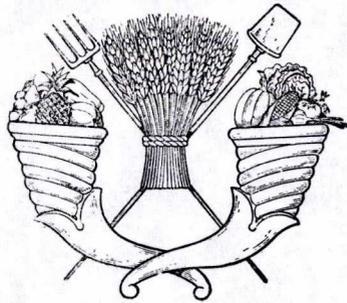


Universidad Autónoma Chapingo

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Efecto del Calcio en la Calidad de Frutos de Fresa
(*Fragaria x ananassa*, Duch.) CV. "CHANDLER"

TESIS DE MAESTRIA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN HORTICULTURA

P r e s e n t a :

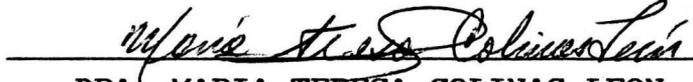
Ing. María Luisa García Sahagún

Chapingo, México 1994

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. C. I.

ESTA TESIS FUE DIRIGIDA POR LA DRA. MARIA TERESA COLINAS LEON Y ASESORADA POR EL DR. HECTOR LOZOYA SALDAÑA Y EL DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS, SIENDO APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR INDICADO Y ACEPTADA PARA QUE LA ING. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN OBTENGA EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN HORTICULTURA.

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE: 
DRA. MARIA TERESA COLINAS LEON

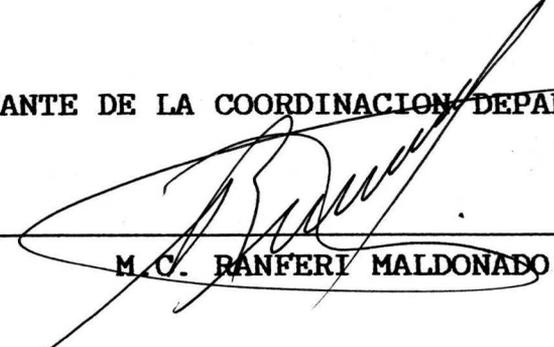
SECRETARIO: 
DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

VOCAL: 
DR. HECTOR LOZOYA SALDAÑA

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION GENERAL:


DR. HUGO REBOLLEDO ROBLES

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DEPARTAMENTAL:


M. C. RANFERI MALDONADO TORRES

CHAPINGO, MEXICO, 11 DE FEBRERO DE 1994.

26449

DEDICATORIA

- A DIOS Gracias por permitirme alcanzar otra meta importante.
- A MIS PADRES Adrián y María Luisa con mi corazón, por todo el amor, apoyo y confianza que siempre me han brindado.
- A MIS TIOS Jaime y Tere con cariño y agradecimiento por motivarme en el estudio y ser ejemplo de superación.
- A MIS HERMANOS Elizabeth, Francisco, Héctor Hugo, Adrián y Julia por creer en mí.
- A MIS PRIMOS Jaime, Miguel y Pancho, con quienes compartí momentos inolvidables.
- A MIS ABUELITOS Francisco, Ma. Luisa y Juana por sus sabios consejos, expresándoles mi eterno agradecimiento.
- A MI NOVIO José Luis, por su amor, comprensión y confianza.

AGRADECIMIENTOS

De una manera muy especial agradezco al Dr. Jaime Sahagún Castellanos, Profesor Investigador del Depto. de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo por el apoyo incondicional que durante el desarrollo de mis estudios de Maestría me brindó.

A mis maestros Dra. Ma. Teresa Colinas León, Dr. Héctor Lozoya Saldaña, M.C. Felipe Sánchez del Castillo, M.C. José Merced Mejía, M.C. Aureliano Peña Lomelí, por compartir con sus discípulos sus experiencias profesionales y despertar la inquietud constante de superación.

Al Dr. Hugo Rebolledo Robles y al M.C. Ranferi Maldonado Torres, por su amabilidad y asesoría en la revisión de la Tesis.

Al M.C. Salvador Mena por las atenciones y el impulso de superación que otorga a los egresados de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.

A la Lic. Guadalupe Sánchez Robles directora del Depto. de Becas de la U. de G. por su apoyo para obtener la Beca - Maestría que me permitió cursar mis estudios.

Al M.C. Jacinto Mata y a la Sra. Isabel Monroy por apoyarme en el trabajo de Investigación.

Al I.B.Q. Claudio A. Pérez, al Sr. Javier, al Sr. Toño y a la Sra. Ma. de la Luz, del laboratorio de Nutrición Vegetal, por compartir sus conocimientos y alegría.

A los compañeros del Laboratorio de Fisiología Vegetal, Gisela, Tacho y Toño por su amistad y ayuda durante el trabajo de investigación..

Al Ing. Policarpo Espinoza por su amistad y orientación en el trabajo de tesis.

A "Don Fer" del Laboratorio de Citología del Depto. de Fitotecnia, con cariño, por sus consejos.

A Lilia Escárcega del Laboratorio de Computación por su gran amistad y asesoría en el trabajo de transcripción.

A los amigos Antero y Telésforo por su incondicional ayuda durante el establecimiento del experimento.

A mis compañeros y amigos: Nora, Agrícola, Efraín, Emanuel, Roberto, Angel, Luis, Santiaguillo, Felipe, Leobardo, Cuauhtémoc, Domingo, Francisco, Catarino, Mario, Timoteo, J.Caraveo y Javier por compartir momentos inolvidables durante los estudios de maestría.

Al futuro Ingeniero Carlos Alvarado G. por su emotiva presencia y gran amistad.

A la Universidad Autónoma Chapingo por darme la oportunidad de cursar estudios de maestría.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

	Pág.
CONTENIDO	
I.- RESUMEN	
II.- INTRODUCCION	1
III.- OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
IV.- REVISION DE LITERATURA	4
4.1 - Taxonomía y Descripción botánica.	4
4.1.1 Variedades comerciales.	5
4.2 - Requerimientos del cultivo de fresa	6
4.2.1 Exigencias de clima y suelo.	6
4.2.2 Fisiología del Desarrollo.	8
4.3 - Cultivo de fresa en hidroponia.	11
4.3.2 Solución Nutritiva.	12
4.3.3 Función de los Nutrientes.	16
4.4 - Maduración del fruto.	23
4.5 - Proceso de senescencia.	25
4.6 - Pérdidas postcosecha en fresa.	28
4.7 - Calidad, manejo postcosecha y Recolección de frutos de fresa.	30
4.8 - Normas de calidad para el comercio exterior de fresas.	35
4.9 - Composición química de la fresa.	41
V.- MATERIALES Y METODOS.	44
5.1.- Descripción del sitio.	44
5.2.- Cultivo.	44
5.3.- Material Vegetativo.	45
5.4.- Solución Nutritiva.	46

5.5.- Acciones preventivas y de combate contra plagas y enfermedades.	47
5.6.- Diseño de Tratamientos.	47
5.7.- Diseño Experimental.	49
5.8.- Toma de Datos:	51
5.8.1 Peso.	52
5.8.2 Firmeza.	52
5.8.3 Acidez Titulable.	52
5.8.4 pH	52
5.8.5 Sólidos solubles.	52
5.8.6 Vitamina C.	53
5.8.7 Contenido de calcio.	54
5.8.8 Contenido de magnesio.	55
5.8.9 Contenido de fósforo.	55
5.8.10 Contenido de sodio y potasio.	55
5.8.11 Contenido de fierro, manganeso, zinc y cobre.	56
5.8.12 Tiempo de descomposición.	56
5.8.13 Determinación de color.	56
VI .- RESULTADOS Y DISCUSION.	58
6.1 Evaluación de los nutrientes Ca, Mg, P, K y Na en cosecha.	58
6.1.1 Resultados Generales.	58
6.1.1.1 Dosis.	58
6.1.1.2 Epocas.	63
6.1.1.3 Combinación de niveles dosis x época.	65
6.1.2 Resultados específicos.	65

6.1.2.1 Interacción de niveles dosis x época.	65
6.2 Evaluación de los parámetros de calidad sólidos solubles, firmeza, pH, acidez titulable, evaluados en cosecha y a las 48 horas; vitamina C y rendimiento, evaluados en cosecha.	70
6.2.1 Resultados Generales.	70
6.2.1.1 Dosis.	74
6.2.1.2 Epocas.	78
6.2.1.3 Combinación de niveles dosis x épocas.	78
6.2.2 Resultados específicos.	83
6.2.2.1 Interacción de niveles dosis x épocas.	83
6.3 Coeficientes de correlación.	91
6.4 Cambios de color y efecto de temperatura.	104
VII.- CONCLUSIONES.	108
VIII.- LITERATURA CITADA.	110
IX.- APENDICE.	120

INDICE DE CUADROS

No	DESCRIPCION	Pág.
1	Solución Nutritiva utilizada por Massantini (1970).	14
2	Solución Nutritiva utilizada por Tropea (1976).	15
3	Valor nutritivo de frutos de fresa.	41
4	Algunos parámetros de calidad en frutos de fresa cv. "Chandler" (Maroto <u>et al</u> , 1986 y López Galarza, 1986).	42
5	Composición química en 100 g de frutos de fresa (Juscafresca, 1987).	42
6	Parámetros de calidad, en algunos cultivares de fresa (Maroto y López, 1986).	43
7	Elementos y su concentración en la solución nutritiva utilizada en el experimento.	46
8	Tipo y dosis de insecticida aplicados a las plantas de fresa y al tezontle, durante el experimento.	47
9	Tratamientos evaluados en el experimento factorial incompleto.	48
10	Etapas y repeticiones de las variables evaluadas en el experimento.	50
11	Evaluación de nutrientes en frutos de fresa en por ciento de peso seco.	59
12	Significancia de dosis, épocas y su interacción en cinco variables de frutos de fresa cv. "Chandler".	60
13	Comparaciones de medias (Tukey) entre dosis y las variables Ca, Mg, K, Na y P evaluadas en frutos de fresa cv. "Chandler" el día de cosecha.	62
14	Comparación de medias (Tukey) entre épocas y las variables Ca, Mg, K, Na y P evaluadas en frutos de fresa cv. "Chandler" el día de cosecha.	64
15	Comparación de medias (Tukey) entre las combinaciones (dosis x época) en cinco variables evaluadas en frutos de fresa el día de cosecha.	66
16	Comparación de medias (Tukey) de las dosis de fertilizantes dentro de cada época. Las evaluaciones	69

	de los frutos de fresa se hicieron el día de cosecha.	
17	Comparación de medias de las tres épocas de aplicación dentro de cada dosis. Los frutos de fresa fueron evaluados el día de cosecha.	71
18	Evaluación de seis parámetros de calidad en frutos de fresa el día de cosecha (valores expresados en peso fresco).	72
19	Evaluación de cuatro parámetros de calidad en frutos de fresa cv. "Chandler" a las 48 horas de cosecha (Peso fresco).	73
20	Significancia de dosis, épocas y su interacción en seis parámetros de calidad evaluados en frutos de fresa cv. "Chandler", el día de cosecha.	75
21	Significancia de dosis, épocas y su interacción en cuatro parámetros de calidad evaluados en frutos de fresa cv. "Chandler" a las 48 horas de cosecha.	75
22	Comparaciones de medias (Tukey) de efectos de dosis en seis parámetros de calidad, de frutos de fresa evaluados el día de cosecha.	77
23	Comparación de medias entre dosis y cuatro parámetros de calidad, evaluados en frutos de fresa cv. "Chandler" a las 48 horas de cosecha.	77
24	Comparación de medias de épocas, para seis parámetros de calidad, evaluados en frutos de fresa, el día de cosecha.	79
25	Comparaciones de medias (Tukey) entre épocas y cuatro parámetros de calidad evaluados en frutos de fresa cv. "Chandler", a las 48 horas de cosecha.	79
26	Prueba de comparación de medias (Tukey) entre las combinaciones (dosis x época) para seis parámetros de calidad evaluados en frutos de fresa, el día de cosecha.	81
27	Prueba de comparación de medias entre combinaciones (época x dosis) y cuatro parámetros de calidad, evaluados en frutos de fresa a las 48 horas de cosecha.	82

28	Comparación de medias (Tukey) de efectos de dosis de fertilización dentro de cada época. La evaluación de los parámetros de calidad de frutos de fresa se hizo el día de cosecha.	85
29	Comparación de medias (Tukey) entre épocas y dosis, de cuatro parámetros evaluados en frutos de fresa 48 horas después de cosecha.	87
30	Comparación de medias (Tukey) de seis parámetros de calidad en frutos de fresa y las tres épocas de aplicación evaluados el día de cosecha.	89
31	Comparación de medias (Tukey) de tres épocas de aplicación en presencia de cada dosis de fertilización. La evaluación de los frutos de fresa se hizo 48 horas después de cosecha.	92
32	Análisis de correlación utilizando coeficientes de Pearson, en la evaluación de nutrientes de frutos de fresa cv. "Chandler".	95
33	Análisis de correlación utilizando coeficientes de Pearson, en las evaluación de parámetros de calidad de frutos de fresa cv."Chandler", el día de cosecha.	97
34	Análisis de correlación utilizando coeficientes de Pearson, en la evaluación de nutrientes de frutos de fresa cv. "Chandler" a las 48 horas de cosecha.	99
35	Coefficientes de correlación entre las variables nitrato de calcio (N), cloruro de calcio (Cl), mezcla de nitrato y cloruro de calcio (NCl), Ca (CALC.), Mg, K, Na, P, sólidos solubles (Sol.), firmeza (Firm.), acidez titulable (AC.TIT.), vitamina C (Vit. C) y Peso, evaluadas en frutos de fresa cv. "Chandler", el día de cosecha.	102
36	Registro de temperaturas dentro del invernadero, durante el desarrollo de las plantas de fresa.	105
37	Efecto de los tratamientos, dosis x épocas en el color de frutos de fresa cv. "Chandler", en cosecha.	107

INDICE DE FIGURAS

No.	DESCRIPCION	Pág.
1	Contenido de calcio (%), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio.	122
2	Contenido de magnesio (%), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio.	123
3	Contenido de fósforo (%), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio.	124
4	Contenido de potasio (%), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio.	125
5	Contenido de sodio (%), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio.	126
6	Contenido de sólidos solubles (grados Brix) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.	127
7	Contenido de sólidos solubles (grados Brix) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.	128
8	Firmeza (g) en frutos de fresa, por efecto de	129

- aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación el día de cosecha.
- 9 Firmeza (g) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha. 130
- 10 Valores de pH (unidades) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha. 131
- 11 Valores de pH (unidades) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha. 132
- 12 Acidez titulable (ml de NaOH) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha. 133
- 13 Acidez titulable (ml de NaOH) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha. 134
- 14 Contenido de vitamina C (mg/g) evaluado en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha. 135
- 15 Rendimiento (g) de frutos de fresa, por efecto de aplicación del nitrato y cloruro de calcio, aplicado en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha. 136

I.- RESUMEN

La exportación de fresa, de buena calidad y de producción temprana, ha significado el ingreso de importantes divisas a México; sin embargo, las pérdidas de fruto son significativas, pues es altamente perecedera y su piel turgente la hace muy susceptible a daños mecánicos, fisiológicos y parasitarios. Con el fin de incrementar la vida postcosecha de los frutos de fresa, se realizó un experimento en los invernaderos del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, durante el ciclo de 1993.

Los objetivos de éste trabajo fueron: Evaluar el efecto de los fertilizantes nitrato de calcio y cloruro de calcio sobre algunos parámetros de calidad en frutos de fresa cv. "Chandler" aplicados en diferentes dosis y épocas, bajo condiciones de invernadero, durante cosecha y postcosecha.

Las fuentes de fertilización en tres niveles (0, 250 y 500 ppm) se aplicaron en tres épocas : 1a. época (apartir de apertura floral, cada tres días, al mismo fruto, hasta cosecha), 2a. época (apartir de apertura floral cada cinco días, hasta cosecha), 3a. época (luego de que el fruto terminó de crecer, diariamente, hasta cosecha).

Las tres épocas, las tres dosis y las tres fuentes de fertilización se evaluaron en 16 tratamientos en un experimento factorial incompleto y se estudiaron en un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones.

Las variables evaluadas en cosecha fueron los contenidos de Ca, Mg, P, K, Na, firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C y rendimiento. A las 48 horas se evaluaron firmeza, sólidos solubles, pH y acidez titulable.

Con la información generada para cada variable estudiada se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias se hizo con el método Tukey. Además se elaboró un análisis de correlación lineal entre cada combinación de dos de ellas.

Los resultados específicos al momento de cosecha, indicaron que el contenido de calcio en frutos de fresa cv. "Chandler", se incrementó cuando se aplicaron las combinaciones de niveles: 1) 500 ppm de cloruro de calcio en la 1a. época. 2) 500 ppm de nitrato de calcio en la 2a. época. 3) 250 ppm de nitrato de calcio en la 3a. época. En el caso de magnesio, las dosis de 250 y 500 ppm de cloruro de calcio aplicadas en la 1a. época, 500 ppm de nitrato de calcio en la 2a. época y 500 ppm de nitrato de calcio en la 3a. época, incrementaron su contenido en las evaluaciones realizadas en cosecha.

Con 250 ppm de cloruro de calcio aplicado en la 1a. época; 250 y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio y 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio, aplicadas en la 2a. época; 250 y 500 ppm de nitrato de calcio, aplicadas en la 3a. época, se incrementó el contenido de potasio.

El contenido de fósforo se incrementó con la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio, y 500 ppm de cloruro de calcio aplicada en la 2a. época; 500 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 3a. época. Los resultados para la variable sodio, indican que la dosis

500 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 1a. época fué la mejor; para la 2a. y 3a. épocas, el calcio no produjo efectos.

De acuerdo con los resultados específicos, la aplicación de calcio en cualquiera de las dosis evaluadas, fué adecuada para incrementar la firmeza de los frutos, al momento de cosecha y conservarla, luego de 48 horas. Los sólidos solubles, no fueron afectados por las aplicaciones de calcio.

El contenido de vitamina C se incrementó con las dosis de 250 ppm de cloruro de calcio, aplicada en la 1a. época , 250 ppm de cloruro de calcio en la 2a. época y 250 ppm de cloruro de calcio en la 3a. época, durante cosecha. Los resultados específicos para la variable pH, al momento de cosecha indican que la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 1a. época, y el testigo fueron los mejores. Las evaluaciones realizadas a ls 48 horas de cosecha, manifestaron adecuada la aplicación de calcio.

La acidez titulable en frutos de fresa, no fué afectada estadísticamente por las aplicaciones de calcio, tanto en cosecha, como 48 horas después.

El peso de los frutos no fué afectado estadísticamente por las aplicaciones de calcio en las tres épocas.

De acuerdo con las observaciones, los frutos que permanecieron por 36 horas en mejor estado a temperatura ambiente, fueron aquellos a los que se aplicó la dosis de 500 ppm de cloruro de calcio.

Según las tablas de Munsell (1941) el color de los frutos de fresa cv. "Chandler" al momento de cosecha pertenecen al grupo 34 A del rojo-naranja.

Los síntomas visuales que manifestaron senescencia se caracterizaron por disminución en la firmeza de los tejidos del fruto y cambios de color tendientes a obscurecimiento.

II.- INTRODUCCION

El cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch.) tiene gran importancia económica en algunas zonas agrícolas de México. La producción nacional durante 1991, fué de 92,661 toneladas (Anuario 1991). Los principales estados productores de fresa son Michoacán, Guanajuato, Baja California Norte y Veracruz (Anon, 1974).

La importancia social de esta especie se deriva de su cultivo e industrialización. La realización de estas actividades requiere de una considerable cantidad de mano de obra, cuando menos durante una parte del año, contribuyendo con ello a reducir el problema de la emigración de trabajadores rurales mexicanos a Estados Unidos (Barrientos, 1978).

La exportación de frutos de buena calidad y de producción temprana ha significado el ingreso de divisas importantes para México en el caso de fresa fresca y congelada. En el invierno participa con la exportación de fresa fresca a la mitad del mercado estadounidense y abastece a este mismo con el 90% de fresas congeladas (Juárez, 1986).

La fresa es altamente perecedera, pues su piel turgente la hace muy susceptible a daños mecánicos, fisiológicos y parasitarios y tiene una elevada tasa de respiración (20-40 mg de CO_2 /kg.hr) a 20°C. Estas características contribuyen a pérdidas potenciales, a pesar de que el fruto no es climatérico y produce muy poco etileno (cerca de 0.1ml /kg . hr) (Yahia, 1992).

Mitchell et al (1966) estimaron que en California se desechan anualmente 5 millones de dólares en fresa por concepto de

senescencia, que provoca pudrición y muerte de los tejidos, por lo tanto, es esencial tener un procedimiento efectivo de manejo para reducir el deterioro y las pérdidas del fruto.

El calcio tiene un papel preponderante en la estructura celular de las paredes del fruto, influyendo en la inhibición de senescencia; los efectos de aplicación en la planta provocan en el fruto una reducción de respiración, retardo en cambios de color, disminución en el contenido de vitamina C (Bangerth, 1979), además de reducir la pudrición en almacenamiento (Sharples y Johnson, 1977).

Otra opción importante para disminuir pérdidas y obtener productos de calidad es el sistema agrícola de producción hidropónica, pues el control eficiente de la nutrición, aireación, pH, etc.. permite que los productos sean uniformes en tamaño, peso y color. Por otra parte en hidroponia es posible obtener productos con pulpa más consistente y mayor limpieza (Sánchez y Escalante, 1988).

Considerando lo anterior, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

III.- OBJETIVOS E HIPOTESIS

3.1 OBJETIVO

3.1.1 Evaluar el efecto del nitrato de calcio y cloruro de calcio sobre algunos elementos y parámetros de calidad en frutos de fresa cv. "Chandler" aplicados en diferentes dosis y épocas, al momento de cosecha.

3.1.2 Evaluar los cambios en postcosecha, de algunos parámetros de calidad en frutos de fresa, luego de aplicar nitrato de calcio y cloruro de calcio en diferentes dosis y épocas.

3.3 HIPOTESIS

El calcio aplicado a flores y frutos de fresa en forma de nitrato de calcio y cloruro de calcio, mejora la calidad retrasando la maduración y senescencia.

IV.- REVISION DE LITERATURA

4.1 Taxonomía y Descripción Botánica..

La fresa es una especie que pertenece al grupo Fanerógamas, Familia Rosaceas, Clase Angiospermas, y al Género *Fragaria*.

Especies americanas como *Fragaria chiloensis*, Duch. (2n=56) y *Fragaria virginiana*, Duch. (2n =56) ,han dado origen por cruzamientos a cultivares de fresa de frutos grandes que se conocen como *Fragaria x ananassa*, Duch. (Maroto, 1986).

En 1920 Albert Etter, citado por Maroto y López (1988) desarrolló en la Universidad de California en Estados Unidos las variedades Ettersburg y Fendalcino que al cruzarse dieron origen a la variedad Lassen; a partir de ella se desarrollaron cultivares de gran éxito como la "Chandler", "Parker", "Santana", "Fern", etc. en el año de 1983.

Estas plantas poseen un sistema radical fasciculado, constituido por un gran número de raíces y raicillas, la mayor parte de las cuales (90%) se encuentran localizadas superficialmente.

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamada corona en el que se observan numerosas escamas foliares. De esta corona pueden partir, a través de yemas axilares unas ramificaciones laterales denominadas estolones, que se caracterizan porque poseen entrenudos muy distanciados entre sí, en los que aparecen rosetas de hojas y raíces adventicias. Estos estolones pueden a su vez ramificarse produciendo nuevos estolones. La corona puede asimismo dividirse , dando varias

coronas "hijas".

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pedunculados, de bordes aserrados, y con el envés recubierto de pelos.

De las axilas de las hojas parten las inflorescencias, de pedúnculo más o menos largo, en forma de racimo, cimas biparas o unifloras. Las flores son actinomorfas, dotadas de un involucro bracteal subcalicino, cáliz gamosépalo y pétalos blancos. La polinización suele ser alógama o entomófila.

El fruto es un poliaquenio conocido botánicamente como "eterio", en el que la parte comestible, que es el receptáculo hipertrofiado, aloja numerosos aquenios.

La forma de la infrutescencia es variable y puede ser cónica, deprimida, globosa, esférica, acastañada, etc. Su color en la madurez varía desde rosa claro al violeta oscuro y su peso puede oscilar entre los 2 y 60 g. El número de aquenios (semillas) en una infrutescencia se presenta en cantidades que van de 150 a 200 (Juscafresca e Ibar, 1987).

4.1.1 Variedades Comerciales.

De acuerdo con Maroto (1983) la agrupación agronómica de las principales variedades comerciales de fresa comprende:

4.1.1.1 Variedades de floración continua:

Con floración de día largo y varias cosechas al año.

De fruto pequeño: Son variedades mejoradas de *Fragaria*

vesca. Por ejemplo Reina de los Valles, Monstruosa de Caennaise.

De fruto grande: Red Rich, Ostara, Genova, Gem .

4.1.1.2 Variedades de floración estacional:

Con floración de día corto y una cosecha al año.

La mayor parte de las cultivadas son de fruto grande. En general se agrupan por su mayor o menor precocidad:

Precoces: Chandler, Alyso, Sequoia, Douglas.

Semiprecoces: Fresno, Pájaro, Senga, Aiko.

Tardías: Coupil, Redstar, Ferrera, Dana.

Entre los cultivares indiferentes al fotoperíodo, pueden citarse Aptos, Hecker, Fern, Selva.

4.2.- Requerimientos del cultivo de fresa.

4.2.1 Exigencias de Clima y Suelo.

La fresa es una planta que se adapta a una gran variedad de climas y altitudes, debido a esto puede encontrarse en estado silvestre, entre los 15 y 55 grados de latitud (Pérez, 1979).

Sin embargo para el cultivo, aunque la parte vegetativa de la planta es altamente resistente a heladas, los órganos florales quedan destruidos con temperaturas inferiores a 0°C (Maroto, 1986). Folquer (1986) señala que la temperatura límite se encuentra entre -2°C y Tesi (1980) entre 0 y -2°C . Tampoco es aconsejable una temperatura muy alta que pueda producir una acumulación excesiva de la cosecha y planchado de los frutos (Maroto, 1986). A pesar de que hay variedades que se adaptan bien a zonas cálidas (Folquer, 1986).

La temperatura óptima de crecimiento es de 23°C (Maroto, 1986).

La mayor parte de las variedades cultivadas necesitan un número determinado de horas-frío (por debajo de 7°C) para formar un número adecuado de hojas y obtener una buena producción (Alvarez, 1985).

Por otra parte, la formación de flores está ligada a las necesidades de fotoperíodo, siendo las variedades de floración continua propias de días largos, y las de floración estacional (una cosecha al año) de días cortos, existiendo otro grupo de plantas indiferentes al fotoperíodo que se denominan de día neutro (Voth, 1980). No obstante, en un artículo reciente, Durner et al (1984), en una experiencia sobre los efectos del fotoperíodo y temperatura en la floración y formación de estolones de plantas de fresa, en los que utilizaron los tipos de plantas de floración estacional, floración continua y de día neutro, llegaron a la conclusión de que la clasificación de las variedades según las necesidades de fotoperíodo es inadecuada encontrando interacciones "variedad x fotoperíodo x temperatura tanto para la floración como para la formación de estolones".

Hay que señalar también que una temperatura excesivamente baja durante el cuajado de los frutos (menor de 12°C) puede deformar los frutos (Branzanti, 1989).

En lo que se refiere a exigencias de suelo, la fresa desarrolla mejor en suelos sueltos, y aquellos que tengan una textura arcillosa deben estar bien drenados, pues la planta de fresa es

muy susceptible a los encharcamientos. No obstante, en este cultivo, es de gran importancia el mantenimiento de una buena humedad en el terreno, por lo cual, un buen manejo del riego es de vital importancia; éstas plantas son muy susceptibles a la salinidad de suelos y aguas (Maroto, 1986).

El pH óptimo de la fresa se establece entre 5.5 y 6.5.
(Branzanti, 1989).

4.2.2 Fisiología del Desarrollo.

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

a).- VERANO (Incidencia de días largos y temperatura elevada).

Período de crecimiento y multiplicación vegetativa (emisión de estolones.

b).- OTONO (con incidencia de días cortos y temperaturas decrecientes). Paralización progresiva del crecimiento con acumulación de reservas en raíces. Período de iniciación floral y de comienzo de la latencia.

c).- INVIERNO (Con incidencia de días cortos y temperaturas bajas). Paralización del crecimiento. A partir de un cierto momento la planta "sale" de latencia.

d).- PRIMAVERA (Con incidencia de días cortos y temperaturas crecientes). Reanuda 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

planta de fresa se distinguen dos fases: la vegetativa y la productiva.

En la configuración de estas fases poseen especial acción la duración del día y la temperatura.

En cualquier variedad la temperatura, e incluso el vigor de la planta, pueden influir en la iniciación floral; así por ejemplo, para la variedad Sengana el fotoperíodo crítico a 12°C , es de 16 hrs.; a 18°C es de 14hrs.; a 24°C es de 13 horas. En cualquier caso un aporte nitrogenado estival puede retardar en 12 días la iniciación floral (Risser, 1979).

La fresa es una planta en la que se presenta una relativa latencia a lo largo de la cual acumula un número determinado de horas frío, variable según los cultivares, y al término de cuya acumulación es capaz de dar una formación abundante de hojas y flores, cuando los componentes del clima son favorables.

La floración es el resultado de un equilibrio hormonal complejo en el que influyen un gran número de factores externos como frío, fotoperíodo, daños mecánicos, etc. y y otros de carácter trófico como irrigación insuficiente, vigor de la planta, disponibilidad de nutrientes, etc. (Ravanel y Tissut, 1978).

Durner et al ,(1986) han estudiado los efectos que sobre la producción de fresa podía tener un tratamiento de estolones previo a su plantación, variando factores como número de horas frío, longitud del fotoperíodo conjuntamente con distintas fechas de plantación en cultivo otoñal. En el estudio se observó a variedades como Pájaro, Douglas, Chandler y Tufs, habiéndose

observado que la respuesta a estos componentes era distinta según el cultivar. El tratamiento con bajas temperaturas mejora la producción precoz de Chandler, Pájaro y Douglas.

Maas y Cathey (1987) han trabajado sobre cultivares de fresa de día corto, de floración continua y de día neutro aplicando distintos tipos de iluminación, con lámparas diferentes, habiendo constatado que la respuesta morfogénica que se obtenía con cada tratamiento lumínico era diferente según el cultivar y el tipo de propagación. Así por ejemplo la iluminación con lámparas de sodio de baja presión en determinadas circunstancias, aplicadas en variedades de día neutro obtenidas de viveros tradicionales, incrementaban el número de coronas formadas por la planta, lo que ocurría sobre plantas de la misma variedad obtenidas de cultivo de tejidos, en ningún caso con cultivares de floración continua o de día corto.

En general los factores que inducen el crecimiento vegetativo van en detrimento de la floración, con algunas excepciones, como la aplicación de cloromequat que paraliza las funciones de crecimiento vegetativo sin inducir la floración, o la acción de los días largos que en variedades de floración continua favorecen la floración, sin paralizar el crecimiento vegetativo (Gutridge y Anderson, 1974).

La formación de estolones, tanto de cultivares de floración(f.) estacional y f. continua depende del binomio temperatura-duración del fotoperíodo, habiéndose constatado en ambos casos que la duración del período en que se forman los estolones se incrementa en condiciones de altas temperaturas y

días largos (Smeets, 1980).

Breen y Gilbert (1987) menciona que el polen viable puede estar relacionado con el desarrollo anómalo de frutos, en forma de eterios deformados, los factores involucrados pueden ser: baja temperatura, iluminación, actividad polínica de insectos, etc..

4.3 Cultivo de fresa en Hidroponia.

La hidroponia es un técnica de producción agrícola muy intensiva, que presenta diversas modalidades, pero en esencia se caracteriza porque el sistema radical se alimenta de agua y nutrientes de una manera controlada, a través de una solución de elementos esenciales (preparada con fertilizantes comerciales) y teniendo como medio de cultivo un sustrato diferente del suelo agrícola, que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo de las plantas (Sánchez y Escalante, 1988).

4.3.1 Sustratos

Ejemplos de sustratos ya probados son grava, tezontle, arena, pedacería de ladrillo, agrolita, turba, aserrín, espumas sintéticas, etc.. Con la hidroponia se puede incluso prescindir del sustrato quedando las raíces inmersas en la solución nutritiva o aún quedar suspendidas en el aire (Sánchez, 1982).

El uso de arena (33%), cascajo (39%) y grava (45% en cuanto a porosidad, fue usado como sustrato para enraizamiento en fresa.

El potasio de la hoja decayó conforme se incrementó la dilución del nutrimento, pero el contenido de calcio fue constante

(Drover,1973).

Varios sustratos fueron probados por Chukhlyaev et al en 1974 para plantas de fresa que se desarrollaron en recipientes de polietileno vertical. La mezcla de turba y perlita en proporción 1:2 fué la más adecuada.

Juárez (1988) utilizó para el desarrollo de fresa al trasplantar, los sustratos de tezontle negro, tezontle rojo, arena de cuarzo y gravilla de río. Los resultados indicaron que el tezontle negro es el más apropiado para producción de estolones (30 por planta).

4.3.2 Soluciones Nutritivas.

De acuerdo con Sánchez y Escalante (1988) la solución nutritiva se define como el conjunto de elementos nutritivos requeridos por las plantas, disueltos en agua. No existe una solución teórica ideal para un cultivo en particular y la concentración óptima de elementos para una especie vegetal en particular depende de un conjunto de factores, entre los que destacan la parte de la planta que se va a cosechar (raíz, tallo, hojas, flor, fruto o semilla), la estación del año, el clima, la calidad del agua y el estado de desarrollo de la planta.

Guminska (1976) menciona que para fresa la concentración requerida de solución nutritiva para un cultivo es de 2 g/litro de agua, y que la temperatura requerida en la solución es de 12 a 15°C como óptimo.

Juárez (1988) menciona que el uso de la solución Steiner

resultó ser la mejor para producir estolones de fresa, al presentar 25 estolones con el valor más alto de peso seco de 2.8 g por planta y concentraciones de nutrientes de 2.5% para nitrógeno, 0.35% para fósforo y 2.3% para potasio.

El cultivo de fresa en cámara de ambiente controlado, con diferentes humedades relativas, día y noche, en soluciones nutritivas de diferente potencial osmótico y diferentes concentraciones de calcio, fue realizado por Bradfield y Guttridge (1979). Las observaciones indicaron que el calcio transportado a la hoja depende del flujo de agua, el cual se incrementa a partir de la presión radical durante la noche. Después de la emergencia de la hoja, la entrada de calcio hacia estas fue promovida por días secos, indicando que el calcio fue luego abastecido por el flujo de transpiración.

Las concentraciones de amonio en los filtrados de soluciones nutritivas aplicadas a fresa deben revisarse cuidadosamente, pues las altas concentraciones de iones amonio pueden ser tóxicos para la planta. Experimentos con fresa realizados por Morard (1984), cultivada en columnas verticales, indican que la concentración de la solución nutritiva debe ser modificada en relación al estado de crecimiento; una dilución en febrero debe ser seguida de una doble dilución en abril.

Las fórmulas para la preparación de las soluciones nutritivas, aunque son muy similares no suelen ser idénticas, pues varían según la materia prima usada, la experiencia de los especialistas y la fase de desarrollo de la planta. Para obtener las soluciones se emplean: fertilizantes de uso industrial y

fertilizantes de diferentes orígenes, ya sea simples o complejos, fertilizantes hidrosolubles con un elevado grado de solubilidad en agua fría.

Algunas de las soluciones nutritivas que se emplean en la producción de fresa en hidroponía incluyen:

La de Massantini (1970), que consiste en sales que provienen de fertilizantes comerciales:

CUADRO NO.1 SOLUCION NUTRITIVA UTILIZADA POR MASSANTINI (1970).

FUENTE	ppm DE LA FUENTE	ELEMENTO	ppm
Fosfato monoamónico	223	P	60
Nitrato de calcio	616	N	200
		Ca	208
Sulfato de magnesio	668	Mg	100
Sulfato de potasio	506	K	600
		Fe	4
		B	0.5
		Mn	0.5
		Cu	0.05
		Zn	0.05

Tropea en 1976 utiliza la siguiente solución nutritiva para producir fresas:

CUADRO NO.2 SOLUCION NUTRITIVA USADA POR TROPEA (1976).

SALES	GRAMOS DE SAL POR M ³
Fosfato monoamónico (industrial)	262
Nitrato de calcio (agricola)	645
Sulfato de magnesio (industrial)	506
Sulfato de potasio (agricola)	591
Fierro	14
Acido bórico	2.85
Sulfato de manganeso	2.19
Sulfato de cobre	0.196
Sulfato de zinc	0.219

4.3.3 Función de los Nutrientes.

Las plantas requieren de ciertos elementos químicos para su crecimiento y desarrollo. Estos elementos son C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Zn, Mo y Cl.

Arnon citado por Ortiz (1984) ha sugerido tres criterios para reconocer si un elemento es esencial y considera: 1).- Que el ciclo vital de la planta no se puede realizar completamente si el elemento no existe; 2).- La acción del elemento debe ser

específica; 3).- El efecto sobre la planta debe ser directo.

Las funciones de los elementos químicos esenciales en la planta , y su clasificación se presentan en el Cuadro 3 del apéndice.

4.3.3.1 Calcio

El calcio (Ca) tiene diferentes efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Lee et al, 1983). Tratamientos con calcio demoran la maduración, senescencia y abscisión, mejorando la calidad de frutos y vegetales. Este altera la respuesta geotrópica, la secreción de alfa amilasa, la fotosíntesis y otros procesos tales como división celular (Lloyd, 1982; Jones et al, 1983; citado por Poovaiah, 1985).

Muchos desórdenes fisiológicos de órganos en almacenamiento, se relacionan con el contenido de calcio , tales como mancha amarga en manzana, punta quemada en lechuga (Bangerth, 1979).

El calcio es esencial para mantener la integridad de la membrana y la pared celular (Poovaiah, 1978). La función principal del calcio en la estructura de la pared celular es en los enlaces transversales de los polímeros pécticos, principalmente en la lámina media. Los principales componentes pécticos son cadenas de ácido galacturónico en las cuales el grupo carboxilo está metilado o disponible para la unión; Ferguson en 1984, encontró que el ablandamiento de los tejidos del fruto de pera estuvo relacionado con el pH y que el cloruro de (Ca) puede corregir el ablandamiento.

Hanson (1983) menciona que son necesarias concentraciones de

calcio de 1 y 5 milimolar para proteger la membrana plasmática de los efectos deletéreos de pH bajos, salinidad, iones tóxicos y desequilibrios nutrimentales. Sin tal protección, la membrana plasmática suspende la discriminación entre iones y la senescencia acelera.

La enzima ATPasa que activa la membrana microsomal del calcio es controlada por el regulador protéico calmodulina.

El calcio unido a la proteína calmodulina, parece que existe en todos los organismos, establecida libremente en el citoplasma y/o asociada con membranas y organelos. La enzima ATPasa en la membrana plasmática está involucrada en transportar calcio a la célula. Cuando los iones de calcio se unen a la calmodulina y la activan, se requieren niveles de calcio mayores a 10^{-2} Molar (Poovaiah, 1985).

Únicamente la calmodulina activada (complejo calcio - calmodulina) es capaz de reconocer a las proteínas (enzimas) receptoras y unirse a éstas. Enzimas tales como ATPasa, NADkinasa, fosfato sintasa y otras activan a la calmodulina (Marme, 1982).

La calmodulina ha sido aislada y caracterizada de una gran diversidad de tejidos de plantas y animales, extendiéndose desde protozoarios a mamíferos y en algunas plantas superiores. Comparaciones de las propiedades físicas y bioquímicas, incluyendo secuencia de aminoácidos de algunas calmodulinas aisladas, muestran que se ha conservado a través de la escala filogenética (Anderson y Cormier, 1987).

Recientemente se han caracterizado las propiedades estructurales de la calmodulina en espinaca y cebada. Los

aminoácidos que componen la calmodulina en las plantas indican diferencias no muy importantes en el contenido de tirosina, treonina, leucina y lisina, comparandolo con la calmodulina de bovinos (Roux y Slocum, 1982). Tal similitud sugiere un papel fundamental de la calmodulina como intermediario del calcio (Cheung, 1982).

Marme (1982) indica que la producción de calmodulina en el tejido de las plantas es alrededor de 10 miligramos por kilogramo.

Estímulos internos y externos tales como luz, gravedad y hormonas alteran las concentraciones de calcio en las células. El incremento de concentraciones de calcio en el citoplasma activa a la calmodulina, que a su vez activa a enzimas como fosfodiesterasa (Dieter y Marme, 1980).

Veluthambi y Poovaiah (1984) mencionan que la fosforilación es modulada por calmodulina, la adición de calcio a un medio de incubación promueve la fosforilación.

La inhibición de la actividad de calmodulina fue reducida en extractos de manzanas, donde la descomposición por senescencia fue demorada por tratamientos de calcio (Paliyath et al, 1984).

4.3.3.2 Síntomas por deficiencia de nutrientes.

Los síntomas foliares asociados con deficiencias de nutrientes, y otros efectos cualitativos y cuantitativos de fresa, han sido descritos por Uldrich et al (1980) y Johanson (1980) presentándose a continuación:

4.3.3.2.1 Nitrógeno

En plantas con deficiencia de nitrógeno (N) se manifiestan

coloraciones rojo-naranjas, localizadas en hojas viejas, antes y durante la fructificación.

Las raíces son pequeñas y claras (su peso seco se reduce 50%), se producen coronas (60%), se desarrollan pocos estolones (80%) siendo gruesos, largos y rojos; las plantas con estolones, tienen pocas hojas (50%) y las hojas son verde amarillentas, pequeñas con peciolo cortos; los frutos son pequeños y dulces.

4.3.3.2.2 Fósforo

Las deficiencias de fósforo (P) producen venación azul en hojas viejas, durante la floración. Todas las venas en esas hojas pueden volverse azules, antes de que la cosecha se termine.

Raíces y coronas son pequeñas . Se producen pocos estolones y cortos. Las plantas con estolones tienen pocas hojas y las hojas tienen láminas color verde oscuro. El peso de los estolones se reduce (95%). Los brotes y frutos son pocos en número pero casi de tamaño normal.

4.3.3.2.3 Potasio

Las hojas viejas de plantas con deficiencias de potasio (K), manifiestan márgenes rojizos que avanza hacia las venas. Un segundo síntoma, caída de hojas, se manifiesta algunas veces en hojas jóvenes próximas, y en algunos cultivares.

Cada hoja desarrolla un raquis oscuro; el área oscura avanza hacia el peciolo y en el interior de las venas, seguido por la aparición de áreas necróticas color canela , que se extienden hasta cubrir el limbo entero, produciendo muerte de hojas, coronas y tallos. Los síntomas iniciales usualmente se observan primero durante la fructificación.

4.3.3.2.4 Calcio

Hojas arrugadas emergen de plantas con deficiencias de calcio, manifiestan puntas quemadas, seguidas por rozado de hojas. Bandas necróticas se manifiestan a través de la lámina de la hoja, en el área de máxima expansión celular. Puntas quemadas aparecen en hojas jóvenes, en plantas con estolones. La muerte de hojas color caoba pardo, es un contraste al color canela de hojas de plantas con deficiencias de potasio.

4.3.3.2.5 Magnesio

Las hojas de plantas con deficiencias de magnesio (Mg) son rojizas, púrpuras o pardas, dependiendo del cultivar. La coloración de las hojas puede asociarse con deficiencias de potasio, sólo que aparece en bandas entre las venas.

La decoloración se extiende hacia la vena, casi, en la base de la porción dentada y ocurre en hojas viejas, de plantas con estolones, usualmente durante y después de la fructificación. La quemadura de los extremos aserrados en la hoja, puede ocurrir. Las deficiencias de magnesio no producen efectos en el número de estolones, pero la longitud se reduce (40%); las plantas con estolones tienen pocas y pequeñas hojas. El tamaño de flores y frutos aparentemente no se afecta, pero pueden ser blandos y de color claro.

4.3.3.2.6 Azufre

En las hojas viejas se presenta un color negro pardusco, debido a deficiencias de azufre (S), usualmente durante y después de la cosecha. El amarillamiento en el extremo de hojas jóvenes se observa. Las raíces tienen color claro, su peso se reduce. Se

producen pocos estolones, pero su grosor y longitud aparentemente no son afectados. No produce cambios en frutos.

4.3.3.2.7 Boro

La deficiencia de boro (B) produce hojas quemadas, con pliegues; pequeñas distorciones en las hojas se manifiestan antes de las quemaduras. La porción terminal de las hojas se elonga (parte distal). Las hojas laterales se enroscan y son más cortas que las hojas elongadas. Las raíces son ramificadas, cortas y gruesas, manifestando hinchamientos terminales; las coronas son pequeñas, con mancha corchosa en el centro; los estolones son cortos, la inflorescencia es pequeña y se marchita. Los frutos son pequeños y con pocas semillas.

4.3.3.2.8 Fierro

Las hojas jóvenes con deficiencias de fierro (Fe) manifiestan clorosis intervenal con venas color verde claro. Las hojas son pequeñas y pueden tornarse blancas. El volumen de raíces disminuye y son amarillentas. Los estolones muestran clorosis, el crecimiento de coronas se reduce y pequeñas diferencias se observan en floración y fructificación.

4.3.3.2.9 Manganeso

La deficiencia de manganeso (Mn) produce clorosis intervenal con halo marginal verde, apareciendo en hojas jóvenes y maduras. Algunos cultivares desarrollan punteados púrpuras en hojas de edad. Las raíces y coronas son afectadas visiblemente. Los estolones son cortos y pocos. No aparecen efectos en flores y frutos.

4.3.3.2.10 Cobre

Síntomas foliares de deficiencia incluyen clorosis intervenal y un halo marginal verde en hojas desplegadas. Hojas expandidas, muestran amarillamiento irregular, con áreas blanquecinas cercanas a las venas. Las áreas de los márgenes en las hojas son onduladas y algunas veces se colápsan las láminas. No se han observado efectos en el crecimiento de raíces o frutos.

4.3.3.2.11 Molibdeno

Las hojas muestran necrosis grisácea y plegamiento ascendente en la zona aserrada de hojas jóvenes y maduras. De acuerdo con la edad de la hoja, la necrosis se presenta cerca de las venas, y los márgenes arrugados tienden a enrollarse. El tamaño del fruto y la calidad no son afectados.

4.3.3.2.12 Zinc

Las hojas manifiestan clorosis intervenal, un halo verde marginal, margen ondulado y reducción progresiva en el tamaño de hojas jóvenes, con áreas blancas. Las raíces son fibrosas tienden a obscurecerse y elongarse. Los frutos son afectados por la deficiencia de Zinc (Zn).

4.4 Maduración del fruto.

La maduración es un fenómeno de cambio profundo del fruto que en muchos casos se acompaña de un aumento en el contenido de ARN (ácido ribonucleico); también se altera el contenido de proteínas y se determina la aparición de enzimas que modifican la química del fruto (Weaver, 1975):

Los cambios químicos característicos en sabor se deben al cambio en materiales pécticos que cementan las paredes celulares, la desaparición de los taninos que dan el sabor ocre al fruto verde y la hidrólisis de los almidones, por lo que el fruto se hace suave y dulce. El desarrollo de sustancias sápidas responsables del sabor característico de cada fruto, no ha sido bien investigado, aunque se sabe que se trata de cetonas y aldehídos y, por supuesto carbohidratos. Se producen también sustancias aromáticas, tal es el caso del acetato de caprilo que se libera en los frutos de fresa.

Simultáneamente el fruto cambia de color. Muchos frutos deben su color rojo al cambio de cloroplastos a cromoplastos; esto ocurre en la fresa, tomate, chiles, durazno, etc..La sustitución de clorofila por carotenoides parece estar inducida por el fitocromo(P_{730}) y mediada por el etileno y ácido ascórbico. (Rojas Y Rovalo 1985).

En frutos como fresa, manzana, mora, etc., el color rojo o violeta se debe a la formación de antocianinas y su concentración en la vacuola (Rhodes, 1980).

Para los cambios de la maduración se necesita energía

respiratoria. Al principio la tasa de respiración del fruto es alta, y va descendiendo conforme avanza el proceso. Pero al llegar a la madurez la respiración sufre un súbito o intenso incremento llamado climaterio, después de lo cual la tasa cae de nuevo conforme el fruto se torna senescente. El climaterio viene en cada especie a una edad determinada, no importa si se cosecha el fruto antes o después, con ello se muestra que la senescencia es un proceso programado. Generalmente el climaterio representa el punto en que el fruto tiene su óptima calidad para consumo (Coombe, 1966).

La fresa tiene una elevada tasa de respiración, esto contribuye a que madure y se torne senescente rápidamente a pesar de ser un fruto no climatérico.

El etileno es la hormona que se asocia con la maduración de modo más importante y, de hecho, es el agente usado en la tecnología del fruto para apresurar su maduración; determina la aparición del climaterio (Rovalo, 1985).

El fruto cortado y almacenado sigue siendo un órgano vivo, y como tal presenta un metabolismo. La mayoría de los frutos se cosechan antes de su completa madurez, así que sufren el climaterio en el almacén. Se ha demostrado que en los frutos almacenados ocurre el ciclo de Krebs.

En el fruto almacenado después del climaterio desciende la respiración y éste empieza a respirar de manera anaerobia; en frutos guardados dos semanas, la relación anaerobiosis / aerobiosis pasó de 0.67 a 0.97. Sin embargo, aunque al principio el fruto

sigue teniendo capacidad de síntesis y autocontrol, parece ocurrir una extensa desorganización del protoplasma durante el climaterio y senescencia (Höll, 1977).

El nivel de calcio tiene una marcada influencia sobre la fisiología de las plantas (Irving, 1985).

La infiltración al vacío de 0.1 Molar de soluciones de calcio en frutos de aguacate, redujo la velocidad respiratoria del máximo climatérico, y la velocidad de producción de etileno también disminuyó (Wills et al, 1981).

Bramlage et al (1974) realizó experimentos de aplicación de calcio en frutos de manzana, y observó una reducción del porcentaje de respiración, pero no disminución en el tiempo del máximo climatérico.

4.5 Proceso de Senescencia.

A nivel celular la senescencia parece estar controlada rígidamente. Las células senescentes sufren una reducción de su estructura y la mayoría de las inclusiones subcelulares se rompen; la vacuola secreta enzimas hidrolíticas que digieren el material celular. En el metabolismo se ha observado un decremento en el ADN (ácido desoxiribonucleico), ARN, proteínas, iones inorgánicos. Ocurren cambios en la velocidad de ciertas reacciones metabólicas; la fotosíntesis decrece e igualmente el contenido de clorofila advirtiéndose posteriormente un climaterio respiratorio (Bidwell, 1976; García, 1991).

En el caso de fresa, el incremento en la tasa de respiración

del estado inmaduro al maduro es de 50% (Haller et al, 1941). La pudrición es el factor primario de deterioro de los frutos de fresa (Ben-Yehoshua et al, 1970).

Cada uno de los tejidos de las plantas tienen su propio patrón de senescencia. Rhodes (1970), citado por Beevers (1978), indica en plátano los cambios significativos en permeabilidad y compartimentos protoplásmicos preceden a la pérdida de ácidos nucleicos y proteínas asociadas con maduración de frutos.

En frijol, Sacher (1967) reporta que los cambios en la permeabilidad celular fueron precedidos por una disminución en la capacidad de síntesis de ARN y proteínas.

Nelmes y Preston (1968) han encontrado diferencias en la estructura de la pared celular durante la maduración, pues se registra un aflojamiento de la estructura celulósica fibrilar, dependiendo del grado de solubilidad de las sustancias pécticas y hemicelulósicas incrustantes que se encuentran entre las microfibrillas. Los cambios que siguen son en esencia de la composición. Con los cambios en el grosor de la pared celular, las células se vuelven redondeadas y tienden a disociarse, como en *Phaseolus vulgaris*.

4.5.1 Retardo de senescencia.

El fisiólogo alemán Molisch, citado por Bidwell (1976) sugirió en la década de 1920 que la senescencia podía ser causada por deficiencias nutricionales. Este investigador notó que si se quitan los frutos o ápices en crecimiento, la senescencia de otras partes

de la planta se retarda. Esto está particularmente relacionado a la movilización de elementos como nitrógeno, potasio, magnesio, sodio y cloro (Derman et al, 1978; citado por Thomas y Stoodart, 1980). Por contraste los síntomas de deficiencia son confinados a tejidos jóvenes, especialmente cuando los nutrientes presentan baja movilidad como es el caso de calcio, boro y fierro.

Se ha observado que el calcio tiene un efecto dual en interacción con otras hormonas; puede inhibir senescencia en presencia de citocininas y giberelinas en hojas y cotiledones (Poovaiah y Leopold, 1978), y como parte de su efecto inhibitorio reduce y retarda la producción de etileno (Ferguson et al, 1983).

La acción inhibitoria del calcio sobre senescencia es primeramente extracelular, sobre la pared celular y la superficie externa de la membrana plasmática (Ferguson, 1984).

Aguilar (1989), realizó experimentos de aplicación de cloruro de calcio en zarzamora "Logan" en precosecha y observó que la firmeza del fruto se incrementó y tendió a mantenerse por 48 horas después de cosecharlos.

En vainas de frijol, los niveles de calcio en soluciones nutritivas dieron como resultado vainas enlatadas más uniformes, que tenían menor tendencia a desprenderse y partirse, que aquellas producidas con tratamientos bajos de calcio (Buren y Peck, 1963).

Para impedir la pudrición de apio se aplica mucho calcio (Wilkinson, 1970). Sin embargo con aspersiones de calcio sólo se tiene éxito parcial para aumentar los niveles de éste elemento en

el fruto.

En un experimento de fertilización de tomate, la correlación entre el calcio aplicado y el contenido en el fruto es bastante baja. Esto también lo demostró con papa Lutz et al, en 1949.

Maynard et al (1963) demostraron que al incrementar el nivel de calcio en el medio, aumenta la acumulación de éste en las plantas y en el caso de zanahoria redujo la mancha de cavidades.

Makus y Morris (1989) realizaron experimentos de aplicación de calcio a plantas de fresa y obtuvieron beneficios de incrementos en la firmeza y las cualidades de estas.

4.6 Pérdidas postcosecha en fresa.

Una revisión de mercado al menudeo, y de consumidores de fresa comercializada en el área metropolitana de Nueva York, indicó que cerca del 5% de las bayas sufrieron daños en el mercado de menudeo y un 18% adicional a nivel consumidor. Alrededor de 2/3 partes de estas pérdidas fueron causadas por pudriciones y el resto por daños mecánicos (Ceponis et al, 1987).

Durante el período de 1972-1984 se indicó en la misma área la presencia de 19 desórdenes en frutos de fresa, de los cuales 9 fueron parasitarios, 4 fisiológicos y 4 por daños. El moho gris, causado por *Botrytis cinerea* fué el más dañino y ocurrió en el 76% de los envíos. Otros desórdenes patológicos fueron la pudrición por *Rhizopus*, la pudrición de la piel por *Phytophthora cactorum* incidencias menores de *Penicillium*, *Sclerotinium* y bacterias. Del mismo modo, los principales

el fruto.

En un experimento de fertilización de tomate, la correlación entre el calcio aplicado y el contenido en el fruto es bastante baja. Esto también lo demostró con papa Lutz et al, en 1949.

Maynard et al (1963) demostraron que al incrementar el nivel de calcio en el medio, aumenta la acumulación de éste en las plantas y en el caso de zanahoria redujo la mancha de cavidades.

Makus y Morris (1989) realizaron experimentos de aplicación de calcio a plantas de fresa y obtuvieron beneficios de incrementos en la firmeza y las cualidades de estas.

4.6 Pérdidas postcosecha en fresa.

Una revisión de mercado al menudeo, y de consumidores de fresa comercializada en el área metropolitana de Nueva York, indicó que cerca del 5% de las bayas sufrieron daños en el mercado de menudeo y un 18% adicional a nivel consumidor. Alrededor de 2/3 partes de estas pérdidas fueron causadas por pudriciones y el resto por daños mecánicos (Ceponis et al, 1987).

Durante el período de 1972-1984 se indicó en la misma área la presencia de 19 desórdenes en frutos de fresa, de los cuales 9 fueron parasitarios, 4 fisiológicos y 4 por daños. El moho gris, causado por *Botrytis cinerea* fué el más dañino y ocurrió en el 76% de los envíos. Otros desórdenes patológicos fueron la pudrición por *Rhizopus*, la pudrición de la piel por *Phytophthora cactorum* incidencias menores de *Penicillium*, *Sclerotinium* y bacterias. Del mismo modo, los principales

desórdenes encontrados fueron daños por golpes, frutos flojos y partidos, estando en el 70% y 48% de los envíos de fresa inspeccionada respectivamente. El ablandamiento o rompimiento de los frutos es el resultado de una sobremaduración, altas temperaturas, pudriciones, congelamiento o daño mecánico. Sin embargo toda la fresa enviada a los mercados de Nueva York era de California y Florida, no mencionándose ningún envío de México (Yahia, 1992).

Botrytis cinerea puede invadir las flores de la fresa y permanecer latente hasta que se inicie la maduración del fruto o bien puede penetrar a través de heridas en la piel provocando durante el manejo de los frutos, especialmente durante la cosecha (Mitchel et al , 1964).

La pérdida de agua es otro problema que ocurre durante el manejo de fresa fresca, resultando un marchitamiento de la fruta y pérdida en calidad. Las rasgaduras causadas por daño mecánico, también son un problema serio durante el empaque, al cual contribuye también la rigidez de las canastillas de plástico usadas para el empaque. (Anon, 1974).

4.7 Calidad, manejo postcosecha y recolección de frutos de fresa.

La nutrición de las plantas es con mucho, el factor estudiado más ampliamente de los que afectan la calidad de las frutas y hortalizas cosechadas. Según Pantástico (1979) las características de calidad de un fruto pueden dividirse en tres categorías:

- a).- Sensoriales , que incluye color, brillo, tamaño, forma, olor y gusto.
- b).- Ocultas, que comprende valor nutritivo y toxicidad.
- c).- Cuantitativas, que involucra rendimiento de una variedad en producto terminado.

Poovaiah (1985) señala que al tratar frutos con calcio mantienen su firmeza, pues poseen menor permeabilidad a la membrana, conteniendo más clorofila y ácido ascórbico.

Generalmente las fresas se cosechan, seleccionan y empacan en el campo. El tamaño y el color de la baya son los principales índices de cosecha empleados. Los cosechadores usan cajas de madera para la fruta que va al mercado local y cajas abiertas de cartón corrugado con 8 a 12 canastillas de plástico (aproximadamente 1/2 litro cada una). Las fresas son empacadas directamente en las canastillas, especialmente cuando el fruto es para exportación. Posteriormente, los frutos se transportan a una empacadora cuando hay posibilidad de preenfriamiento para disminuir el nivel de deterioro. Un retraso de una hora entre cosecha y enfriamiento puede causar un deterioro acelerado, y un retraso de cuatro horas a una temperatura de 30°C es suficiente

para reducir hasta en un 40% la comercialización de la fruta. El enfriamiento con aire forzado es el método ideal de preenfriamiento para fresa debido al período tan corto que se requiere para enfriar el fruto (Yahia, 1992).

El manejo de la temperatura es el factor más importante durante el manejo de la fresa, pues los frutos preenfriados inmediatamente después de la cosecha pueden permanecer hasta una semana a una temperatura de -1 a 0°C y una humedad relativa de 90 a 95%. Sin embargo, el mantener esta temperatura durante el transporte es muy difícil y en promedio, la temperatura usada en los trailers es de 5°C o más. En los aviones la temperatura normalmente es de alrededor de 13°C (Anon, 1974).

En un estudio las fresas preenfriadas y enviadas de California a Europa tuvieron una temperatura de tránsito de 10°C en comparación a fresas no preenfriadas, que tuvieron una de 19°C . La baja de temperatura ocasionada por el preenfriamiento puede mantenerse por un determinado período (durante el tránsito de las fresas) cuando éstas se transportan en estibas cubiertas con lonas. Esto no sucede cuando no se utiliza protección. Así mismo, la baja de temperatura también se reduce cuando se introduce material plástico entre la estiba y la lona que lo cubre. Del mismo modo los contenedores cerrados dentro de avión ayudan a disminuir el calentamiento del fruto (Harvey, 1982).

El hielo seco también puede ser utilizado para reducir las temperaturas de tránsito, especialmente en las capas superiores de las estibas donde las temperaturas normalmente son más altas.

En algunos casos debe colocarse un aislamiento adecuado para prevenir el congelamiento del fruto. Para el transporte aéreo, el uso de hielo seco y contenedores cerrados proporcionan una mayor protección. (Kader et al , 1985).

El hielo seco puede usarse para proporcionar una atmósfera modificada con alto CO_2 . Las atmósferas con altos niveles de CO_2 (15 % o más) se han usado en envíos comerciales para suprimir la incidencia de pudriciones y conservar la calidad de las fresas. En California se han enviado grandes cantidades de fresas a la costa este de Estados Unidos bajo atmósferas modificadas en donde el procedimiento usual para los envíos es por trailers refrigerados. El cubrir las estibas con bolsas de polietileno contraído por calentamiento, selladas cuidadosamente puede permitir la posterior inyección de CO_2 para crear atmósfera de 15% de CO_2 aproximadamente. Sin embargo los altos niveles de CO_2 (30% o más) causan pérdidas de sabor. Algunas pruebas han indicado que las pérdidas durante los envíos por trailers son más bajas cuando la temperatura se mantiene en o abajo de 2.8°C y la atmósfera de CO_2 a la llegada de la fruta es de 10% o más. Si no puede contarse con refrigeración durante el transporte aéreo o en los aeropuertos, el hielo seco puede ser usado para proporcionar enfriamiento y aumentar los niveles de CO_2 alrededor del fruto (Ceponis et al , 1987).

4.7.1 Recolección.

La recolección, tanto en rendimiento como en costes depende

de la evolución de la maduración, la cual se inicia a los 30-40 días de la floración y se mantiene, en las zonas más frescas, otros 30-40 días según técnicas culturales utilizadas, variedad, circunstancias meteorológicas y producción. En zonas frescas la maduración es continua, mientras en las zonas más cálidas hay períodos de intensa maduración seguidos de otros en que es más lenta o casi interrumpida. El corte se realiza cuando el fruto ha adquirido el color típico de la variedad sobre al menos 2/3 a 3/4 de la superficie si se destina a mercados lejanos, a fin de que pueda resistir el transporte, o bien toda la superficie coloreada si se destina a mercados locales o en caso de variedades de pulpa compacta y resistente (Branzanti, 1989).

Los factores que pueden influir sobre el proceso de la maduración son numerosos: técnicas de cultivo y época de plantación (Baldini, 1963); tipo de acolchado, tipo de cobertura en cultivo protegido (Bargioni, 1970); condiciones climáticas (Anderson, 1976); y cultivar (Barrit y Schawartze, 1973).

Mientras que los frutos de otras especies no disminuyen sensiblemente sus características cualitativas por una recolección ligeramente anticipada, en el caso de la fresa, si ésta se recolecta aunque sólo parcialmente verde, pierde la mayor parte de sus mejores características organolépticas, por lo que se debe esperar a una maduración casi completa (Branzanti, 1989).

El modo de arrancar los frutos, es diferente según el destino de estos, pudiendo ser consumidos en fresco, o para

transformación industrial, congelación, confitura, jugos, etc.

4.7.1.1 Recolección para consumo en fresco.

La recolección para consumo en fresco se realiza con cuidados especiales que la hacen muy costosa.

El corte de fresas para consumo fresco tiene normas precisas. Los frutos deben tener el cáliz y una pequeña parte del pedúnculo debido a las lesiones que se formarían en caso contrario (Mitchell et al, 1964).

Para arrancar el fruto, el operario toma el pedúnculo entre los dedos índice y pulgar, ejerciendo una ligera presión con la uña y efectuando un rápido movimiento de torsión y corte, separa el fruto con una porción de pedúnculo como requiere el mercado para su consumo en fresco. Los frutos se colocan directamente en las mismas cajitas que se utilizarán hasta llegar al mercado, sin tirarlos, rozarlos o comprimirlos, evitándo cualquier daño de la epidermis, lo que favorecería decoloraciones y, en los casos más graves, la penetración de los parásitos que generan pudrición con la consiguiente depreciación (Branzanti, 1989).

Una característica fundamental de calidad, es el calibre y, puesto que la selección se realiza en el campo, los frutos destinados a la exportación se deben mantener separados de los de diámetro inferior, estos predominantes en las últimas recolecciones y que pueden ser útiles para el mercado local o transformación industrial. Los frutos recolectados no deben quedar expuestos al sol, sino que se mantendrán a la sombra de un

cobertizo junto al campo a fin de evitar la aceleración de la maduración (Yahia, 1992).

4.7.1.2 Recolección para la industria.

La recolección puede ser manual, o mecanizada. Los frutos se recogen generalmente sin pedúnculo, cuando han alcanzado la maduración completa, con tamaño medio o pequeño, homogéneo, de forma regular, de pulpa color rojo intenso, compacta con corazón lleno y aroma marcado (Morris et al, 1978).

La industria conservera que en Estados Unidos absorbe casi 1/2 o 2/3 de la producción, destina los frutos en gran parte a mermeladas, pulpas, galletas, purés, jugos, etc.

La utilización industrial que más posibilidad de desarrollo presenta es la de frutos congelados enteros, destinados después de la descongelación al consumo directo.

Los cultivares aptos para la industria, además de los requisitos citados deben responder a otras características: maduración agrupada con lo que disminuye el número de cortes y los costos de recolección (Branzanti, 1989).

4.8 Normas de calidad para el comercio exterior de fresas.

Las normas de calidad en vigor, publicadas por la Unión Nacional de Productores de Hortalizas en México (UNPH, 1977), para exportar frutos de fresa a Estados Unidos, se transcriben a continuación:

4.8.1 Grados de Calidad.

U:S: No.1

U.S. No. 1 Consiste en fresas de una variedad o variedades con características similares en el cáliz adjunto, que estén firmes, no sobremaduras o no bien desarrolladas, que estén libres de moho o pudrición y libres de daños causados por polvo, materias extrañas, enfermedades, insectos o medios mecánicos. Cada fresa no tiene menos de 3/4 partes de superficie mostrando un color rosa o rojo.

A).- Tamaño.- A menos que se especifique de otra manera, el diámetro mínimo de cada fresa no es menor de 3/4 de pulgada.

B).- Tolerancias.- Con el propósito de permitir variaciones incidentales propias en la calificación y manejo, se estipulan las siguientes tolerancias por volúmen, tal como a continuación se especifica:

1) Por defectos.- No más del 10% de la fresa en cualquier lote que no llene los requerimientos de este grado, o no más de la mitad de esta tolerancia o sea el 5% será permitido por defectos que causen daños serios, incluyendo ahí mismo no más de 2/5 partes de esta última cantidad o sea el 2% para fresas afectadas por pudrición.

2).- Para fresa que no dé el tamaño.- Cuando no más del 5% de fresa en cualquier lote esté por debajo del tamaño mínimo especificado.

U.S. Combination.

U.S. Combination, consiste en una combinación de U.S. No. 1 y U.S. No. 2 con excepción del tamaño: Previsto que por lo menos un 80% del volúmen de la fresa llene los requerimientos del grado U.S. No.1.

A).- A menos que se especifique de alguna otra manera, el diámetro de cada fresa no será menor de 3/4 de pulgada.

B).- Tolerancias.- Con el propósito de permitir variaciones incidentales propias en la clasificación y manejo, se estipulan las siguientes tolerancias, por volúmen, tal y como a continuación se especifica:

1) Por defectos.- No más del 10% de fresas de cualquier lote que estén seriamente dañadas, incluyendo ahí mismo no más de 1/5 de esta tolerancia o sea el 2% para fresa afectada por pudrición. Ninguna parte de cualquier tolerancia será permitida para reducir el lote como un todo; el porcentaje de fresas requerido en grados U.S. No. 1 en la combinación, o en los envíos individuales (tazas o canastillas) puede no tener menos del 75% de fresas U.S. No.1: Previsto que todo el lote fluctúe dentro del porcentaje requerido.

2) Para fresa que no dé el tamaño.- No más del 5% de la fresa en cualquier lote puede estar debajo del tamaño mínimo especificado.

U.S. No.2

U.S. No. 2 consiste en fresas que estén libres de pudrición y

libres de daños serios causados por polvo, enfermedades, insectos y otros medios mecánicos. Cada fresa no tendrá menos de 1/2 de su superficie mostrando un color rosa o rojo.

A) Tamaño.- A menos que se especifique de otra manera, el diámetro mínimo de cada fresa no será menor de 5/8 de pulgada.

B).- Tolerancias.- Con el propósito de permitir variaciones indumentales propias en la clasificación y manejo, se estipulan las siguientes tolerancias; por volúmen, tal y como a continuación se especifica:

1) Por defectos.- No más del 10% de fresa en cualquier lote que estén seriamente dañadas, incluyendo ahí mismo no más de 3/10 de estas tolerancias o sea el 3% para fresa afectada por pudrición.

2) Para fresa que no dé el tamaño.- No más del 5% de fresa en cualquier lote, estará por debajo del tamaño mínimo especificado.

No Clasificado.

No Clasificado consiste en fresas que no han sido clasificadas de acuerdo a cualquiera de los grados anteriores. El término No clasificado no es un grado dentro del significado de estas normas; sino que está previsto como una designación que a ese lote no se le ha aplicado ningún grado.

4.8.2 Aplicación de Tolerancias.

A).- El contenido de bultos individuales (tazas o canastitas) en

el lote, basados en una inspección de muestras, están sujetos a las siguientes limitaciones:

1) Para una tolerancia del 10% o más, los bultos individuales (tazas o canastitas) en cualquier lote no tendrán más de una y media veces la tolerancia especificada, excepto cuando el bulbo contenga 25 muestras o menos; los bultos individuales no tendrán más del doble de la tolerancia especificada: Previsto que los promedios para todo el lote estén dentro de la tolerancia específica para el grado.

2) Para una tolerancia de menos del 10%, los bultos individuales (tazas o canastitas) en cualquier lote, no tendrán más del doble de la tolerancia especificada, excepto que al menos un defecto o una muestra que no dé el tamaño, pueda permitirse en cualquier bulto: Previsto que los promedios para todo el lote estén dentro de las tolerancias específicas para el grado.

4.8.3 Definiciones.

Sobremaduro.

Sobremaduro significa del todo rojo y blanda, con una condición impropia para el envío, requiriendo de un consumo inmediato.

No desarrollada.

No Desarrollada significa que la fresa no ha alcanzado una forma y desarrollo normal debido a perjuicios causados por heladas, a que no hubo polinización, perjuicios de insectos u otras causas.-

Botón en las fresas es el tipo más común de esta condición.

Daños.

Daños significa cualquier defecto o cualquier combinación de los mismos, que denigren materialmente la apariencia o la calidad comestible o de envíos de la fresa.

Daños serios.

Daños Serios significa cualquier defecto específico descrito en esta sección o una variación igualmente objetiva de cualquiera de estos defectos, cualquier otro defecto, o cualquier combinación de los mismos que denigren seriamente la apariencia o la calidad comestible o de envío de fresa. Serán considerados los siguientes defectos específicos como daños serios:

- A) Blandidez.
- B) Exagerada deformación.
- C) Fresas magulladas.
- D) Fresas podridas.
- E) Fresas con polvo u otras materias extrañas.
- F) Fresas con menos de la mitad de la superficie mostrando un color rosa o rojo.

Diámetro.

Diámetro significa la dimensión más grande medida en ángulos rectos a una línea recta que va desde el pedúnculo hasta el ápice.

4.9 Composición química de la fresa.

De acuerdo con Adams y Richardson en 1977 , Rodriguez (1993) las variedades americanas recientes de Fresa (por 100g de fruto comestible) contienen:

CUADRO 3 VALOR NUTRITIVO DE FRUTOS DE FRESA.

ELEMENTO	CANTIDAD	ELEMENTO	CANTIDAD
Valor energético	55 calorías	Proteína	23 cal.
Agua	90%	Grasas	0.8 g
Proteínas	1 g	Carbohidratos	5.3 g
Grasas	1 g	Calcio	40 mg
Carbohidratos	13 g	Hierro	3.66 mg
Calcio	31 mg	Acido ascórbico	54 mg
Fósforo	31 mg	Tiamina	0.02 mg
Potasio	244 mg	Riboflavina	0.03 mg
Hierro	1.5 mg	Retinol	4.40 mg
Vitamina C	88 mg	Niacina	0.4 mg

Los valores medios aproximados de algunos parámetros de calidad determinados en fresa cv."Chandler" realizados por Maroto

y López (1988), se presentan en los Cuadros 4 y 5.

CUADRO 4 PARAMETROS DE CALIDAD EN FRUTOS DE FRESA CV."CHANDLER"

PARAMETRO	VALOR PROMEDIO
Peso g /fruto	9.1
Firmeza (g)	222
Azúcares °Brix	8.5
Acidez	164 ml de NaOH 0.1N en 100 g de jugo.
Relación	
Azúcares/Acidez x100	5.1

CUADRO 5 PARAMETROS DE CALIDAD EN ALGUNOS CULTIVARES DE FRESA.

cvs (g)	PESO (g)	FIRMEZA (°Brix)	AZUCARES (ml NaOH)	ACIDEZ	RELACION AZUCARES/ACIDEZ
Douglas	9.9	164	8.2	163	5.0
Tioga	6.7	197	9.4	149	6.3
Chandler	9.1	222	8.5	164	5.1
Fern	7.8	195	7.4	147	5.0
Pájaro	9.8	235	8.0	133	6.0

Utilizando el cultivar Hokowase, Inaba et al en 1977, han indicado que los azúcares que en mayor cantidad se encuentran presentes en fruto de fresa son: fructosa, glucosa y sacarosa. Según los autores la sacarosa es más afectada por condiciones de cultivo.

Okasha et al (1986) e Inaba et al (1977) constataron que los ácidos cuantitativamente más importantes en el jugo del fresón

cultivar Hokowase, Pájaro, Tufs, Aiko y Baladay era el ácido málico y el ácido cítrico.

Determinados factores de orden distinto pueden influir en algunas características organolépticas, de los frutos de fresa, por ejemplo años de cultivo, regiones secas que ocasionan acumulación de vitamina C ; la maduración bajo fuertes iluminaciones y noches frescas parece ser que mejoran el sabor de los frutos (Folquer, 1986).

Juscafresca en 1987 realizó análisis en frutos de fresa, y encontró el siguiente porcentaje del contenido químico:

En 100 g de peso fresco:

CUADRO 6 CONTENIDO QUIMICO EN FRUTOS DE FRESA (JUSCAFRESCA, 1987).

ELEMENTO	POR CIENTO	ELEMENTO	POR CIENTO
Proteína	1.0	Calcio	0.031
Hidratos de carbono	8.4	Potasio	0.159
Grasas	8.5	Fósforo	0.034
Agua	8.5	Magnesio	0.014
Celulosa	2.5	Sodio	0.007
Hierro	0.064	Azufre	0.01
Vitamina C	58mg (miligramos)		

V.- MATERIALES Y METODOS

5.1.- Descripción del sitio:

El experimento se estableció en los invernaderos del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, que se ubica en el km 32.5 de la carretera México- Texcoco. Se localiza a 19°29' latitud norte y 98°53' longitud oeste con una altitud de 2250 metros sobre el nivel del mar .

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por García (1981); el clima es un C(wo) (w) (i) g, indicando que es un clima templado subhúmedo (es el más seco de los subhúmedos) con lluvias en verano, poca oscilación térmica y tipo ganges por presentar el mes más caliente antes del solsticio de verano.

El invernadero es del tipo capilla (dos aguas), construido con estructura de metal y cubierta de plástico transparente, calibre 600, tratado contra rayos ultravioleta. Dicho invernadero cubre una superficie de 216 m²; tiene ventilación a lo largo de las dos paredes laterales, cada ventila está cubierta con malla mosquitera, permitiendo la circulación de aire y sirviendo de protección contra insectos.

El interior se distribuye en camas bajas de plástico rellenas con tezontle, que miden 1.20 m de ancho x 25 cm de profundidad y 30 m de largo.

5.2.- Cultivo:

Para el cultivo se emplearon bolsas de plástico negras calibre 800, con capacidad para 15 kg y se llenaron con tezontle

rojo (de 2 a 4 mm de diámetro) esterilizado.

Cada bolsa contenía dos plantas y dos bolsas con cuatro plantas constituyeron la unidad experimental.

Las plantas, originarias de Aguascalientes, se trataron con el fungicida Benlate (0.1 g/l de agua), se trasplantaron el día 10 febrero de 1993 y de inmediato se regaron con agua corriente (4 l / bolsa). Durante una semana se agregaron 200 ml de agua por bolsa cada tercer día; luego se inició la aplicación de solución nutritiva, agregando la mitad de la dosis recomendada, con el fin de que las plantas asimilaran fácilmente los nutrientes y no se presentaran problemas de intoxicación (200 ml por bolsa). Esto se realizó durante 15 días; posteriormente se procedió a regar con solución nutritiva al 100% de su concentración. Cada 15 días se aplicó a cada bolsa agua corriente hasta drenar, para evitar acumulación de sales.

5.3.- Material Vegetativo:

Se utilizaron plantas de fresa de la variedad "Chandler" originarias del estado de Aguascalientes, que se mantuvieron en refrigeración durante 1 mes a 0°C., debido a que esta especie presenta una relativa latencia, a lo largo de la cual acumula un número determinado de "horas frío", variable según cultivares, y al término de tal acumulación es capaz de dar una formación abundante de hojas y flores, cuando los componentes de clima son favorables (Maroto, 1986).

5.4.- Solución nutritiva:

Se empleó la solución recomendada por Espinoza (1993), utilizada para producción de fresa. Los nutrientes que contiene y su concentración se presentan en el Cuadro 7.

Para preparar la solución nutritiva se utilizaron fertilizantes comerciales empleando agua potable como solvente. El pH se mantuvo dentro del rango 5.5 a 6.5 que es el más adecuado para el desarrollo de fresa.

CUADRO 7. ELEMENTOS Y SU CONCENTRACION EN LA SOLUCION NUTRITIVA.

FUENTE	CANTIDAD g/ 100 l	ELEMENTO	ppm
Nitrato de calcio	193.6	N	250
		Ca	400
Nitrato de potasio	100.5	K	350
Acido fosfórico	23.5	P	70
Sulfato de magnesio	75.0	Mg	75
		S	150
Sulfato de fierro	2.29	Fe	3
Acido bórico	0.31	B	0.5
Sulfato de manganeso	0.21	Mn	0.5
Sulfato de cobre	0.02	Cu	0.05
Sulfato de zinc	0.021	Zn	0.05

Los fertilizantes usados como fuente de macroelementos y microelementos fueron: nitrato de potasio, ácido fosfórico, nitrato de calcio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio,

sulfato de hierro, ácido bórico, sulfato de manganeso, sulfato de cobre y sulfato de zinc, estos fueron disueltos en agua dentro de un tanque de 200 litros. La cantidad de solución agregada a cada bolsa fué de 500 ml cada 4 o 5 días, dependiendo de la temperatura dentro del invernadero y del follaje en la planta.

5.5.- Acciones Preventivas y de combate contra plagas y enfermedades.

Semanalmente se realizaron aplicaciones de diversos productos. Estos, su tipo y dosis, se describen en el Cuadro 8.

CUADRO 8. TIPO Y DOSIS DE INSECTICIDAS APLICADOS A LAS PLANTAS DE FRESA Y AL TEZONTLE, DURANTE EL EXPERIMENTO.

PRODUCTO	TIPO	DOSIS
Agrimicin 100	Bactericida	0.5 g / l
Terrazán	Fungicida	1 g / l
Benlate	Fungicida	0.5 g / l
Tecto-60	Fungicida	1 g / l

Al día siguiente de la aplicación se procedió a regar hasta drenar.

Durante el crecimiento de la planta se tuvieron problemas con mosquita blanca (*Trialeurodes vaporarum*, Westw). El control correspondiente se realizó con aplicaciones del insecticida Deciz en dosis de 1 ml / l, asperjado al follaje.

5.6.- Diseño de Tratamientos.

Para crear los tratamientos se consideraron los siguientes

factores: tres fuentes de fertilización (nitrato de calcio, cloruro de calcio y la mezcla de nitrato de calcio y cloruro de calcio), tres dosis (0, 250 y 500 ppm) y tres épocas de aplicación, resultando de la combinación de dichos factores 27 tratamientos, de los cuales sólo fueron evaluados 16 pues resultaron de mayor interés.

Los tratamientos se estudiaron en un experimento factorial incompleto tal como se presentan en el Cuadro 9 .
 CUADRO 9. TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO FACTORIAL INCOMPLETO.

T R A T A M I E N T O S			
FUENTE DE FERTILIZACION			EPOCA
CaNO ₃	CaCl	MEZCLA	
250	0	0	1a.
250	0	0	2a.
250	0	0	3a.
500	0	0	1a.
500	0	0	2a.
500	0	0	3a.
0	250	0	1a.
0	250	0	2a.
0	250	0	3a.
0	500	0	1a.
0	500	0	2a.
0	500	0	3a.
0	0	500	1a.
0	0	500	2a.
0	0	500	3a.
TESTIGO	0	0	0

Los fertilizantes se mezclaron con un adherente (Agral-Plus) agregando tres gotas por litro de agua ; las aspersiones fueron manuales y dirigidas a flor y fruto.

Las épocas de aplicación fueron las siguientes:

- 1a.- Aplicación cada tercer día a partir de la apertura floral hasta la cosecha de frutos.
- 2a.- Aplicación cada cinco días, a partir de apertura floral, durante el crecimiento de fruto, hasta cosecha.
- 3a.- Una vez que el fruto se ha desarrollado, se iniciaron aplicaciones diariamente hasta etapa de corte.

5.7.- Diseño Experimental.

El experimento factorial incompleto se estableció como un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro plantas de acuerdo con Juárez (1988) y Aguilar (1989).

Con la información generada para los tratamientos estudiados se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparaciones de medias se realizó de acuerdo con el método de Tukey.

Por otra parte, con el fin de estudiar la relación entre variables se realizó un análisis de correlación lineal entre cada combinación de dos de ellas.

Las variables que se estudiaron, las etapas de evaluación y las repeticiones para cada caso se describen en el Cuadro 10.

CUADRO 10. ETAPAS Y REPETICIONES DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA.

VARIABLES DEPENDIENTES	ETAPA	REPETICIONES
Calcio, magnesio, potasio sodio y fósforo.	Cosecha	4
Sólidos solubles, firmeza, pH, acidez titulable, vitamina C, peso.	Cosecha	5
Sólidos solubles, firmeza, pH, acidez titulable.	48 horas de cosecha	5

En cada repetición se establecieron los tratamientos de la forma siguiente:

		EPOCAS				
		1a.	2a.	3a.		
		↓	↓	↓	DOSIS Y FUENTES DE FERTILIZACION	
Bolsas en la Repetición 1	00	00	00	←	500 ppm de nitrato de calcio	
	00	00	00	←	250 ppm de nitrato de calcio	
	00	00	00	←	500 ppm de cloruro de calcio	
	00	00	00	←	250 ppm de cloruro de calcio	
	00	00	00	←	Mezcla de fertilizantes	
	00	00	00	←	Testigo sin calcio	

La unidad experimental estuvo constituida por dos bolsas con dos plantas cada una. Cada dosis se aplicó durante las tres épocas, entonces se establecieron seis bolsas para cada dosis y para cada fuente de fertilización, dando un total de 36 bolsas por

repetición. En cada repetición se evaluaron 72 plantas, en total para las cinco repeticiones se trabajó con 150 plantas.

La distancia entre bolsas fué de 15 cm.

En cada repetición se ocupó un espacio de $2.25\text{m} \times 2.25\text{m} = 4.95 \text{ m}^2$; el espacio total del experimento fué de 24.76 m^2 .

El modelo en que se basó el análisis de varianza fué:

$$Y_{ijk} = M + D_i + R_j + E_k + (DE)_{ik} + E_{ijk}$$

donde:

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$k = 1, 2, 3.$$

Y_{ijk} = Valor de la variable correspondiente a la k -ésima época en la j -ésima repetición y la i -ésima dosis.

M = Media general.

D_i = Efecto de la i -ésima dosis.

R_j = Efecto de la j -ésima repetición.

E_k = Efecto de la k -ésima época.

$(DE)_{ik}$ = Interacción de la i -ésima dosis con la k -ésima época.

E_{ijk} = Error de la k -ésima época en la j -ésima repetición y la i -ésima dosis.

5.8.- Toma de Datos.

Una vez que el fruto presentó un tamaño adecuado y coloración roja que cubriera la totalidad en él, se evaluaron las variables:

5.8.1 - Peso.

Los frutos de cada planta se pesaron en balanza granataria durante toda la etapa de cosecha. Los datos se expresaron en gramos (g).

5.8.2 - Firmeza.

Para medir esta variable se utilizó el penetrómetro Effeggi con puntal, con capacidad de 500 g de presión. Esta evaluación se realizó al cosechar y a las 48 horas. El registro de datos se expresó en gramos (g).

5.8.3 - Acidez Titulable.

Esta variable se determinó con base en el porcentaje de acidez total al momento de la cosecha (0 hrs.) y a las 48 horas mediante el método analítico de la Association Official Analytical Chemist (1980), la cual se basa en la titulación de una alícuota de la solución problema, con hidróxido de sodio 0.1 Normal hasta pH 8.1. Los resultados se expresan como por ciento de ácido cítrico.

5.8.4 - pH.

La evaluación de pH se realizó a las 0 y 48 horas.

Para la determinación de pH, se pesaron 5 g de tejido homogeneizado de los frutos de fresa, a los que se agregaron 30 ml de agua destilada, luego se mezcló y coló. Para medir el contenido del extracto se utilizó un potenciómetro marca "Conductronic 20", y se obtuvieron las lecturas.

5.8.5 - Sólidos Solubles.

Los sólidos solubles totales se determinaron por medio de un

refractómetro "Bauch and Lomb", en el que se tomó una lectura por fruto con cinco repeticiones por cada una de las combinaciones de dosis y época.

Los frutos utilizados para medir esta variable fueron los mismos que se tomaron para la firmeza determinados a las 0 y 48 horas, después de cosechado el fruto. Los sólidos solubles son expresados en grados Brix .

5.8.6 - Vitamina C (Acido ascórbico).

La determinación del ácido ascórbico se realizó al momento de la cosecha (0 horas), empleándose el método propuesto por Pointing (1943), el cual consiste en pesar 10 g de muestra molida en mortero y agregar 10 g de ácido metafosfórico al 3%, de la mezcla anterior, se toma una alícuota de 0.5 g y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 50 ml. y se afora con ácido metafosfórico al 3% ; luego se filtra con manta de cielo y del filtrado se toman 10 ml. en un vaso de precipitado, y se titula con 2,6 Diclorofenol Indofenol, hasta que un color rosa claro resista por 15 segundos.

Para determinar la concentración total del ácido ascórbico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Mg. de vit.C por 100 g} = \frac{W_1 + W_2}{W_1 + W_3} \times \frac{V_1}{V_2} \times 100 (V \times F)$$

donde:

W_1 = Peso de la muestra (g)

W_2 = Peso del ácido extraído (g)

W_3 = Toma de muestra analizada en peso (g)

V_1 = Volúmen con que la muestra es diluida (ml)

V_2 = Volúmen del filtrado para titulación (ml)

V = Volúmen del colorante gastado (ml)

F = Acido ascórbico equivalente a tinción en mg/ml .

De cada dosis se tomaron cinco repeticiones en cada época. Las determinaciones se hicieron con base en 100 mg de muestra / 100 g de peso fresco.

5.8.7 Contenido de calcio.

Se determinó al momento de la cosecha en la pulpa de los frutos de fresa, utilizando el método de digestión húmeda (Chapman, 1966), el cual, para esta investigación, consistió en pesar 0.5 g de muestra seca de frutos de fresa de cada uno de los tratamientos y épocas. La muestra se secó, luego de rebanarla en rodajas delgadas, primero colocando los cortes en cajas de petri , dentro de horno de microondas durante 2 o 3 minutos, dependiendo del estado de madurez y del grosor de los cortes; posteriormente las muestras se colocaron en papel aluminio dentro de estufa a una temperatura de 70°C, hasta peso constante, a continuación se molió en mortero y se pesaron 0.5 g . Los cuales se pusieron en matraz Kjendahl y se agregaron 10 ml de ácido nítrico al 100% dejando reposar por 8 hrs, se añadieron 2 ml de ácido perclórico y 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, a continuación se puso a digerir en una parrilla a temperatura de 350° suspendiéndose éste cuando el líquido presentó color totalmente claro o un volúmen de 1.5 a 3 ml , se agregó un poco

de agua destilada y después se filtró en matraz volumétrico de 50ml usando papel filtro del No.1 y agua destilada, aforando a 50 ml; éste constituyó el extracto original.

Del extracto original se tomó 1 ml y se agregó 1 ml de cloruro de Lantano al 10% más 8 ml de agua destilada para tener un volúmen final de 10 ml . La lectura se obtuvo en un equipo de absorción atómica.

Se realizó una curva de calibración para corregir lecturas y los resultados se registraron en partes por millón de calcio.

5.8.8 Contenido de magnesio.

Se utilizó el mismo procedimiento que para calcio. Las únicas diferencias se presentan en la curva de calibración y en el cambio de filtros para lectura en el aparato de absorción atómica. Los valores de la curva de calibración incluyeron 1, 2, 3, 4, y 5 partes por millón de magnesio.

5.8.9 Contenido de fósforo.

Se tomaron 5 ml del extracto original obtenido en la determinación de calcio y se le agregaron 7.5 ml , de molibdovanadato de amonio con ácido nítrico, se colocó en un matraz de 25 ml. y se aforó con agua destilada, posteriormente se realizaron lecturas en espectrofotómetro "Spectronic 20" a una longitud de onda de 479 nanómetros, como blanco se preparó en un matraz de 25 ml, la combinación de molibdovanadato de amonio (7.5 ml) y agua destilada.

5.8.10 - Contenido de sodio y potasio.

A partir del extracto original se realizaron lecturas en el

aparato de absorción atómica; sólo se cambiaron los filtros de acuerdo con el elemento a leer. La curva de calibración para ambos comprendió 10,20,30.. , 100 partes por millón.

5.8.11 Contenido de fierro, manganeso, zinc y cobre.

La lectura del contenido de fierro, manganeso, zinc y cobre se realizó directamente en el extracto original, obtenido en la evaluación de calcio y a través de un aparato de absorción atómica.

La curva de calibración para fierro, manganeso y cobre comprendió desde 1 hasta 10 ppm; la de zinc incluyó 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, y 1.0 ppm.

5.8.12 Tiempo de Descomposición.

Se evaluó mediante observación, detectando cambios físicos y estableciendo una escala de valores subjetivos.

5.8.13 Determinación de Color.

El color se determinó por comparación con la carta de colores de Munsell (1966). Esta carta consiste en 175 diferentes papeles coloreados, sistemáticamente arreglados.

El arreglo es por matiz o tinte o pureza e intensidad o saturación, las tres variables simples que en combinación dan todos los colores.

Todos los colores en una misma plana son de matiz o tinte constante que se designa por el símbolo que aparece en la esquina superior derecha. Verticalmente los colores aparecen más ligeramente en orden sucesivo y su brillo aumenta.

Horizontalmente los colores disminuyen en saturación hacia la derecha y están más oscuros a la izquierda. La saturación o intensidad de color en la carta aparecen en la parte inferior.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1 Evaluación del contenido de Ca, Mg, P, K y Na en el fruto de fresa al momento de la cosecha.

6.1.1 Resultados Generales.

A continuación se hace un análisis general de resultados. Posteriormente se hará un análisis más particular.

Las medias de las evaluaciones del contenido de Ca, Mg, K, Na y P aplicado en tres épocas, y en las dosis de nitrato y cloruro de calcio se presentan en el Cuadro 11 y en las figuras 1, 2, 3, 4, y 5 del apéndice.

Los análisis de varianza para las evaluaciones de Ca, Mg, K, Na y P, manifestaron diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) en las fuentes de variación dosis, época y la interacción Dosis x Epoca (Cuadro 12).

6.1.2 Dosis.

Las pruebas de comparación de medias para calcio indican que los efectos de las dosis que produjeron los valores más altos, y que corresponden a 500 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio son estadísticamente iguales. Por diferir significativamente de las demás se considera que globalmente, éstas dosis son las mejores para incrementar el contenido de calcio en los frutos de fresa (Cuadro 13). Estos resultados son consistentes con los de Aguilar (1989); este autor realizó un experimento de aplicación de cloruro de calcio en frutos de zarzamora (*Rubus Schideanus*, Steud) cv. "Logan" y sus resultados mostraron incrementos en el contenido de calcio, al aplicar en

CUADRO 11. EVALUACION DE NUTRIENTES EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" AL MOMENTO DE COSECHA.

VARIABLE	FUENTE	0	DOSIS (ppm)					
			1a. EPOCA		2a. EPOCA		3a. EPOCA	
			250	500	250	500	250	500
CALCIO	CaNO3	0.10	0.18	0.34	0.44	0.39	0.24	0.35
	CaCl	0.10	0.28	0.39	0.25	0.32	0.18	0.37
	Mezcla	0.10	0.0	0.23	0.0	0.21	0.0	0.30
MAGNESIO	CaNO3	0.17	0.20	0.18	0.23	0.25	0.21	0.26
	CaCl	0.17	0.22	0.22	0.13	0.22	0.12	0.26
	Mezcla	0.17	0.0	0.21	0.0	0.21	0.0	0.21
POTASIO	CaNO3	1.01	1.20	1.30	1.42	1.17	1.29	1.35
	CaCl	1.01	1.50	1.12	0.45	1.41	0.72	1.35
	Mezcla	1.01	0.0	1.25	0.0	1.09	0.0	1.47
SODIO	CaNO3	0.030	0.020	0.060	0.040	0.027	0.029	0.065
	CaCl	0.030	0.041	0.019	0.031	0.010	0.020	0.041
	Mezcla	0.030	0.0	0.035	0.0	0.022	0.0	0.024
FOSFORO	CaNO3	0.09	0.18	0.10	0.17	0.173	0.10	0.162
	CaCl	0.09	0.11	0.11	0.07	0.17	0.05	0.15
	Mezcla	0.09	0.0	0.105	0.0	0.108	0.0	0.12

Los valores en el cuadro se expresan en por ciento de peso seco.

CUADRO 12. SIGNIFICANCIA DE DOSIS, EPOCAS Y SU INTERACCION EN CINCO VARIABLES EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER".

F.V.	V A R I A B L E S				
	CALCIO	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	FOSFORO
DOSIS	**	**	**	**	**
EPOCA	**	*	**	**	*
D X E	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.96	4.33	9.13	5.03	13.4

* , ** significancia al 5 y 1 % respectivamete.

tres ocasiones al mismo fruto 1000 ppm del fertilizante.

También Chéour et al (1991) observaron incrementos de calcio en frutos de fresa cv. "Kent y Glosscap", luego de realizar aplicaciones foliares de 10 y 20 kg/ha de cloruro de calcio. Las aplicaciones de calcio mediante fertilización usualmente conducen a un incremento de calcio en el apoplasto de la célula (Poovaiah, 1985).

Para la variable magnesio, los valores medios más altos los produjeron las dosis de 500 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio. Por lo tanto cualquiera de ellas en relación a las demás incrementa significativamente el contenido de magnesio en los frutos de fresa (Cuadro 13). Esto se debe a que el calcio y el magnesio tienen gran relación, pues ambos entran en la composición de sustancias pécticas contenidas en los frutos y en los constitutivos de la membrana celular (Bianchi, 1986).

Los resultados de las pruebas de Tukey para la variable potasio, indican que el efecto de la dosis que produjo los valores globales más altos corresponden a la de 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio. Con respecto al fósforo, la dosis de 250 ppm y 500 ppm de nitrato de calcio, y 500 ppm de cloruro de calcio, produjeron los mayores valores globales. Por ser estadísticamente iguales y diferir significativamente de las demás se consideran las mejores para incrementar el contenido de fósforo en frutos de fresa (Cuadro 13).

El valor global promedio más alto para sodio lo produjo la dosis correspondiente al testigo (Cuadro 13). El sodio contenido en los frutos, posiblemente proviene del agua de riego ;la

CUADRO 13 COMPARACIONES DE MEDIAS (TUKEY) PARA DOSIS, CON LAS VARIABLES CALCIO, MAGNESIO, POTASIO, SODIO Y FOSFORO, EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV."CHANDLER" EL DIA DE COSECHA.

VARIABLES	D O S I S					
	CaNO ₃		CaCl		MEZCLA	TESTIGO
	500	250	500	250	500	0
CALCIO	0.357a	0.281b	0.357a	0.236c	0.246c	0.100d
MAGNESIO	0.229a	0.213b	0.230a	0.155e	0.201c	0.170d
POTASIO	1.127b	1.305b	1.293b	1.019c	1.603a	1.019c
SODIO	0.050b	0.029c	0.023d	0.026cd	0.027cd	0.210a
FOSFORO	0.145a	0.150a	0.142a	0.081c	0.111c	0.095bc

Los valores promedio con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

aplicación de calcio manifestó efecto negativo sobre él.

6.1.3 Épocas.

Por lo que se refiere a épocas, para el caso de calcio y fósforo el mayor valor global se produjo en la 2a. época (Cuadro 14). Por diferir significativamente de las demás se considera que el momento más adecuado para proporcionar calcio y fósforo a los frutos de fresa, es a partir de la apertura floral a intervalos de cinco días, hasta cosecha, con aspersiones de calcio, coincidiendo con Wilkinson (1970), quién indica que para frutos de manzana (*Malus pumila*, Mill), una de las fases importantes que sobresalen en la absorción de calcio es al inicio del crecimiento del fruto.

Aún cuando el calcio y fósforo produjeron los mismos resultados en cuanto a época de aplicación, el coeficiente de correlación no indica significancia entre ellas, y el valor obtenido es negativo (Cuadro 36 del capítulo de correlación).

Las pruebas de comparación de medias para magnesio, potasio y sodio, indican que los efectos de las épocas que produjeron los valores más altos corresponden a la 3a. (Cuadro 14), éste valor fué significativamente diferente de los restantes, lo cual a nivel general indica que de las épocas estudiadas, la aplicación de calcio más adecuada para incrementar la cantidad de magnesio, potasio y sodio en el fruto de fresa será cuando se realice diariamente, a partir de que el fruto termine su crecimiento e inicie la maduración, hasta cosecharlo. De acuerdo con Wilkinson (1970) y Chéour et al (1991), esta etapa de desarrollo de los frutos sobresale en la absorción de calcio, y de acuerdo con Ortiz (1984)

CUADRO 14 COMPARACIONES DE MEDIAS (TUKEY) PARA EPOCAS, CON LAS VARIABLES CALCIO, MAGNESIO, POTASIO, SODIO Y FOSFORO, EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV."CHANDLER" EL DIA DE COSECHA.

VARIABLES	E P O C A S		
	1	2	3
CALCIO	0.253b	0.278a	0.257b
MAGNESIO	0.199ab	0.196b	0.204a
POTASIO	1.230b	1.156b	1.370a
SODIO	0.031c	0.072b	0.080a
FOSFORO	0.117b	0.131a	0.1143b

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

permite la absorción de elementos como magnesio, potasio y sodio.

6.1.4 Combinaciones de niveles de dosis x épocas .

Con el fin de determinar que combinaciones de niveles producen los mejores promedios de Ca, Mg, P, K y Na, para cada una de éstas variables se realizó un análisis de varianza (Cuadro 15).

El mayor valor promedio global para calcio, correspondió a la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 2a. época (Cuadro 15). En el caso de magnesio, las combinaciones globales superiores fueron 500 ppm de nitrato de calcio, aplicada en la 2a. y 3a. época, y 500 ppm de cloruro de calcio aplicado en la 3a. época. Para potasio, la combinación global de la mezcla de 500 ppm de nitrato y cloruro de calcio aplicada en la 3a. época resultó ser la más alta, siendo diferente estadísticamente de las restantes. Al referirnos a sodio los valores globales promedio más altos, correspondieron a los testigos, siendo diferentes al resto de combinaciones. Para fósforo, las combinaciones globales más altas fueron 250 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 1a. y 2a. época, 500 ppm de nitrato de calcio aplicada en la 2a. y 3a. épocas, éstas no difieren significativamente, pero fueron superiores a las restantes (Cuadro 15).

6.1.5 Resultados Específicos (Interacción de Dosis x época).

En virtud de que la interacción entre dosis y épocas resultó ser altamente significativa para las cinco variables en estudio, se consideró importante realizar las comparaciones de los efectos

CUADRO 15 PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS (TUKEY) DE LAS COMBINACIONES (DOSIS X EPOCA), EN CINCO VARIABLES EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA EL DIA DE COSECHA.

		D O S I S (ppm)						
		1a. EPOCA			2a. EPOCA		3a. EPOCA	
VARIABLE	FUENTE	0	250	500	250	500	250	500
CALCIO	CaNO ₃	0.1001	0.192jk	0.342de	0.412a	0.380b	0.240h	0.350cd
	CaCl	0.1001	0.277a	0.382b	0.247h	0.320ef	0.185k	0.240h
	Mezcla	0.1001	-	0.227h	-	0.212ij	-	0.300fg
MAGNESIO	CaNO ₃	0.170g	0.200de	0.180fg	0.230b	0.250a	0.210cd	0.257a
	CaCl	0.170g	0.217bc	0.220bc	0.130h	0.212cd	0.117h	0.260a
	Mezcla	0.170g	-	0.207cd	-	0.187ef	-	0.210cd
POTASIO	CaNO ₃	1.01fgh	1.200cdef	1.30bcdef	1.42bc	1.70cdef	1.29bcdef	1.350bcde
	CaCl	1.032fgh	1.500b	1.20def	0.185gh	1.410bcdef	0.742h	1.350bcde
	Mezcla	1.015fgh	-	1.25bcdef	-	1.090efg	-	2.470a
SODIO	CaNO ₃	0.030de	0.020gh	0.0597b	0.040c	0.027efg	0.029def	0.066b
	CaCl	0.302a	0.028def	0.019h	0.031de	0.0107i	0.020gh	0.041c
	Mezcla	0.300a	-	0.035cd	-	0.022fgh	-	0.024efgh
FOSFORO	CaNO ₃	0.095def	0.180a	0.102de	0.170ab	0.172ab	0.100de	0.161ab
	CaCl	0.1025de	0.107de	0.112de	0.070f	0.167ab	0.067f	0.147bc
	Mezcla	0.087ef	-	0.108de	-	0.104de	-	0.122cd

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

de cada nivel del factor dosis en presencia de cada nivel del factor épocas y viceversa. Estas comparaciones son muy informativas toda vez que permiten estudiar como cambia el comportamiento relativo de los niveles de un factor cuando se pasa de uno a otro de los niveles del otro factor. Estas comparaciones produjeron los siguientes resultados específicos:

- Dosis más adecuada para la 1a. época de aplicación:

En el caso de la variable calcio, la mejor dosis resultó ser la de 500 ppm de cloruro de calcio ; para magnesio las dosis de 250 ppm y 500 ppm de cloruro de calcio, resultaron iguales estadísticamente; la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio fué la que obtuvo el valor más alto para potasio; en lo referente a sodio la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio fué superior a las demás y en el caso de fósforo la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio resultó ser la más adecuada, pues su alto valor la hizo diferir estadísticamente del resto (Cuadro 16).

- Dosis más adecuada en la 2a. época de aplicación:

En el caso de calcio, el valor promedio más alto lo produjo la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio. Para magnesio la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio fué la mas adecuada. Las mejores dosis para incrementar el contenido de potasio en fresa fueron de 250ppm y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio y el testigo. Para sodio la dosis correspondiente al testigo produjo una media estadísticamente superior a las del resto de las dosis. Refiriéndose al fósforo, resultaron estadísticamente iguales las dosis de 250 ppm y 500 ppm de nitrato de calcio,

además de 500 ppm de cloruro de calcio, considerandose las mejores para incrementar el contenido de fósforo en frutos de fresa (Cuadro 16).

- Dosis más adecuadas en la 3a. época de aplicación:

Las dosis de 250 ppm de nitrato de calcio obtuvo el valor superior para la variable calcio. En el caso de magnesio, la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio produjo el valor más alto. Para potasio las dosis de 250 y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio y 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio y el testigo, produjeron medias estadísticamente iguales siendo superiores al resto. El fósforo manifestó igualdad entre las dosis de 250 ppm y 500 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio. Para sodio, el testigo produjo la media más elevada, la cual difiere en forma altamente significativa del resto. (Cuadro 16).

-Época más adecuada para aplicar la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio.

La época más adecuada para aplicar 500 ppm de nitrato de calcio en las variables calcio y fósforo resultó ser la 2a.. Para las variables magnesio, potasio y sodio, la época más adecuada resultó ser la 3a. (Cuadro 17).

-Época más adecuada para aplicar la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio:

Para las variables calcio, magnesio, potasio y sodio, la 2a. época produjo el valor promedio más alto y en el caso de fósforo la 1a. época fué la más adecuada (Cuadro 17).

-Época más adecuada para aplicar la dosis de 250 ppm de

CUADRO 16 COMPARACION DE MEDIAS (TUKEY), DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTES EN CADA EPOCA. LAS EVALUACIONES DE LOS FRUTOS DE FRESA SE HICIERON EL DIA DE COSECHA.

VARIABLE	EPOCA	D O S I S					
		TESTIGO	CaNO ₃		CaCl		MEZCLA
		0	250	500	250	500	500
CALCIO	1a.	0.100f	0.192e	0.342b	0.277c	0.382a	0.227d
MAGNESIO		0.170e	0.20c	0.180d	0.2175a	0.220a	0.207b
POTASIO		1.010f	1.20d	1.300b	1.500a	1.120e	1.250c
SODIO		0.030c	0.200e	0.059a	0.028d	0.019f	0.035b
FOSFORO		0.094c	0.180a	0.102b	0.107bc	0.112b	0.108bc
CALCIO	2a.	0.100f	0.412a	0.380b	0.320c	0.247d	0.212e
MAGNESIO		0.170c	0.230b	0.250a	0.212b	0.130d	0.187c
POTASIO		1.032ab	1.42a	1.170ab	1.410a	0.815b	1.090ab
SODIO		0.302a	0.040b	0.027c	0.010d	0.031bc	0.022c
FOSFORO		0.102bc	0.170a	0.172a	0.167a	0.070c	0.104b
CALCIO	3a.	0.100f	0.412a	0.380b	0.247d	0.320c	0.212e
MAGNESIO		0.170c	0.230b	0.250a	0.130d	0.212b	0.187c
POTASIO		1.032ab	1.42a	1.17ab	0.81b	1.41a	1.090ab
SODIO		0.302a	0.040b	0.027c	0.031bc	0.010d	0.022c
FOSFORO		0.102bc	0.17a	0.172a	0.07c	0.167a	0.104b

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.01$).

cloruro de calcio.

El contenido de calcio fue estadísticamente superior en las épocas 1a. y 3a.. Para magnesio y sodio la 3a. época, fué la mejor al referirnos a potasio y fósforo la 2a. época produjo el valor superior (Cuadro 17).

-Epoca más adecuada para aplicar la dosis de la mezcla de 500 ppm de nitrato y cloruro de calcio.

Los valores promedio superiores para las variables calcio, magnesio, y sodio se obtuvieron en la 3a. época y en el caso de fósforo y potasio en la 2a. época (Cuadro 17).

6.2 Evaluación de los parámetros de calidad firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C y rendimiento.

6.2.1 Resultados Generales.

Los resultados de la evaluación de firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C y peso determinados el día de cosecha se presentan en el Cuadro 18, los de firmeza, sólidos solubles, pH y acidez titulable a las 48 horas de cosecha se presentan en el Cuadro 19.

Los resultados promedio de las evaluaciones realizadas en cosecha, de las variables firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C y rendimiento se presentan en las Figuras 6, 8, 10, 12, 14 y 15 del apéndice.

Los resultados promedio de las evaluaciones realizadas en las variables firmeza, sólidos solubles, pH y acidez titulable a las 48 horas de cosecha se presentan en las Figuras 7, 9, 11, y 13 del

CUADRO 17 COMPARACION DE MEDIAS DE LAS TRES EPOCAS DE APLICACION DENTRO DE CADA DOSIS. LOS FRUTOS DE FRESA FUERON EVALUADOS EL DIA DE COSECHA.

FUENTE	DOSIS	PARAMETRO	E P O C A S		
			1a.	2a.	3a.
CaNO ₃	500 ppm	CALCIO	0.3425b	0.380a	0.350b
		MAGNESIO	0.180c	0.250b	0.257a
		POTASIO	1.300b	1.170c	1.350a
		SODIO	0.059eb	0.0270c	0.066a
		FOSFORO	0.102c	0.172a	0.161b
	250 ppm	CALCIO	0.192c	0.412a	0.240b
		MAGNESIO	0.200c	0.230a	0.210b
		POTASIO	1.200c	1.422a	1.292b
		SODIO	0.020c	0.400a	0.029b
		FOSFORO	0.180a	0.170b	0.100c
CaCl	500 ppm	CALCIO	0.192c	0.412a	0.240b
		MAGNESIO	0.200c	0.230a	0.210b
		POTASIO	1.200c	1.422a	1.292b
		SODIO	0.020c	0.040a	0.029b
		FOSFORO	0.180a	0.170b	0.100c
	250 ppm	CALCIO	0.328a	0.320b	0.370a
		MAGNESIO	0.220b	0.212b	0.260a
		POTASIO	1.120c	1.410a	1.350b
		SODIO	0.0190b	0.0107c	0.041a
		FOSFORO	0.1125c	0.167a	0.147b
MEZCLA	500 ppm	CALCIO	0.328a	0.320b	0.370a
		MAGNESIO	0.220b	0.201b	0.260a
		POTASIO	0.120c	1.410a	1.350b
		SODIO	0.019b	0.0107c	0.041a
		FOSFORO	0.112c	0.167a	0.147b

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$)
 MEZCLA- Se refiere a la dosis de 500 ppm de nitrato y cloruro de calcio.

CUADRO 18 EVALUACION DE SEIS PARAMETROS DE CALIDAD EN FRUTOS DE DE FRESA EN COSECHA.

VARIABLE	FUENTE	DOSIS						
		1a. EPOCA			2a. EPOCA		3a.EPOCA	
		0	250	500	250	500	250	500
FIRMEZA (g) de presión	CaNO3	456.6	466.8	474.1	466.2	481.5	490.7	480.9
	CaCl	456.6	481.6	484.0	454	483	467.5	480.0
	Mezcla	456.6	0.0	462.0	0.0	479	0.0	464.24
SOLIDOS SOLUBLES (.Brix)	CaNO3	8.6	9.6	10.3	9.9	10.0	8.4	9.1
	CaCl	8.6	9.4	9.2	10.34	10.52	10.21	11.03
	Mezcla	8.6	0.0	9.3	0.0	8.7	0.0	9.5
pH	CaNO3	4.2	3.94	4.2	4.04	4.08	4.04	4.2
	CaCl	4.2	3.9	3.92	4	3.92	3.8	3.8
	Mezcla	4.2	0.0	3.95	0.0	3.95	0.0	3.93
ACIDEZ TITULABLE (%)	CaNO3	93.5	85.2	100	64.06	94.1	76.4	79.4
	CaCl	93.5	73.2	85.8	88.5	85.2	85.4	75.2
	Mezcla	93.5	-	78.8	-	79.4	-	71.1
VITAMINA C (mg/ml)	CaNO3	91.06	60.6	87.1	86.9	90.09	90.59	97.25
	CaCl	91.06	163.8	98.28	106.47	84	103.74	80.99
	Mezcla	91.06	0.0	99.3	0.0	98.28	0.0	90.96
PESO (g)	CaNO3	125.4	132.02	114.31	144.84	139.68	134.13	131.86
	CaCl	125.4	114.78	129.56	131.43	136.51	140	120.42
	Mezcla	125.4	0.0	131.11	0.0	130.84	0.0	119.46

Los valores correspondientes a las dosis, se expresan en partes por millón, de las fuentes de fertilización.

CUADRO 19 EVALUACION DE CUATRO PARAMETROS DE CALIDAD EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" A LAS 48 HORAS DE COSECHA. (PESO FRESCO).

VARIABLES	FUENTES	DOSIS						
		1a.EPOCA			2a.EPOCA		3a.EPOCA	
		0	250	500	250	500	250	500
FIRMEZA (g de presión)	CaNO3	326.7	434.3	387.4	408.48	429.2	456.12	441.5
	CaCl	326.7	439.38	461.4	411.5	444.7	422.7	437.06
	MEZCLA	326.7	0.0	411.38	0.0	427.24	0.0	436.98
SOLIDOS SOLUBLES (.Brix)	CaNO3	10.1	10.25	11.25	10.37	11.87	12.87	11.87
	CaCl	10.1	10.5	10.37	10.0	12.87	13.75	12.5
	MEZCLA	10.1	0.0	11.3	0.0	10.12	0.0	10.62
pH	CaNO3	3.2	3.1	3.3	3.5	4.4	3.7	3.6
	CaCl	3.2	3.4	4.4	3.9	3.8	3.5	3.5
	MEZCLA	3.2	0.0	3.6	0.0	3.2	0.0	3.7
ACIDEZ TITULABLE (%)	CaNO3	61.2	86.2	84.3	78.7	81.2	100.0	86.2
	CaCl	61.2	60.0	71.2	52.5	73.7	60.0	76.25
	MEZCLA	61.2	-	77.5	-	67.5	-	68.7

Los valores correspondientes a las dosis, se expresan en partes por millón de las fuentes de fertilización.

apéndice.

Los análisis de varianza (Cuadro 20) detectaron diferencias globales altamente significativas ($\alpha=0.01$) para la variable vitamina C, en las fuentes de variación dosis, época y la combinación de niveles dosis x época; para firmeza y sólidos solubles las diferencias entre las medias de los efectos de los niveles de dosis fueron significativas ($\alpha=0.05$).

Para la evaluación a las 48 horas después de cosecha, los resultados del análisis de varianza (Cuadro 21) indican diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) para las variables pH, acidez titulable y firmeza en el factor dosis y la combinación de niveles dosis x época. Para el factor épocas sólo se observaron diferencias significativas ($\alpha=0.05$) en pH.

6.2.2 Dosis.

Las comparaciones de medias para las dosis (Cuadro 22) cuando la evaluación se realizó en el momento de cosecha, indican que para la variable sólidos solubles y firmeza, el efecto del testigo sólo difirió estadísticamente de la dosis de 500 ppm de cloruro de calcio. Por lo tanto se concluye que las aplicaciones de calcio, durante el desarrollo del fruto de fresa favorecieron incremento de sólidos solubles y la firmeza. Aún cuando no se haya encontrado significancia al correlacionar las variables calcio y sólidos solubles, pero al correlacionar calcio y firmeza se obtuvo alta significancia ($\alpha=0.01$) (Cuadro 34 del capítulo de correlación).

La variable vitamina C mostró su mayor valor medio global en

CUADRO 20 SIGNIFICANCIA DE DOSIS, EPOCAS Y SU INTERACCION EN SEIS PARAMETROS DE CALIDAD EVALUADOS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" EL DIA DE COSECHA.

FUENTE DE VARIACION	PARAMETROS					
	SOLID.SOL.	pH	AC.TIT.	FIRM.	VIT.C	PESO
DOSIS (D)	*	NS	NS	*	**	NS
EPOCA (E)	NS	NS	NS	NS	**	NS
D X E	NS	NS	NS	NS	**	NS
C.V. (%)	15.6	10.93	29.02	6.23	2.94	19.2

*,** significancia al 1% y 5% respectivamente.

NS No significativo.

C.V. - Coeficiente de variación (%).

CUADRO 21 SIGNIFICANCIAS DE DOSIS, EPOCAS Y SU INTERACCION EN CUATRO PARAMETROS DE CALIDAD EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" A LAS 48 HORAS DE COSECHA.

FUENTES DE VARIACION	PARAMETROS			
	SOLID.SOL.	pH	AC.TIT.	FIRMEZA
DOSIS (D)	NS	**	**	**
EPOCA (E)	NS	*	NS	NS
D X E	NS	**	**	**
C.V. (%)	22.57	13.2	24.6	15.10

** Significancia con $\alpha = 0.01$

* Significancia con $\alpha = 0.05$

NS No significativo.

C.V. - Coeficiente de variación (%).

la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio. Las diferencias estadísticas de las dosis en las variables mencionadas, con respecto a las demás indican ser las más adecuadas para incrementar la cantidad de vitamina C, en los frutos de fresa. Es posible que las dosis de nitrato de calcio hayan sido excesivas, si se considera que en la solución nutritiva se agregaron 400 ppm de nitrógeno. En este sentido, Branzanti (1985) también señala que un exceso de nitrógeno produce menor resistencia del fruto, disminución de azúcares y de ácidos.

Para las evaluaciones hechas 48 horas después de cosecha, las pruebas de comparación de medias (Tukey) (Cuadro 23) en la variable pH, muestran que las dosis de 500 ppm de nitrato de calcio, 250 ppm y 500 ppm de cloruro de calcio y la mezcla de 500 ppm de nitrato y cloruro de calcio, son iguales estadísticamente, por lo tanto, en promedio, cualquiera de ellas disminuirá el pH en los frutos de fresa de la misma manera. Resultados similares encontró Aguilar (1989), indicando que las aplicaciones de cloruro de calcio retrasan la madurez en frutos de zarzamora (*Rubus Schideanus*, Steud), propiciando que incremente la acidez, y por lo tanto disminuyendo el pH.

La presencia en el citoplasma de iones sodio y potasio además de la disminución de iones hidrógeno provenientes de la degradación de compuestos orgánicos explica la acidez durante la senescencia (Bidwell, 1976).

El valor general promedio más alto para el parámetro de acidez titulable lo obtuvieron las dosis de 250 ppm y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio y el testigo (Cuadro 23);

CUADRO 22 COMPARACIONES DE MEDIAS (TUKEY) DE EFECTOS DE DOSIS, EN SEIS PARAMETROS DE CALIDAD, EN FRUTOS DE FRESA EVALUADOS EL DÍA DE COSECHA.

VARIABLES	D O S I S (ppm)					
	CaNO ₃		CaCl		MEZCLA	TESTIGO
	500	250	500	250	500	0
SOLIDOS						
SOLUBLES	9.8ab	10.04ab	10.24a	10.01ab	9.17ab	8.607b
pH	4.073a	4.007a	3.913a	3.913a	3.933a	4.240a
ACIDEZ	91.7a	80.0a	80.0a	77.3a	77.05a	91.17a
TITULABLE						
FIRMEZA	477.61ab	476.11ab	483.67a	467.13ab	461.35ab	447.40b
VITAMINA C	91.52c	79.81e	87.31d	124.30a	94.79b	92.77bc
PESO	128.61a	136.99a	128.82a	128.73a	127.14a	152.09a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

CUADRO 23 COMPARACIONES DE MEDIAS ENTRE DOSIS Y CUATRO PARAMETROS DE CALIDAD EVALUADOS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" A LAS 48 HRS. DE COSECHA.

PARAMETROS	D O S I S					
	0	CaNO ₃		CaCl		MEZCLA
		250	500	250	500	500
SOLIDOS						
SOLUBLES	11.33a	10.93a	12.10a	12.03a	10.56a	11.10a
pH	3.57a	3.46ab	3.593a	3.66a	3.573a	3.233b
ACIDEZ						
TITULABLE	84.18a	88.3a	73.75ab	57.5b	71.68ab	61.68b
FIRMEZA	412.41b	433.01a	447.75a	424.53a	425.05a	308.07a

Los valores promedio con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

por lo tanto, se esperaría que aplicando calcio durante el desarrollo de fresa, incrementará el contenido de ácidos. En el caso de firmeza, las pruebas de comparación de medias indican que a excepción del testigo, todas las dosis produjeron efectos estadísticamente iguales, concluyendo que la aplicación de calcio en aspersiones resulta adecuada para incrementar la firmeza de frutos de fresa cv. "Chandler" (Cuadro 23).

6.2.3 Epocas.

En el caso del factor épocas, para evaluaciones al momento de cosecha (Cuadro 24) el mayor valor medio para la variable vitamina C, se presentó en la 1a. época; la diferencia estadística con las otras indica que el momento más adecuado para aplicar calcio a los frutos puede presentarse cuando el fruto ya terminó su crecimiento, con aspersiones diarias, hasta cosecharlo, o a partir de la apertura floral cada 5 días, hasta cosecha. A las 48 horas de cosecha el menor valor promedio lo obtuvieron para el parámetro pH, la 1a. época, considerándose como la más adecuada, para disminuir el pH en frutos de fresa (Cuadro 25).

6.2.4 Combinación de niveles de dosis x época.

Con el fin de determinar qué combinaciones de niveles producían los mejores promedios para los parámetros firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C y rendimiento cuando la evaluación se realizó en cosecha y a las 48 horas, se corrió un análisis de varianza para las 18 combinaciones de dosis y épocas.

Los resultados del análisis de varianza sólo manifestaron

CUADRO 24 COMPARACIONES DE MEDIAS DE EPOCAS, PARA SEIS PARAMETROS DE CALIDAD, EVALUADOS EN FRUTOS DE FRESA EN EL DIA DE COSECHA.

VARIABLES	E P O C A S		
	1	2	3
SOLIDOS SOLUBLES	9.403a	9.677a	9.863a
pH	4.023a	4.04a	3.977a
ACIDEZ TITULABLE	86.93a	84.02a	80.67a
FIRMEZA	470.48a	468.63a	467.52a
VITAMINA C	99.33a	93.02b	92.83b
PESO	128.68a	138.74a	133.77a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

CUADRO 25 COMPARACIONES DE MEDIAS (TUKEY) ENTRE EPOCA Y CUATRO PARAMETROS DE CALIDAD EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" A LAS 48 HORAS DE COSECHA.

PARAMETROS	E P O C A S		
	1	2	3
SOLIDOS SOLUBLES	11.083a	11.067a	11.88a
pH	3.41b	3.506ab	3.606a
ACIDEZ TITULABLE	73.7a	69.56a	75.18a
FIRMEZA	408.56a	404.38a	412.47a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

diferencias significativas ($\alpha=0.01$) entre las medias de vitamina C, cuando las evaluaciones se hicieron en cosecha (Cuadro 26), y el valor promedio global superior, correspondió a la combinación de 250 ppm de cloruro de calcio aplicado en la 1a. época.

El que no se presentaran diferencias significativas entre las variables sólidos solubles, pH, firmeza y peso, posiblemente se deba a que las dosis de nitrato y cloruro de calcio no hayan sido adecuadas para propiciar cambios, pues en algunos experimentos Aguilar (1989), encontró diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles, firmeza y pH al aplicar 3000 ppm de cloruro de calcio a frutos de zarzamora (*Rubus Schideanus*, Steud) en precosecha.

Cuando las evaluaciones se realizaron a las 48 horas de cosecha, el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($\alpha=0.01$) en las variables pH, acidez titulable y firmeza. Las comparaciones de medias se presentan en el (Cuadro 27).

En el caso de pH las combinaciones que presentaron los mayores valores globales fueron 250 ppm de cloruro de calcio en la 1a., 2a. y 3a. épocas, 250 ppm de nitrato de calcio en la 2a. y 3a. épocas, 500 ppm de cloruro de calcio en la 1a., 2a. y 3a. épocas, 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio en la 1a., 2a. y 3a. épocas. Dado que resultaron ser estadísticamente iguales es de esperarse que cualquiera de ellas propiciará incrementos en el pH, en relación a las otras combinaciones.

Los resultados para la variable acidez titulable indican igualdad estadística entre las 16 combinaciones anteriores, lo

CUADRO 26 COMPARACION DE MEDIAS ENTRE LAS COMBINACIONES (DOSIS X EPOCA)
PARA SEIS PARAMETROS DE CALIDAD EVALUADOS EN FRUTOS DE FRESA, EL DIA DE COSECHA.

PARAMETRO	FUENTE	Ø	D O S I S					
			1a. EPOCA		2a. EPOCA		3a. EPOCA	
			250	500	250	500	250	500
SOLIDOS								
SOLUBLES	CaNO ₃	8.60a	9.60a	10.30a	9.90a	10.00a	10.64a	9.10a
	CaCl	8.60a	9.40a	9.20a	10.34a	10.52a	10.30a	11.02a
	Mezcla	8.60a	-	9.32a	-	8.70a	-	9.50a
pH	CaNO ₃	4.24a	3.94a	4.2a	4.04a	4.08a	4.04a	3.94a
	CaCl	4.24a	3.90a	3.92a	4.0a	3.94a	3.84a	3.88a
	Mezcla	4.24a	-	3.94a	-	3.94a	-	3.92a
ACIDEZ								
TITULABLE	CaNO ₃	93.5a	85.2a	100a	64.0a	94.1a	76.4a	79.4a
	CaCl	93.5a	72.3a	85.8a	88.5a	85.2a	85.4a	75.2a
	Mezcla	93.5a	-	78.8a	-	79.4a	-	71.1a
FIRMEZA	CaNO ₃	456.6a	470.92a	466.92a	466.2a	485.04a	491.22a	480.88a
	CaCl	456.6a	480.62a	483a	446.74a	484.09a	474.04a	483a
	Mezcla	456.6a	-	464.82a	-	473.24a	-	464.82a
VITAMINA C	CaNO ₃	92.59deg	60.81i	87.04gh	87.11gh	90.48fg	91.51efg	97.06cde
	CaCl	93.56def	162.8a	95.0def	107.45b	83.92h	107.45b	83.02h
	Mezcla	92.18defg	-	98.09cd	-	95.64def	-	90.65fg
PESO	CaNO ₃	150.47a	132.02a	114.31a	144.84a	139.68a	134.13a	131.86a
	CaCl	149.18a	114.78a	129.56a	131.43a	136.50a	140a	120.42a
	Mezcla	156.78a	-	131.11a	-	130.84a	-	119.47a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

CUADRO 27 COMPARACION DE MEDIAS ENTRE COMBINACIONES (EPOCAS X DOSIS) PARA CUATRO PARAMETROS DE CALIDAD, EVALUADOS EN FRUTOS DE FRESA A LAS 48 HORAS DE COSECHA.

PARAMETROS	FUENTE	0	D O S I S (ppm)						
			1a. EPOCA			2a. EPOCA		3a. EPOCA	
			250	500	250	500	250	500	
SOLIDOS									
SOLUBLES	CaNO ₃	11.40a	10.20a	11.0a	10.30a	11.50a	12.30a	11.50a	
	CaCl	11.70a	10.60a	12.2a	10.60a	12.30a	15.0a	11.80a	
	Mezcla	10.20a	-	11.10a	-	10.10a	-	10.50a	
pH	CaNO ₃	3.25b	3.14b	3.42b	3.52ab	3.52b	3.71ab	3.66b	
	CaCl	3.22b	3.52ab	3.62ab	3.50ab	3.68ab	3.96a	3.48ab	
	Mezcla	3.25b	-	3.54ab	-	3.60ab	-	3.58ab	
ACIDEZ									
TITULABLE	CaNO ₃	63.75ab	86.2ab	85.0ab	78.7ab	81.2ab	100a	86.2ab	
	CaCl	61.20ab	60.0b	71.2ab	52.5b	73.7ab	60.0b	76.2ab	
	Mezcla	60.0b	-	76.5ab	-	70.0ab	-	68.7ab	
FIRMEZA	CaNO ₃	326.70c	434.4a	378.4abc	408.4ab	429.28a	456.12a	428.48a	
	CaCl	305.10c	439.3a	461.48a	411.44ab	461.48a	422.78b	437.06a	
	Mezcla	292.40c	-	410.92ab	-	427.24a	-	436.98a	

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$).

cual sugiere que cualquiera de ellas producirá los mismos incrementos de esta variable, en los frutos de fresa. Las tres combinaciones que produjeron efectos significativamente inferiores fueron 250 ppm de cloruro de calcio en la 1a. y 3a. épocas y el testigo.

Para la variable firmeza, los resultados de la comparación entre las medias de los efectos de las combinaciones indican que todas las que se asocian con aplicaciones de calcio son iguales estadísticamente y difieren de los testigos, por lo que la aplicación de calcio en forma de nitrato o cloruro propiciará incrementos en la firmeza de los frutos de fresa. Resultados estos que son consistentes con los de Poovaiah (1978) y Paliyath et al (1984), en el sentido de que las aplicaciones de calcio usualmente conducen a un incremento en su concentración, pudiendo afectar la estructura y funciones de paredes celulares y membranas, incrementando la firmeza de frutos.

6.2.5 Resultados Específicos.

6.2.6 Interacción de niveles dosis x época.

Por ser de gran importancia cómo se comportan relativamente los parámetros de calidad correspondientes a los niveles de fertilización cuando la aplicación se hace en una época u otra y viceversa, se realizaron las comparaciones que permitieron estudiar dicho comportamiento.

Este tipo de comparaciones resulta ser un excelente medio para estudiar los casos en que la interacción dosis x época resulta ser significativa. Por esta razón se hace énfasis en estos

casos. El análisis se hizo con información correspondiente a evaluaciones que se realizaron en los frutos de fresa al momento de cosecha y 48 horas después de ésta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- Dosis más adecuada para la 1a. época de aplicación:

Cuando la evaluación se realizó en cosecha, la variable pH manifestó igualdad estadística en la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio y el testigo. En virtud de que estas dos medias fueron las superiores y difieren estadísticamente de las demás, resulta que el pH se elevará aún cuando se aplique o no se aplique calcio (Cuadro 28). Para la variable vitamina C la dosis que produjo el mayor valor fué la de 250 ppm de cloruro de calcio (Cuadro 28). Esta media difiere en forma significativa de las demás.

Cuando la evaluación se realizó a las 48 horas de cosecha los efectos de las dosis de 250 ppm y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio, 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio y el testigo resultaron estadísticamente iguales para la variable acidez titulable (Cuadro 29). Para la variable firmeza la dosis de 500 ppm de cloruro de calcio resultó ser la más adecuada (Cuadro 29).

- Dosis más adecuada para la 2a. época de aplicación:

Los resultados específicos para la variable vitamina C de las evaluaciones realizadas en cosecha indican que la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio produjo el valor promedio más alto, al diferir estadísticamente del resto se considera la más adecuada para incrementar el contenido de vitamina C en frutos de fresa.

CUADRO 28 COMPARACION DE MEDIAS DE EFECTOS DE DOSIS DE FERTILIZACION DENTRO DE CADA EPOCA. LA EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE LOS FRUTOS DE FRESA SE HIZO EL DIA DE LA COSECHA.

PARAMETRO	EPOCA	D O S I S					
		TESTIGO	CaN03		CaCl		MEZCLA
			0	250	500	250	
SOLIDOS SOLUBLES	1a.	8.500a	9.600a	10.300a	9.400a	9.200a	9.320a
pH		4.300a	3.940b	4.200a	3.900b	3.920b	3.940b
ACIDEZ							
TITULABLE		94.1a	87.6a	100a	72.3a	85.8a	78.8a
FIRMEZA		455.0a	470.92a	466.92a	480.62a	483.0a	464.8a
VITAMINA C		92.66bc	60.81d	87.04a	162.8a	95.0b	98.09b
PESO		145.35a	132.02a	114.31a	114.7a	129.5a	131.11a
SOLIDOS SOLUBLES	2a.	8.60a	9.900a	10.0a	10.34a	10.52a	8.70a
pH		4.29a	4.04a	4.08a	4.00a	3.94a	3.94a
ACIDEZ							
TITULABLE		93.5a	75.4a	94.1a	75.0a	85.2a	81.17a
FIRMEZA		456.89a	466.2a	485.04a	446.7a	484a	473.2a
VITAMINA C		93.5bc	83.11de	90.48cd	107.45a	83.92e	95.6b
PESO		149.18a	136.5a	139.68a	131.43a	136.5a	130.8a
SOLIDOS SOLUBLES	3a.	8.62a	10.64a	9.10a	10.30a	11.02a	9.50a
pH		4.24a	4.04a	3.94a	3.84a	3.88a	3.92a
ACIDEZ							
TITULABLE		93.5a	76.4a	81.7a	85.8a	75.2a	71.1a
FIRMEZA		429.0a	491.2a	480.8a	474.04a	484.0a	446.0a
VITAMINA C		92.18bc	91.51c	97.06b	102.60a	83.02d	90.65c
PESO		156.7a	134.13a	131.86a	140.0a	120.42a	119.47a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$).

Los resultados para la variable pH, cuando las evaluaciones se realizaron después de 48 horas de cosecha indican que una sola diferencia significativa se presentó: entre el testigo y 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio que produjo la media superior. Esto es, aplicando cualquier dosis cabe esperar un aumento significativo de pH en los frutos de fresa (Cuadro 29).

El parámetro firmeza manifestó una sola diferencia significativa: entre el testigo y 500 ppm de cloruro de calcio, que produjo la media superior. Esto es, aplicando cualquier dosis cabe esperar un aumento significativo de firmeza en los frutos de fresa (Cuadro 29).

-Dosis más adecuada para la 3a. época de aplicación:

En el caso de la variable vitamina C, los resultados obtenidos durante cosecha indicaron que la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio produjo el valor promedio más alto, el cual difirió estadísticamente de los demás considerándose la más adecuada para incrementar el contenido de vitamina C en frutos de fresa (Cuadro 28).

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas a las 48 horas de cosecha, para la variable pH indican que casi todas las dosis excepto el testigo son estadísticamente iguales, por lo tanto cualquier aplicación de calcio en las dosis evaluadas producirá los mismos efectos en los valores de pH en frutos de fresa (Cuadro 29).

- Época más adecuada para la dosis de 500 ppm de nitrato de calcio:

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas en

CUADRO 29 COMPARACION DE MEDIAS (TUKEY) DE TRES EPOCAS DE APLICACION EN PRESENCIA DE CADA DOSIS DE FERTILIZACION. LA EVALUACION DE LOS FRUTOS DE FRESA SE HIZO 48 HORAS DESPUES DE COSECHA.

PARAMETRO	EPOCA	D O S I S					
		TESTIGO	CaNO ₃		CaCl		MEZCLA
		0	250	500	250	500	500
SOLIDOS SOLUBLES	1a.	11.4a	10.20a	11.0a	10.60a	12.20a	11.10a
pH		3.24a	3.14a	3.14a	3.52b	3.62a	3.54a
ACIDEZ							
TITULABLE		63.7ab	86.25a	86.25a	60b	71.2ab	76.2ab
FIRMEZA		326.70c	434.4ab	434.4ab	439.3b	461.4a	410.92ab
SOLIDOS SOLUBLES	2a.	11.75a	10.50a	11.50a	10.50a	12.30a	10.12a
pH		3.23b	3.52ab	3.52ab	3.50ab	3.68a	3.65a
ACIDEZ							
TITULABLE		61.2a	84.3a	81.2a	52.8a	73.7a	65.6a
FIRMEZA		318.45b	417.18a	429.28a	411.4a	444.72a	411.55a
SOLIDOS SOLUBLES	3a.	10.20a	12.30a	15.00a	11.80a	10.50a	10.20a
pH		3.24b	3.72ab	3.96a	3.48ab	3.58ab	3.24b
ACIDEZ							
TITULABLE		60.0a	100a	60.0a	76.2a	68.7a	60.0a
FIRMEZA		430.1ab	460.3a	443.6ab	429.3b	411.2ab	331.5c

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$).

cosecha para la variable pH, indican que los valores promedio más altos corresponden a la 1a. y 2a. época. En el caso de la variable vitamina C, la 3a. época manifestó el valor promedio más alto y al diferir estadísticamente de las demás se considera la más adecuada para incrementar el contenido de vitamina C en frutos de fresa (Cuadro 30).

Los resultados obtenidos a las 48 horas de cosecha no manifestaron diferencias significativas entre épocas con ninguna variable. Posiblemente se requieran niveles mayores de calcio para que sus efectos se prolonguen por más tiempo (Cuadro 31).

-Época más adecuada para la dosis de 250 ppm de nitrato de calcio:

De acuerdo con los resultados obtenidos al momento de cosecha para la variable pH, la 1a. y 2a. épocas manifestaron los mayores valores promedio (Cuadro 30). La variable vitamina C presentó los resultados de valor superior en la 3a. época (Cuadro 30).

Los resultados de las evaluaciones realizadas a las 48 horas de cosecha no manifestaron diferencias para las épocas en ninguna variable (Cuadro 31).

- Época más adecuada para la dosis de 500 ppm de cloruro de calcio:

La variable vitamina C manifestó en los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en cosecha, que la 1a. época posee el valor promedio más alto (Cuadro 30).

De los resultados obtenidos en las épocas más adecuadas para cada dosis de las evaluaciones realizadas a las 48 horas de cosecha, no se manifestaron diferencias entre los valores promedio

CUADRO 30 COMPARACION DE MEDIAS DE SEIS PARAMETROS DE CALIDAD EN FRUTOS DE FRESA EVALUADOS EN TRES EPOCAS DE APLICACION EL DIA DE COSECHA.

FUENTE	DOSIS	PARAMETRO	E P O C A S			
			1a.	2a.	3a.	
CaNO ₃	500 ppm	SOLIDOS SOLUBLES	10.30a	10.0a	9.100a	
		pH	4.20a	4.08ab	3.94b	
		ACIDEZ TITULABLE	100.0a	94.1a	81.7a	
		FIRMEZA	466.92a	485.04a	480.88a	
		VITAMINA C	87.04c	90.48b	97.06a	
		PESO	114.31a	139.68a	131.86a	
		250 ppm	SOLIDOS SOLUBLES	10.30a	10.0a	9.100a
	pH		4.20a	4.08ab	3.940b	
	ACIDEZ TITULABLE		100a	94.1a	81.7a	
	FIRMEZA		466.92a	485.04a	480.88a	
	VITAMINA C		87.04c	90.48b	97.06a	
	PESO		114.31a	139.68a	131.86a	
	CaCl		500 ppm	SOLIDOS SOLUBLES	9.20a	10.52a
		pH		3.92a	3.94a	3.88a
ACIDEZ TITULABLE		85.8a		85.2a	74.3a	
FIRMEZA		483a		484a	484a	
VITAMINA C		95.0a		83.92b	83.02b	
PESO		129.56a		136.50a	120.42a	
250 ppm		SOLIDOS SOLUBLES		9.40a	10.34a	10.30a
		pH	3.90a	4.00a	3.84a	
		ACIDEZ TITULABLE	72.3a	74.1a	85.8a	
		FIRMEZA	480.62a	446.7a	474.04a	
		VITAMINA C	162.84a	107.45b	102.60a	
		PESO	114.78a	131.73a	140.00a	
		MEZCLA 500 ppm	SOLIDOS SOLUBLES	9.320a	8.250a	9.667a
pH			3.940b	4.025a	3.867c	
ACIDEZ TITULABLE	78.8a		83.8a	70.88a		
FIRMEZA	464.82a		474.05a	450.0a		
VITAMINA C	98.096a		96.825a	90.69b		
PESO	131.11a		33.82a	119.37a		

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$).

CUADRO 30 (C O N T I N U A C I O N)

FUENTE	DOSIS	PARAMETROS	E P O C A S		
			1a.	2a.	3a.
	TESTIGO	SOLIDOS			
		SOLUBLES	8.5a	8.6a	8.62a
		pH	4.3a	4.29a	4.24a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	94.1a	93.5a	93.5a
		FIRMEZA	455a	456.3a	429.0a
		VITAMINA C	92.6a	93.5a	92.18a
		PESO	145.3a	149.1a	156.7a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha=0.05$).

específicos (Cuadro 31).

-Época más adecuada para la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio:

De acuerdo con los resultados para la variable vitamina C obtenidos al momento de cosecha, se obtuvo el valor promedio más alto en la 1a. y 3a. épocas, y al diferir estadísticamente de las demás se considera como la más adecuada para incrementar el contenido de vitamina C en frutos de fresa (Cuadro 30).

-Época más adecuada para la dosis de 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio:

La variable pH, manifestó en las evaluaciones realizadas al momento de cosecha que la 2a. época fué la más adecuada, por presentar el valor promedio más alto (Cuadro 30). En el caso de vitamina C, la 1a. y 2a. época resultaron ser estadísticamente iguales, considerándose ambas adecuadas para incrementar el contenido de vitamina C en frutos de fresa (Cuadro 30).

6.3 Coeficientes de correlación.

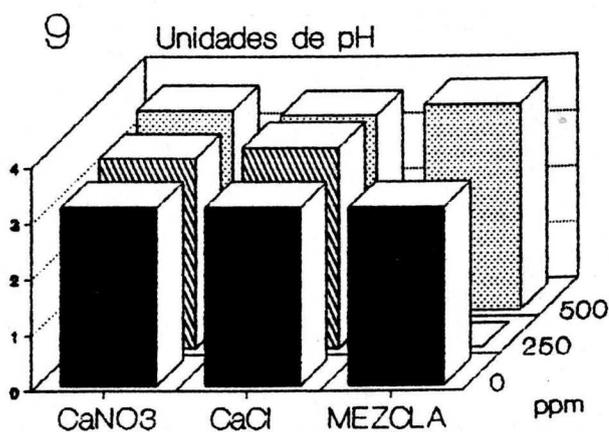
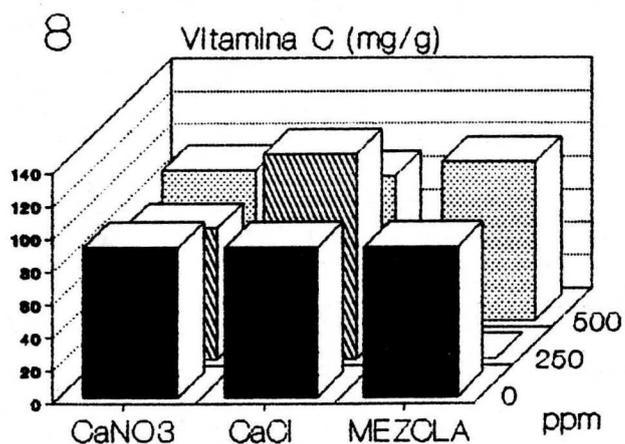
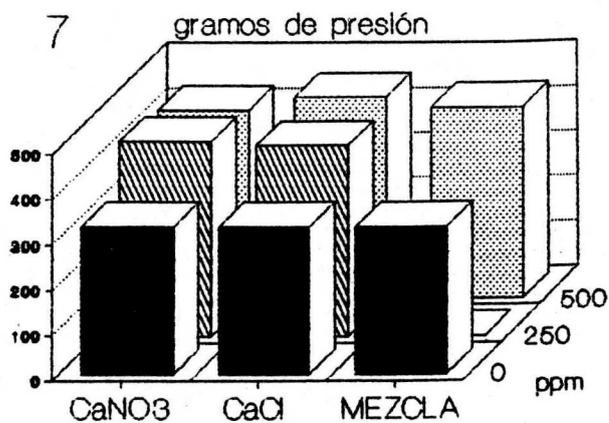
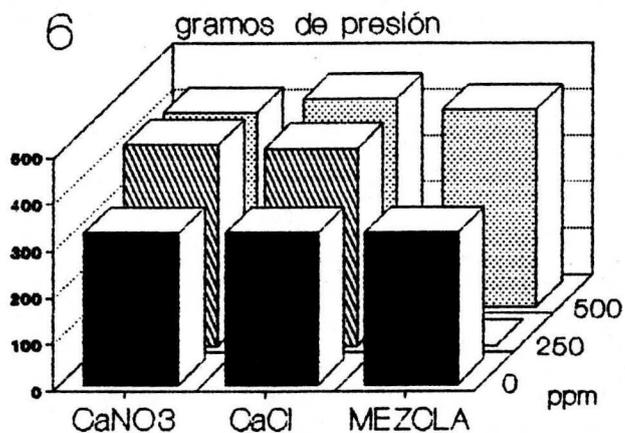
Los resultados de correlación para las variables Ca, Mg, P, K y Na se observan en el Cuadro 32. Correlaciones positivas y altamente significativas ($\alpha = 0.01$) se obtuvieron entre calcio y nitrato de calcio ($r = 0.454$), calcio y cloruro de calcio ($r = 0.355$), calcio y magnesio ($r = 0.656$), calcio y potasio ($r = 0.378$), potasio y magnesio ($r = 0.483$), fósforo y nitrato de calcio ($r = 0.448$).

Los incrementos de calcio relacionados positivamente con otros elementos apoya la idea de Lalatta (1988), quien

CUADRO 31 COMPARACION DE MEDIAS (TUKEY) DE TRES EPOCAS DE APLICACION EN PRESENCIA DE CADA DOSIS DE FERTILIZACION. LA EVALUACION DE LOS FRUTOS DE FRESA SE HIZO 48 HORAS DESPUES DE COSECHA.

FUENTE	DOSIS	PARAMETROS	E P O C A S		
			1a.	2a.	3a.
CaNO ₃	500 ppm	SOLIDOS			
		SOLUBLES	11.00a	11.50a	11.50a
		pH	3.42a	3.66a	3.66a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	85.0a	81.2a	86.2a
		FIRMEZA	378.4a	429.2a	429.4a
	250 ppm	SOLIDOS			
		SOLUBLES	10.20a	10.30a	12.30a
		pH	3.14a	3.72a	3.52a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	86.2a	78.7a	100a
		FIRMEZA	434.4a	408.4a	456.12a
CaCl	500 ppm	SOLIDOS			
		SOLUBLES	12.20a	12.30a	11.80a
		pH	3.62a	3.68a	3.48a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	71.2a	73.7a	75.0a
		FIRMEZA	461.48a	444.72a	437.06a
	250 ppm	SOLIDOS			
		SOLUBLES	10.60a	10.50a	15.0a
		pH	3.52a	3.50a	3.96a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	60.0a	52.5a	60.0a
		FIRMEZA	439.38a	411.44a	422.7a
MEZCLA	500 ppm	SOLIDOS			
		SOLUBLES	11.10a	10.10a	10.50a
		pH	3.54a	3.60a	3.58a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	76.2a	70.0a	68.7a
		FIRMEZA	410.9a	427.24a	436.9a
TESTIGO		SOLIDOS			
		SOLUBLES	11.4a	11.7a	10.2a
		pH	3.2a	3.23a	3.24a
		ACIDEZ			
		TITULABLE	63.7a	61.2a	60a
		FIRMEZA	326.7a	318.4a	430.1a

Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).



Figuras con valores promedio correspondientes a:

6.- firmeza, evaluada en cosecha.

7.- firmeza, evaluada a las 48 horas de cosecha.

8.- vitamina C, evaluada en cosecha.

9.- pH, evaluado a las 48 horas de cosecha.

indica que el calcio junto con otros elementos ejerce una acción de control de los equilibrios iónicos, y participa en numerosas actividades de los tejidos (Maroto y López, 1988).

El magnesio participa en los procesos de absorción y traslocación de fósforo y asimilación de nitrógeno. Junto con el calcio, el magnesio compone las sustancias pécticas (Bianchi, 1986).

Al comparar los fertilizantes empleados en el caso de los incrementos de calcio y fósforo, se observa que el nitrato obtuvo mayor correlación; esto puede deberse a la mejor disponibilidad que presentan los nitratos para ser asimilados.

Las correlaciones negativas con alta significancia de $\alpha=0.01$ (Cuadro 32) ocurrieron entre calcio y sodio ($r=-0.532$), calcio y fósforo ($r=-0.507$), magnesio y fósforo ($r=-0.761$), potasio y fósforo ($r=-0.346$). Las correlaciones negativas y significativas ($\alpha=0.05$) se presentaron entre sodio y cloruro de calcio ($r=-0.281$).

De acuerdo con Ortiz (1984), no todos los cationes tienen igual poder de reemplazamiento. La fuerza de adsorción de un catión depende de su radio iónico, de su carga y de su grado de hidratación. Experimentalmente se ha encontrado que el calcio posee mayor energía de adsorción que el magnesio, potasio y sodio; además el magnesio es portador del fósforo.

Las correlaciones calculadas con información generada en evaluaciones realizadas al momento de cosecha entre las variables calcio, sólidos solubles, firmeza, vitamina C, pH, acidez titulable y rendimiento, se presentan en el Cuadro 33. Una

CUADRO NO. 32 ANALISIS DE CORRELACION UTILIZANDO COEFICIENTE DE PEARSON, EN LA EVALUACION DE NUTRIENTES DE FRUTOS DE FRESA cv. "CHANDLER".

V A R I A B L E S					
	CALCIO	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	FOSFORO
N	0.454** 0.0001	0.400 0.0005	0.056 0.2625	-0.133 0.268	0.448** 0.001
Cl	0.355** 0.002	0.093 0.4361	-0.088 0.4575	-0.281* 0.0167	0.020 0.864
NCl	-0.075 0.5307	0.019 0.734	0.424** 0.0002	-0.179 0.1323	-0.1105 0.357
CALCIO	1.000	0.656** 0.0001	0.378** 0.0010	-0.532** 0.0001	-0.507** 0.0001
MAGNESIO		1.000	0.483** 0.0001	-0.225 0.0571	-0.761** 0.0001
POTASIO			1.000 0.0797	-0.207 0.419	-0.346** 0.002
SODIO				1.000	-0.224 0.058
FOSFORO					1.000

N- nitrato de calcio.

Cl- cloruro de calcio.

NCl- mezcla de nitrato y cloruro de calcio.

** Significancia ($\alpha=0.01$)

correlación positiva y altamente significativa ($\alpha=0.01$) se observó entre calcio y nitrato de calcio ($r=0.448$), calcio y cloruro de calcio ($r=0.346$), en consecuencia se considera al nitrato de calcio como una fuente adecuada para proporcionar calcio al fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch). Calcio y sólidos solubles también mostraron correlación positiva y altamente significativa ($r=0.299$); Ferguson (1984) menciona que el calcio influye en la velocidad de maduración del fruto, ocasionando que la concentración de sólidos solubles se vaya incrementando conforme avanza el tiempo; Walsh et al (1983) indican que en que en frutos de zarzamora (*Rubus Schideanus*, Steud), los sólidos solubles aumentan en proporción al avance en la madurez del fruto.

La correlación positiva y altamente significativa ($\alpha=0.01$) entre calcio y firmeza ($r=0.326$) coincide con Aguilar (1898), Bidwell (1979) y Branzanti (1985), quienes indican que el calcio forma parte de las sustancias pécticas que actúan como material aglutinante, propiciando que los frutos sean más firmes. La correlación altamente significativa entre acidez titulable y pH fué de ($r=0.544$). Al respecto Fantástico (1979) menciona que existe una estrecha relación entre las variables acidez y pH, e indica que conforme avanza la maduración del fruto, el contenido de ácido ascórbico disminuye con otros ácidos orgánicos. Cloruro de calcio y sólidos solubles ($r=0.221$) presentaron correlación positiva y significativa ($\alpha=0.05$).

Las variables que produjeron correlaciones negativas y altamente significativas ($\alpha=0.01$) fueron peso y calcio ($r=0.297$).

CUADRO NO. 33 ANALISIS DE CORRELACION UTILIZANDO COEFICIENTES DE PEARSON EN LA EVALUACION DE PARAMETROS DE CALIDAD DE FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" , EL DIA DE COSECHA.

P A R A M E T R O S

	S.S.	CALCIO	pH	AC.TIT.	FIRMEZA	VIT C	PESO
N	0.099	0.448**	0.059	0.120	0.175	-0.255*	-0.050
	0.351	0.0001	0.57	0.259	0.098	0.015	0.580
Cl	0.221*	-0.346**	-0.158	-0.087	0.197	-0.156	-0.125
	0.036	0.0008	0.135	0.413	0.061	0.141	0.239
NCl	-0.137	-0.086	-0.086	-0.127	0.109	-0.068	-0.114
	0.196	0.416	0.417	0.232	0.303	0.949	0.283
S.S.	1.000	0.299**	-0.121	-0.090	0.077	-0.071	-0.254*
		0.0042	0.255	0.39	0.468	0.455	0.016
CALCIO		1.000	-0.113	-0.098	-0.326**	-0.086	0.297**
			0.243	0.356	0.001	0.41	0.004
pH			1.000	0.544**	-0.138	-0.051	-0.073
				0.0001	0.241	0.632	0.49
AC.TIT.				1.000	0.020	-0.129	-0.185
					0.054	0.222	0.079
FIRMEZA					1.000	0.201	-0.240
						0.844	0.817
VIT.C						1.000	-0.114
							0.283
PESO							1.000

N.- nitrato de calcio.

Cl.- cloruro de calcio.

NCl.- mezcla de nitrato y cloruro de calcio.

S.S.- sólidos solubles.

VIT.C - vitamina C.

AC.TIT.- acidez titulable.

*,** significancia al 5 % y 1 % respectivamente.

Las correlaciones significativas ($\alpha=0.05$) y negativas se obtuvieron entre vitamina C y nitrato de calcio ($r=-0.255$), peso y sólidos solubles ($r=-0.254$) (Cuadro 33). Al referirse al fruto, el tamaño de este se relaciona con el contenido de elementos; en algunas ocasiones un fruto grande presenta pared celular delgada relacionándose con menor cantidad de calcio y un fruto pequeño tiende a acumular mayor cantidad de sólidos solubles.

En las evaluaciones realizadas 48 horas después de cosecha, se obtuvo una correlación positiva y significativa ($\alpha=0.01$), entre calcio y acidez titulable ($r=0.292$). El calcio modifica el sabor del fruto, pues al ser aplicado disminuye la acidez, Aguilar (1989) y Morris et al (1980) encontraron este efecto al aplicar cloruro de calcio a frutos de zarzamora (*Rubus Schideanus*, Steud). Correlaciones positivas y altamente significativas también se encontraron entre cloruro de calcio y pH ($r=0.452$), pH y la mezcla de nitrato y cloruro de calcio ($r=0.338$), pH y firmeza ($r=0.276$), firmeza y cloruro de calcio ($r=0.416$). Entre pH y acidez titulable ($r=0.211$), acidez titulable y la mezcla de nitrato y cloruro de calcio ($r=0.221$), la correlación fue significativa ($\alpha=0.05$) (Cuadro 34). Ahora, las correlaciones entre sólidos solubles y cloruro de calcio ($r=-0.292$), sólidos solubles y la mezcla de nitrato y cloruro de calcio ($r=-0.29$) resultaron ser negativas y altamente significativas ($\alpha=0.01$).

Los resultados anteriores indican que una vez iniciada la senescencia, el calcio sigue influyendo en la cantidad de ácidos en la célula y en la consistencia de los frutos. Aún cuando los procesos degradativos durante este proceso se

CUADRO 34 ANALISIS DE CORRELACION UTILIZANDO COEFICIENTES DE PEARSON, EN LA EVALUACION DE NUTRIENTES DE FRUTOS DE FRESA cv. "CHANDLER" A LAS 48 HRS. DE COSECHA.

N U T R I E N T E S					
	CALCIO	S.S.	pH	AC.TIT.	FIRMEZA
N	0.127 0.231	0.000	-0.0137 0.897	0.249** 0.017	0.029 0.780
Cl	-0.036 0.729	-0.292** 0.005	0.452** 0.0001	0.000	0.416** 0.0001
NCl	0.018 0.077	-0.29** 0.005	0.338** 0.001	0.221 0.036	0.148 0.163
CALCIO	1.000	-0.135 0.020	-0.015 0.882	0.292** 0.005	0.060 0.570
S.S.		1.000	-0.086 0.418	0.091 0.392	-0.026 0.804
pH			1.000	0.211* 0.04	0.276** 0.008
AC.TIT.				1.000	-0.003 0.973
FIRMEZA					1.000

N- nitrato de calcio

Cl- cloruro de calcio.

NCl- mezcla de nitrato y cloruro de calcio.

S.S.- sólidos solubles.

AC.TIT.- acidez titulable.

VIT.C - vitamina C

*,** significancia al 5 % y 1 % respectivamente.

manifiesten.

En el Cuadro 35 se presentan las correlaciones entre todas las variables evaluadas; las que resultaron altamente significativas ($\alpha=0.01$) y significativas ($\alpha=0.05$) se describen a continuación:

La variable calcio, sólo manifestó correlación altamente significativa ($\alpha=0.01$) y positiva con peso ($r=0.447$), al igual que la firmeza y nitrato de calcio ($r=0.46$), coincidiendo con los resultados encontrados por Branzanti (1985). Esta autor menciona que el calcio aplicado como nitrato favorece la resistencia del fruto y la consistencia de la pulpa, e incrementa el contenido de azúcares.

La correlación de vitamina C con pH fue negativa ($r=-0.216$) y significativa ($\alpha=0.05$). De acuerdo con Pantástico (1979), conforme avanza la maduración, el contenido de vitamina C disminuye, junto con otros ácidos, por lo tanto el pH se incrementa.

El valor de la correlación de potasio con pH ($r=0.290$) fué altamente significativa ($\alpha=0.01$), la de potasio y acidez titulable ($r=-0.214$), sólo fué significativa ($\alpha=0.05$). Los datos son consistentes con lo que indica Maroto (1988). Este autor menciona que el potasio afecta la calidad interna de los frutos, pues incrementa la acidez titulable, mientras los sólidos solubles disminuyen.

La correlación entre fósforo y acidez titulable ($r=0.428$), que fué altamente significativa ($\alpha=0.01$), coincide con los resultados de Zuang (1982), al establecer que el fósforo influye

en la acidez de frutos. La correlación entre fósforo y firmeza ($r=-0.240$) resultó significativa ($\alpha=0.05$), la de fósforo y vitamina C ($r=0.420$), que fué altamente significativa ($\alpha=0.01$) es consistente con lo reportado por Landrav y Medina (1939), citados por Pantástico (1979), quienes indican que el fósforo incrementa de manera significativa el contenido de vitamina C en frutos. La correlación entre fósforo y peso ($r=-0.283$), resultó significativa ($\alpha=0.01$), debiendo considerar que las aplicaciones de calcio a frutos de fresa incrementan el contenido de fósforo, pero reducen el peso de estos. Pantástico (1979), indica que la fertilización con fósforo incrementa el peso de frutos.

Las correlaciones significativas entre fósforo y otras variables se explican por ser este elemento un constituyente de las proteínas; cuando la senescencia se manifiesta, éstas se degradan en partículas simples, los aminoácidos, y su acumulación o transformación modifica los niveles de acidez y pH celular.

El peso se correlacionó positiva y significativamente ($\alpha=0.01$) con la mezcla de nitrato y cloruro de calcio ($r=0.40$), y con el calcio ($r=0.447$); y de manera negativa con pH ($r=-0.304$); correlación significativa ($\alpha=0.05$) se observó entre peso y acidez titulable ($r=-0.215$), peso y sodio ($r=-0.18$).

El sodio presentó correlación positiva y altamente significativa con pH ($r=0.423$) y potasio ($r=0.839$). De acuerdo con Bidwell (1976) la presencia de iones sodio y potasio en la célula que en ocasiones provienen de fertilización o son productos de degradación de compuestos orgánicos, explica la acidez y disminución de pH en los frutos.

CUADRO 35 COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES NITRATO DE CALCIO (N), CLORURO DE CALCIO (Cl), MEZCLA DE NITRATO Y CLORURO DE CALCIO (NCl), Ca(CALC.), Mg, K, Na, P, SOLIDOS SOLUBLES (SOLID.), FIRMEZA (FIRM.), ACIDEZ TITULABLE (AC.TIT.), VITAMINA C (VIT.C) Y PESO EVALUADAS EN FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER", EL DIA DE COSECHA.

VARIABLES							
	SOLID.	CALC.	pH	AC.TIT.	FIRM.	VIT. C	PESO
N	-0.11 0.052	-0.141 0.196	0.202 0.063	0.107 0.326	0.463** 0.0001	-0.006 0.949	-0.119 0.275
Cl	0.050 0.64	-0.200 0.066	0.107 0.326	-0.108 0.099	0.016 0.879	-0.040 0.715	-0.146 0.182
NCl	-0.045 0.679	-0.155 0.155	-0.210 0.053	-0.177 0.105	-0.208 0.055	-0.141 0.197	0.404** 0.001
SOLID.	1.000	0.131 0.228	0.007 0.944	-0.204 0.060	-0.221* 0.041	-0.173 0.117	-0.254* 0.018
CALC.		1.000	-0.115 0.291	-0.149 0.172	-0.173 0.112	-0.109 0.317	0.447** 0.001
pH			1.000	0.193 0.076	-0.017 0.874	-0.216* 0.046	-0.304** 0.004
AC.TIT.				1.000	-0.063 0.566	-0.165 0.131	-0.215* 0.050
FIRM.					1.000	0.201 0.064	-0.015 0.887
VIT. C						1.000	-0.117 0.286
PESO							1.000

*** Significancia al 5 % y 1 % respectivamente.

CUADRO 35 (C O N T I N U A C I O N).

	VARIABLES			
	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	FOSFORO
N	-0.029 0.788	-0.165 0.129	-0.126 0.247	-0.198 0.068
Cl	-0.0008 0.993	-0.201 0.064	-0.196 0.741	0.152 0.163
NCl	0.032 0.767	0.071 0.515	-0.101 0.356	-0.003 0.974
SOLID.	-0.011 0.918	-0.187 0.086	-0.108 0.325	-0.148 0.174
Ca	0.108 0.324	0.062 0.570	-0.103 0.344	-0.174 0.119
pH	-0.156 0.151	0.290** 0.007	0.423** 0.001	-0.105 0.335
AC.TIT.	-0.149 0.171	-0.214* 0.049	-0.116 0.288	0.428** 0.001
FIRM.	-0.164 0.132	-0.229* 0.034	-0.109 0.319	-0.240* 0.026
VIT.C	-0.129 0.238	-0.180 0.097	-0.103 0.345	0.420** 0.0001
PESO	0.040 0.715	0.030 0.779	-0.181* 0.095	-0.283** 0.008
Mg	1.000	-0.088 0.419	-0.123 0.260	-0.168 0.122
K		1.000	0.839** 0.0001	-0.057 0.603
Na			1.000	0.059 0.590
P				1.000

*,** significancia al 5 % y 1 % respectivamente.

6.4 Cambios de color y Efecto de Temperatura.

Los frutos de fresa que se trataron con 500 ppm de cloruro de calcio, de acuerdo con las observaciones físicas, fueron menos perecederos, pues a temperatura ambiente (14 - 25 °C) y durante 36 horas mantuvieron un aspecto aceptable en la 1a. y 2a. época.

La temperatura fué un factor que influyó notablemente en el desarrollo de las plantas de fresa y la cosecha de frutos; hubo ocasiones en las que se alcanzaron temperaturas de 50 °C (Cuadro 36). La exposición a temperaturas adversas en cualquiera de sus altos y bajos rangos puede iniciar el comienzo de senescencia presumiblemente como daño estructural o metabólico. La exposición de *Nicotiana* a temperaturas del orden de 50 °C únicamente unos minutos resulta en una aceleración de amarillamiento y degradación de proteínas (Mothes et al, 1964) citado por Bidwell (1976).

Las manifestaciones visuales de senescencia se presentaron gradualmente: Los primeros síntomas se caracterizaron por una disminución en la firmeza de los tejidos del fruto y cambios de color, tendientes al obscurecimiento. Estos cambios según Clijsters (1969) involucran la transición de cloroplastos a cromoplastos. El significado metabólico de la transición es la pérdida potencial de la habilidad para llevar a cabo la fijación fotosintética de CO₂. Al momento de cosechar los frutos de fresa, predominó el color rojo-naranja que pertenece al grupo 34 A de las tablas de Munsell (1941) (Cuadro 37).

Los pigmentos que se almacenan fuera de los cloroplastos juegan un papel importante en los cambios de color del fruto. Los

CUADRO 36. REGISTRO DE TEMPERATURA DENTRO DEL INVERNADERO DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

T E M P E R A T U R A (° C)							
FECHA	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO	FECHA	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO
ABRIL	8	45	27	JULIO	13	35	23
	9	46	28		11	33	24
	11	47	28.5		10	37	25
	12	48	30		14	40	24
	10	46	28		13	38	23
	8.5	45	26		8	39	27
	8	44	27		13	38.5	23
	8.1	43	28		14	43	28
MAYO	8.4	45	28				
	10	46	27				
	9	44	26				
	8	43	25				
	7.5	42	25				
	8	40	23				
	12	39	23.5				
	11	38	28.5				
JUNIO	9	35	20				
	8	32	21				
	10	36	23				
	10	35	27				
	12	38	22				
	13	39	23				
	12	38	23				
	13	40	24				

pigmentos fenólicos solubles en agua y las antocianinas, son las responsables de los colores rojos y azules de muchos frutos. El perargonidin-3-glucósido es un pigmento que proviene de las antocianidinas, y es el responsable del color en la maduración de fresas (Van Buren, 1970).

CUADRO NO. 37 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DOSIS Y EPOCAS EN EL COLOR DE FRUTOS DE FRESA CV. "CHANDLER" .

FUENTE	DOSIS	EPOCAS	VALORES	SIGNIFICADO.	
CaNO ₃	500 ppm	1a.	34 A	GRUPO ROJO - NARANJA	
		2a.	33 A	GRUPO ROJO - NARANJA	
		3a.	34 A	" " "	
	250 ppm	1a.	34 A	" " "	
		2a.	34 A	GRUPO ROJO - NARANJA	
		3a.	34 A	" " "	
	CaCl	500 ppm	1a.	34 A	" " "
			2a.	34 A	GRUPO ROJO - NARANJA
			3a.	34 A	" " "
250 ppm		1a.	34 B	GRUPO ROJO - NARANJA	
		2a.	34 B		
		3a.	34 B		
MEZCLA	500 ppm	1a.	33 A	GRUPO ROJO - NARANJA	
		2a.	34 A		
		3a.	34 A	GRUPO ROJO - NARANJA	
TESTIGO			34 A	GRUPO ROJO - NARANJA	

El significado de los valores, es de acuerdo a las Tablas de Munsell (1941).

VII.- CONCLUSIONES

- 1.- El contenido de calcio se incrementó en los frutos de fresa al aplicar las dosis de 500 ppm de cloruro de calcio en la 1a. época, 500 ppm de nitrato de calcio en la 2a. época y 250 ppm de nitrato de calcio en la 3a. época.
- 2.- La cantidad de magnesio en los frutos de fresa, aumentó al aplicar las dosis de 250 y 500 ppm de cloruro de calcio en la 1a. época, 500 ppm de nitrato de calcio en la 2a. época y 500 ppm de nitrato de calcio en la 3a. época.
- 3.- El elemento potasio manifestó incrementos en el contenido de frutos de fresa, al aplicar las dosis de 250 ppm de cloruro de calcio en la 1a. época; 250 y 500 ppm de nitrato de calcio, 500 ppm de cloruro de calcio y 500 ppm de la mezcla de nitrato y cloruro de calcio aplicadas en la 2a. época. Las dosis más adecuadas en la 3a. época fueron 250 y 500 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio.
- 4.- El contenido de fósforo en frutos de fresa se incrementó al aplicar las dosis de 250 ppm de nitrato de calcio en la 1a. época; 250 y 500 ppm de nitrato de calcio, y 500 ppm de cloruro de calcio en la 2a. época; 250 y 500 ppm de nitrato de calcio y 500 ppm de cloruro de calcio en la 3a. época.
- 5.- La variable sodio presentó incrementos al aplicar las dosis de 500 ppm de nitrato de calcio en la 1a. época; para la 2a. y 3a. épocas, los testigos obtuvieron el valor más alto.
- 6.- La firmeza de los frutos de fresa se incrementó con las aplicaciones de calcio, durante cosecha y manifestó sus efectos luego de 48 horas de cosecha.

- 7.- El contenido de sólidos solubles, fué mayor con respecto al testigo en cosecha.
- 8.- Los valores de pH no fueron afectados por las aplicaciones de calcio al momento de cosecha, sólo 48 horas después de cosecha, con la dosis de 250 ppm de cloruro de calcio aplicada en la 1a. época, que obtuvo el valor más bajo.
- 9.- El contenido de vitamina C, manifestó incrementos, al aplicar las dosis de 250 ppm de cloruro de calcio en la 1a. época; 250 ppm de cloruro de calcio en la 2a. época. y 250 ppm de cloruro de calcio en la 3a. época, durante cosecha.
- 10.- La cantidad de acidez titulable y el peso no presentaron cambios por las aplicaciones de calcio.

VIII.- LITERATURA CITADA

- Adams, C.F. ;M. Richardson, 1977. Nutritive value of foods. USDA. Home and Garden. Bull. no.72. 23 p.
- Aguilar, R.J., 1965. Resultados de la Fertilización Potásica en la producción de café. Boletín Informativo suplemento no. 23 Santa Tecla. El Salvador. 26 p.
- Aguilar, A.I., 1989. La influencia del cloruro de calcio sobre la calidad de frutos de zarzamora "logan". Tesis de maestro en ciencias, centro de fruticultura, colegio de postgraduados, Montecillos, México. 123 p.
- Alvarez, P.G., 1985. La realidad viverista de la fresa en España. I Jornada Europea de la Fresa . Valencia, España . pp. 45-49.
- Anderson, J.M. ; M.J. Cormier, 1987. Calcium dependent regulation of NADkinase in higher plants. Biochem. Biophys. Res Common 84: pp.595-602.
- Anderson, J.F., 1976. Varieties strawberry for Massachussets. Ext. Ser. Massachussets, Fruit. notes.
- Anon, 1974. Fresa empacada e industrializada. Comisión Nacional de Fruticultura, México, Folleto núm. 200 93 p.
- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, período 1989-1990. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 309 p.
- Anuario, 1991. Estadística Básica del Sector Agropecuario. Consejo Nacional Agropecuario, Departamento de Estudios Económicos. 56 p.
- Association Official Analytical Chemist, 1980. Official methods of analysis of association official analytical Chemist. 13 rd.ed. Washington, D.C. pp. 336-371.
- Baldini E., 1963. Indagini sulla fragola: 19 Ritmo di accrescimento delle radici nell' ordinaria coltura. Riv. Ortoflorofrut. Italia. pp. 114-120.
- Barigioni, G., 1970. Prove di pacciamatura della fragola con materiali diversi dal polietilene nero. Atti. SOI «4.Conv. naz. sulla fragola». Cesena. Italia.

- Barrientos, P.F. ,1978. Fresa. Análisis de los recursos genéticos disponibles en México. Tarcicio Cervantes S.(Ed.) Soc. Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp.351-353.
- Barrit ,B.;H. Schawartze C.P., 1973 "Rainer a dual purpose strawberry cv. for the Pacific Northwest". Fruit variety Journ. pp.415-422.
- Beevers, L., 1978. Senescence . Plant Physiol pp.44-170.
- Bangerth, F., 1979. Calcium-related Physiological disorders of plants. Ann. REv. Phytopatol. 17:97-122.
- Ben-Yehosua, S., 1970. Improving handling practices to delay the rate of deterioration of strawberry fruit. Proc 18th.Int.Hort. Cong.pp. 68-71.
- Bianchi, P., 1986. El cultivo moderno del fresal. Ed. de Vechhi, Barcelona, España.
- Bidwell, R.G.S., 1976. Fisiología vegetal 2da. Edición AGT Editor 784 p., México.
- Boyce, B.R.; D.L.. Matlock, 1966. Strawberry nutrition in Fruit Nutrition Childers Editor. Horticultural Publications, pp.518-548.
- Bradfield, E.G.; C.G. Guttridge , 1979. The dependence of calcium transport and leaf tip burn in strawberry on relative humidity and nutrient solution concentration Ann. Bo. 43: 363-372.
- Bramlage, W. J.; M. Brake ; J.H. Baker, 1974. Relathion ships of calcium content to respiration and postharvest condition of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 376-378.
- Branzanti ,E.C.,1989. La Fresa. Ediciones Mundi Prensa, Mdrid, España. 118 p.
- Breen, P.J. ; C. Gilbert , 1987.Low pollen production as a cause of fruit malformation in strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 :56-60.
- Buren,J.P.; N.H. Peck, 1963. Effect of Ca levelling solution on quality of snap bean pods. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82, 316 p.

- Ceponis, M.S.; R.A. Capellini ; G.W. Lighthner, 1987. Disorders in sweet cherry . Proc.Amer- Soc. Hort.Sci. 82,316 p.
- Chapman, H.D, 1966. Calcium. en: "Diagnostic criteria for plants and soil" ed. by H.D. Chapman, University of California Press Berkeley. pp. 65-93.
- Chéour,F ; C. Willemont; J. Arul; J. Makhout; Y, Desjardins,1991. Postharvest Response of two strawberry cultivars to Foliar Application of CaCl_2 . HortScience 26:1186-1188.
- Cheung, W.Y.,1982. Calcium and cell function. vol. II, p.429. Academic. Press New York.
- Chukhlyaev, I.; I. Shakhova ; Z.I. Golubeva, 1974. Vertical cultivation of strawberries,M.Institut Nechernozemnoi Polozy, URSS, Sadovodtvo, No. 10 pp. 35-36.
- Clijsters, H. 1969, Qual. Plant. Mater. Veg., 19, pp. 129-149.
- Coombe, B.G., 1966. "Post Harvest Physiology of Fruits". Ann. Rev. Plant. Physiol. 17:459-480.
- Darrow, G.M., 1966. The strawberry 1st. Ed. Holt Rinchart and Winston. New York, 447 p.
- Devlin, R.M., 1976. Fisiología Vegetal. 3a. Ed. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España pp. 304-309.
- Dieter, P.; D.Marme, 1980. Ca^{++} transport in mitrocondrial and microsomal fractions from higher plants. Planta 150: 1 - 8.
- Drover, D.P., 1973. The effect of porosity and nutriment solution concentration on cation composition root cation capacities of two cultivars os *Fragaria*, Com. Soil Sci. Pl. Anal.,4 :251-258.
- Durner, E.F.; D.G. Garden; E.B. Himelrick, 1984.Poling Photoperiod and temperature effects on flower and runnerrunner development in day neutral, junebearing, and everbearing strawberries. J. Amer. Soc.Hort. Sci. 111 :53-56.
- Durner, E.F.; E.B. Poling; A.Albregts, 1986. Early season yield responses of selected strawberry cultivars to photo-period,and chilling in florida winter production

- system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:53-56.
- Espinoza, R.P., 1993. Comunicación Personal. Profesor del Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ferguson, I.B., 1979. The movement of calcium in non vascular tissue of plants. Common. Soil.Sci. Plant. Anal. 10: 217-224.
- Ferguson, I.B.; L. Watkins ; J.E. Herman, 1983. Inhibition by calcium of senescence of detaches cucumber cotyledons. Effect on ethylene and hydroperoxide production. Plant Physiol 71:182-86.
- Ferguson, I.B., 1984. Calcium in Plant senescence and fruits ripening. Plant cell an Environment. 7:477-489.
- Fiereband, J. ; M. Mikus , 1977. Ocurrence of a high temperature sensitivity of chloroplasts ribosome formation in several higher plants. Plant. Physiol. 59:863-867.
- Firtz, D.; N.Reuff , 1970. Effect of the form and quality of nitrogen fertilization on the contennt of oxalic acid and other constitutents of spinach. Proc. 18 th Int. Hort.Cong. 1,147.p
- Folquer, F., 1986. La frutilla de fresa. Estudio de la planta y su producción comercial. Hemisferio Sur. Buenos Aires.150 p.
- García ,E.,1981. Climatología. Instituto de Geografía de la UNAM. México. 153 p.
- García, S.M.L.,1991. Evaluación del proceso de senescencia en pencas jóvenes de nopal (*Opuntia ficus indica, Mill*). Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 75 p.
- Guminska,T.,1976. The hidroponic culture of plants. USDA ; USA. 190 p.
- Gutride , C.G.;H.M. Anderson , 1974. Malformation in strawberries Hort.Sci. 81:921-922.
- Haller, M.H.; D.H. Rose ; P.H. Harding, 1941. Studies on the respiration of strawberry and raspberry fruits. USDA Circ. No. 613. 60 p.
- Hanger,B,C, 1979. The movement of calcium in plants. Commun. Soil. Sci. Plant Anal.10:171-193.

- Hanssen, E. 1966. "Post Harvest Physiology of Fruits". Ann. Rev. Plant Physiol. 17:459-480.
- Hanson, J.B., 1983. The roles of calcium in plant growth, pl-24
In: D.D.Randall, D.G. Blevins and R. Larson
(eds.).Current topics in plant biochemistry and
Physiology vol.1 Univ. of Missouri, Columbia. 206 p.
- Harvey , J.M., 1982, CO₂ Atmospheres for tuck shipments of
strawberries.In:Controlled atmospheres for storage
and transport of perishable agricultural commondities
D.G. Richardson and Mehervock (Eds.), Timber
Press, Beaverton, Oregon pp. 359-365.
- Höll, H. 1977. "Fruit ripening". Plant Research and development.
Inst.Wissenschaft. Zusammenarbert (Tübingen) vol. 5
78 p.
- Inaba, A.; T. Ito ; R. Nakamura, 1977. Sugar and organics acid
contents in strawberry fruit under different cultural
conditions. Hort. Abstr. Vol.8 no.50:37-42.
- Irving, L. E., 1985. Effect of calcium on ripening, respiratory
rate, ethylene production, and quality of avocado
fruits.95 Amer. Soc. Hort. Sci. 110 :145-148.
- Johanson,F.,1980. "Hunger" in strawberries. Published by the
author, 2703 5th St., Everett, W A. 32 pp.
- Jiménez,V.M., 1992. Comportamiento de la fresa (*Fragaria*
x ananassa,Duch.) intercalada en un huerto de ciruelo
(*Prunus salicina ,Lind.*) establecida en
diferentes densidades de plantación en Montecillos,
México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de
Postgraduados. Centro de Fruticultura. 74 p
- Jones, H.G.; K.H. Higgs ; T.J. Samuelson., 1986. Calcium uptake
by developing apple fruits. III. Additional studies
on fruits calcium balance J.Hortic.Sci. 61:171-79.
- Juárez, H.M.J., 1988. Desarrollo del cultivo de fresa
(*Fragaria x ananassa, Duch.*) en hidroponia a partir
de plantas propagadas in vitro. Tesis de Maestría en
ciencias,especialidad de edafología. Colegio de
Postgraduados , Montecillos, México. 139 p.

- Juscafresca, B.; L. Ibar , 1987. Fresas y fresones. Biblioteca Agrícola Aedos. Editorial Aedos. Barcelona España. 171 p.
- Kader, A.A.; R.F. Kasmire; F.G. Mitchell; M.S. Reid; N.F. Sommer, and J.F. Thompson, 1985. Postharvest technology of horticultural crops. Univ. Calif. Div. Agric. and Nat. Resources, Special Publication 3311, 192 p.
- Kertesz, Z.I, 1951. The Pectic Substances. Interscience Publishers, Inc., New York.
- Lalatta, F., 1988. Fertilización de árboles frutales. 1a. Ed. Ediciones CEAC, S.A., Barcelona, España pp. 10-27.
- Lee, J.S.; T.S. Mulkey ; M.D. Evans, 1983. Reversible loss of gravitropic sensitivity in maize roots after top applications of calcium chelators. Science 220:1375 - 1376.
- Locasio, S.J. ; F.G. Martin, 1985. Nitrogen source and application timing for trickle irrigated strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. pp.829-823.
- Lutz, J.M.; M. Reonier J.K. ; B. Walters , 1949. Cracking and keeping quality of "Porto Rico" Sweet Potatoes as influenced by rate of fertilizers nitrogen ratio, lime and borax. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. pp.54-407.
- Maas, J.L. ; H. M. Cathey, 1987. Photomorphogenic Responses of Strawberry to Photoperiodic and Photosynthetic Radiation J.Amer. Soc. Hort. Sci. 112 :125-130.
- Makus, D.J. ; J.R. Morris , 1989. Influence of soil and foliar applied calcium on strawberry fruit nutrients and post-harvest quality. Acta Horticulturae 265. Strawberry Symposium. pp. 814-819.
- Marme, D., 1982. The role of Ca^{++} in signal transduction of higher plant . Plant growth substances Academic Press, New York. pp. 419-423.
- Maroto, J.V. , 1983. Precocidad y productividad en el cultivo del fresón , 1983. Horticultura, no.11: 33-42.
- Maroto, J.V. ; G.López , 1988. Producción de fresas y fresones. Ediciones Mundi-Prensa . España. 119 p.

- Maroto J.V., 1986. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensas 2a. edición . Madrid. 290 p.
- Massantini, F. ,1970. La fragola in coltura idroponica. Atti SOI «4^a Conv. naz. sulla fragolla», Cesena, Italia. 112 p.
- Maynard, D.H.; B. Gersten; E.F. Vlach; H.F. Vernell , 1963. The influence of plants maturity and calcium level on the occurrence of carrot cavity spot. Proc. Amer.Soc. Hort. Sci. 83, 506 p.
- Mitchell, F.G.; E.C. Maxie ; A.S. Greathead, 1966. Handling Strawberries for fresh market.Univ. Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 527.
- Mitchell, F.G.; E.C. Maxie ; S. Greathed , 1964. Handling strawberries for fresh market. Calif. Agr. Ext. Serv. Circ.527.
- Morard, P.,1984. Nutrition control of strawberries hydroponically grown in vertical columns using percolate analysis ISSOC Proc. Sixth Int. Congr. Soilles Cult. pp.393-400.
- Morris, J.R.;A.A. Kattan; G.S. Nelson; D.L. Cawthon, 1978. Developing a mechanized system for production harvesting and handling of strawberry. Hort.Sci. 17: pp.43-45.
- Morris, J.R.; D.L. Cawthon; G.S. Nelson ; P.E. Cooper, 1980. Effects of preharvest calcium sprays and postharvest holding on firmness and quality of machine harvested blackberries. Hort. Sci. 15:33-34.
- Munsell ,1966. Royal Horticultural Society London. Colour Chart by Royal Horticultural Society London 29 p. (202 tables of colours).
- Muto ,A. ; L.Miyachim, 1977. Properties of a protein activation of NADkinase from plants. Plant. Physiol 59: 55-60.
- Nelmes, B.J. ; R.D.Preston , 1968. Wall development in apple fruit; A study of the life history of a parenchyma cell. J. Expt. Bot. 19, 496 p.
- Neal, G.E. ,1965. Changes occurring in the cell walls of strawberries during ripening. J. Sci. Food Agric. 16, 604 p.

- Okasha, K.A.; R. Helal; A.R. Nassar; F.S. El-Abbassy; M.E. Shaaban, 1986. Di-and-tri-carboxylic acids in ripe strawberry fruits as a parameter for distinguishing different cultivars. Hort Science, vol 2. 21:0091.
- Ortiz, V. B. ; S.A. Ortiz, 1984. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. 4a. Edición. Chapingo, México. 374 p.
- Ourecky, D.K.; M.C. Bourne, 1968. Measurement of strawberry texture with an Instron machine. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93:318-325.
- Paliyath, G.; B.W. Poovaiah; G.R. Munsike ; J.A. Magnuson, 1984. Membrane Fluidity in senescing apples: Effects of temperature and calcium. Plant and Cell Physiol 25:1083-1087.
- Pantástico, E.R.E., 1979. Fisiología de postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales Edit. Continental E. A, México, pp. 77-157.
- Pérez, A.J.L., 1979. Cultivo de fresas. Ministerio de Agricultura Madrid. 86 p.
- Pointing, E., 1943. Ind. Eng. Chem., Analysis. Ed. 15, 389 p.
- Poovaiah, B.W. ; R.C. Leopold, 1978. Deferral of leaf senescence with calcium. Plant Physiol. 52:236-239.
- Poovaiah, B.W., 1985. Role of calcium and calmodulin in Plant growth and development Hort.Science., vol 20 pp.347-352.
- Ravanel, P.; M.Tissut, 1978. Croissance et développement du fraisier induction florale et dates de production. Bulletin petits fruits. INRA ANPPF INVULFLEC. no.13.
- Rhodes, M.J.C., 1980. The maturation and Ripening of fruits. Plant Physiol 8:158-204 p.
- Risser, G., 1979. La cycle physiologique annuel du fraisier, 1979. PHM, no. 196: 37-40.
- Rodríguez, R.F., 1993. Aspectos de Nutrición y la Fertilización del cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa, Duch*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rojas, G.M. ; M. Rovalo , 1985. Fisiología Vegetal Aplicada.

Editorial Mc Graw Hill, México 302 p.

- Roux, S.J.; R.D. Slocum, 1982. Role of calcium in mediating cellular functions important for growth and development in higher plants. Academic Press New York pp.409-453.
- Rovalo, M., 1985. Fisiología Vegetal Aplicada. Mc Graw Hill, México. 302 p.
- Sacher, J.A., 1967. Studies of permeability, RNA and protein turnover during ageing of fruit and leaf tissues. Symp.Soc. Expt. Biol. 21, 262 p.
- Sánchez, C. F., 1982. "Hidroponia": Una alternativa para la producción de plantas. Ponencias presentada en el seminario sobre Ecotecnología para el desarrollo de México. Febrero, 1982, México.D.F. (Mimeógrafo 33 p.).
- Sánchez, C.F.; R. Escalante, 1988. Hidroponia. Principios y métodos de cultivo. C. Patronato Universitario de la UACH, México. 194 p.
- Sharples, R.D.; D.S. Johnson, 1977. The influence of calcium on senescence changes in apple. Ann. App. Biol. 85:450-53.
- Shoemaker, J., 1978. Small fruit culture. 5th. Ed. The Avid Publishing Co. Inc. Westport, Conn. 3357 p.
- Sistrunk, W.A., 1963. Field conditions and processing practices relating to frozen strawberry quality. Proc.Amer.Soc. Hort. Sci. 83, 440 p.
- Smeets, L., 1980. Effect of temperature and day length on flower initiation and runner formation in two everbearing strawberry cultivars, 1980. Scientia Horticulturae, vol. 12: 19-26.
- Tesi, R., 1980. Colture protette. Edagricole. Bologna. 207 p.
- Thomas, H.; J.L. Stoodart, 1980. Leaf senescence. Plant. Physiol. 34:81-111.
- Tropea, M. 1976. La fragola in coltura idropónica verticale Atti Inc.sor. « Problemi e prospettive della fragolicoltura », Cesena, Italia. 86 p.
- Uldrich, A.; M.A. Mostafa; W.W. Allen, 1980. Strawberry

- deficiencies Symptoms: A visual and plant analysis guide to fertilization. University of California. Division of Agricultural Sciences, Berkeley, 58 p.
- UNPH, 1977. Normas Norteamericanas de calidad para la fresa. Publicación editada por la Unión Nacional de Productores de Hortalizas. Area Técnica Comercial, México. 5 p.
- Van Buren, J., 1970. The Biochemistry of fruits and their products, Vol. I Academic Press, London, pp. 269-304.
- Veluthambi, K. ; B.W.Poovaiah, 1984. Calcium promoted protein phosphorylation in plants. Science 223: 167-169.
- Voth, V. 1980. The cultivation of strawberries using drip irrigation in California. Plasticulture no.29:15-20.
- Walsh, C.S.; J. Popenoe; T. Solomos, 1983. Thornelss blackberry is a climateric fruit. Hort. Sci. 18:482-483.
- Weaver, R.J., 1975. Substancias reguladoras de crecimiento de las plantas en la agricultura . Trillas, México.
- Wilcox, G.E.; J.E. Hoff ; C.M. Jones, 1973. Ammonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence in incidence of blossom and influence on incidence of blossom and rot to tissue fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 86-89.
- Wilkinson, B.G., 1970. Mineral composition of apples in relation to storage disorders, Proc. 18 th Int. Hort. Cong. Abst. 1, pp. 7-11.
- Wills, R.H.H.; T.H. Lee; D.Graham; W.B.Mc Glason ; G. Hall ,1981. Postharvest. An introduction to the physiology and and handling of fruit and vegetables. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn. 93 p.
- Yahia, E.M., 1992. Manejo Postcosecha de frutos pequeños. Fisiología y Tecnología de Postcosecha de productos Hortícolas. Ed. Limusa. pp. 182-188.
- Zuang, H., 1982. La fertilisation des cultures légumieres. CTIFL. 154 p.

IX.- A P E N D I C E

CUADRO 3. FUNCION DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES (Ortiz, 1984 ;
Branzanti, 1989).

ELEMENTO	F U N C I O N
Nitrógeno	Forma parte de las proteínas y la clorofila. Imparte un color verde oscuro a las plantas. Promueve el desarrollo de hojas y tallos.
Fósforo	Constituyente de ácidos nucleicos, la fitina y fosfolípidos. Propicia la formación de primordia para las partes reproductivas de la planta, en sus primeras etapas de desarrollo. Estimula el desarrollo radicular. Produce la madurez temprana de los cultivos. Estimula la floración y ayuda en la formación de semillas. Activa el rhizobium en leguminosas.
Potasio	Imparte mayor vigor y resistencia a las enfermedades de las plantas. Aumenta la fuerza y rigidez en cereales, en rastrojo. Esencial en transferencia y formación de almidón y azúcares. Acelera la acción de enzimas.
Calcio	Constituyente de la pared celular. Promueve el desarrollo de raíces. Neutraliza ácidos orgánicos. Afecta la absorción de otros nutrientes, en particular N.
Magnesio	Constituyente de la clorofila. Portador de P en la planta. Trasloca almidones.
Boro	Se relaciona con la absorción de Ca. Conserva al calcio soluble.

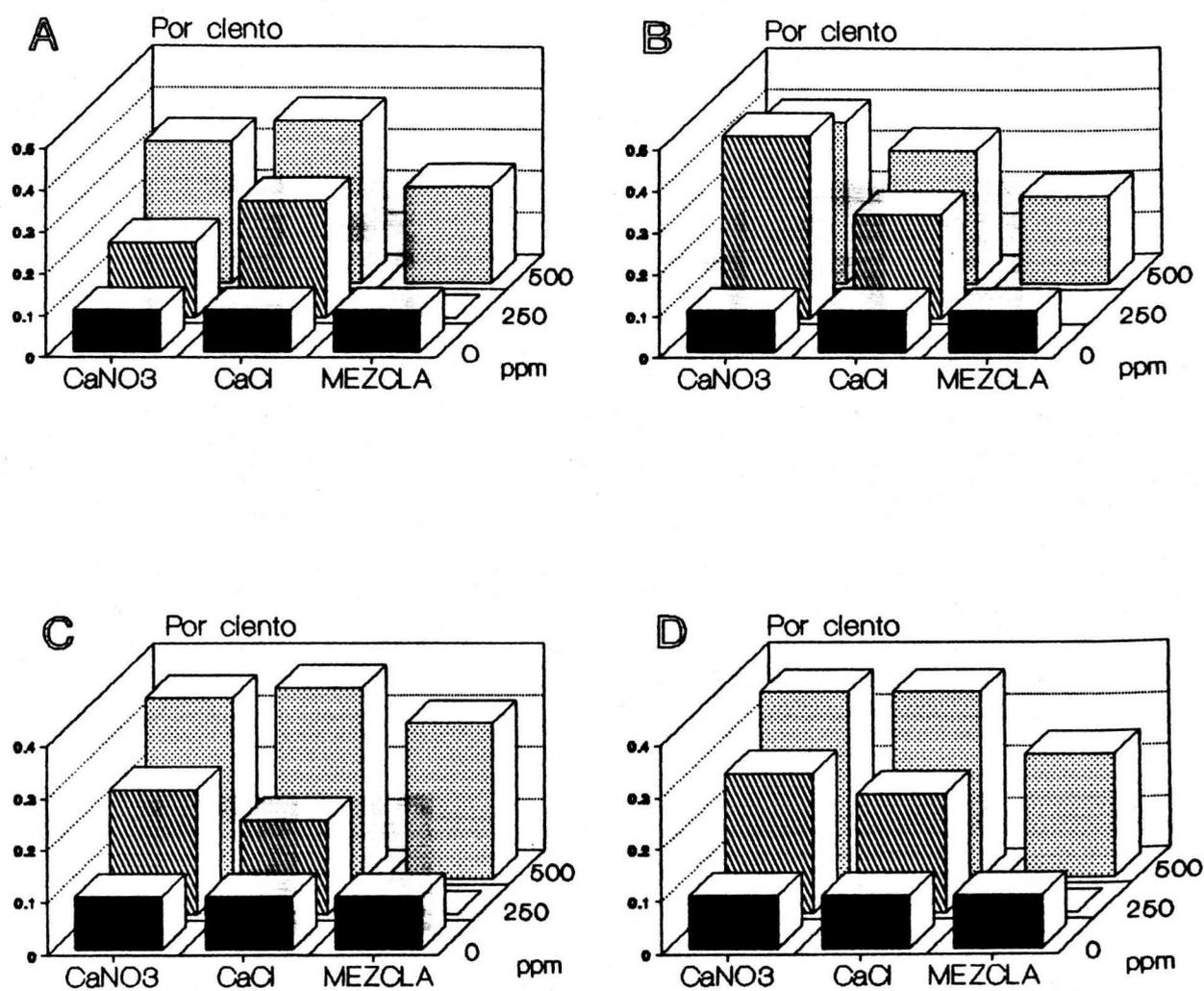


Figura 1. Contenido de calcio (%) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

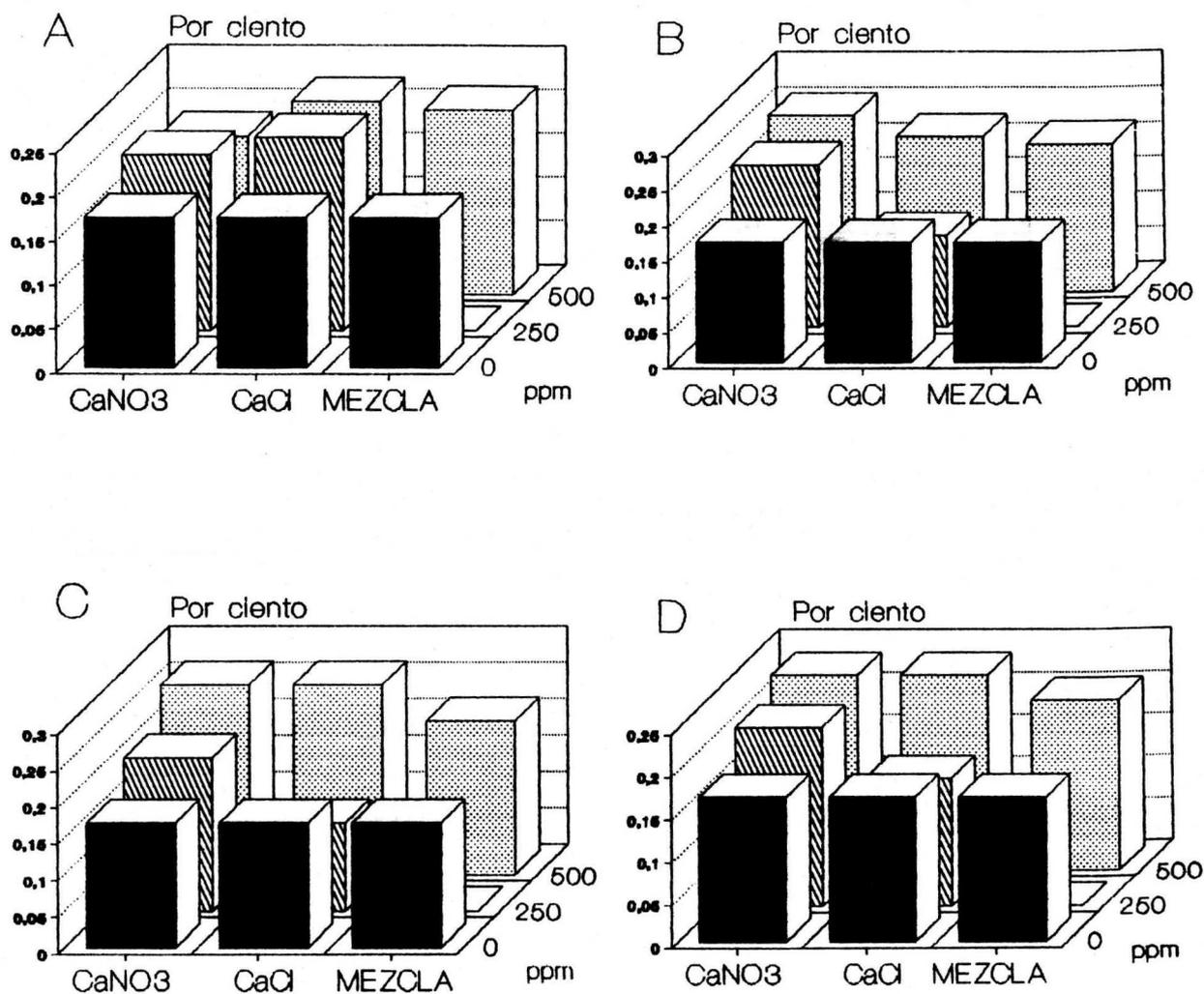


Figura 2. Contenido de magnesio (%) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

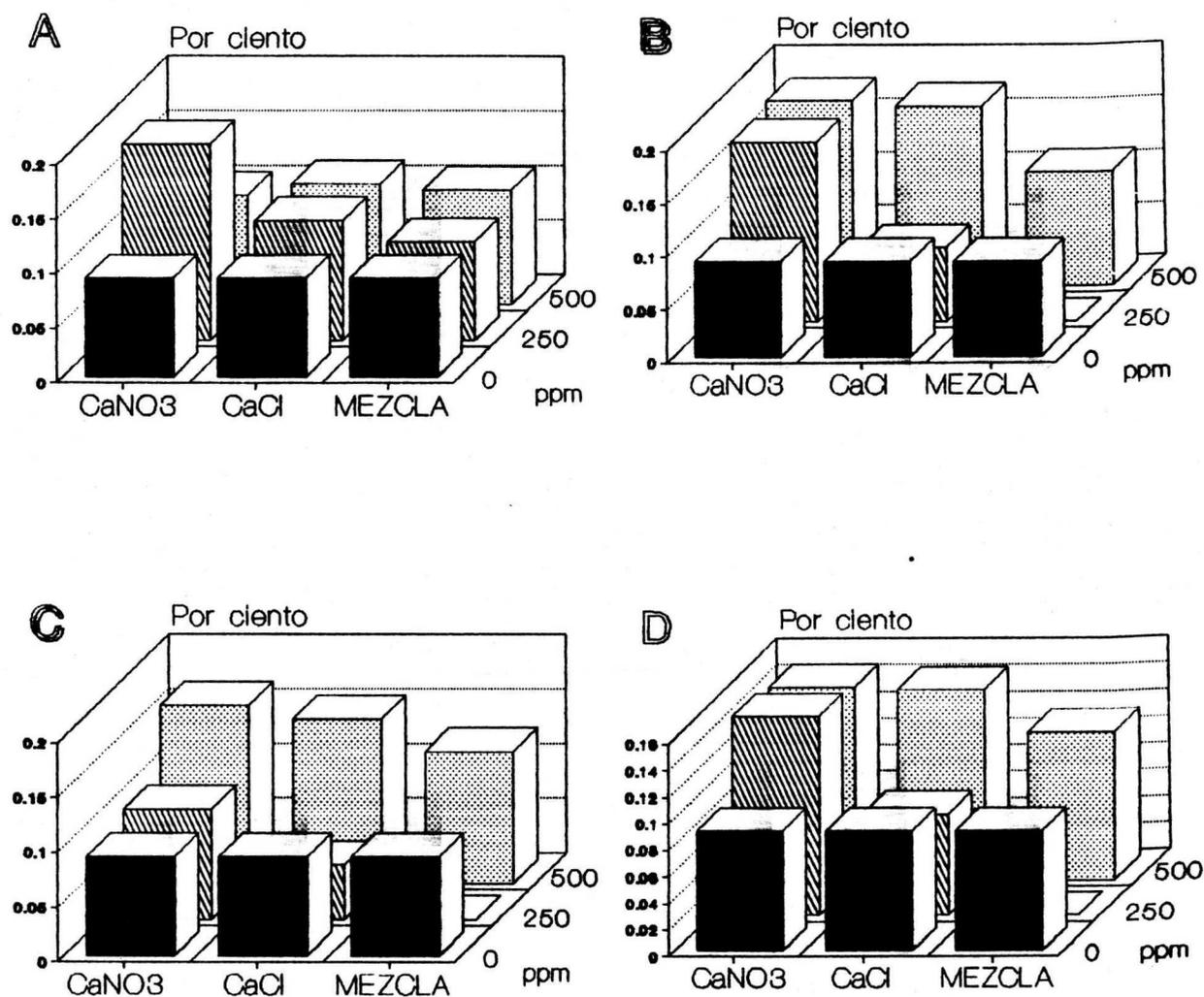


Figura 3. Contenido de fósforo (%) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primera época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

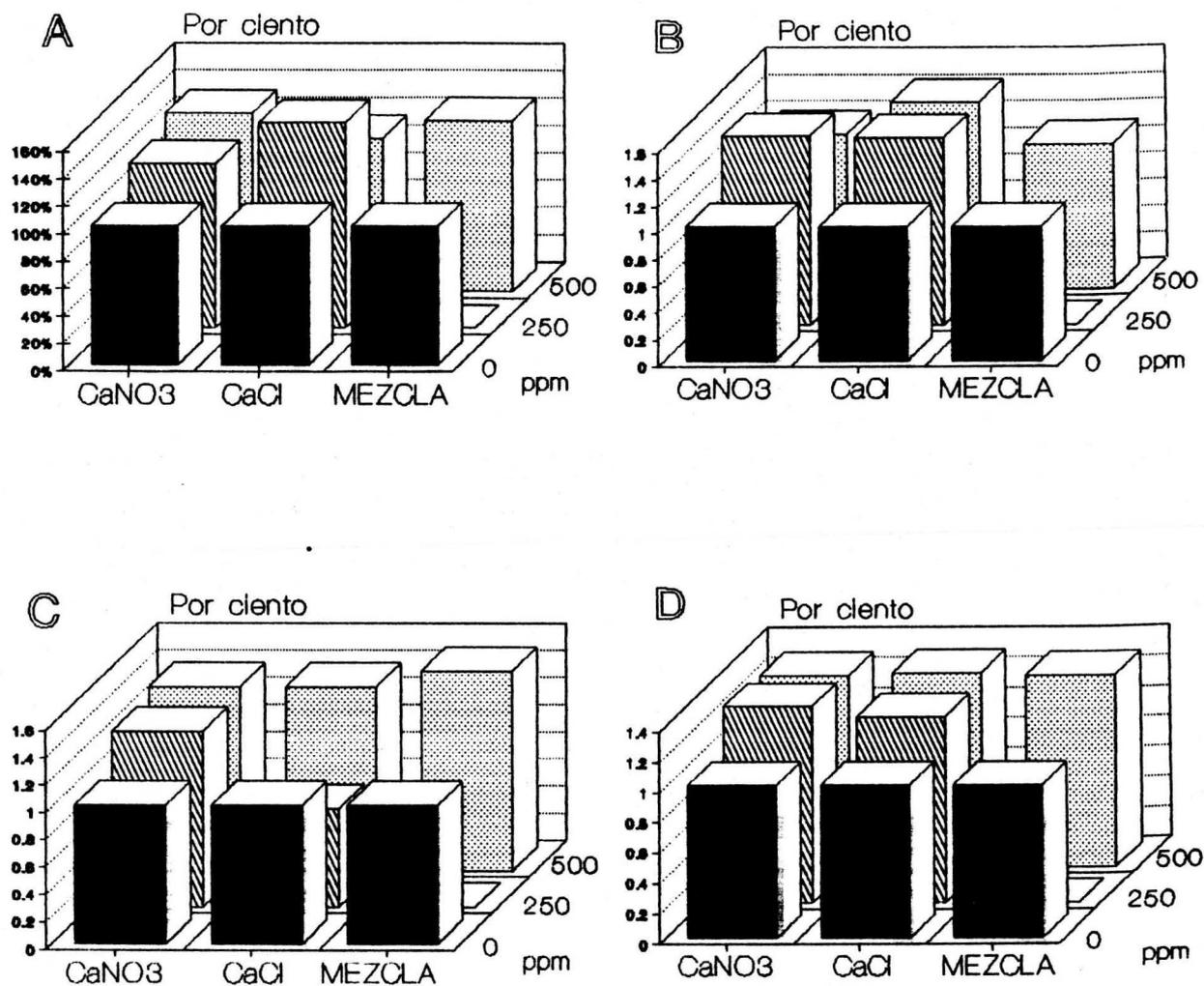


Figura 4. Contenido de potasio (%) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

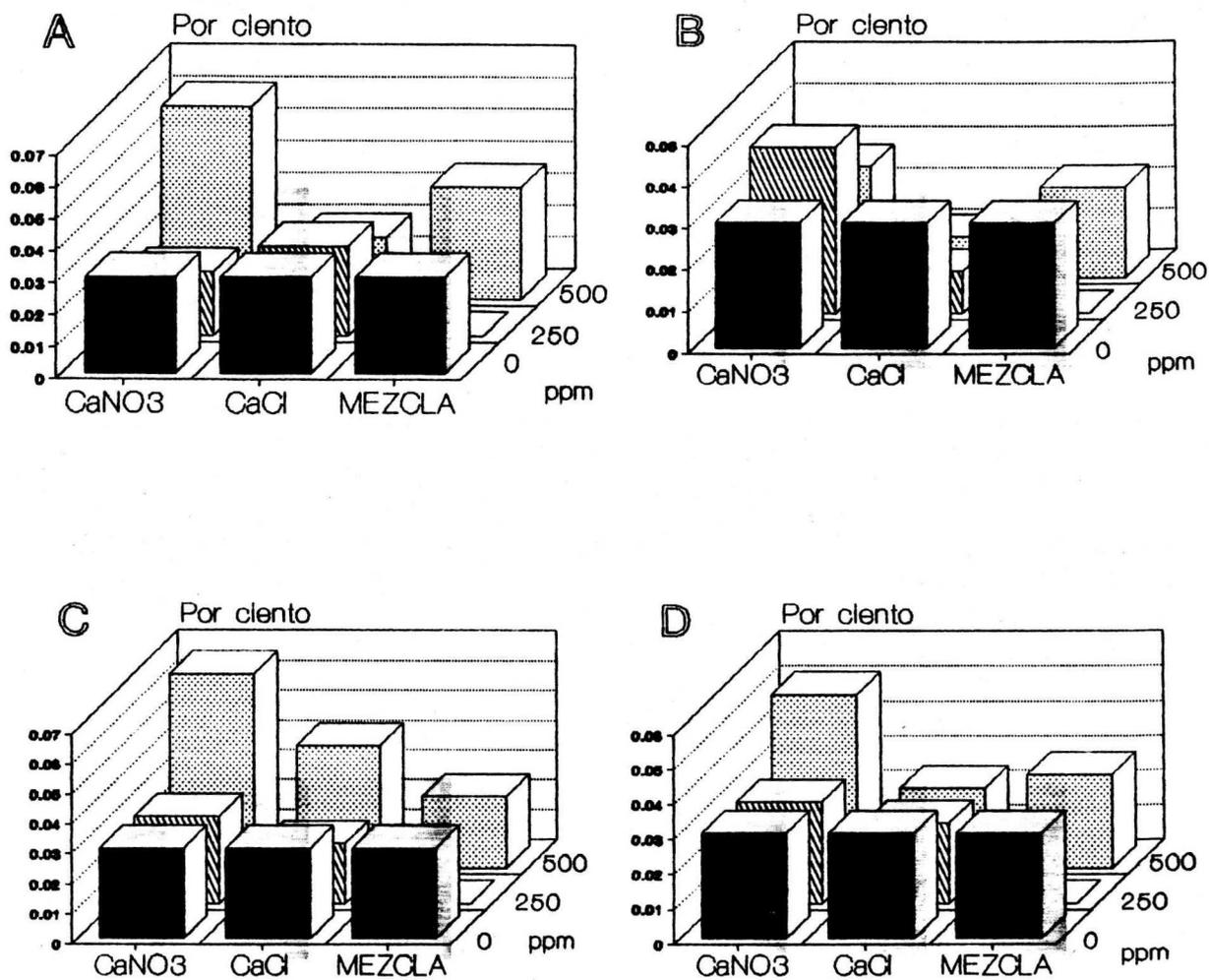


Figura 5. Contenido de sodio (%) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

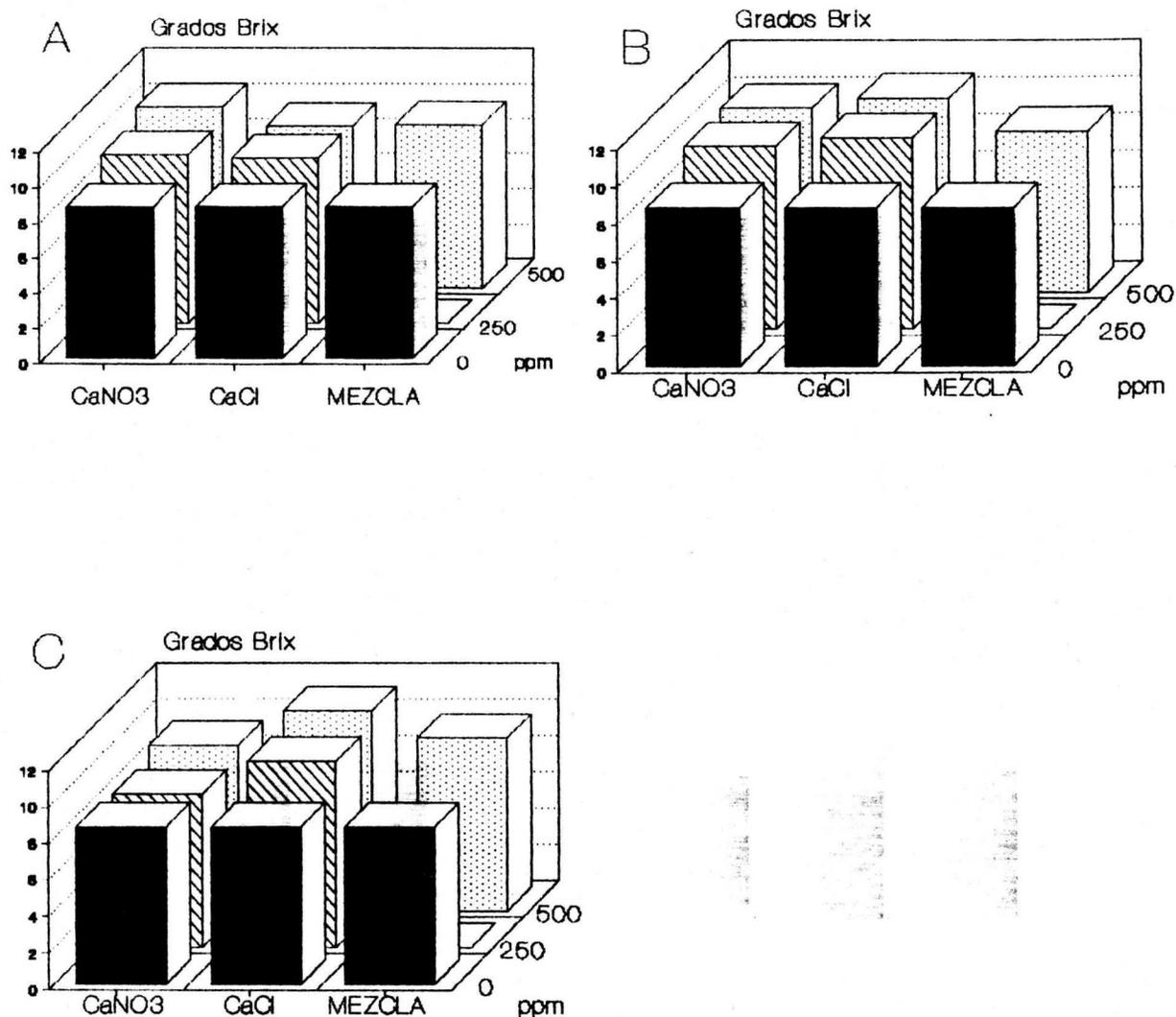


Figura 6. Contenido de sólidos solubles (Grados Brix) en frutos de fresa cv. "Chandler", por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época. Evaluación en cosecha.

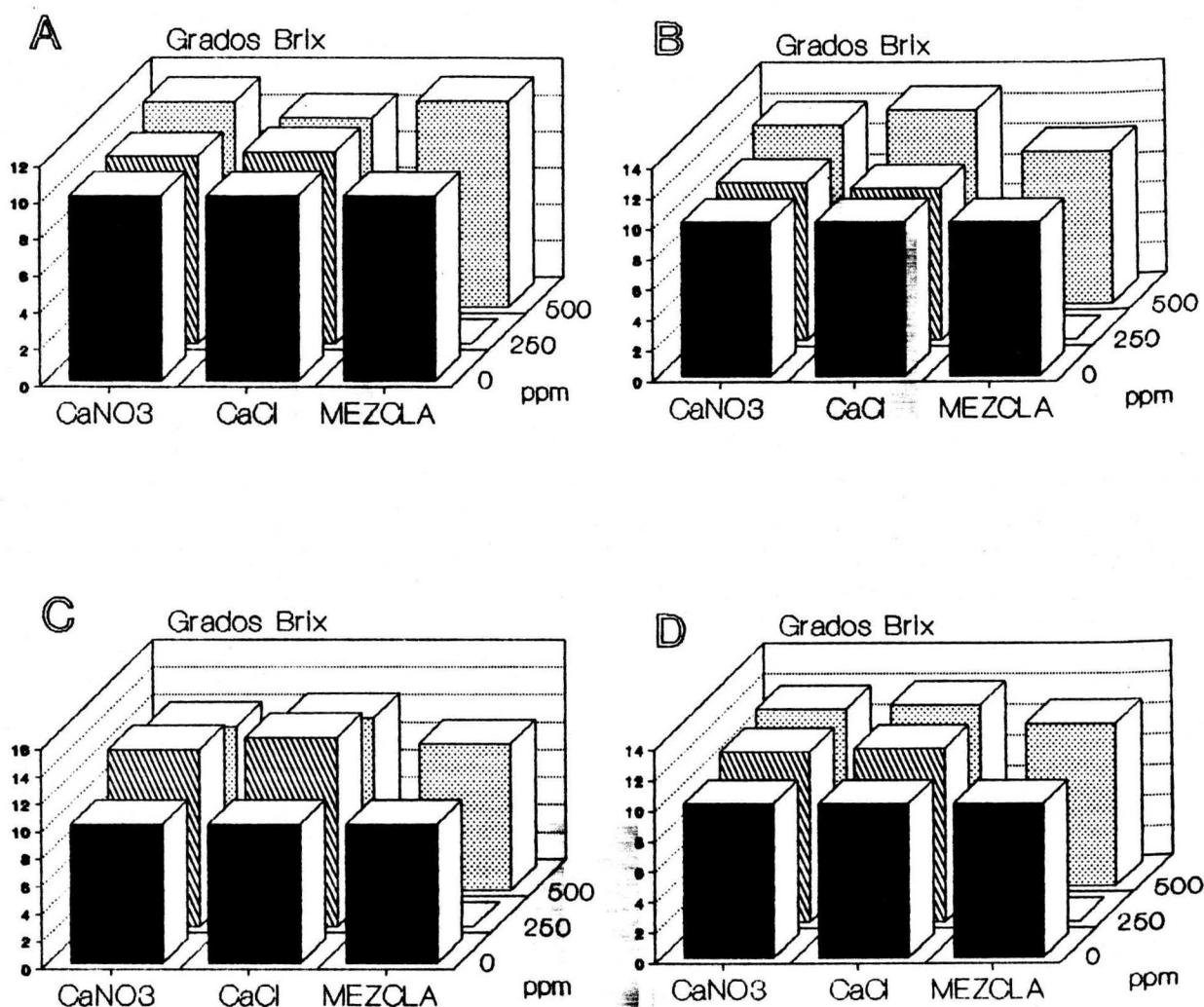


Figura 7. Contenido de sólidos solubles (grados Brix), en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio aplicado en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha.

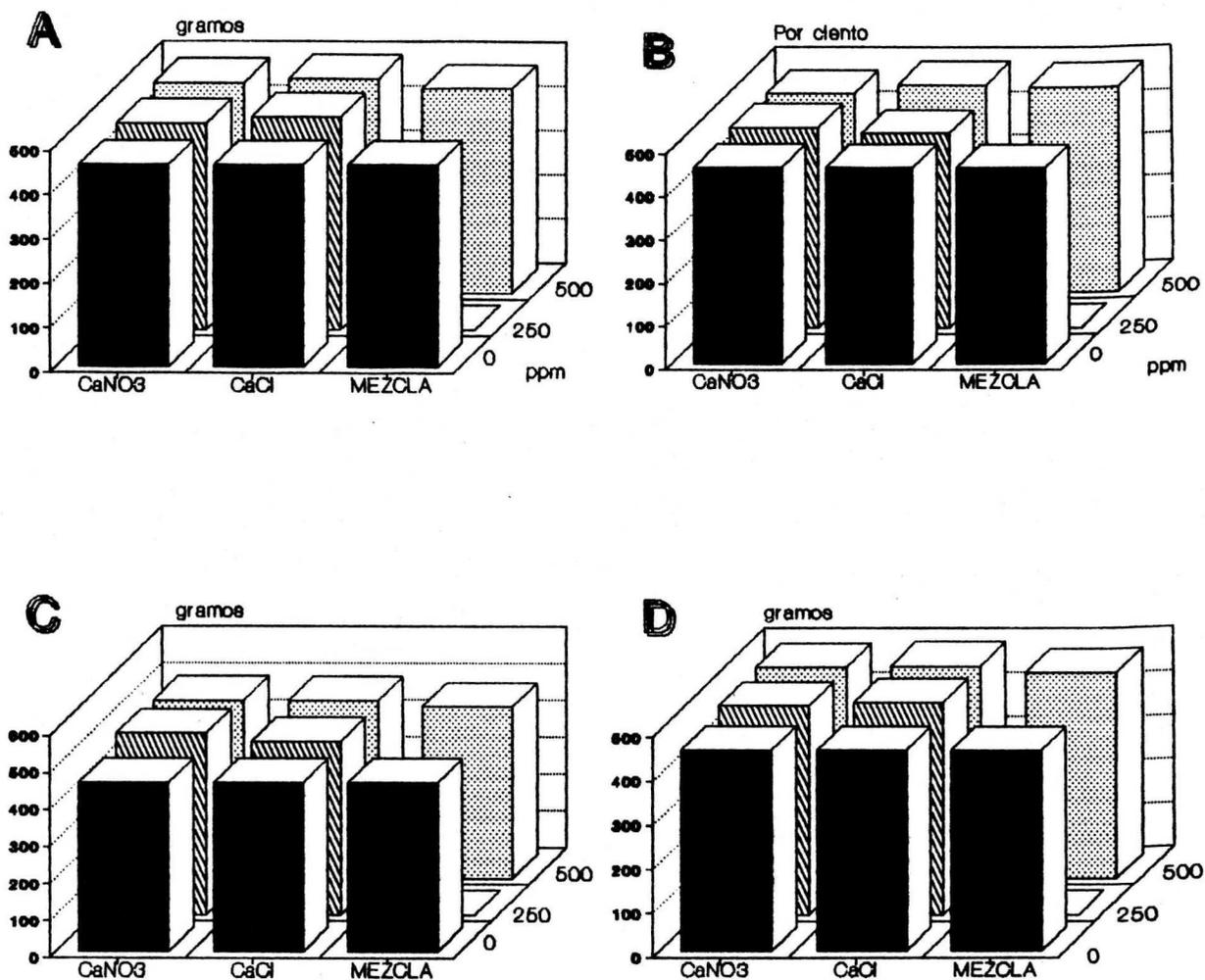


Figura 8. Firmeza (g) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

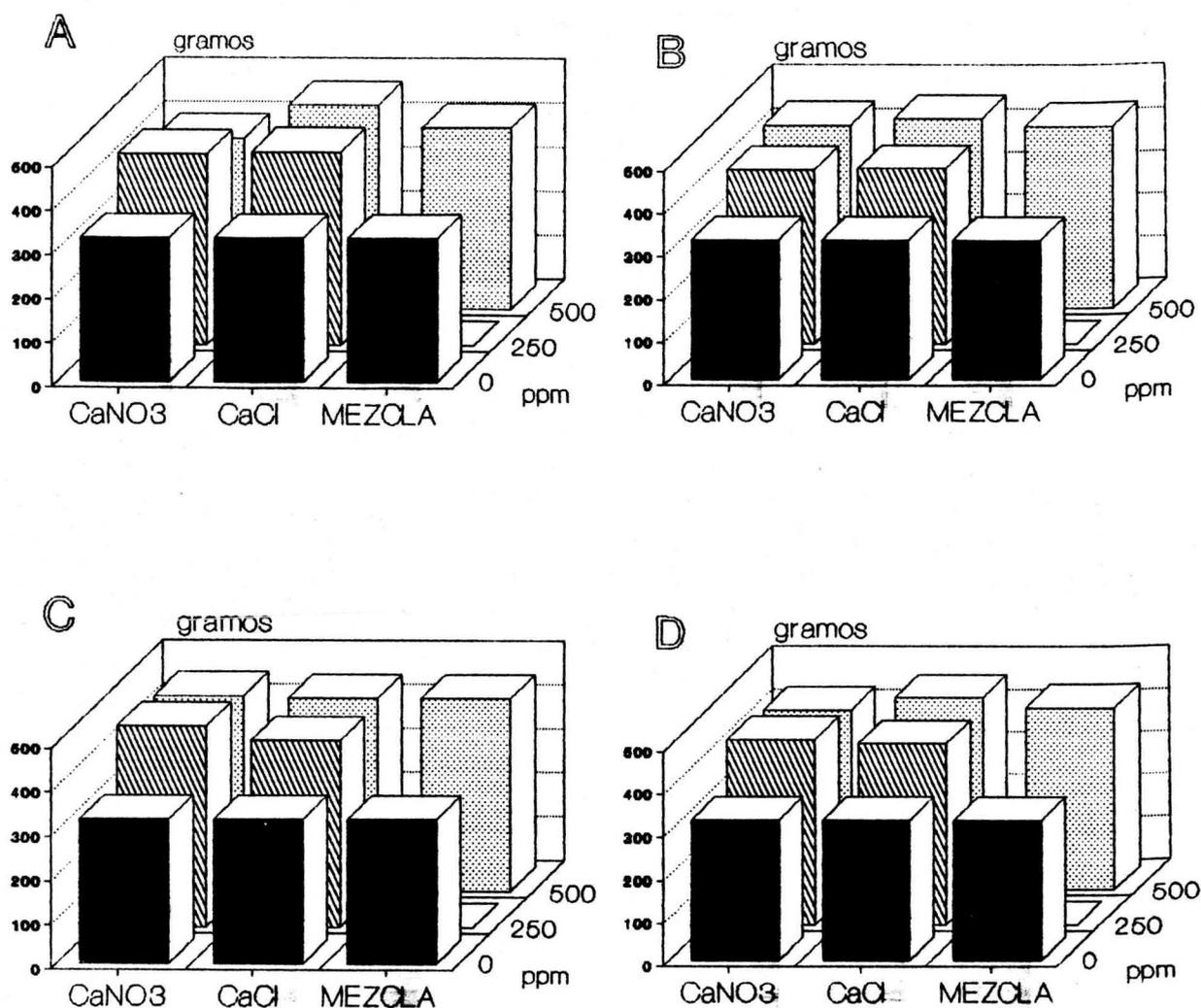


Figura 9. Firmeza (g) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha.

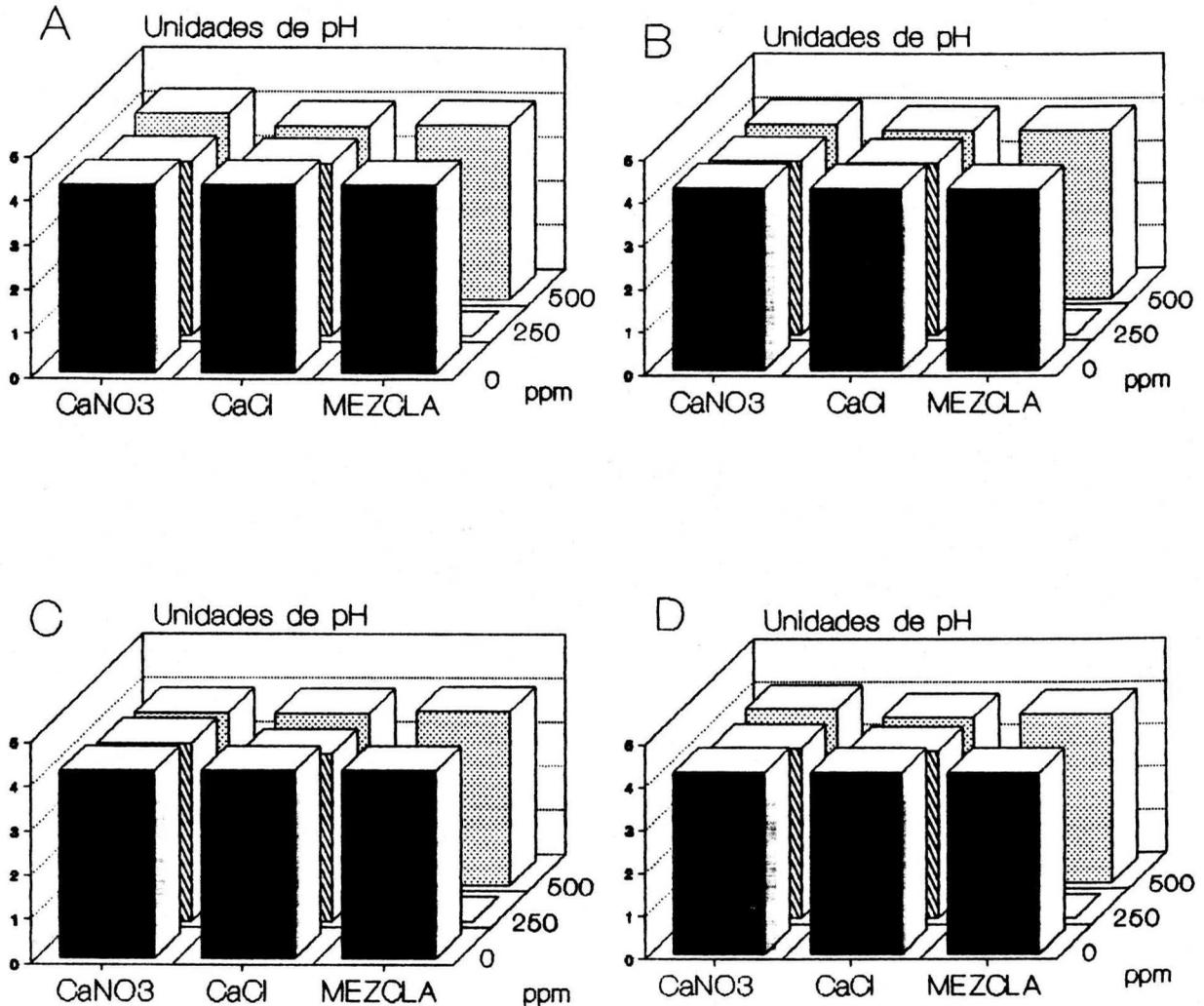


Figura 10. Valores de pH (unidades) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

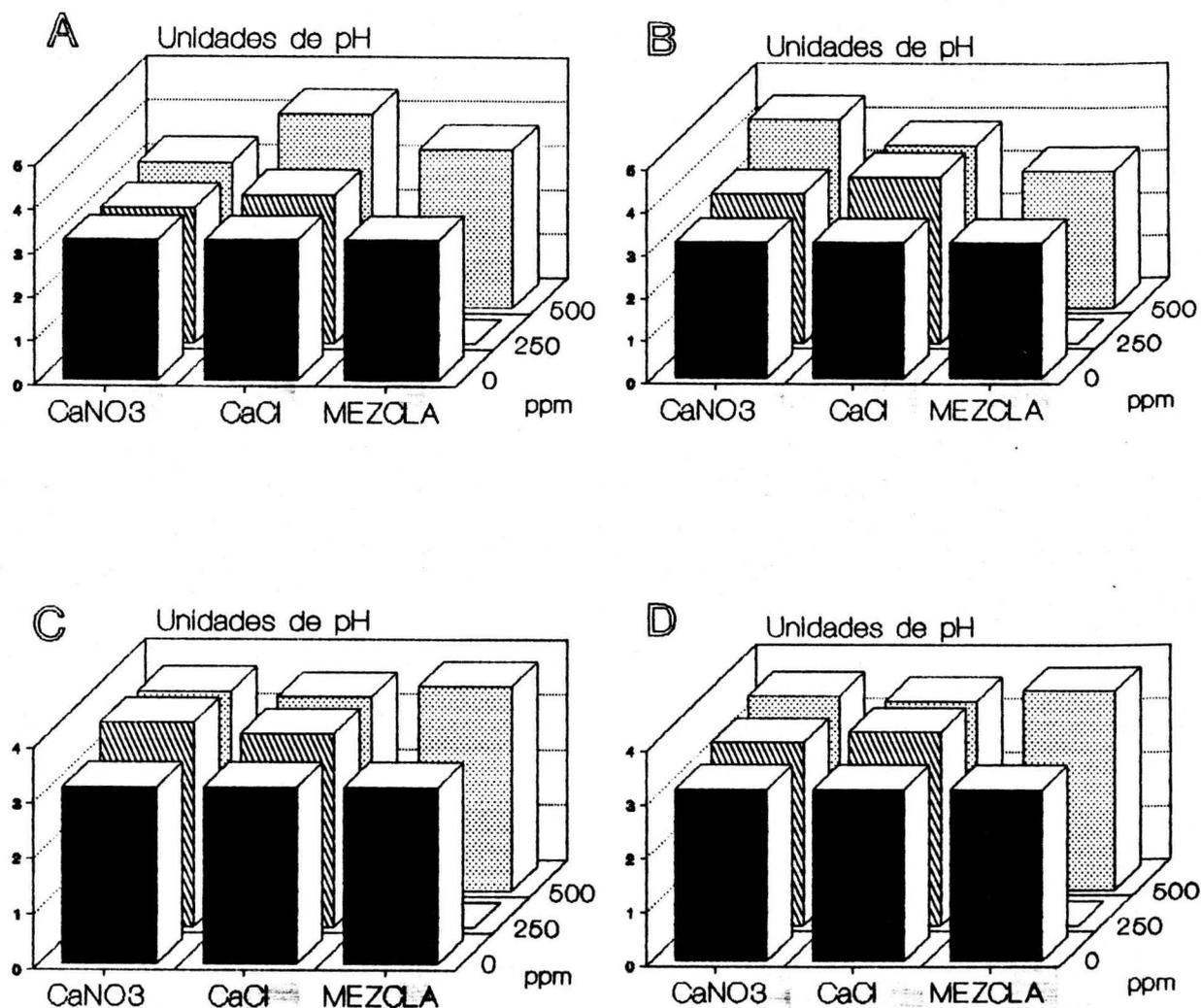


Figura 11. Valores de pH (unidades) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha.

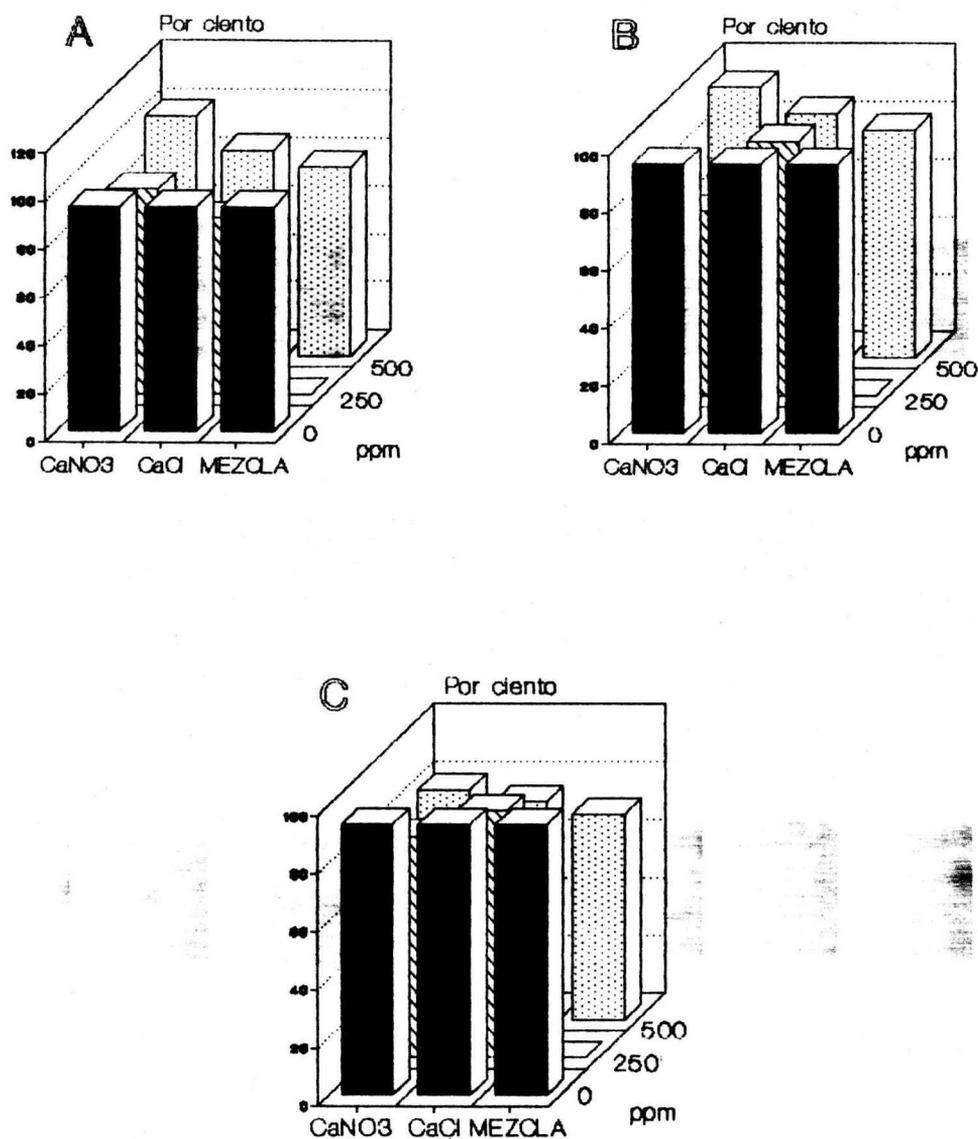


Figura 12. Acidez titulable (ml de NaOH 0.1N) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época. Evaluación en cosecha.

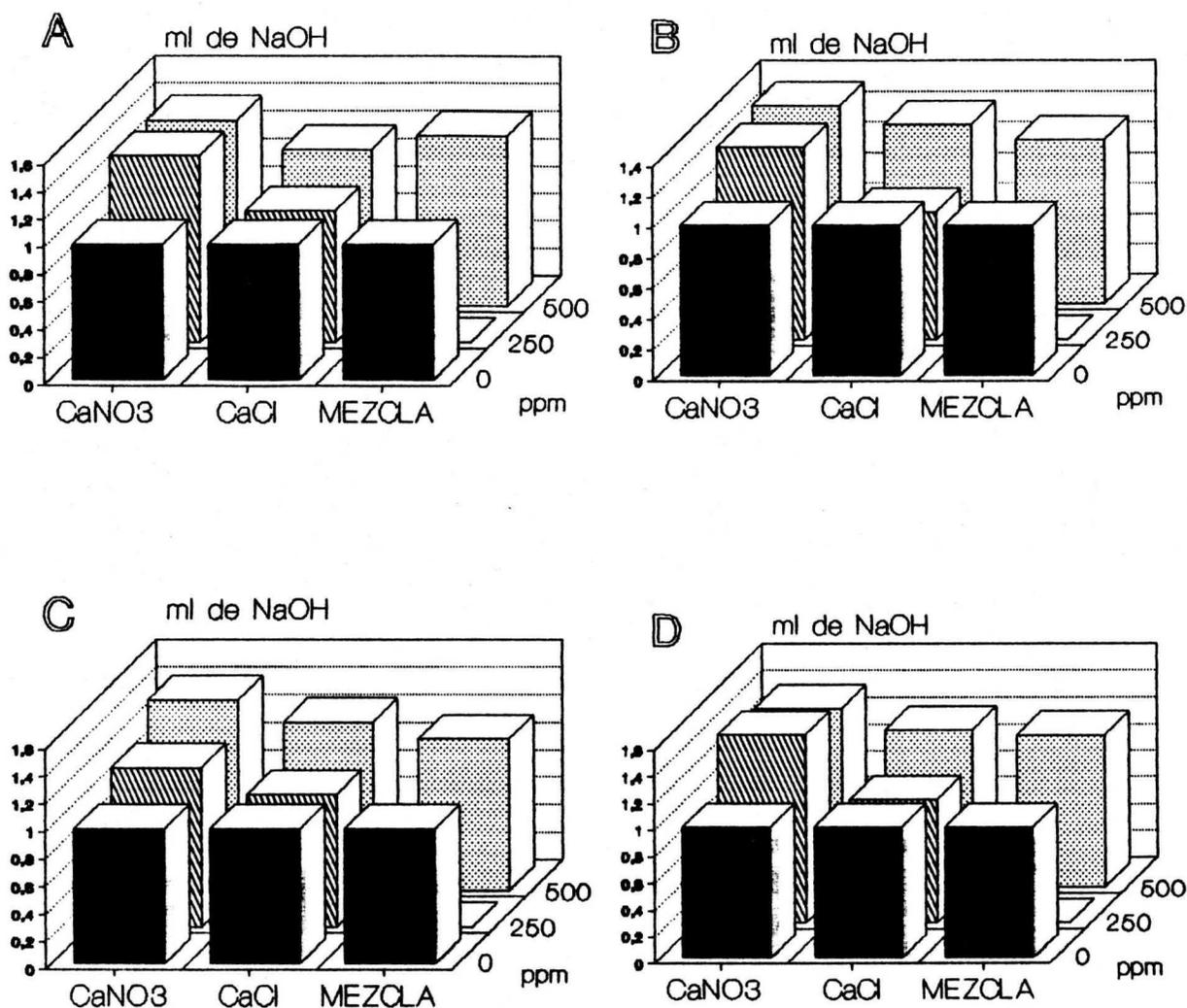


Figura 13. Acidez titulable (ml de NaOH 0.1N) en frutos de fresa por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio ,en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación a las 48 horas de cosecha.

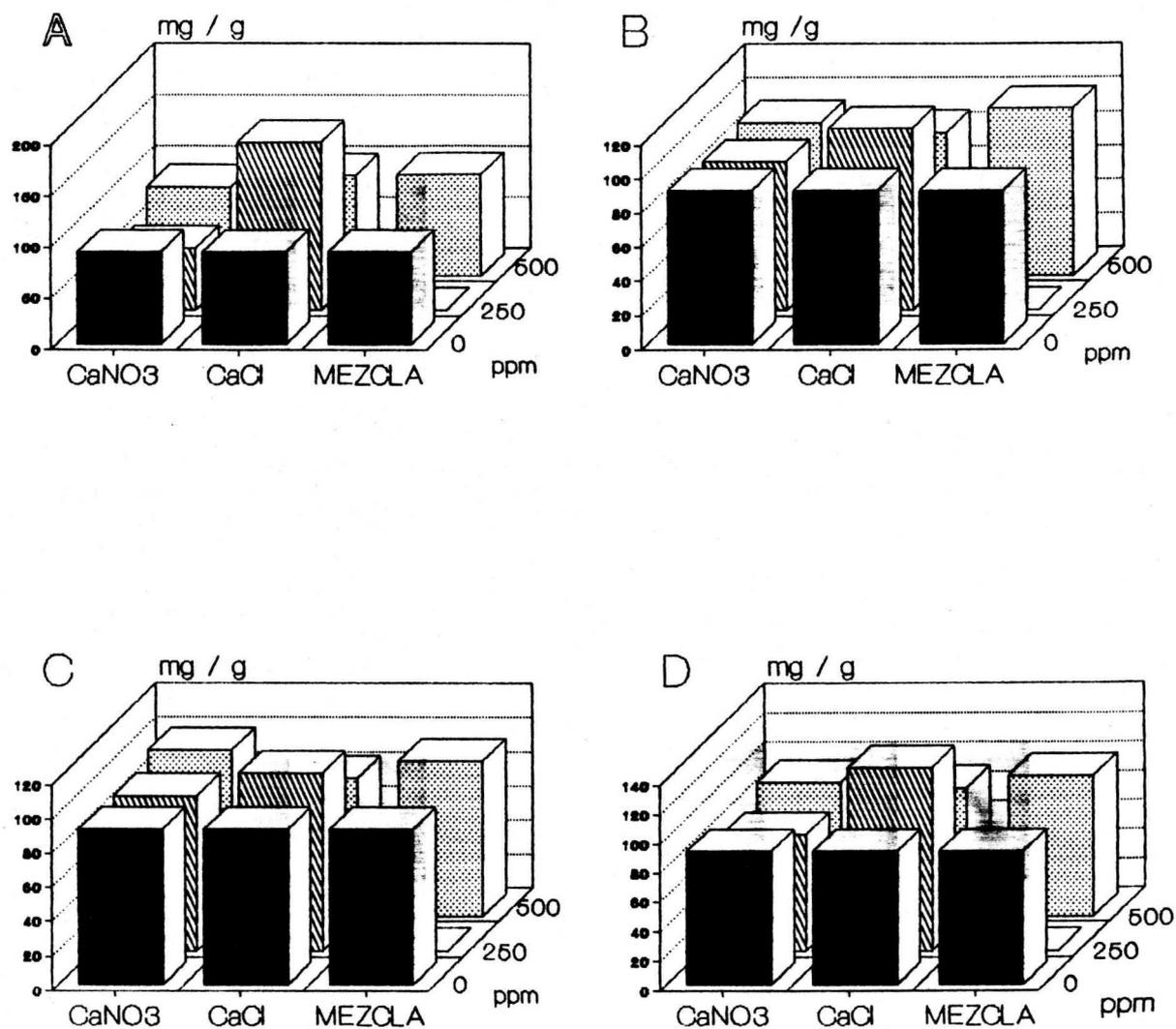


Figura 14. Contenido de vitamina C (mg/g) en frutos de fresa, por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.

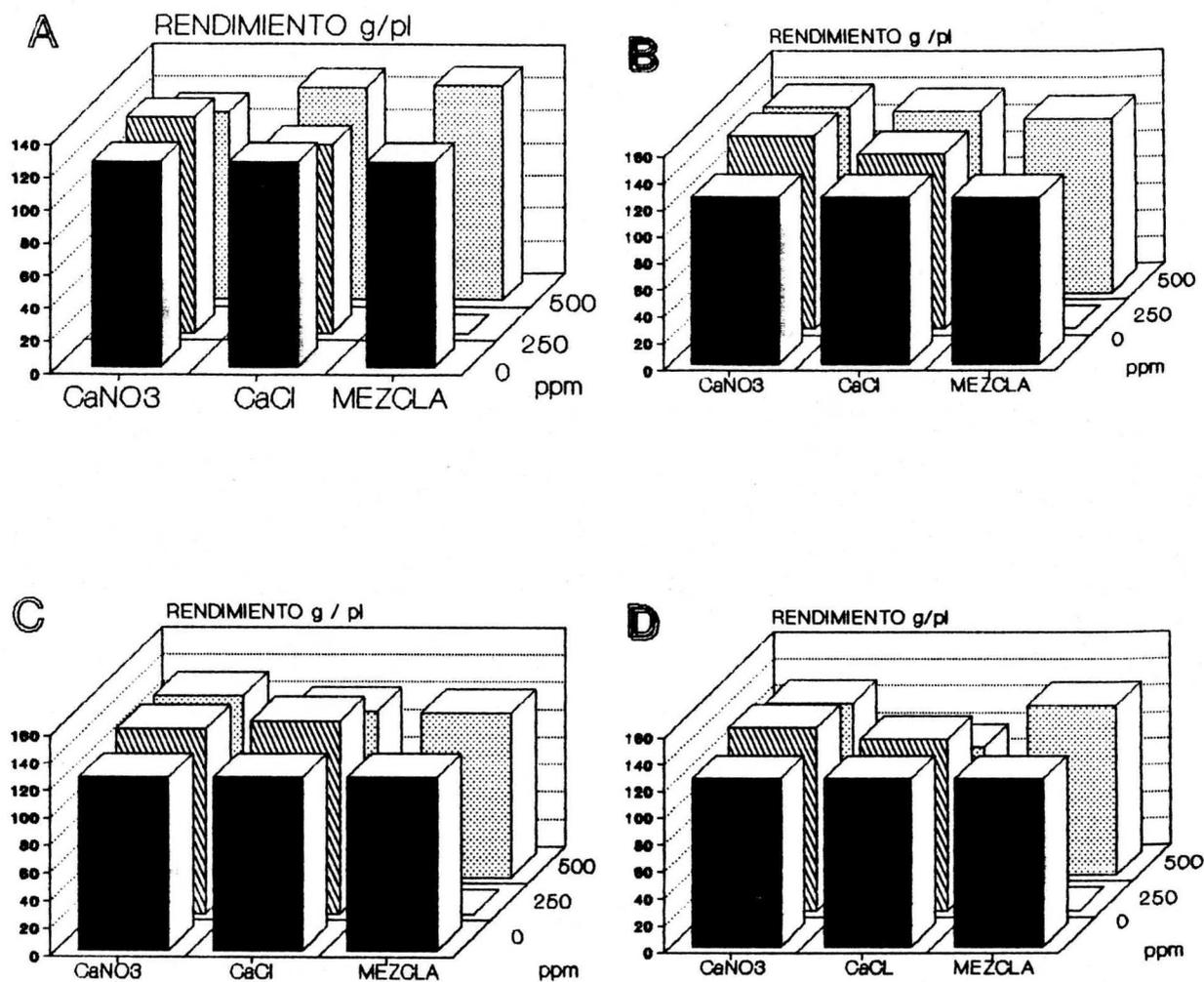


Figura 15. Rendimiento (g) de frutos de fresa , por efecto de aplicación de nitrato y cloruro de calcio, en tres épocas. A, primer época; B, segunda época; C, tercer época; D, promedio. Evaluación en cosecha.