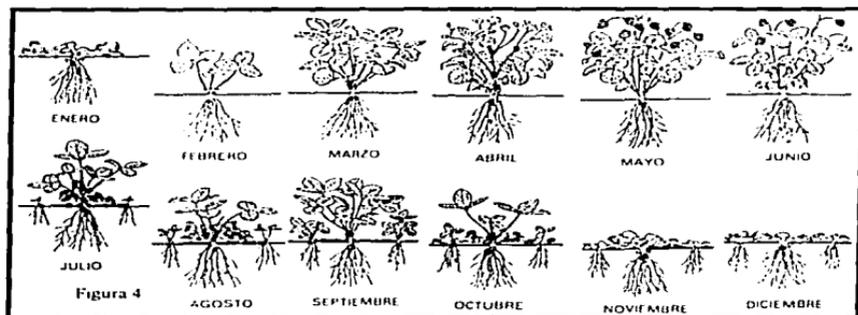
Los cultivares de día corto cuando se establecen en condiciones de temperatura de 8°C o en invernadero pueden florear semi-permanentemente y parecerse a los de día neutro

2.1.5.2. Fisiología de desarrollo

Risser (1979), establece para una variedad de floración estacional de fresa, las siguientes etapas:

- a) Verano, (con incidencia de días largos y temperatura elevada) periodo de crecimiento y multiplicación vegetativa (emisión de estolones)
- b) Otoño (con incidencia de días cortos y temperaturas decrecientes): paralización progresiva del crecimiento con acumulación de reservas en las raíces. Periodo de iniciación floral y comienzo de la latencia
- c) Invierno (con incidencia de días cortos y temperaturas bajas) paralización del crecimiento. A partir de cierto momento la planta sale de la latencia.
- d) Primavera (con incidencia de días cortos y temperaturas crecientes): reanudación de la actividad vegetativa (tanto más intensa a medida que la longitud del día se hace mayor), floración y fructificación.

En conjunto, y aunque puede haber traslapes, en toda la planta de fresa se distinguen dos fases: la vegetativa y la productiva (Maroto, 1988) (Figura 4)



Fuente Branzanti, 1989

2.1.6. Propagación

La fresa se propaga comúnmente por estolones, por división de mata en plantas de producción continua, por semilla en programas de mejoramiento o mediante cultivo in vitro usando meristemos apicales.

2.1.6.1. Propagación sexual

La producción sexual hoy en día es utilizada para la obtención de nuevas variedades, realizándose normalmente cruzamientos entre plantas octoploides que previamente han sido clasificadas en relación a la resistencia a factores adversos, alto rendimiento, precocidad, gran tamaño, aroma, etc (Maroto, 1988)

En la práctica agrícola, la fresa, como los frutales no se producen nunca por semilla ya que está última se obtienen plantas con características diversas, no homogéneas y generalmente distintas a las de la planta madre de la que proceden, debido a la recombinación genética de los caracteres de esta y de la planta polinizadora (Branzanti, 1989)

Bianchi (1986) y Hartman (1975), citados por Plancarte y Vieyra (1993), señalan que este modo de propagación no se utiliza de manera comercial por la elevada heterocigosis del patrimonio genético de todos los cultivares o la incapacidad de la especie para conservar la suficiente homogeneidad

2.1.6.2. Propagación asexual

2.1.6.2.1. División de la corona

Es raramente utilizada en la práctica viverística y, de cualquier forma se limita a variedades reflorescentes (plantas de días largos) que no estolonean o lo hacen poco, porque en general tienden a producir números coronas secundarias. Son preferibles plantas con corona bien desarrollada de 15 cm. de diámetro y altura. De una planta madre bien desarrollada se pueden obtener unas 20 plantas (Branzanti, 1989). Este tipo de propagación no altera el carácter de la planta madre, y es más práctico y económico que la reproducción por semilla (Juseafresa, 1977)

Montes (1979), citado por Cárdenas (1991), menciona que la división de las coronas deben realizarse lo más rápido posible tomando la precaución de proteger las plántulas con cubiertas húmedas entre tanto, luego, se llevan a viveros, colocándolas a distancias de 8 a 10 cm. Y un mes más tarde estarán en condiciones de trasplante en un lugar definitivo

2.1.6.2.2. Estolones

Es el método más utilizado, fácil y rápido que permite conservar las características del clon que se desea cultivar. Los estolones son callos especializados que se forman a partir de células meristemáticas localizadas en las axilas de las hojas, que crecen horizontalmente y forman una planta nueva en uno de los nudos generalmente en forma alterna, su producción está en estrecha relación con el fotoperíodo y la temperatura (Cárdenas, 1991)

La producción de estolones es una actividad antagónica al desarrollo de la parte aérea y reduce la formación de coronas secundarias, además puede ocasionar debilitamiento excesivo de las plantas favoreciendo una producción limitada y frutos de menor tamaño cuando las plantas son trasplantadas. (Branzanti, 1989)

Kelher et al. (1986), citados por Cárdenas (1991), nos dice, que mediante la propagación por medio de estolones en la fresa se favorece la transmisión de plagas y enfermedades sobre todo de tipo viral de las plantas madre a las plantas hijas. Los virus provocan debilitamiento y degeneración de las estirpes, sin que el follaje muestre síntomas distintos en las variedades cultivadas, por lo que es importante mantener estirpes libre de virus para renovar las plantaciones periódicamente

Cada planta madre puede dar unas 50 plantas hijas útiles si bien, ese número puede variar notablemente según la capacidad de estolonizar de cada variedad, del desarrollo de la planta madre, de la mayor o menor eliminación de flores (Branzanti, 1989)

2.1.6.2.3. Micropropagación

Maroto (1988), Pierik (1990), citados por Plancarte y Vieyra (1993), la micropropagación es una técnica utilizada recientemente en la fresa y fue introducida en Italia por Boxus y colaboradores en 1977. Consiste en la multiplicación *in vitro* de material extraído del ápice vegetativo de una planta madre. En la proliferación bajo condiciones asepticas se obtienen de 10 a 20 brotes en el curso de un mes, con características son exactamente idénticas al material original

La técnica de cultivo *in vitro* de ápice de tallo representan una excelente alternativa para obtener material vegetativo de fresa certificada libre de virus, además es útil para la introducción de nuevos cultivares pues en un año se pueden obtener más de un millón de plantas a partir de una punta meristemática es aplicable también en la criopreservación de plantulas previamente micropropagadas, demandando menos espacio y energía que el tradicional almacenamiento de estolones. (Cárdenas, 1991)

A pesar de todas las ventajas de la propagación *in vitro*, este método no a sustituido totalmente la propagación en campo, pues el costo del primero es tres a cuatro veces más alto que el segundo, además se

han detectado algunos cambios fenotípicos en apariencia y funcionamiento de las plantas micropropagadas, lo cual resta valor al método (Cardenas, 1991)

2.2 Cultivo *in vitro* o micropropagación o cultivo de tejidos.

2.2.1. Generalidades.

El cultivo de tejidos o *in vitro*, tiene sus orígenes tal vez desde que Hook en 1665 y Leeuwenhoek 1634, descubrieron a la célula la actividad fisiológica de la misma, si embargo los primeros trabajos bajo esta técnica remonta a más de 120 años en donde las investigaciones de fisiología vegetal y celular utilizaban como partes vegetativas vivas a tejidos órganos y células vegetales, siendo cultivados en medios nutritivos adecuados y forma aséptica (Garcia, 1993)

En realidad la palabra micropropagación fue utilizada por primera vez en 1968 por Hartman y Kester en su conocido libro sobre la propagación de plantas, que parece haber ganado una amplia aceptación como término general para designar varias técnicas utilizadas en la multiplicación *in vitro*.

Originalmente la micropropagación se definió como "cualquier" proceso aséptico que comprenda la manipulación en las plantas, de órganos, tejidos o células que produzcan poblaciones de plántulas. (Roca y Mrosginski, 1991).

El uso de las vías técnicas del cultivo *in vitro*, para su éxito requiere de factores de importancia entre los cuales se encuentra la identificación del inoculo adecuado (parte separada de un vegetal, por ejemplo: protoplastos, células, tejidos u órganos) y las condiciones físico ambientales, en las cuales se va a cultivar, el uso de un medio nutritivo específico de acuerdo a la especie, tejido u órgano que se va a cultivar, el propósito del experimento (1.- estudios básicos de fisiología, genéticos, bioquímica y ciencias afines; 2.- bioconversión y producción de compuestos útiles; 3.- incremento de la variabilidad genética; 4.- obtención de plantas libres de virus; 5.- propagación de plantas y 6.- conservación e intercambio de germoplasma) ; o la etapa de desarrollo que se persiga, el medio hormonal balanceada que permita la obtención y multiplicación de plantas. (Duran, 1993; Roca y Mrosginski, 1991).

Es importante señalar que las técnicas utilizadas para un tipo de cultivo específico (por ejemplo: protoplastos) no son exactamente los mismos que se usan para otro tipo de cultivo (por ejemplo: meristemos), del mismo modo un determinado sistema de cultivo puede ser de gran utilidad para el logro de un objetivo, pero no ser útil para otro (Roca y Mrosginski, 1991)

Actualmente existe una considerable confusión así como una falta de uniformidad en la terminología del cultivo aséptico de plantas. El término " cultivo de tejido de plantas" aunque usado comúnmente para cubrir todos los aspectos del cultivo *in vitro* de plantas, debe ser usado en sentido más restrictivo. Es posible distinguir tipos de cultivos asepticos a parte de origen vegetal.

Cultivo de plantas: obtenido a partir de semilla

Cultivo de embriones: a partir de embriones maduros e inmaduros

Cultivo de órganos: a partir de órganos aislados (incluye cultivos derivados de ápice de raíz de tallo, primordios foliares o partes inmaduras de flor).

Cultivo de tejidos: epidermis, cambium.

Cultivo de protoplastos: células separadas de su pared celular.

Esta subdivisión corresponde de una cierta manera a la parte o la estructura de la planta que se pone en cultivo. Pero, a partir de estos fragmentos podemos orientar el desarrollo subsecuente. (Guevara, 1987).

2.2.2 Fases *in vitro*

En la propagación de plantas a través del cultivo de tejidos, se han establecido una serie de fases, cada una con un objetivo específico y requerimientos diferentes. (Plancarte y Vieyra, 1993).

Fase I.- Es la etapa de iniciación o de establecimiento, en la cual se establece el cultivo inicial o primario.

Fase II.- Es la etapa de multiplicación de brotes, multiplicación simplemente

Fase III.- Corresponde al enraizamiento o etapa de pretrasplante, tiene como objetivo producir una planta autotrófica que pueda sobrevivir en las condiciones de trasplante al suelo.

Frecuentemente, las condiciones específicas del medio o del cultivo aséptico están asociadas con cada una de las fases mencionadas y, cuando sea posible, conviene organizar una estrategia de multiplicación basada en la interpretación de dichas condiciones.

Además de las tres fases mencionadas (propuestas inicialmente por Murashige, 1974) pueden considerarse otras dos como parte integral del procedimiento

Fase IV.- Transferencia final o la etapa de medio ambiente

Fase 0.- Fase inicial, que comprende la selección de planta madre y la selección de una modalidad de pretratamiento para volver funcional la estrategia que se adopte. (Roca y Mrosginski, 1991)

2.2.3. Micropropagación de plantas de fresa

La técnica utilizada dentro de la micropropagación para la obtención de plantulas de fresa, es a través del cultivo de meristemas, una propagación por vía vegetativa propuesta para este cultivo en los años sesentas. Con este método se obtienen rápidamente plantas exentas de virus, micoplasmas, criptogamas, parásitos, nematodos, etc. si se toman los ápices meristemáticos para el cultivo *in vitro* de plantas saneadas (figura 5)

Para la micropropagación se pueden usar en general, todos los tejidos de la planta con la activa capacidad de proliferación, pero los resultados son más o menos favorables según la especie y variedad con e trabaja; en el caso de la fresa se prefiere utilizar ápices meristemáticos de los estolones o de las plantas de la corona (Branzanti, 1989) (figura 6)

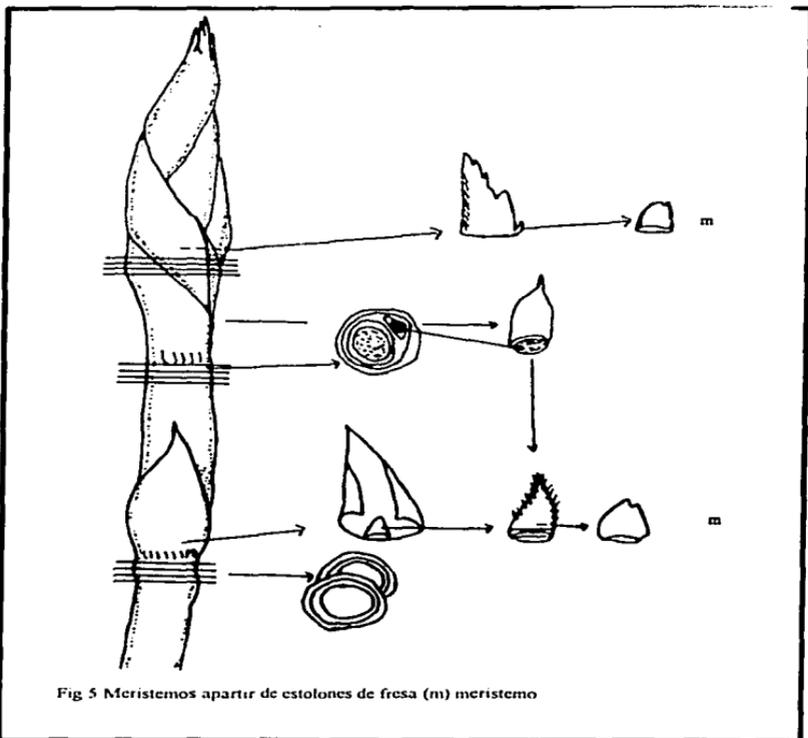
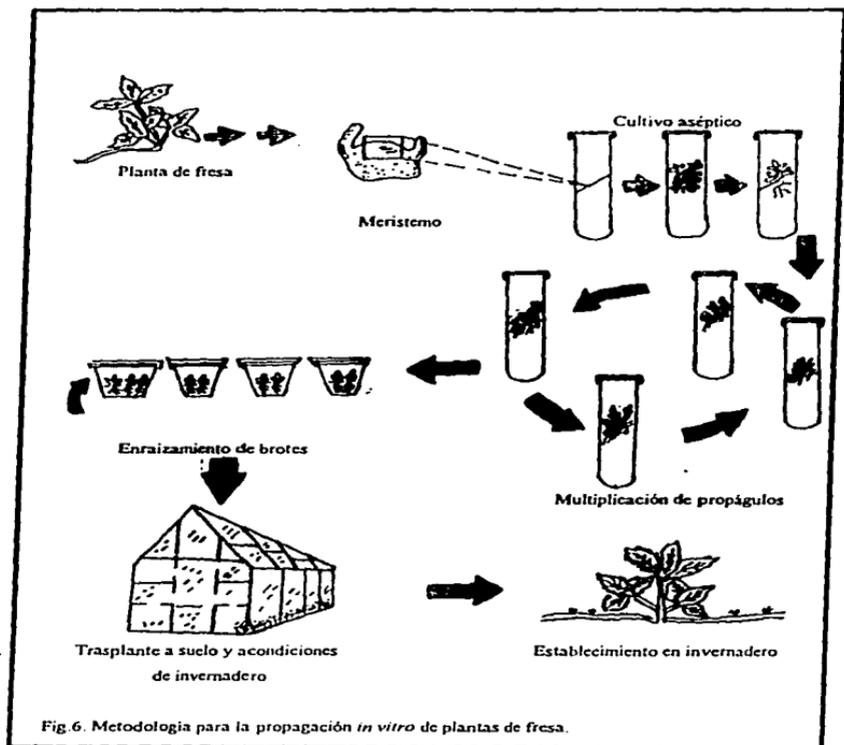


Fig 5 Meristemas apartir de estolones de fresa (m) meristemo

Fuente Hartmann H.1990.



Fuente: Granada, Cárdenas y Madrigal, 1985.

El medio de cultivo empleado Murashige y Skoog (MS) al 50% de su concentración de las sales minerales, las condiciones de incubación son de 27°C ± 1, con un fotoperiodo de 16 horas luz y una intensidad lumínica de 3000 lux, siendo esta la más recomendable para la multiplicación y enraizamiento de brotes. (Granada, Cardenas y Madrigal, 1985)

En resultados obtenidos en el laboratorio de micropropagación (FES- Cuautitlan, en la División de Ciencias Agrícolas), se comprobó con la aplicación de dos fuentes de nitrógeno (NH₄NO₃ y CaNO₃) a diferentes concentraciones, que el NH₄NO₃ a una dosis de 4 mg/l resultó tener mejor respuesta en cuanto al número de brotes formados, obteniéndose un promedio de 27.1 brotes. Pero, a bajas concentraciones el número de brotes aumenta, siendo estos muy pequeños, lo que dificulta la actividad de separarlos y repararlos. Y a altas dosis (por arriba de las señaladas) induce el efecto de vitrificación (Plancarte y Veyra, 1993)

Algunos investigadores han demostrado que la fresa se adapta *in vitro* a diferentes mezclas de sales minerales, y se ha propuesto la utilización de un medio más rico en nitrógeno (Lee y DeFossard, 1977; Damiano, 1980; Cossio y Menin, 1982, citados por Ochoa, 1983)

Ochoa (1983), demostró sobre el enraizamiento de fresa *in vitro*, que al aumentar la concentración de Carbón Activado se incrementa el número y tamaño de raíces, además cuando no se emplea Carbón Activado se atrasa por 30 días su transferencia a tierra

2.2.4. Anatomía de las plantas

Las plantas cultivadas en tubo de ensayo tienen generalmente la cutícula (capa de cera) escasamente desarrollada, debido a la alta humedad relativa, 90-100%, que se da *in vitro*. Como consecuencia, cuando la planta se transfiere al suelo, se produce una transpiración cuticular extra, ya que la humedad del aire en las condiciones *in vitro* es más baja. Las hojas de una planta producida *in vitro*, son frecuentemente finas, blandas y con poca actividad fotosintética, y en consecuencia mal adaptadas a las condiciones que se puedan encontrar *in vivo*. Las plantas procedentes de tubo de ensayo tienen las células empalizadas, que son las que deben utilizar la luz, son más pequeñas y en menor cantidad. Los estomas pueden no ser suficientemente operativos, y al permanecer abiertos, cuando la planta ha sido transferida a suelo, pueden ser el origen de un importante estrés hídrico, durante las primeras horas de aclimatación.

En las plantas procedentes de cultivo de tejidos la conducción de agua entre vástagos y raíces, pueden verse reducidas por una pobre conexión vascular. Es importante tener en cuenta que las plantas *in vitro* han sido criadas como heterotrofas, pero deben comportarse como autotrofas *in vivo*, el azúcar debe ser producido por medios de la fotosíntesis.

El desarrollo del mecanismo del cierre estomático es un componente muy importante en la aclimatación.

Las raíces que han sido originadas *in vitro* son vulnerables y no funcionan de forma adecuada *in vivo* (no tienen, o tienen pocos pelos radicales), por lo que mueren rápidamente siendo sustituidos por nuevas raíces subterráneas. El desarrollo de los pelos radicales *in vitro* a veces es estimulado al desarrollar las raíces en un medio líquido. Un desarrollo pobre del sistema radical hace que el crecimiento *in vivo* se haga muy difícil, especialmente cuando hay una elevada transpiración.

Es de vital importancia que las plantas *in vitro* pierdan la menor cantidad de agua posible, cuando pasan a condiciones *in vivo* (Pierik, 1990). Schonher, citados por Sutter (1979), mencionan que los componentes de la cera cuticular, determinan completamente la difusión directa del agua a la cutícula y que la absorción, transporte de agua, funcionamiento de estomas y funcionamiento fisiológico también podría contribuir a la reducción en la tasa de sobrevivencia de los brotes, aunque no sean esclerificados. Bien las razones por las cuales las plántulas provenientes de cultivo de tejido carecen de epicutícula cerosa, se cree que la producción de cera es afectada por las mismas condiciones del medio de cultivo como son: alta humedad relativa, alta temperatura, baja intensidad de la luz y hasta las mismas concentraciones de hormonas reducen la producción de epicutícula cerosa (Rodríguez, 1986).

2.2.5. Aclimatación

La aclimatación puede ser definida como un proceso controlado por el hombre, es la adaptación del organismo al cambio de ambiente. La aclimatación de vitro-plantas a condiciones *in vivo* esta relacionada a los siguientes factores: 1 - al enraizamiento tanto *in vitro* como *in vivo*, y 2 - a la transferencia a las condiciones no asépticas con control de humedad y temperatura. (Indra K, 1984)

El porcentaje de sobrevivencia esta intimamente relacionado con la fase de aclimatación, este problema se presenta cuando las plantas son cambiadas de un ambiente controlado (*in vitro*) a otro natural (*in vivo*), causándoles un agobio por un desequilibrio en su contenido hídrico al producirse una transpiración elevada, además de estar expuestas a fluctuaciones térmicas provocando con ello un desbalance en la planta, manifestandose en las plantas como marchites o muerte (Brainerd y Fuchugami, 1981, Sutter y Langhans, 1979, citados por Arellano y González, 1985)

Existen varias estrategias para la aclimatación que han sido adaptadas a diversas especies micropropagadas y en donde el porcentaje de sobrevivencia, varia dependiendo de la estrategia y la especie

Granada, Cardenas y Madrigal (1985), establecieron que para aclimatar fresa, ellos aplicaron riego por nebulización 10 segundos cada 30 minutos los primeros 8 días y 5 segundos cada 30 minutos los siguientes 8 días y 50% de sombreo. Posteriormente se registró el riego normal, teniendo un 100% de sobrevivencia

Desjardins et al (1987), demostraron con plantas de fresa que la aclimatación a suelo, de plantas procedentes *in vitro*, se promueve con el enriquecimiento del ambiente con CO₂ y la luz suplementaria (Pierik, 1990)

Kazai et al (1987), obtuvieron bajo un sistema aclimatación a través de un sistema de microcomputadora controlada, un porcentaje de sobrevivencia en plántulas de fresa de 4 y 20 %

Arellano y González (1985), reportaron que para la aclimatación de fresa se recomienda el uso de charolas con cubiertas de polietileno transparente, adicionándole un suplemento de la luz artificial (16 horas luz/día), al momento del trasplante se proporciona un riego con captán (2 gr/l), procurando "mojar" perfectamente el suelo (sin tocar la planta), posteriormente se dan los riegos cada tercer día utilizando agua potable sin captán, esto, es después de haber retirado el microambiente realizado con la cubierta de polietileno, los primeros riegos se realizaron con la aplicación con piseta durante los primeros 30 días y después se utilizó un vaso de precipitado hasta los 60 días, posteriormente se regaron con regadera para jardín. Bajo este esquema obtuvieron 77% de sobrevivencia y a 60 días un 71%, mientras que a través de la cámara nebulizadora a 30 días obtuvieron un porcentaje de 56 y a 60 días

64%, concluyendo que la aclimatización a través de cubiertas de polietileno transparente proporcionan una mayor sobrevivencia y calidad de planta

En el Laboratorio de Micropropagación (FES-Cuautitlan, en la División de Ciencias Agrícolas), los resultados obtenidos durante esta fase fueron entre el 87 al 94% de sobrevivencia en fresa cv Chandler, determinándose que la mejor mezcla fue la compuesta por los substratos peat moss, tierra negra y arena en una relación 1:1:1. En un microambiente constituido por charolas con cubiertas de polietileno transparente, siendo el periodo de duración de tiempo para esta fase de 33 días (Torres, 1995)

2.3. Reguladores de crecimiento en las plantas.

2.3.1. Aspectos generales

Actualmente en el mundo se venden cerca de 20,450 billones de dolares en productos químicos, que son utilizados dentro de la agricultura, es decir, en insecticidas, fungicidas, herbicidas, bioreguladores y reguladores de crecimiento, estos últimos están estimados en 4% vendidos del monto total, sin embargo, su importancia ha venido en aumento. En 1972 a 1988, el crecimiento anual fue de 4.5%, de 1988 a 1995 su incremento fue de 5.2% (Eberhard S y Walter H, 1991) (Fig 7a y 7b)

Hoy en día se han tenido grandes avances con el uso de reguladores de crecimiento en la producción frutícola y horticola, y en particular en aquellos que reducen el crecimiento, conocidos como "retardantes de crecimiento" (Rademacher W, 1991)

Desde 1949 se han introducido nuevos productos químicos orgánicos sintéticos que retrasan la prolongación de los tallos, incrementan el color verde de las hojas afectando indirectamente la floración sin provocar deformaciones, y se ha demostrado que son valiosos para controlar el tamaño de las plantas. Dichos compuestos retardan la división y prolongación celular de los brotes, controlan la altura de las plantas, sin causar doblamiento en los tallos ni deformaciones en las hojas (Weaver, 1985)

Glemas (1982), define a los reguladores como "sustancias que en pequeñas cantidades son capaces de modificar cuantitativa y cualitativamente el desarrollo de las plantas". Según la definición proporcionada por el Departamento de Agricultura en Alemania, nos dice "son sustancias que son fabricadas para modificar los procesos vivos de las plantas, sin tocar la parte de nutrición, son excepcion de los

componentes de producción de las plantas agua, fertilizantes y sustancias que son destinadas para incrementar la resistencia de las plantas a pesticidas y enfermedades, sin tener ningún efecto tóxico”

Figura 7a. Estimación mundial de agroquímicos al año, 1988 (millones de dólares).

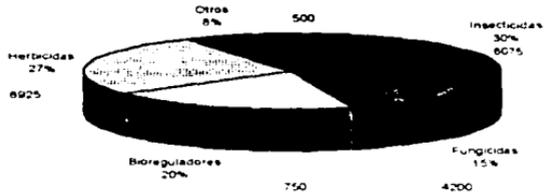
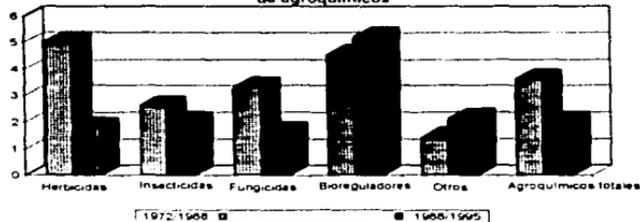


Figura 7b. Estimación de las tasas de crecimiento anual en el mercado de agroquímicos



Fuente Eberhard S. y Walter H. 1991

Un retardante de crecimiento comprende sustancias endógenas, exógenas y sintéticas, que en unos cuantos minutos son capaces de regular el crecimiento, desarrollo y procesos metabólicos sin desempeñarse como agentes nutricionales, dado esto Wagenbreth et al (1981), señalan que son "sustancias que regulan los procesos biológicos en las plantas" considerándose como la descripción más aptas en estos tiempos (Eberhard S y Walter H, 1991)

2.3.2. Clasificación

Krishnamoorthy (1981), clasifica a los retardantes de crecimiento en cuatro grupos importantes.

- a) nicotínicos, de los que sobresale el cloruro de 2,4 Diclorobencil nicotínico (2,4-DNC)
- b) carbamatos cuaternarios de amonio, de este grupo encontramos a Amo 1618, siendo muy efectivo en un rango amplio de especies
- c) compuestos fosforicos, el Fosfon D y Fosfon S, son los más importantes en este grupo
- d) colinas sustituidas, en donde el CCC, el de mayor eficiencia

Estos cuatro grupos de retardantes de crecimiento no tienen nada en común excepto en la propiedad de retardar el crecimiento del tallo

Rademacher (1991), clasifica a los retardantes de crecimiento en tres grupos principales:

- a) compuestos relacionados con el etileno, el Etefon, es el representativo de este grupo, estos compuestos reducen la elongación celular o del tallo, esto se relaciona a una baja disponibilidad de auxinas, debido a la presencia de etileno, lo que provoca una inhibición en el transporte de auxinas al sitio de crecimiento y un bloqueo en la síntesis de auxinas
- b) inhibidores de la translocación de giberelinas, siendo el damunozide el más representativo de este grupo, este compuesto tiene una influencia negativa ante la biosíntesis de giberelinas, reduciendo la translocación de las giberelinas o precursores de las mismas en los tejidos de activo crecimiento, también puede promover el catabolismo y conjugación de las giberelinas
- c) inhibidores de la biosíntesis de giberelinas, este grupo a su vez se subdivide en tres grupos:
 - e.1) compuestos de amonio, destacando aquí el CCC, AMO-1618, BTS 44 584, Cloruro de Mepiquat, estos compuestos bloquean la biosíntesis directamente antes de la formación del ent-laureno.c.2)
 - compuestos en donde el contenido de nitrógeno es heterocíclico, encontrándose al Paclobutrazol, Unicozol, BAS111..W, HOE 074 784, Ancyimidol. Aquí los compuestos heterocíclicos actúan como

inhibidores en el paso de oxidación de ent-kaureno a ent-ácido kaurenoico e 3) ciclohexantriones, destacando:29 el LAB 198 999, inhibe la biosíntesis de giberelinas después del aldehído GA₁₂. (Fig 8)

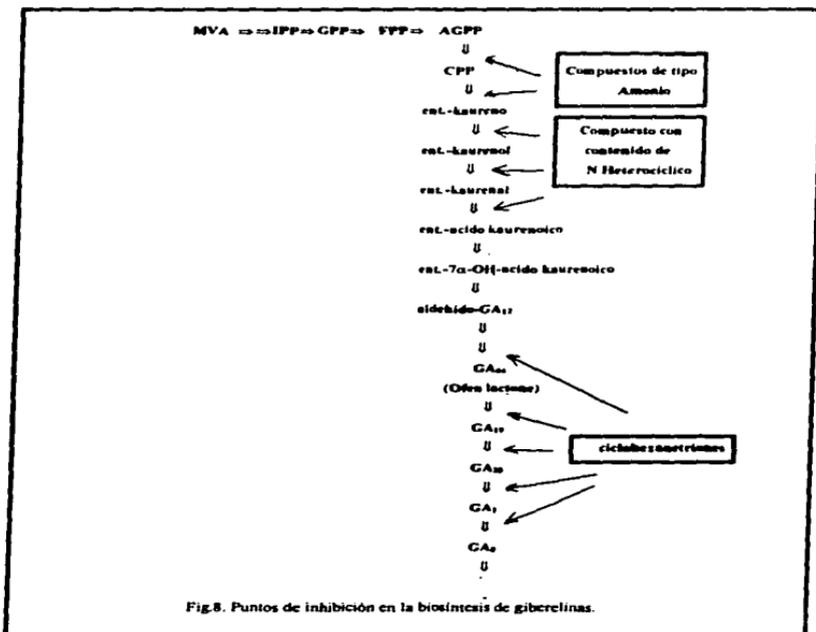


Fig.8. Puntos de inhibición en la biosíntesis de giberelinas.

Fuente: Wilhelm Rademacher,1991.

Villegas (1990), en términos generales nos menciona que los efectos de los retardantes de crecimiento es la reducción del crecimiento del tallo. Como resultado directo de lo anterior, las plantas quedan enanas por la poca elongación de los entrenudos. El decremento en la longitud del tallo es acompañada frecuentemente en el grosor, con lo que se previene el acame.

Todos los retardantes de crecimiento son de fácil solubilidad en agua y pueden ser aplicados directamente en la raíz, al suelo o al follaje. Estos son tomados con facilidad y son translocados tanto en el xilema como en el floema. Su residualidad varía en días a unos cuantos años.

2.3.3. Paclobutrazol

A finales de los años setentas en Inglaterra, Washington y Pennsylvania, se descubre el compuesto anhelado para el control del crecimiento vegetativo, el Paclobutrazol [1-(4-clorofenil)-4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-pentan-3-01] (Fig. 9). Este compuesto inhibe la síntesis de esterol y giberelinas en plantas. La inhibición en la síntesis de giberelinas ocurre en el paso de ent-caureno a ent-ácido kaurenoico.

Durante años recientes se observó que compuestos de tipo triazol mejoraban notablemente la altura, siendo el Paclobutrazol un miembro muy activo de este grupo, sin embargo, su efecto es muy prolongado, no es fitotóxico aún en altas concentraciones. (Martin, 1989).

El Paclobutrazol está clasificado dentro de los compuestos donde le contenido de nitrógeno es heterocíclico, estos inhibidores tienen la característica de oxidar al ent-kaureno en un solo electrón par en el sp^2 hidrolizado en el nitrógeno en su anillo heterocíclico. En este caso, este par de electrones son colocados en el contorno de la molécula. Las enzimas pertenecientes a estos compuestos son monooxigenasas, probablemente contenidas en el citocromo P450. Esto responde probablemente a que el único par de electrones de los retardantes desplaza al oxígeno del sitio de ligadura en el ion del citocromo P450. De esta forma se reduce la tasa de división y expansión celular sin el riesgo de causar cualquier tipo de toxicidad. (Rademacher, 1991).

El Paclobutrazol es absorbido pasivamente a través de las hojas, del tejido del tallo o raíces. Este se mueve a través de xilema hasta los puntos de crecimiento. El compuesto llega a los meristemas apicales e inhibe la producción de giberelinas.

El Paclobutrazol como retardante de crecimiento en plantas, tiene un mayor efecto sobre el crecimiento en un número de especies frutales, por ejemplo en el ciruelo, cerezo, además de otras. Este compuesto es conocido como un inhibidor en la biosíntesis de giberelinas dándose con ello la reducción del crecimiento vegetativo permitiendo incrementarse la división en la reproducción de yemas florales, formación y crecimiento del fruto (Beech y Atkinson, 1989)

El compuesto puede ser aplicado en forma de aspersión foliar o al suelo. Como aspersión, el tallo y los puntos de crecimiento son muy importantes, mientras que para el suelo, la actividad varía con la cantidad de sustrato. La dosis reportada para optimizar el efecto retardante varía, para el caso de plantas herbáceas es de 30 ppm del r.a., en aplicaciones foliares, mientras que la cantidad del compuesto aplicado al suelo es de 1 ppm. Estas dosis son generales, por lo que es importante realizar dosificaciones experimentales para poder recomendar que nos indique el tamaño deseado.

En el caso de la fresa, se han probado algunos retardantes de crecimiento, debido a sus propiedades como reguladores de crecimiento, en este caso, encontramos a la Hidrazida Maleica (MH), el Cloromequat y el Diaminozide. Sin embargo mientras controlaban el crecimiento vegetativo, estos compuestos demostraban efectos adversos a la producción y calidad del fruto (Beech y Atkinson, 1989). Maroto (1988), menciona que la aplicación de etileno a plantas de fresa inhibe completamente la producción de flores.

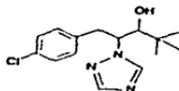


Figura 9. Estructura química del Paclobutrazol (PP333=1-(4-Clorofenil)-1,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-pentan-3-ol)

Fuente:Wilhelmen Rademacher,1991.

III-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Origen del material vegetativo.

Una de las metas buscadas dentro del laboratorio de Micropropagación de especies vegetales, es la creación de metodologías específicas para cada especie vegetal con las se trabajan o más, sin embargo de todas las especies con la que más estudios se han logrado ha sido con la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cultivar Chandler Este material vegetativo (planta madre) fue donada por el Centro de fruticultura del Colegio de Posgraduados (CP), sólo el laboratorio de micropropagación se encargó de multiplicar el material y de precisar una sola metodología desde que la planta es cultivada *in vitro* hasta que ésta es evaluada en campo, teniendo la finalidad de tener un ciclo completo dentro de la técnica de micropropagación con el objeto de tener una investigación específica del cultivo de fresa en donde se cumple todas las modalidades de esta. Este tipo de investigaciones se llevan mucho tiempo sin embargo, esto va a depender de la especie y en dado caso de cada variedad de la misma.

Cuando se iniciaron las investigaciones, primero se contaba con tres cultivares de fresa siendo Fern, Selva y Chandler, las tres son importantes en cuanto a valor comercial entre los productores. Sin embargo, de los tres cultivares se descartaron dos (Fern y Selva), por presentar problemas de fecundación, por lo que toda la investigación se enfocó en el cultivar Chandler.

La poca información del método de preacondicionamiento de las plantas *in vitro* a las condiciones *in vivo* o a campo, se vio reflejada en este cultivo. Por lo que se retomaron investigaciones hechas en otras especies.

Lo primero que se realizó fue tratar de acondicionar el método, para esto se utilizaron microclimas, hechos con semilleros cubiertos con cubiertas de polietileno transparente, por considerarse más prácticos, existe otro sistema que es el de cámaras de nebulización, pero se requiere de espacio permanente y amplio.

Una vez proporcionado el microclima, se buscó el tipo de mezcla de sustratos óptimos para el preacondicionamiento, las mezclas que se evaluaron fueron tres la primera mezcla consistió de peat moss, tierra negra y arena, la segunda de peat moss y agrolita y la tercer mezcla de tierra negra, arena y agrolita.

Los resultados obtenidos fue que la primera mezcla es la óptima para realizar el preacondicionamiento o aclimatización al dar un 87% de sobrevivencia en un periodo de tiempo de 33 días, considerándose bueno debido a que varios autores manejan en su porcentaje de sobrevivencia que van desde el 4% hasta el 100%, variando sus estrategias en su preacondicionamiento o aclimatización.

La secuencia metodológica para la aclimatización en fresa recomendable es

- 1 - Retirar las plántulas del tubo de ensayo
- 2 - Quitar el residuo del medio de cultivo con agua para evitar enfermedades por hongos y bacterias.
- 3 - Antes de ser transferidas al sustrato se tratan con fungicidas, para este caso se utilizó Ridomil Bravo (1 gr/l) y Captán en la misma dosis
- 4 - Se espolvorean con Radix 10000, para ayudar el crecimiento de la raíz
- 5.- Si la plántula presenta un sistema radicular muy largo se realiza una poda de raíz, dejándose aproximadamente 1.5 cm de longitud
- 6.- Se trasplanta al sustrato previamente humedecido, durante esta actividad se asperja agua con un atomizador a las plantas
- 7 - Llenada la charola se cubre con la cubierta plástica de polietileno y se asperja dentro de la cubierta
- 8 - Se cierra por completo para proporcionar el microclima
- 9 - Y por último las charolas son colocadas en el cuarto de incubación donde se les proporciona la temperatura y la cantidad de luz necesaria

3.1.1. Características del cultivar Chandler

El cultivar Chandler, es originario de Davis, California, por R. S. Bringhurst y Victor Voth, en la Universidad de California. Se introdujo en 1983. Proviene de la cruce de Douglas x Cal 72 361-105. De fruto grande, forma cónica alargado y a veces de cuña, piel brillante y atractivo, con bastante firmeza, de excelente sabor, recomendado para el mercado fresco y procesamiento, es un cultivar de día corto, precoz y de alto rendimiento.

3.2. Localización y descripción del área de trabajo.

El trabajo experimental se realizó dentro de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en el área de invernaderos del Departamento de ciencias Agrícolas de la carrera de Ingeniería Agrícola

En el invernadero destinado para este trabajo fue el número 4, cuenta con una área de 300 m² en total

En el experimento se manejo un marco de plantación de 30 cm x 30 cm en zigzag a doble fila

Se manejo una densidad de 147 plantas por cama. En total se manejo 294 plantas en una área de 50m²

Durante el desarrollo del experimento se manejo una dosis de fertilización 70-65-170, la que se fracciono en dos aplicaciones, la primera se realizo al mes de haber sido trasplantadas las plántulas, la segunda fertilización se realizó a finales de junio, los riegos durante los primeros 15 días fueron superficiales, durante el siguiente mes dos cada semana, después se realizaron cada 10 días

A lo largo del desarrollo experimental, la planta presentó ataque por araña roja (*Tetranychus_spp.*), para evitar el incremento de la población se calendarizo la aplicación de Tal star (2 ml/l), Nuvacron (ml/l) y Sevin (1 gr/l), los productos se aplicaban cada 5 días

Para evitar problemas por *Botrytis* se programo la aplicación de Benlate y Cupravit (2 gr/l) de cada uno, aplicándose cada 9 días

3.3.-Diseño experimental.

El diseño experimental que se utilizo fue el de completamente al azar

El producto que se uso para la evaluación fue Bonzi-PP333, cuyo ingrediente activo es el Paclotubtrazol, considerado como retardador de crecimiento. Se designaron 9 tratamientos con diferentes concentraciones, siendo las siguientes 0,5,10,15,20,25,30,35, y 40p p m del ingrediente activo. Cada tratamiento tuvo 32 plantas y se muestrearon 12 plantas que se seleccionaron al azar.(Figura 10)

La aplicación del producto se realizó el día 1 de julio en forma de spray al follaje y principalmente a la corona.

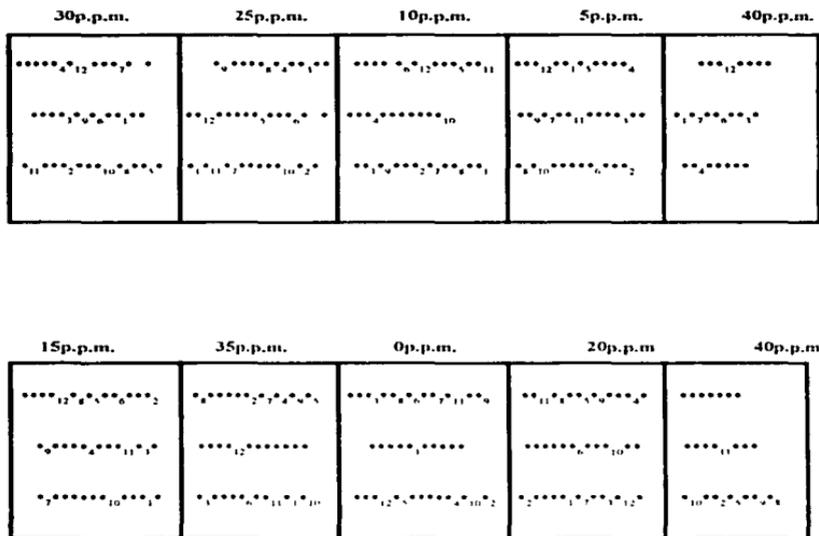


FIGURA 10 Diseño experimental

3.4.-Toma de datos.

Las variables de estudio consideradas para la evaluación del trabajo experimental fueron

- a) -Altura de la planta esta variable se midió desde el cuello de la planta hasta considerar el margen superior de la hoja
- b) -Número de hojas se cuantificaba el número de hojas completamente desarrolladas x con presencia de 3 folíolos
- c) Número de coronas se cuantificaba el número de coronas presentes
- d) Diámetro de la corona se midió el grosor de la corona presentes
- e) Número de estolones se contabilizaban conforme aparecieran
- f) Longitud del peciolo del etolon midió apartir de la corona hasta la punta terminal del peciolo
- g) Cobertura o diametro de la planta se midió el diametro de la cobertura foliar
- h) Área foliar se midió el largo por el ancho de cada folíolo en hojas completamente desarrolladas multiplicandose por un factor de correccion determinado para la fresa cultivar Chandler 0 7433
- i) Número de inflorescencias se cuantificaban conforme emergian de la corona
- j) Número de flores se cuantificaban conforme emergian
- k) Diámetro de la flor se midió en flores completamente abiertas
- l) Número de frutos cuajados se cuantificaron cuando el fruto estaba formado
- ll) Peso del fruto consistio en pesar cada fruto obtenido
- m) Grados brix se cuantifico con un fotometro que nos determinaba la cantidad de azucar en el fruto
- n) Longitud del fruto se midió la parte longitudinal del fruto

En el caso del factor de corrección 0 7433 en el cultivo de fresa cultivar Chandler, se determino al muestrear 100 hojas al azar, se peso cada folíolo de la hoja en una balanza analitica, despues se peso 1cm² de hoja para convertir el peso de las hojas en cm², luego se procedio a medir el largo por el ancho de cada folíolo, una vez hecho esto, se procedió a dividir el primero entre el segundo para obtener un factor de correccion. De todas las hojas muestreadas se sacó una media que correspondio a 0 7433 peso

La toma de datos se realizó durante 45 días, distribuyéndose 2 lecturas a la semana. Durante el mes de junio, julio, y agosto se tomo datos de temperatura máxima y mínima, además de tomar tres lecturas al día a las 10 00, 12 00 y 14 00 horas.

Para la interpretación de resultados se realizará a través de análisis de varianza para cada uno de las variables que constituyen a los componentes de rendimiento, además de ser apoyado de la revisión bibliográfica referente al tema de estudio.

IV- RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Altura de la planta.

El paclobutrazol tuvo un efecto directo en la variable de altura, el menor registro de altura estuvo en la concentración de 5 ppm del tra con un incremento de 3.42cm en un lapso de 45 días que fue el tiempo de duración de la evaluación. Además de la concentración de 20 ppm tuvo una similitud en cuanto a la inhibición en la variable altura (Cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto del paclobutrazol sobre la altura de la planta.

concentración de paclobutrazol ppm/lit	incremento de la altura a 45 días de aplicación cm	HDS $\alpha 0.05\%$
0	10.32	C
5	3.42	BC
10	4.40	AB
15	7.15	AB
20	3.63	AB
25	3.81	AB
30	5.14	AB
35	4.29	A
40	3.85	A

Como es ya sabido el compuesto paclobutrazol inhibe la biosíntesis de giberelinas bloqueando la reacción de oxidación entre kaureno y ácido kaurenico (Salisbury, 1994; Hartman, 1988; Beech and Wickenden, 1989; Rademacher, 1991; Eberhard and Walter, 1991) lo que trae consigo una inhibición en la elongación de los tallos, para este caso la disminución se da en la longitud del peciolo de las hojas. Las giberelinas en general sintetizan en hojas jóvenes siendo sitios principales para su síntesis (Salisbury, 1994), el transporte se da a través via floema como silema, se ha encontrado que el paclobutrazol se mueve a través del silema, hasta las puntas de crecimiento (Villegas, 1991), es aquí donde el producto al estar en contacto en el silema inhibe la producción de giberelinas, dándose con ello la inhibición en la estimulación del crecimiento.

Al hacer la comparación con las plantas sin tratar se observó que estas tuvieron un desarrollo tres veces mayor a las plantas tratadas con paclobutrazol. Se considera que para la explicación de este desarrollo hay que relacionarlo con los efectos de temperatura y fotoperíodo, por otra parte el tipo de cultivar que se maneja (Gráfica 1).



En relación al experimento el cultivar que se maneja fue el Chandler siendo este clasificado como cultivar de día corto, presentando solo una producción estacional. De acuerdo con la fecha de aplicación del paclobutrazol (1 de julio) la fisiología del desarrollo en fresa para esa fecha es periodo en que se encuentra en crecimiento vegetativo y multiplicación vegetativa según Maroto (1988). Además se ha encontrado que a temperaturas altas y días largos trae consigo un crecimiento vegetativo en la fresa (Branzanti, 1988, Guttridge, 1990, Larson, 1994) las temperaturas registradas durante los 45 días de evaluación como media fue de 32°C como máxima y una mínima de 13.5°C, temperaturas altas para fines de producción, pero no para el crecimiento vegetativo.

Como se observa en la gráfica aparte de 5, y 20 ppm 25 y 40 ppm también pueden ser consideradas como buenas

De acuerdo con Tukey en su mínima diferencia significativa, no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Hay que tomar en cuenta que las hojas son el principal sitio de transformación de la energía solar en energía metabólica (Branzanti, 1988). Sin embargo, se ha encontrado que el tiempo transcurrido para la emergencia de una hoja esta comprendido entre 8 a 12 días (Galletta y Bringham, 1991), o de 10 a 12 días (Branzanti, 1988), de acuerdo con los resultados obtenidos en las plantas sin tratar el tiempo de producción de hojas fue de 5 días, mientras para el tratamiento con menor producción de hojas (5 p.p.m.) fue de 7 días a lo largo del tiempo de observación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del paclobutrazol sobre el número de hojas.

concentración de paclobutrazol p.p.m./lit	incremento de hojas a los 45 días de la aplicación	HDS ≠ 0,05%
0	9	A
5	6	A
10	8	A
15	7	A
20	8	A
25	8	A
30	9	A
35	8	A
40	7	A

Galletta y Bringham (1991), mencionan que la producción de hojas se incrementa cuando la temperatura y la duración del día son altas, considerando que la longitud del peciolo de la hoja es muy sensible a la temperatura y los efectos del fotoperíodo. Tomando en consideración esto, tenemos que la temperatura promedio fue de 32°C que comparándola con las óptimas para la producción de hojas (20-26°C) fue superior por esto, que el tiempo de producción de las hojas en las plantas no tratadas es mucho menor a las reportadas en la bibliografía, dándose con ello un acelerado crecimiento, además la longitud del peciolo se incrementa mostrando una mayor altura la planta

Pienk (1990), nos señala que las plantas propagadas *in vitro* son mucho más vigorosas que las clonadas *in vivo*; esto se debe sobre todo al rejuvenecimiento y/o al hecho de que las plantas *in vitro* se encuentran libres de enfermedades, esto nos indica que el crecimiento vigoroso observado en la planta se debe al hecho de su propagación *in vitro*. Larson (1994), nos indica que la actividad del GA se incrementa en las plantas de fresa, cuando estas son expuestas a días largos o noches interrumpidas es por ello que la planta tiende a su crecimiento vegetativo, en lo que se observa que las plantas sin tratar tienen 9 hojas producidas, sin embargo las plantas tratadas con las diferentes concentraciones del paclobutrazol obtuvieron una similitud en cuanto a su número de hojas (Gráfica 2)



4.3 Número de coronas.

El producto inhibe el crecimiento vegetativo, aquí se observa una baja en la producción de coronas, dado a que la producción es menor a comparación con las plantas no tratadas. Es importante señalar que tanto la producción de hojas como el número de coronas está relacionado en función de la temperatura y fotoperiodo. Donde a altas temperaturas y fotoperiodos largos, el crecimiento es acelerado (Galletta y Branghurst, 1991). Es por lo que las plantas sin tratar tuvieron 4 coronas, mientras que a 5 p.p.m. se obtuvo una corona a pesar de las concentraciones de 10, 20 y 25 p.p.m. obtuvieron el mismo resultado, de acuerdo con la mínima diferencia significativa son iguales a las plantas sin tratar. Por lo que la única diferencia está en el tratamiento de 5 p.p.m. siendo esta muy mínima (cuadro 3)

Cuadro 3. Efecto del paclobutrazol sobre el número de coronas.

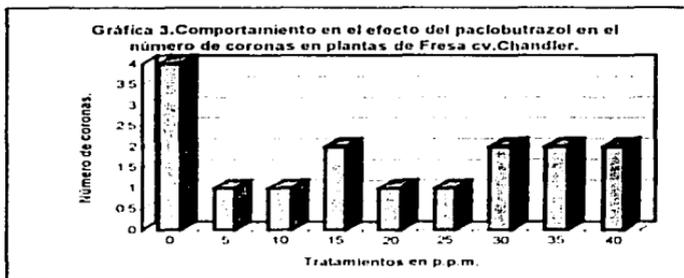
concentración de paclobutrazol p.p.m /lt	incremento en el número de coronas a los 45 días de la aplicación	HDS $\alpha=0.05\%$
0	4	B
5	1	AB
10	1	AB
15	2	AB
20	1	AB
25	1	AB
30	2	AB
35	2	AB
40	2	A

Guttridge (1969, citado por Maroto, 1988), menciona se ha encontrado que al aplicar Cloromequat hay un incremento en la formación de coronas laterales, provocando una mayor producción de flores, sucediendo lo contrario con la aplicación de paclobutrazol bajo estas condiciones

Beech, Crisp y Atkinson (1989), determinaron que la cantidad de coronas aumenta con la aplicación de paclobutrazol (4kg /a ha) en los cultivares *Cambridge* sin embargo el cultivares tales como *Linxurite*, *fontagnella* y *Hopl*, con la aplicación de este producto se incrementa la cantidad de coronas

Efectos similares reportaron Braun y Garth (1986, citados por Maroto, 1988), sobre los cultivares *Hood*, *Olympus* y *Tillikum*, donde detectaron un incremento en el número de coronas laterales

Para este caso encontramos que para el cultivar Chandler no hay un incremento significativo en el número de coronas en las diferentes concentraciones del Paclobutrazol a comparación con las plantas sin tratar.



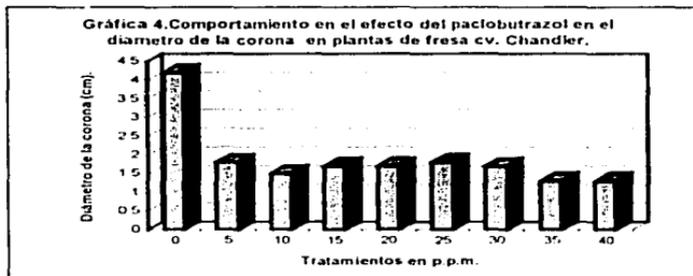
4.4 Diámetro de la corona.

Con lo que respecta al diámetro de la corona todas las plantas tratadas con las diferentes concentraciones aplicadas de paclobutrazol tuvieron una similitud en cuanto a su diámetro, comparando con la mínima diferencia significativa todos los tratamientos se comportaron igual en función del diámetro de la corona. A esto hay que relacionarlo con la cantidad de coronas producidas que fueron pocas, determinando su mínimo crecimiento. Comparado con las plantas sin tratar al tener más coronas su diámetro es mayor.

Cuadro 4. Efecto del paclobutrazol en el diámetro de la corona.

concentración de paclobutrazol p.p.m/lit	incremento del diámetro de la corona a los 45 días de aplicación cm	HDS ($\alpha=0.05\%$)
0	4.2	B
5	1.8	A
10	1.5	A
15	1.7	A
20	1.7	A
25	1.8	A
30	1.7	A
35	1.3	A
40	1.3	A

El diámetro de la corona de la planta va a estar en función del número de coronas producidas, es decir, a mayor número de coronas mayor es el diámetro de la corona de la planta (gráfica 4)



4.5 Número de estolones.

Por lo que respecta al número de estolones, el Paclobutrazol tuvo un gran efecto en cuanto a la inhibición en la producción de estolones. La concentración de 40 p.p.m. presentó un estolón como media de producción en un lapso de 45 días que fue el tiempo de duración del experimento. Sin embargo, de acuerdo con la mínima diferencia significativa, nos indica que todos los tratamientos son iguales entre sí, es decir, no existe diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 5)

Cuadro 5. Efecto del paclobutrazol sobre la producción de estolones.

concentración de paclobutrazol p.p.m./lit	incremento en el número de estolones a los 45 días de aplicación	HDS $\alpha 0,05\%$
0	19	B
5	4	A
10	4	A
15	2	A
20	5	A
25	4	A
30	3	A
35	2	A
40	1	A

Referente a las plantas sin tratar estas obtuvieron 19 estolones como media de producción durante el experimento. Galletta y Brighurst (1991), mencionan que la producción de estolones es favorecido por los días largos y altas temperaturas, considerando como temperaturas óptimas para la producción de los mismos en 28°C. Stushneff y Quamme (1988), confirman que la producción de estolones, elongación de pecíolos y el crecimiento de hojas son estimulados por las altas temperaturas y días largos

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la temperatura media presentada dentro del invernadero durante el experimento fue de 32°C, dado a esto y lo señalado en el comportamiento observado en plantas sin tratar mostro la mayor producción de estolones

Brazanti (1989), dice que la producción de estolones es una actividad antagónica al desarrollo de la parte aérea y reducción en la formación de coronas secundarias. Con esto podemos explicar porque dentro de las concentraciones 5, 10, 20 y 25 p p m al tener una producción media de estolones entre 4 y 5, solo produjeron una corona

Así mismo, encontramos que a 40 p p m hay una estricta limitante en la producción de estolones sin causar daños a las plantas (Gráfica 5)

Waitlaka et al (1980, citado por Maroto, 1988), dice que al utilizar yemas axilares cultivadas *in vitro*, al incrementar el nivel de kinetina respecto al GA, la tendencia a la formación de estolones disminua

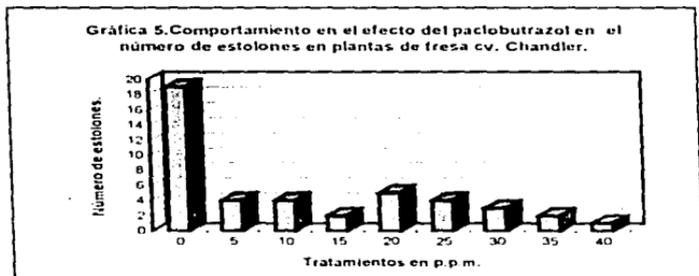
Guttridge (1964, citado por Maroto, 1988), utilizó el Cloromequat para retrasar o disminuir la formación de estolones, pero a altas dosis del mismo provoca la formación de coronas laterales en lugar de estolones. Guttridge (1966, citado por Maroto, 1988), menciona que al utilizar el Cloromequat en dos aplicaciones inhibía la producción de estolones, pero las plantas resultaban dañadas

Stang y Weis (1984, citado por Maroto, 1988), señalan que al utilizar Paclobutrazol en fresa, inhibe la producción de estolones

Braun y Garth (1986, citado por Maroto, 1988), señalan que los cultivares Hood, Olympus y Tillikum tienen una reducción en la formación de estolones con el uso del Paclobutrazol

Beech, Crisp y Atkinson (1989), mencionan que hay una disminución en la producción de estolones con el uso de Paclobutrazol en los cvs Cambridge Favourite, Pantagruella y Hapil en el primer año de producción

Reid y Folquer (1983, 1986, citados por Maroto, 1988), al usar Hidrazida Maleica se suprime la producción de estolones



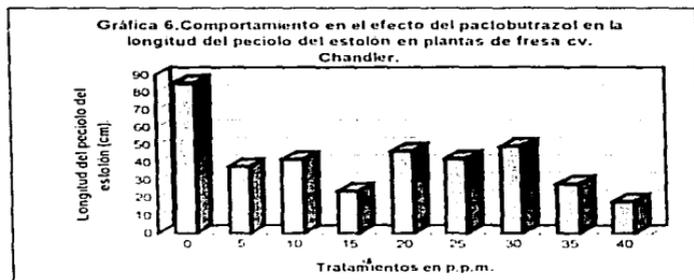
4.6 Longitud del peciolo del estolón.

A mayor concentración del ingrediente activo, hay una mayor inhibición en la longitud del peciolo del estolón. Tanto el crecimiento del estolón como la longitud del peciolo están directamente relacionados con los efectos de temperatura y fotoperíodo. A mayor temperatura y horas luz del día, se estimula el crecimiento vegetativo (Stushnoff y Quamme, 1988; Maroto, 1988; Larson, 1994.) Como se observa en las plantas sin tratar que son las que presentan una longitud de 85.33 cms mientras que a 40 ppm de paclobutrazol hubo una inhibición en cuanto a su crecimiento que fue apenas de 17.99 cm, siguiendo le la concentración de 15 ppm con un crecimiento de 23.09cm. Con esto las concentraciones que ofrecen un menor crecimiento en cuanto a la longitud del peciolo del estolón está en 15 y 40 ppm de paclobutrazol (Cuadro 6, gráfica 6)

Cuadro 6.- Efecto del paclotubrazol sobre la longitud del peciolo del estolón.

concentración de paclotubrazol p.p.m./lt	incremento de la longitud del peciolo del estolón a los 45 días de la aplicación cm	HDS α 0.05%
0	85.33	E
5	37.82	D
10	41.94	CD
15	23.69	BCD
20	46.73	BCD
25	42.25	BCD
30	49.24	ABC
35	28.00	AB
40	17.99	A

Por lo que se refiere a las plantas tratadas en el tratamiento con 40 p.p.m. de Paclotubrazol hubo una mayor inhibición en cuanto a su crecimiento, siendo este de 17.99 cms. y el tratamiento con 15 p.p.m. con un crecimiento de 23.69 cms. Siendo estas dos concentraciones las que obtuvieron mayor inhibición en cuanto a su longitud. Lo que podemos decir, que el Paclotubrazol inhibió la síntesis de giberelinas lo que provocó la inhibición dentro de los puntos con activo crecimiento, considerando que evita un desgaste en la planta en cuanto al permitir que siga creciendo.



4.7 Diámetro de la planta.

El menor crecimiento fue dentro de los tratamientos de 5 y 10 ppm de Paclobutrazol mostraron menor crecimiento en su cobertura foliar, pero de acuerdo con la mínima diferencia significativa entre los tratamientos nos indica que no hay diferencias entre tratamientos, salvo que las plantas sin tratar se diferencian de ellas por el mayor crecimiento obtenido (Cuadro 7)

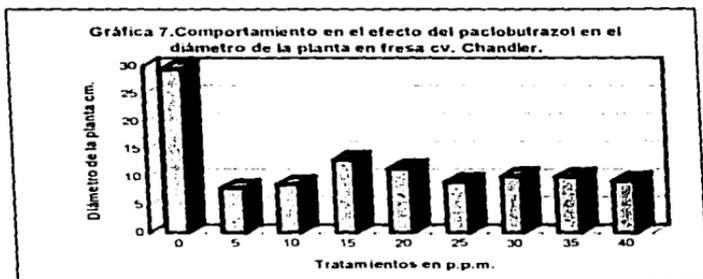
Cuadro del efecto del paclobutrazol en el diámetro de la planta.

concentración de paclobutrazol p.p.m/l	incremento del diámetro de la planta a los 45 días después de su aplicación cm	HDS α0.05%
0	29.48	B
5	8.02	A
10	8.68	A
15	13.10	A
20	11.50	A
25	9.10	A
30	10.15	A
35	10.04	A
40	9.30	A

Beech, Wikenden y Atkinson (1989), observaron que los cultivares Cambridge Favourite, Pantaguella y Hapl bajo las condiciones climáticas de Reino Unido, mostraron ser altamente vigorosas, produciendo denso follaje. Al utilizar el Paclobutrazol (4kg / a ha) como controlador del crecimiento vegetativo, en contrando una reducción en el crecimiento

Es importante controlar el factor de cobertura, entre más grande sea, mayores problemas habrá dado a la competencia entre plantas. Por lo que respecta en arboles frutales, Martin (1989), comenta que el excesivo crecimiento vegetativo incrementa los costos de producción al tratar de quitar el excedente de cada árbol ya que al podar resulta ser costoso. Además menciona que en años anteriores el establecimiento de huertos tenía como objetivo llenar todo espacio disponible, una vez logrado, el crecimiento vegetativo entre arboles era mayor, dando como resultado una competencia entre raíces, por

luz , conduciendo a una reducción de la floración y con ello un bajo efecto en la división fotosintética dentro de la producción.



4.8 Área foliar.

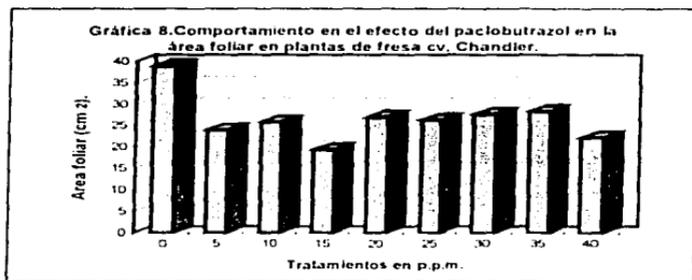
El periodo de división celular en las hojas se incrementa con el aumento del fotoperíodo. La cantidad de células, el tamaño de la hoja así como la longitud del peciolo, aumenta con la incidencia de días largos, lo que sucede al contrario cuando las condiciones son días cortos, lo que da como resultado que la división celular pare dérepite y cuando emergen las hojas existan pocas células por cada hoja, siendo pequeñas hojas y peciolos cortos (Larson, 1994)

Bajo las condiciones que presentó el experimento, eran días largos y temperaturas con una media de 32°C, lo que ocasiono que la planta respondiera a su fotoperíodo, es decir, dedicarse a crecer vegetativamente, estos es corroborado con los resultados obtenidos en las plantas sin tratar, presentando una área foliar de 38.96 cm², presentando folíolos grandes

Referente a las plantas tratadas la concentración de 15 p p m tuvo menor crecimiento en cuanto a su área foliar siendo este de 19.33 cm², siendo casi la mitad de diferencia en cuanto a las plantas sin tratar. Por otra parte los tratamientos de 5 y 40 p p m son concentraciones sucesivas a la anterior. (cuadro 8, gráfica 8)

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el área foliar.

concentración de paclobutrazol p.p.m/lt	incremento del área foliar en la planta a los 45 días de la aplicación (cm ²)	HDS α=0.05%
0	38.96	E
5	23.91	D
10	25.81	D
15	19.33	D
20	27.04	CD
25	26.38	CD
30	27.72	BC
35	28.36	B
40	22.21	A



4.9 Número de inflorescencias.

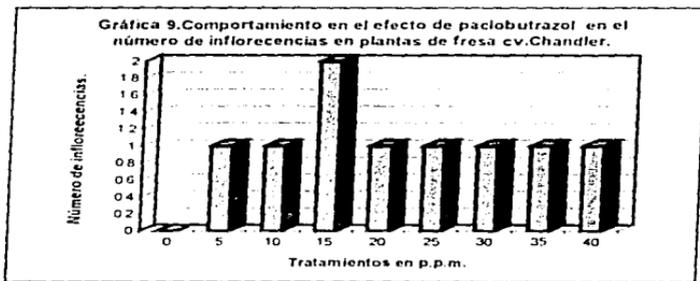
Con el uso del Paclobutrazol encontramos que hubo una inducción en cuanto a su floración en todos los tratamientos (cuadro 9), se ha comprobado que cuando se uso un retardante de crecimiento para controlar el tamaño de las plantas, se encontró que se promueve la formación de yemas florales, para el caso de este cv. es difícil inducirlo a floración cuando existen condiciones de altas temperaturas y

fotoperiodos largos, por lo que podría ser que al usar el Paclobutrazol pueda ser una vía para la inducción de yemas florales

Cuadro 9. Efecto del paclobutrazol sobre el número de inflorescencias.

concentración de paclobutrazol p.p.m./l	incremento en el número de inflorescencias a los 45 días de la aplicación	HDS α 0,05%
0	0	B
5	1	B
10	1	B
15	2	A
20	1	B
25	1	B
30	1	B
35	1	B
40	1	B

Aunque dentro de los tratamientos existe mínima diferencia significativa, el en tratamiento de 15 p.p.m. se presentó como media de crecimiento 2 inflorescencias mientras que los demás solo presentaron solo una (gráfica 9)



4.10 Número de flores

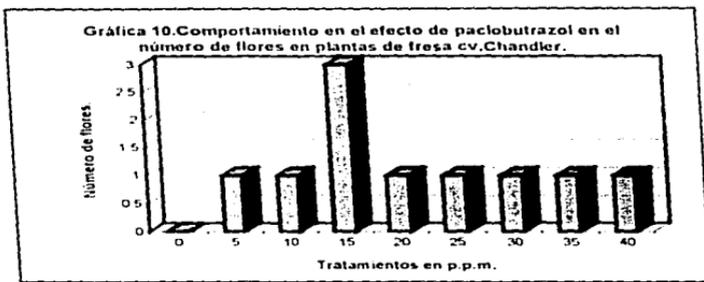
La aplicación de Paclobutrazol promovió la inducción floral, encontrando a la concentración de 15 p.p.m. con 3 flores (cuadro 10), a pesar de que existe una mínima diferencia significativa entre los tratamientos, este tipo de comportamiento en cultivar de ciclo corto al presentar flores en días largos, puede tener grandes ventajas siendo la principal que bajo las condiciones presentes altas temperaturas y fotoperiodo largo, pueden existir la alternativa de que el cv. Chandler produzca bajo este esquema

Cuadro 10. Efectos del Paclobutrazol en el número de flores.

concentración de paclobutrazol p.p.m./lit	incremento en el número de flores a 45 días de aplicación	HDS $\alpha 0,05\%$
0	0	B
5	1	B
10	1	B
15	3	A
20	1	B
25	1	B
30	1	B
35	1	B
40	1	B

Además se estimó que a 16 días de haber aplicado el producto los tratamientos 10, 15, 25, 30, 35 y 40 p.p.m. indujeron a floración. Mientras que el tratamiento de 20 p.p.m. fue a 32 días y en 5 p.p.m. a 39 días, por lo que respecta a las plantas sin tratar dentro de los 45 días que duró la evaluación no mostró dicha inducción en las plantas seleccionadas.

Como se muestra en la gráfica correspondiente a esta variable se señala el comportamiento de los tratamientos, en donde resalta el tratamiento de 15 p.p.m. con 3 frutos cuajados como media por planta. (gráfica 10).



4.11 Diámetro de la flor.

En el tratamiento de 15 p p m de Paclobutrazol presento un diámetro de la flor mayor a comparación con los demás tratamientos, presentando un inflorescencia de 4.5 cm (Cuadro 11)

Cuadro 11. Efecto del Paclobutrazol en el diámetro de la flor.

concentración de paclobutrazol p.p.m./lt	incremento en el diámetro de la flor a 45 días de aplicación (cm)	HDS $\alpha 0.05\%$
0	0.00	C
5	0.60	BC
10	2.00	BC
15	4.50	A
20	1.60	BC
25	1.00	BC
30	1.30	BC
35	2.40	AB
40	1.20	BC

El crecimiento se puede atribuir a que al haber una inhibición en el crecimiento vegetativo, existe una menor competencia por obtener nutrientes, desviándose estos a las yemas florales, observándose en el tamaño de la flor

A comparación con los demás tratamientos se observa que el diámetro de la flor es mucho menor, lo que traera con ello frutos de menor tamaño (Gráfica 11)



4.12 Frutos cuajados.

La máxima cantidad de frutos reportados a 45 días de evaluación fue de 4 frutos como media por planta en el tratamiento de 15 p.p.m., siguiendo los tratamientos de 25 y 35 p.p.m. con 2 frutos. De acuerdo con la mínima diferencia significativa encontramos que tanto los tratamientos 15, 25 y 35 p.p.m. son iguales entre sí, mientras que 5, 10, 20, 30 y 40 p.p.m. son iguales, mientras que las plantas sin tratar no mostraron frutos

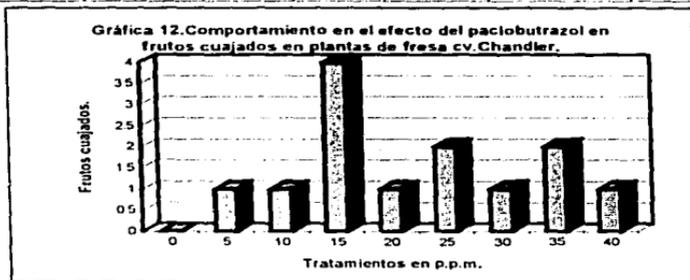
Por lo que respecta a su peso el mayor fue obtenido en el tratamiento de 15 p.p.m. (12.15 gr/fruto), siguiendo 30 p.p.m. (11.13 gr /fruto), y el menor peso obtenido fue en 5 p.p.m. siendo este de 6.18 gr. en el fruto, que comparado con el peso de tratamiento de 15 p.p.m. equivale a la mitad de su peso de este.

En la longitud del fruto no hay una diferencia significativa entre los tratamientos, la mayor longitud esta en el tratamiento de 15 p.p.m. (3.55 cm.) y el menor en el de 5 p.p.m. (2.55 cm.)

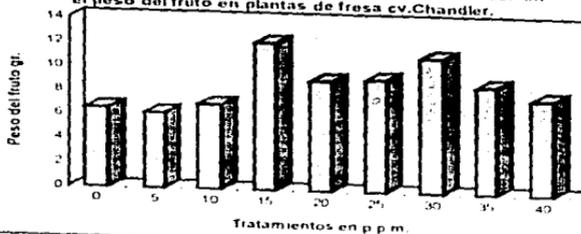
En base a su dulzura, la mayor cantidad de " Brix estuvo en el tratamiento de 20 p.p.m. (10.30 "Brix) y en el tratamiento de 25 p.p.m. (6.50 "Brix) reportado como la menor cantidad (Cuadro 12, Grafica 12)

Cuadro 12. Efecto del Paclobutrazol en relación a los frutos obtenidos.

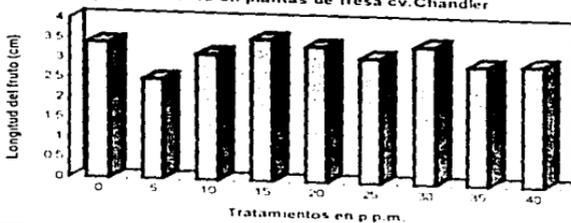
concentración de paclobutrazol p.p.m.	incremento en el número de frutos cuajados a 45 días de aplicación	HDS $\alpha 0,05\%$	peso del fruto gr.	longitud del fruto cm.	" Brix.
0	0	C	6.53	3.40	8.35
5	1	BC	6.18	2.50	9.40
10	1	BC	6.96	3.15	7.70
15	4	A	12.15	3.55	7.25
20	1	BC	9.08	3.40	10.30
25	2	AB	9.26	3.13	6.50
30	1	BC	11.13	3.46	7.70
35	2	AB	8.81	2.99	7.75
40	1	BC	7.81	3.03	7.40



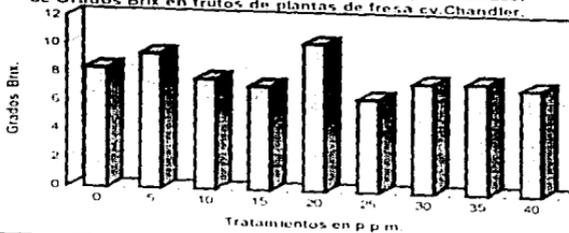
Gráfica 13. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol en el peso del fruto en plantas de fresa cv. Chandler.



Gráfica 14. Comportamiento en el efecto de paclobutrazol en la longitud del fruto en plantas de fresa cv. Chandler.



Gráfica 15. Comportamiento en el efecto del paclobutrazol de Grados Brix en frutos de plantas de fresa cv. Chandler.



4.13 Discusión general.

La clave del éxito en el desarrollo de los cultivares con alto rendimiento está en seleccionar genotipos que sean capaces de producir frutos al máximo, al mismo tiempo que mantengan adecuado crecimiento vegetativo (Stushno y Quamme, 1988).

El uso del Paclobutrazol dentro del cultivo de la fresa en el cv. Chandler, puede ser considerado como una alternativa para la obtención de una producción continua, siendo esto muy beneficioso para los productores del Valle de Zamora, dado a que este cv cuenta con una buena demanda en esta zona productora.

A pesar de que las diferentes concentraciones de Paclobutrazol utilizadas indujeron a floración se encontró que la dosis recomendada por el mayor número de frutos obtenidos, mayor diámetro de la flor y peso del fruto está en 15 p.p.m. de Paclobutrazol (3.75 ml/l) en forma de aspersión al follaje, sin embargo, a 20 p.p.m. (5ml/l) se obtuvieron frutos más dulces, bajo estas dos concentraciones consideramos que la dosis óptima puede estar estimada entre 15 a 20 p.p.m. de Paclobutrazol, para obtener más frutos, mayor diámetro de flor, mayor peso y dulzura.

Al considerar el efecto del Paclobutrazol sobre el diámetro de la planta a 25 p.p.m. (6.25 ml/l) las plantas tuvieron un incremento de 8.02 cm, el vigor fue inhibido, controlándose el crecimiento vegetativo, a pesar que la dosis recomendada para este cv por los parámetros antes mencionados es el de 15 p.p.m. (1.25 ml/l) su incremento en cuanto a su diámetro de la planta fue de 13.10 cm siendo 5.08 cm mayor al de 5 p.p.m., el control en el vigor del crecimiento vegetativo permite prolongar la vida útil de la planta, además de evitar que la planta tenga un mayor desgaste en cuanto a su producción de follaje, con esto se trata de disminuir en crecimiento vegetativo para obtener una máxima producción.

Por otro lado, las plantas que no fueron tratadas en la fecha en que se realizó la etapa experimental coincide en que la planta estaba dentro de su fase de crecimiento y multiplicación vegetativa, a demás de observar que presentaba un alto vigor vegetativo atribuyéndose esto a que fueron propagadas *in vitro*. La formación de estolones obtenidos fue de 19 como media de producción, pero con el uso del Paclobutrazol a 40 p.p.m. (10ml/l) se redujo considerablemente su producción obteniéndose un estolón como media, se considera que este tipo de cv. pueda tener un doble propósito ser destinado a la producción de planta para después ser dedicado a la producción de fruto, pero para esto es importante verificar la fertilización ya que hay muchas diferencias para la producción de planta a la producción de frutos.

V. CONCLUSIONES

- Se comprueba la hipótesis establecida, que a mayor concentración de Paclobutrazol (40p p m) menor es su crecimiento y a menor concentración (0 p p m) mayor es su crecimiento vegetativo
- A 5 p p m, 20p p m, 25p p m y 40p p m, se obtuvo una similitud en la inhibición sobre la altura de la planta
- En 5p p m se obtuvo que el tiempo transcurrido para la emergencia de hojas fue de 7 días
- A 5p p m, 10p p m, 25p p m y 40p p m se obtuvo un retardamiento en el crecimiento vegetativo y por lo mismo una menor cobertura foliar
- A 15p p m se obtuvo una menor área foliar, siendo esta de 19.33 cm²
- En 15p p m se obtuvo un mayor diámetro en la flor
- A 15p p m se obtuvo mayor peso del fruto
- A 20p p m, se obtuvo frutos con mayor grados Brix
- A 40p p m se obtuvo una inhibición en la producción de estolones sin causar daños a las plantas
- En 40p p m se obtuvo un retardamiento en el crecimiento en la longitud del peciolo del estolon
- La dosis recomendada para el cultivo de fresa ex Chandler es de 15 p p m (3.75 ml/l) de Paclobutrazol en aspersión foliar
- El paclobutrazol aplicado en diferentes concentraciones retarda el crecimiento vegetativo pero estimula la fase reproductiva
- Las plantas de fresa propagadas *in vitro* pueden ser destinadas para la producción de planta, dado a su alto vigor

BIBLIOGRAFIA

1. Andres Agustin J 1992 EFECTO DE LA ACUMULACION DE HORAS FRIO Y LA APLICACION DE GIBBERELINAS SOBRE LA PRODUCCION DE ESTOLONES DE FRESA. Tesis de Maestra C.P. Montescillo, México
2. Arellano y González 1985 EFECTO DEL RECIPIENTE INTENSIDAD DE LUZ Y MICRO AMBIENTE EN EL ESTABLECIMIENTO A SUELO DE FRUTARRA X ANANASSA Duch Y PRUNUS CERAFIRA OBTENIDAS *IN VITRO*. Tesis profesional FES-C México
3. Beech M y Atkinson D 1989 UTILIZACION DEL PACLOBUTRAZOL PARA EL CONTROL EN EL VIGOR DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO EN FRESA EN MANIPULACION DE LOS FRUTOS Ed Wright C J. Edita Butterworths Englan
4. Branzanti E 1989 LA FRESA 1er edicion edita Mundi-Prensa, Madrid, España
5. Cardenas Navarro A 1991 PROPAGACION DE 7 VARIETADES DE FRESA EN EL VALENCIANO, MUNICIPIO DE INTI AN DE LOS HERVORES MICHOACAN. Tesis U.A.C.H. Chapungo, México
6. Duran Guzman J 1993 CULTIVO *IN VITRO* de Gvidline TERMINALES A PARTIR DE SEGMENTOS NODALES. Tesis profesional F.E.S. CUNAM
7. Destardons, et al 1987 ACLIMATIZACION DE PLANTAS DE FRESA EN AMBIENTES ENRIQUECIDOS DE CO₂ Y LUZ SUPLEMENTARIA. Jornadas de la Sociedad Americana de Horticultura
8. Ebenard S P y Walter H 1991 BIOREGULATORS PRESENT AND FUTURE. FIELDS OF APPLICATION. In Englan
9. Galletta G J and Bringham 1990 STRAWBERRY MANAGEMENT IN SMALL FRUIT crop Management. De Galletta G y Hincinck D Edit Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey
10. Garcia Horta J L 1993 GERMINACION DE SEMILLAS DE ORQUIDEA. Tesis profesional FES-C México
11. Granada J, Cardenas y Madrigal, 1985 PRODUCCION *IN VITRO* DE PLANTAS DE FRESAS, edita Chapungo, México
12. Guevera B E 1987 METODOS Y MEDIOS DE CULTIVO EN EL CURSO DE TEJIDOS. Memorias, Instituto Interamericano de Cooperacion para la agricultura. Cartie, Turrialba, Costa Rica
13. Guttridge C G 1990 FRAGARIA X ANANASSA. in Handbook of flowerin. De Halevy A H edita CRS Press, Boca Raton, Florida U.S.A
14. Hartmann H 1990 PLANT PROPAGATION 5ta Edicion Edita Regents. Prentice Hall New Jersey U.S.A

- 15 Indra K 1984, CELL, CULTURE AND SOMATIC CELL GENETICS OF PLANTS Vol. 1, 1er edición, edita Academic Press U S A
- 16 Jusefreesa Baudillo, 1977 COMO CULTIVAR FRESAS, FRESONES, TOMATES 2da de edita AEDOS, Barcelona, España
- 17 Kazari, et al 1987 CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE PARA LA ACLIMATIZACION DE PLANTULAS DE FRESA OBTENIDAS *IN VITRO* Jornadas de Agricultura y Meteorología
- 18 Krishnamoorty H 1981 PLANT GROWTH SUBSTANCES (INCLUDING APLICACIONES IN AGRICULTURE) 1er edición edita McGraw-Hill New Delhi, U S A
- 19 Larson K D 1994 STRAWBERRY In Handbook of environmental physiology of fruit crops De Silhañer B and Anderson P. Edita CRC Press, U S A
- 20 Mariscal Acateo E 1991 EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL SOBRE EL CRECIMIENTO Y FLORACION DE HORTENSIA Tesis U A Ch., Chapingo, México
- 21 Martin George 1989 CONTROL OF VEGETATIVE GROWTH IN MANIPULATION OF FRUITING Edita Wright C J De Buteunorth Bonington, Englan
- 22 Maroto J V 1988, PRODUCCION DE FRESAS Y FRESONES 1er edición, edita Mundo-Prensa, Madrid, España
- 23 Ochoa Franco E 1983, EFECTO DE AIB, ANA Y CARBÓN ACTIVADO SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE FRESA *IN VITRO* Tesis profesional FES-C México
- 24 Pierik R 1990 CULTIVO *IN VITRO* DE LAS PLANTAS SUPERIORES 1er edición edita Mundo-Prensa, Madrid, España
- 25 Planearte M y Vieyra J 1993 APLICACION DE DOS FUENTES DE NITRÓGENO EN LA PROPAGACION DE FRESA trabajo de investigación FES-C
- 26 Rademacher W 1991 EFECTOS BIOQUIMICOS DE LOS RETARDANTES DE CRECIMIENTO EN PLANTAS Lumburgerhot, Germany
- 27 Roca y Mrosginski, 1991 CULTIVO DE TEJIDOS EN LA AGRICULTURA (FUNDAMENTOS Y APLICACIONES) 1er edición edita CIAT, Cali, Colombia
- 28 Rodríguez Gómez A 1986 EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE IAB y ANA EN EL ENRAIZAMIENTO EN TIERRA DE BROTES DE FRAMBUESA ROJA CULTIVADA *IN VITRO* Tesis profesional FES-C México
- 29 Ryugo Ray 1993 FRUTICULTURA (ciencia y arte) 1ra Edición Edita AGT Editor México D F
- 30 Salisbury Frank 1994 FISILOGIA VEGETAL, 1er edición Edita Grupo editorial Iberoamericano Mexico D F

31. SARI I. 1994. SISTEMA PRODUCTIVO DE FRESA. Dirección General de política Agrícola.
32. Stushnoff C. y Quamme H. 1988. ADAPTACIÓN A CONDICIONES ESPECIFICAS DE CLIMA Y SUELO EN MÉRIDOS GENOTÉCNICOS EN FRUTALES. De Moore James y Janick Jules Edita AGT Editor, México, D.F.
33. Técnicas Agrícolas. 1989. CULTIVOS FORZADOS. San Sebastián, España.
34. Torres Cortés S. 1995. ACONDICIONAMIENTO Y ACLIMATIZACION DE MATERIAL OBTENIDO *IN VITRO* DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch) cv Chandler A CONDICIONES DE INVERNADERO. Trabajo de investigación. FES-C. México.
35. Vázquez Gálvez G. 1992. RELACIONES FUENTE-DEMANDA EN FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch) variedad FERN, EN RESPUESTA A PRÁCTICAS DE MANEJO. Tesis de maestría, C.P. Moontecello, México.
36. Villegas Torres O. 1990. EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL (BONZI P333), SOBRE NOCHE BUENA (*Euphorbia pulcherrima* W) cv GUTBIER V-10, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN CHAPINGO. Tesis UACH Chapingo, México.
37. Weaver Robert. 1985. REGULADORES DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN LA AGRICULTURA. 4ta Reimpresión edita. Trillas México D.F.
38. Wright C J. 1989. MANIPULATION OF FRUITING. 1er edición, Edita Butterworth. Bonington, Englan.