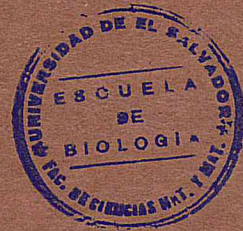


**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA**

**“ EFECTO DE 3 DISTANCIAMIENTOS EN CULTIVO HIDROPONICO
EN 2 VARIEDADES DE TOMATE: FLORADADE Y UC-82B
UTILIZANDO ESCORIA VOLCANICA ROJA
COMO SUSTRATO “**



**BESSY CORINA BERNAL MORALES
NELLY RUTH GUERRERO ARAGON
NOHEMY DE JESUS PINEDA**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**



San Salvador, Marzo de 1997.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA**



**“ EFECTO DE 3 DISTANCIAMIENTOS EN CULTIVO HIDROPONICO
EN 2 VARIETADES DE TOMATE: FLORADADE Y UC-82B
UTILIZANDO ESCORIA VOLCANICA ROJA
COMO SUSTRATO“**

**BESSY CORINA BERNAL MORALES
NELLY RUTH GUERRERO ARAGON
NOHEMY DE JESUS PINEDA**



**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**



San Salvador, Marzo de 1997.

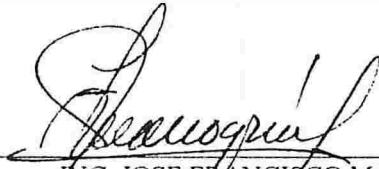
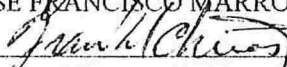
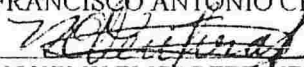
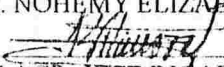

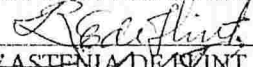
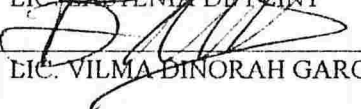


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

“EFECTO DE 3 DISTANCIAMIENTOS EN CULTIVO HIDROPÓNICO
EN 2 VARIEDADES DE TOMATE: FLORADADE Y UC-82B
UTILIZANDO ESCORIA VOLCÁNICA ROJA
COMO SUSTRATO”

BESSY CORINA BERNAL MORALES
NELLY RUTH GUERRERO ARAGÓN
NOHEMY DE JESÚS PINEDA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA
1997

DECANO	:	 _____ ING. JOSÉ FRANCISCO MARROQUÍN
DIRECTOR DE LA ESCUELA:		 _____ LIC. FRANCISCO ANTONIO CHICAS B.
ASESORES	:	 _____ LIC. NOHEMY ELIZABETH VENTURA
		 _____ ING. AGR. JOSÉ RICARDO VILANOVA A.
JURADO EXAMINADOR		 _____ LIC. BLANCA LUZ DE LEZAMA
		 _____ LIC. EUSTENIA DE QUINT
		 _____ LIC. VILMA DINORAH GARCÍA

AGRADECIMIENTOS

Nuestra eterna gratitud a Dios Todopoderoso por habernos puesto en el camino a todas aquellas personas que de manera desinteresada nos dieron su valiosa ayuda, con el fin de que pudiéramos culminar nuestro trabajo de graduación, de manera muy especial a:

- Ing. José Ricardo Tiberio Vilanova (Asesor).
- Lic.Msc. Nohemy Elizabeth Ventura (Asesora)
- Ing. Rodolfo Olivares y Sra.
- Srita. Patricia Reinoso
- Ing. José María Calderón Menjivar
- A los señores trabajadores del vivero forestal, antiguo Plantel de Caminos, Santa Ana.
- Al personal docente del departamento de biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.
- Padre Bogdan Filipiuk, párroco de la Iglesia Natividad de Santa Ana.
- Señora Estelita de Gómez
- Lic. Beatriz Hernández.
- Al jurado examinador de nuestra investigación.
- A la Universidad de El Salvador.



DEDICATORIA

A **Dios** creador de todo cuanto existe, por haberme dado la sabiduría necesaria para el desarrollo de este trabajo.

A la virgen María por ser motivo de inspiración de humildad y sencillez.

A mis padres: Francisco Bernal y Berta Alicia Morales, por haberme traído al mundo y por sus grandes sacrificios para el logro de mis metas.

A mis hermanos: Julio, Leonel, Hernan, Cecilia, Silvia y Flor, por su cariño y apoyo.

A mi esposo William Mauricio Morán, por su comprensión y paciencia para la realización de este trabajo de tesis.

Al padre Bogdan Filipiuk de una manera muy especial, por su ayuda espiritual y económica.

A la familia Guerrero Aragón con eterna gratitud, por su cariño y apoyo desinteresado.

A la señora Lilian Grijalva de Durán, por su cariño y apoyo moral.

A mis compañeras de tesis Neily y Noemi, por la amistad y comprensión brindada en todo momento.

BESSY BERNAL

DEDICATORIA

- Dios de todo saber, sea ahora y siempre exaltado; por cuanto su amor se ha manifestado una vez más en mi vida Jehová nuestro Señor.
- Al ser que fue y seguirá siendo mi más grande amiga, el motivo más importante de inspiración para continuar superándome y que siempre anheló mi felicidad Mi Madre (Q.D.D.G.).
- Al hombre que me ha brindado siempre su apoyo incondicional para alcanzar esta meta Gracias papá.
- Con el ser que lleva mi sangre, por estar a mi lado dándome su cariño en momentos de tristeza y alegría Mi hermano Eymard.
- Gracias, Celia, por su amistad sincera Mi cuñada.
- A la bebita que ha llenado de alegría nuestro hogar y es el recuerdo más bello de mi madre Mi sobrina, Nellita.
- Por cuanto en vida elevaron plegarias a nuestro Señor Jesucristo para que yo culminara mis metas y que hoy se gozan en la presencia de El Señor Mis Abuelos: Alfredo, Eusebio y Petrona.
- A la mujer que ha continuado llenando mi vida de mucho amor y ternura Mi abuela: Felicita.
- Porque anhelaron de manera sincera mi superación Mis Tíos: Francis, Mima, Beto, Alfredo, Vitelio, Yolanda y Edith.
- A los que fueron las manos escogidas por Dios para que me brindaran los conocimientos esenciales en mi formación Mis profesores.
- A los que me han dado su amistad sincera y han compartido a mi lado momentos de angustia y felicidad Mis grandes amigos.
- Al país que busca cada día su desarrollo Mi patria, El Salvador.
- A la persona que de una u otra forma estuvo conmigo apoyándome para que pudiera culminar esta carrera Usted.

NELLY GUERRERO.

DEDICATORIA

A la Santísima Trinidad por iluminar y permitir alcanzar esta meta.

A la Virgen María, la llena de Gracia, por interceder para el logro de este objetivo.

A mis padres: Alvaro López y Marta Alicia Pineda, por brindarme todo el amor, apoyo y sacrificio para seguir adelante hasta terminar mi carrera.

A mi esposo: Wilfredo Humberto Hidalgo, por su amor, amistad, comprensión y apoyo tanto espiritual como económico. Con eterno agradecimiento.

A mis hermanos: Marina Lilian y Hugo Antonio, por su apoyo y cariño fraternal.

A mis sobrinos: Aldo Sigfredo, Diego Javier y Viany Alexandra con mucho cariño.

A mis compañeras de tesis: Nelly y Bessy. Gracias por su amistad, apoyo y comprensión en los momentos difíciles y por el entusiasmo y empeño para lograr este triunfo.

A mis familiares y amigos: Con mucho cariño y aprecio por brindarme su estimación y su tiempo para lograr mi meta.

NOEMY PINEDA

INDICE DE CONTENIDOS

UES BIBLIOTECA FAC.
C.C. N.N. Y MM

INVENTARIO: 19200479

Página No.

RESUMEN	X
LISTA DE CUADROS	XII
LISTA DE FIGURAS	XVII
LISTA DE ANEXOS	XX
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
1.0. Generalidades del cultivo de "tomate"	4
1.1. Morfología del "tomate"	6
1.2. Clasificación taxonómica.....	8
1.3. Etapas fenológicas.....	8
1.4. Clasificación de las variedades	9
1.5. Descripción de las variedades en estudio.....	11
1.6. Requerimientos nutricionales del "tomate"	11
1.6.1. Fertilización.....	12
1.6.1.1. Fertilización al sustrato	13
1.6.1.2. Fertilización al follaje.....	14
1.7. Efecto de las densidades de siembra en rendimiento de "tomate"	14



1.8. Plagas y enfermedades	16
2.0. Generalidades de la hidroponía	17
2.1. Importancia	18
2.2. Factores esenciales de la hidroponía	19
2.3. Sustratos.....	19
2.4. Distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos.....	21
METODOS Y TECNICAS	23
1.0. Descripción del área donde se realizó el estudio.....	23
2.0. Metodología de campo.....	23
2.1. Establecimiento del experimento	23
2.1.1. Tratamientos en estudio	26
2.1.2. Obtención y prueba de viabilidad de las semillas	26
2.2. Construcción y plastificado de las cajas de siembra	28
2.3. Preparación del sustrato.....	28
2.4. Lavado y desinfección del sustrato.....	31
2.5. Siembra.....	32

	Página No.
2.6. Labores culturales.....	32
2.6.1. Riego	31
2.6.2. Raleo	32
2.6.3. Aporque.....	33
2.6.4. Poda	34
2.6.5. Tutorado	34
2.6.6. Fertilización	34
2.7. Control de plagas y enfermedades.....	35
2.8. Parámetros a medir	38
2.8.1. Altura de las plantas	40
2.8.2. Número de hojas	40
2.8.3. Días a floración	40
2.8.4. Número de racimos por planta.....	41
2.8.5. Número de frutos	41
2.8.6. Diámetro de los frutos.....	41
2.8.7. Peso de los frutos.....	41
3.0. Metodología estadística.....	42
3.1. Diseño experimental y estadístico.....	42

**Página No.**

RESULTADOS	44
Parámetros analizados.....	46
1.0. Altura de las plantas.....	46
2.0. Número de hojas	54
3.0. Días a floración.....	61
4.0. Número de racimos por planta.....	66
5.0. Número promedio de frutos por m ²	68
6.0. Diámetro promedio de los frutos (cm).....	71
7.0. Peso promedio de los frutos (kg).....	73
DISCUSION	75
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
LITERATURA CITADA	84
ANEXOS	

RESUMIEN

La producción de hortalizas a través de sistemas hidropónicos puede desarrollarse y generar posibilidades de mejorar la calidad alimentaria y de ayudar a crear ingresos a la familia salvadoreña.

Los cultivos hidropónicos son una alternativa ante la problemática de escasez de tierras, ya que con esta técnica se reducen hasta el 50% los distanciamientos de los cultivos tradicionales (suelo). En consideración a tal problema se evaluó el efecto de tres distanciamientos de siembra en dos variedades de "tomate", con el objeto de obtener información sobre los distanciamientos que proporcionan mayor rendimiento en el cultivo de "tomate", mediante el uso adecuado de la técnica hidropónica utilizando escoria volcánica roja como sustrato.

Esta investigación se realizó en el Cantón "El Portezuelo", Municipio y Departamento de Santa Ana en una extensión de 122.2 m². Se utilizó el diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones, con 24 unidades experimentales en total.

De la combinación de los tres distanciamientos de siembra (50 x 25 cm; 35 x 25 cm y 25 x 25 cm) con dos variedades de "tomate" (FLORADADE y UC-82B) se obtuvieron los 6 tratamientos en estudio que formaron una repetición. Se

colocó un tratamiento por unidad experimental de 1 m², ubicados al azar en el área de campo.

La variedad FLORADADE de tipo mesa presenta frutos grandes de consistencia jugosa destinados para ensalada o usos decorativos en la mesa. La variedad UC-82B de tipo industrial presenta frutos pequeños, con pericarpo grueso, mesocarpo y endocarpo carnosos y menos jugoso que la variedad anterior.

Al analizar los resultados se determinó que el cultivo de la variedad FLORADADE responde eficazmente al distanciamiento de 35 x 25 cm; mientras que la variedad UC-82B, responde mejor en distanciamiento más cerrados de 25 x 25 cm, obteniéndose en éste su mayor rendimiento.

En forma general, se comprobó que bajo la técnica de hidroponía, los distanciamientos menores de 35 x 25 cm y 25 x 25 cm, presentaron mayor rendimiento en cada una de las variedades utilizadas en esta investigación.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página No.
1	Tratamientos, su simbología y descripción, utilizados en cultivo hidropónico de “tomate” (<u>Lycopersicum esculentum</u>)	26
2	Relación de los distanciamientos de siembra con arreglo espacial	33
3	Programa de aplicación de fertilizantes al sustrato y al follaje.....	36
4	Programa de aplicación de fungicidas de té de “ajo “ y “nim”	36
5	Cuadro para toma de datos en el campo para cada uno de los parámetros a medir	39

- 6 Altura (cm) de plantas del cultivo de “tomate a
diferenes edades en los diferentes tratamientos 47
- 7 Síntesis de datos de altura promedio (cm) de plantas
de 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum
esculentum) evaluados a 3 distanciamientos de
siembra en cultivo hidropónico, desde los 15 a los 90
días después de la siembra, Cantón “Portezuelo”,
Agosto/93 - Enero/94..... 51
- 8 Análisis de varianza de altura promedio (cm) de
plantas en 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum
esculentum) sometidas a 3 distanciamientos de
siembra en hidroponía, desde los 15 hasta los 90 días
después de la siembra. Cantón “Portezuelo”.
Agosto/93-Enero/94, al 5% de significancia..... 52
- 9 Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de
distanciamientos de siembra obtenida de la altura de
plantas a los 30 días después de la siembra en cultivo

	hidropónico de “tomate” (<u>Lycopersicum esculentum</u>).	
	Cantón “Portezuelo”. Santa Ana. Agosto/93-Enero/94	53
10	Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamientos obtenidas en la altura de las plantas a los 45 días después de la siembra, en cultivo hidropónico de “tomate” (<u>Lycopersicum esculentum</u>).	
	Cartón “Portezuelo”. Santa Ana. Agosto/93-Enero/94	53
11	Número de hojas promedio de “tomate” a diferentes edades, en sus respectivos tratamientos.....	55
12	Síntesis de datos de el número de hojas promedio en plantas de “tomate” (<u>Lycopersicum esculentum</u>), evaluados a 3 distanciamientos de siembra tomados desde los 15 a los 90 días después de la siembra, bajo la técnica hidropónica. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94.....	58
13	Análisis de varianza de número promedio de hojas de	



- plantas de 2 variedades "tomate" (Lycopersicum esculentum), sometidas a 3 distanciamientos de siembra en hidroponía, desde los 15 a los 90 días después de la siembra. Cantón "Portezuelo". Agosto/93-Enero/94 al 5% de significancia 59
- 14 Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamientos de siembra obtenidos del número de hojas a los 75 días después de la siembra en cultivo hidropónico de "tomate" (Lycopersicum esculentum). Cantón "Portezuelo", Santa Ana. Agosto/93-Enero/94 60
- 15 Síntesis de variables analizadas en 2 variedades de "tomate" en 3 distanciamientos de siembra 62
- 16 Síntesis de datos promedio de algunos parámetros evaluados, en 2 variedades de "tomate" (Lycopersicum esculentum) a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico.

	Cantón "Portezuelo". Agosto/93-Enero/94	63
17	Análisis de varianza de datos promedios, de algunos parámetros evaluados en 2 variedades de "tomate" (<u>Lycopersicum</u> <u>esculentum</u>) sometidos a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón "Portezuelo". Agosto/93-Enero/94, al 5% de significancia.....	64
18	Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamientos de siembra obtenidos del número promedio de frutos, cosechados en cultivo hidropónico de "tomate" (<u>Lycopersicum</u> <u>esculentum</u>), Cantón "Portezuelo". Santa Ana. Agosto/93-Enero/94.	69

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página No.
1	Ubicación del vivero forestal. Plantel Antigua Seccional de Caminos de Santa Ana, en el Departamento de Santa Ana	24
2	Plano de ubicación del área de estudio en el vivero forestal. Plantel Antigua Seccional de Caminos de Santa Ana, en el Departamento de Santa Ana	25
3	Esquema de distribución de los tratamientos y repeticiones en el área de estudio.....	29
4	Dimensiones de la caja de siembra utilizada en cultivo hidropónico de "tomate" (<u>Lycopersicum esculentum</u>).	30
5	Altura promedio (cm) de plantas tomadas a diferentes edades del cultivo de 2 variedades de "tomate" (<u>Lycopersicum esculentum</u>) a 3 distanciamientos en	

	hidroponía. Cantón “Portezuelo“. Agosto/93-Enero/94	48
6	Número de hojas de plantas, tomado a diferentes edades del cultivo de 2 variedades de “tomate” (<u>Lycopersicum</u> <u>esculentum</u>) evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en hidroponía. Cantón “Portezuelo”.Agosto/93-Enero/94	56
7	Días a floración en 2 variedades de “tomate“ (<u>Lycopersicum</u> <u>esculentum</u>), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94	65
8	Número promedio de racimos de plantas de 2 variedades de “tomate“ (<u>Lycopersicum</u> <u>esculentum</u>), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94	67

- 9 Número total de frutos/m² cosechados de 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum esculentum), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94 70
- 10 Diámetro promedio de frutos/m² cosechados de 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum esculentum), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94..... 72
- 11 Peso promedio (kg) de frutos de “tomate” (Lycopersicum esculentum), cosechados de 2 variedades y evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón “Portezuelo”. Agosto/93-Enero/94 74

LISTA DE ANEXOS

Anexo No.

- 1 Desarrollo fenológico de una variedad de "tomate" de hábito de crecimiento determinado bajo condiciones de trópico seco centroamericano (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1990)
- 2 Producción de las variedades recomendadas de "tomate" según la época (FUSADES, 1990b)
- 3 Requerimientos nutricionales del "tomate" a diferentes niveles de rendimientos en ton/ha. (FUSADES, 1990b)
- 4 Principales plagas que atacan el cultivo de "tomate" (MAG, 1982 y 1984).
- 5 Principales enfermedades que atacan el cultivo de "tomate" (MAG, 1982 y 1984).

- 6 Comparación del rendimiento (ton/ha) de algunos cultivos vegetales en hidroponía vs. tradicional (Industria Agroquímica Colombo Japonesa). Cultivo de "tomate", 1991)
- 7 Análisis químico de la escoria volcánica roja (Aguilar & Moreno, 1992)
- 8 Esquema sobre la relación de los distanciamientos de siembra con arreglo espacial.
- 9 Preparación de té botánico de "ajo" (Arévalo & Dueñas, 1992)
- 10 Preparación de té botánico de "nim" (Vilanova, 1993)

INTRODUCCION

El "tomate" (Lycopersicum esculentum), es de gran consumo en los hogares salvadoreños por su utilidad como complemento alimenticio, rico en vitaminas y minerales.

En El Salvador, la mayoría de la población es de escasos recursos económicos, viven en zonas donde las posibilidades de trabajo son pocas. En la última década ha aumentado el índice de migración hacia las zonas urbanas en donde los espacios habitacionales son pequeños, reduciendo la posibilidad de cultivar en el suelo (Vilanova, 1992a).

El problema de escasez de suelo para cultivar trae como consecuencia la disminución de la producción de hortalizas (entre las cuales se encuentra el "tomate"), provocando el alza de precios en el mercado; por lo tanto, es necesario buscar una alternativa que permita el incremento de la producción de "tomate" en áreas o espacios pequeños que pueda abastecer la demanda interna. Es así como la hidroponía cobra mucha importancia, ya que con esta técnica se puede cultivar en pequeños espacios inclusive en centímetros o metros, y no como en cultivos tradicionales en hectáreas o manzanas, las cuales son extensiones grandes de terreno (Cultivos hidropónicos LTDA¹, 1989).

¹ LTDA: Limitada

El presente trabajo servirá como fuente de información sobre el cultivo de "tomate" mediante la técnica de hidroponía. Además se pretende obtener los distanciamientos de siembra que mejoren el desarrollo y la producción de frutos por metro cuadrado y comparar la efectividad de éstos a través del rendimiento (peso/área), en cada una de las variedades en estudio. Con tal propósito se evaluó la respuesta del cultivo de dos variedades de "tomate" a diferentes distanciamientos de siembra, utilizando escoria volcánica roja como sustrato.

El ensayo se realizó durante los meses de agosto de 1993 a enero de 1994, en el Vivero Forestal "Plantel Antigua Seccional de Caminos", Cantón "El Portezuelo", perteneciente al Municipio y Departamento de Santa Ana, en una extensión total de 1,747 m².

El trabajo de campo fue un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 3, 4 repeticiones y 6 tratamientos en un área total de 122.2 m².

En la fase de campo, los datos referentes a la altura de la planta y número de hojas se tomaron a partir de los 15 días después de la siembra hasta los 90 días, donde se obtuvieron valores constantes; y para los parámetros: días a floración, número de frutos por tratamiento, diámetro de los frutos y peso de los frutos se realizaron en el momento que se presentó cada etapa del cultivo, siendo los 3 últimos parámetros los de mayor importancia en la evaluación de los distanciamientos de siembra.

Para determinar estadísticamente la eficacia de los tratamientos se aplicó el Análisis de Varianza para un Diseño completamente al Azar, y para determinar cual distanciamiento fue mejor se realizó la Prueba de Duncan (Nuila, J.A. & M.A. Mejía, 1990). Se consideró que con los distanciamientos: 25 x 25 cm y 35 x 25 cm se obtuvieron los mejores rendimientos en comparación al obtenido con el distanciamiento 50 x 25 cm, en las 2 variedades de "tomate": FLORADADE Y UC-82B, bajo la técnica de cultivos hidropónicos.

REVISION DE LITERATURA

1.0. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE "TOMATE"

Existe un consenso de que el "tomate" es oriundo de las regiones tropicales de América del Sur. Numerosas investigaciones afirman que el lugar específico de origen es la región comprendida entre Perú y Ecuador, otros consideran que es oriundo de México; sin embargo, diferentes botánicos y genetistas han encontrado en Perú, Bolivia, Ecuador y México el tipo de "tomate" silvestre que dio origen a los cultivares que hoy se conocen (Sarita, 1991).

El "tomate" es una de las plantas más ampliamente distribuidas y su cultivo se extiende desde Canadá en el Norte, hasta Ecuador y Argentina en el sur, a 65° y 52° de altitud respectivamente. En El Salvador el rango de adaptación es de 200-1500 msnm. La temperatura de desarrollo de las plantas es de 18° - 26°C, con temperatura óptima de 21° - 24°C (MAG², 1991 & Vilanova, s.a.).

Según el MAG (1980), existe una creciente demanda de "tomate" por lo que gran parte de los horticultores salvadoreños lo cultivan durante casi todo el año, principalmente en los Departamentos de la Libertad, San Salvador, Cuscatlán, Santa Ana, Morazán y San Miguel.

²

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El "tomate" es una de las hortalizas de mayor importancia alimenticia, contándose ésta entre las más utilizadas en el país por ser fuente de vitaminas y minerales. Se considera que los ácidos contenidos en el "tomate" en forma libre, el de mayor importancia es el ácido cítrico (vitamina "C") y en menor grado el ácido málico. Los frutos de "tomate" son ricos en licopenos, los cuales le dan el color rojo típico de la madurez fisiológica; poseen caroteno (precursores de la V_A) responsables del color anaranjado, ambos pigmentos aumentan hasta que se completa la madurez (MAG, 1980 & Sarita, 1991).

Vilanova (s.a.) menciona que el fruto de "tomate" proporciona principalmente: carbohidratos (8.2 g); minerales como fósforo (27 mg) y hierro (0.9 mg); vitamina "A" (0.201 mg), vitamina "C" (27 mg) y niacina (0.63 mg), vitamina "B₁" (0.08 mg), vitamina "B₂" (0.045 mg). Además menciona que contiene de 3.4 a 4.0% de materia seca; 2.4 a 6.0% de azúcares, 0.95% de albúmen; 0.84% de celulosa y 0.85% de cenizas; constituyendo el valor nutricional que enriquece en gran medida la dieta de los salvadoreños.

Tobar (1990) menciona que en El Salvador, el cultivo de "tomate" posee un gran valor comercial y siendo que el país no alcanza a cubrir la demanda interna, se hace necesario importarlo de Guatemala, lo que representa aminorar los ingresos del país. Solamente en los años de 1984 a 1988 se importó de Guatemala un total de ¢ 36,731,216.00, siendo la exportación que realizó El Salvador de ¢ 2,640.00.

FUSADES³ (1990b) al respecto dice que, la rentabilidad del cultivo de “tomate” para el año de 1990 fue el siguiente: rendimiento promedio 500 qq; costo en manzana, ¢ 2,939.62; costo por unidad, ¢ 15.95 por caja; precio de venta promedio ¢ 25.00 por caja; siendo el valor de producción de ¢ 12,500.00. En El Salvador, el “tomate” se cultiva tanto para consumo en fresco como para la industria de enlatado.

1.1. Morfología del “tomate”

El tipo de raíz depende del sistema del cultivo. En las principales etapas de desarrollo se destaca una raíz principal y unas raíces laterales que pueden llegar a ser igual a la raíz principal. Los “tomates” sembrados en forma directa, tienen un sistema radicular profundo y ramificado, en tanto que los sembrados por trasplante poseen raíces profundamente ramificadas y superficiales; en este caso, la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas y de la porción del tallo situada bajo la superficie del suelo emergen raíces adventicias. La mayor parte de raíces absorbentes se encuentran en los primeros 20-30 cm de profundidad (Vilanova, s.a.: COLJAP⁴, 1991 & Sarita, 1991).

El “tomate” posee un tallo herbáceo. En su primera etapa de crecimiento es erecto y cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Esta cubierto por pelos

³ FUSADES: Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social.

⁴ COLJAP: Industrias Agroquímicas Colombo Japonesas.

glandulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde-amarillento, con un olor característicos que actúa como repelente para muchos insectos su tamaño es variable, dependiendo del cultivar (FUSADES, 1990b & Sarita, 1991).

Las hojas son compuestas constituidas por 7-9 folíolos, alcanzando una longitud total de 10-40 cm. La planta de "tomate" produce de 7-14 hojas compuestas y cada vez con más folíolos. Las características hereditarias y las condiciones determinan el tamaño de las hojas, las peculiaridades de su margen y el carácter de su superficie (FUSADES, 1990b & Sarita, 1991).

El "tomate" posee una inflorescencia en forma de racimo cimoso, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades, son pentámeras o hexámeras, perfectas. El racimo puede ser simple, de un solo eje o compuesto cuando posee un eje, con varias ramas. Las flores individuales tienen un cáliz verde, corola amarilla, 5 ó más estambres y un sólo pistilo súpero (Sarita, 1991 & Vilanova, s.a.).

El fruto consiste en una baya de forma, dimensión y loculidad variable, según la variedad, de superficie lisa, presentando en algunos casos pequeños cortes formados por surcos longitudinales, su tamaño puede alcanzar un diámetro de 3 a 20 cm. La cantidad de lóculos puede ser de 2 ó más, aunque la mayoría de las variedades típicas industriales y las especies silvestres de frutos muy pequeños con 2 lóculos; mientras que, las de consumo fresco (generalmente frutos grandes)

poseen varios lóculos (de 8 a 10 ó más). Entre menor sea la cámara y el espesor de la piel que rodea al fruto, mayor será la pulpa o masa del fruto (FUSADES, 1990b & Sarita, 1991).

Las semillas son pequeñas (3 a 4 mm de largo, 3 mm de ancho y de 0.5 a 1.0 mm de espesor), de color amarillenta con matiz grisáceo, de forma aplanada; su superficie esta cubierta de vellosidades (pubescente). Poseen una viabilidad de 3 a 4 años (Cáceres, et al., 1989).

1.2. Clasificación taxonómica

El “tomate” es una planta perteneciente al Reino Vegetal, División Embriophyta, Subdivisión Angiosperma, Clase Dicotiledónea, Orden Polemoniales, Familia Solanaceae, Género Lycopersicum, Especie esculentum (Sarita, 1991).

1.3. Etapas fenoiógicas

La diversidad de microclimas en los que se cultiva el “tomate”, hace difícil una generalización de la fenología del cultivo. Sin embargo se considera necesario la presentación de los estadios de desarrollo y su duración para una de las condiciones comunes de las áreas tomateras de centroamérica. El desarrollo y la



fenología de una variedad de “tomate” de hábito determinado creciendo en condiciones del trópico seco bajo, se esquematiza en el ANEXO 1.

El cultivo tradicional, la plántula de “tomate” se mantiene en el semillero por 20 a 25 días. Luego del transplante, el “tomate” continúa su etapa vegetativa por unos 30 a 35 días más y, a los 50 ó 60 días (30 a 35 días después del transplante), inicia la floración. La etapa reproductiva: floración y fructificación, se extiende por unos 34 a 40 días antes de la cosecha, la cual se inicia a los 62 y 75 días después de la siembra. Bajo condiciones de buena nutrición y buena sanidad del cultivo se realizan de 6 a 7 cortes, según la variedad, durante un período de 20 a 25 días (CATIE,⁵ 1990).

1.4. Clasificación de las variedades

a. **Según el hábito de crecimiento:**

- i) Plantas de crecimiento determinado: cuando detienen su desarrollo. En estas plantas hay entre 5-14 hojas hasta la primera floración; entre 2 y 3, entre la primera y la segunda; 0 y 2 hasta la tercera floración.

⁵ CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- ii) Plantas de crecimiento libre o indeterminado: cuando no detienen su desarrollo. En estas plantas hay entre 6 y 14 hojas hasta la primera floración; entre 3 y 5, entre la primera y la segunda y 3 entre las siguientes.
 - iii) Plantas de crecimiento semideterminado: cuando no se tiene un desarrollo definido (Cajas, s.a. & FUSADES, 1990b).
- b. Según el uso o mercado, las variedades de “tomate” pueden ser:**
- i) Proceso o pasta: son pequeños, forma alargada, redonda o piriforme, pulpa gruesa, poco contenido de semilla, alto contenido de sólidos solubles y baja acidez media (pH 4.2 aprox.), de 2 a 3 lóculos, color intenso.
 - ii) Mesa: son medianos o grandes, usualmente de forma redondeada, globosa o achatada, multiloculares, jugosos, de maduración estándar en la mayoría de los casos.
 - iii) Doble propósito o chonto: de tamaño mediano, forma variable, de 2 a 3 lóculos y de maduración estándar; se usa tanto para fines industriales como de mesa (Cajas, s.a. & COLIAP, 1991).

1.5. Descripción de las variedades en estudio.

FLORADADE: es una variedad que tiene 77 días a cosecha, produce frutos aglobados, firmes y lisos; con “hombros lisos” y un peso de 140 g; la planta es grande, de crecimiento determinado, resistente a enfermedades tales como Verticillium, Fusarium, Alternaria alternata y Stemphylium (mancha gris de la hoja); excelente para transporte a larga distancia (MAG, 1991).

UC-82B: frutos que maduran alrededor de 75 días, de forma cuadrada y un peso de 60 g; la planta es de tamaño mediano y crecimiento determinado que produce abundantes cosecha de frutos firmes y aptos para transporte a larga distancia. Su planta es fuerte, compacta y resistente a Verticillium y Fusarium (MAG, 1991).

FUSADES (1990b), recomienda algunas variedades de “tomate” que mejor se adaptan a las condiciones salvadoreñas, clasificándolas según el hábito de crecimiento (determinado o indeterminado), y la producción según la época (seca o lluviosa). ANEXO 2.

1.6. Requerimientos nutricionales del “tomate”

El “tomate” para su cultivo requiere en mayor cantidad de los siguientes elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, y calcio. El nitrógeno es determinante en la

formación de órganos vegetativos y maduración de los frutos; el fósforo es tomado del suelo en forma soluble contribuyendo al desarrollo de la planta, incidiendo así en la productividad y calidad de los frutos, en el cultivo tradicional este elemento se fija en el suelo por lo que causa dificultad de absorción para la planta (FUSADES, 1987 & Sarita, 1991).

El potasio es el elemento mayormente extraído, y su efecto consiste en aumento de tamaño del fruto. Este en combinación con nitrógeno y fósforo mejora la coloración de la cáscara y de la pulpa; el sabor y la consistencia del fruto y el contenido de vitamina "C" (FUSADES, 1987 & Vilanova, s.a.).

Vilanova (1992b) reporta que varios son los desórdenes fisiológicos asociados a niveles inadecuados de calcio tales como: la "podredumbre apical" y el "rajamiento de los frutos"; la primera, está relacionada con niveles bajos de calcio y altos en magnesio en el suelo o con una alta relación de potasio y calcio; el segundo, esta relacionado a bajas deficiencias de calcio. ANEXO 3.

1.6.1. Fertilización

Uno de los aspectos más importantes a considerar en el desarrollo del cultivo de "tomate" es realizar un análisis del sustrato, esto es para determinar el grado de fertilidad que posee. Los datos que existen sobre las cantidades de elementos

nutritivos que extrae una cosecha de “tomate” son muy variadas, dado el gran número de técnicas para conducir el cultivo (Andino, 1990).

El “tomate” es una planta exigente en abono, por lo que la fertilización es lo más importante en su crecimiento. En el primer período vegetativo, la planta utiliza muy poco los nutrimentos del suelo, pues representa sólo de 5-7% de la cantidad total extraída; la mayor fase de extracción es la fructificación, por lo que las plantas deben tener disponibles adecuadas cantidades de nutrimentos (FUSADES, 1990a & Sarita, 1991).

1.6.1.1. Fertilización al sustrato

Conocida como fertilización de fondo, ya que ésta se realiza colocando dosis adecuadas por postura antes de la siembra. Así también, parte de esta fertilización se realiza después de la siembra aplicando cantidades medidas alrededor de la planta, procurando que el fertilizante no haga contacto con la raíz.

Dentro de este tipo de fertilización se encuentran: blaukorn o abono azul, que es un fertilizante en sólido cuya composición mineral es 12-12-17 y cantidades no descritas de micronutrimentos como cobre, hierro, manganeso, boro y cinc. También se menciona el nitromagcalcáreo, que es un fertilizante en sólido cuya

composición mineral es nitrógeno, magnesio, calcio; éstos son tomados por la planta en forma de sal (Comunicación personal).⁶

1.6.1.2. Fertilización al follaje

La fertilización al follaje se realiza con el fin del proporcionarle a la planta un balance de nutrimentos a través de vías como tallo y hojas. Uno de los productos más completos para este tipo de fertilización son los Metalozatos, entre los cuales están: Metalozato de boro, calcio, cropup, complejo multimineral N-P-K, los cuales son asimilables por la planta, no son fitotóxicos y reducen el ataque de plagas y enfermedades (Miller & Benetdett, 1982).

1.7. Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de "tomate"

Según COLJAP (1991), las distancias de siembra dependen del tipo de variedad, del arreglo (surco doble o sencillo) empleado, de la fertilidad del terreno, del sistema de podas y de las condiciones ecológicas de la zona donde se tendrá la plantación. Como norma general, altas densidades de siembra producen cosechas abundantes pero frutos más pequeños.

⁶ Mauricio Munguía, Ing., Gerente de Sucursal Almacenes "Moore". Santa Ana. 1994.

Díaz (1983), citado por Carreño, (1989), evaluó distanciamientos de siembra en variedades de "tomate": Napoli VF y Petomech II; para Napoli VF, utilizó distanciamientos de 1.20 m, 1.60 m y 1.80 m entre surcos y 0.10 m, 0.20 m, 0.30 m y 0.40 m entre plantas y para la variedad Petomech II distanciamientos de 1.30 m, 1.50 m, 1.70 m y 1.00 m entre surcos y 0.10 m, 0.20 m, 0.30 m y 0.40 m entre plantas; concluyó que para la variedad Napoli VF el mayor rendimiento fue de 60, 037.52 Kg/Ha. Al distanciamiento de 0.10 m entre plantas; no hubo diferencia significativa entre el distanciamiento entre surcos y entre plantas; para la variedad Petomech II, el mayor rendimiento fue de 70,096.32 kg/ha, al distanciamiento de 1.30 m entre surcos.

El diagnóstico de diversificación agrícola realizado en El Salvador, determinó que el "tomate" de pasta representa un gran volumen en el consumo local y la variedad más utilizada en Santa Cruz, recomendando distancias de siembra de 1.00 m entre hileras y 0.30 m entre plantas que resulta en una densidad de 33,333 plantas/ha, que con buen manejo los rendimientos pueden ser de 25,000 a 30,000 kg/ha (FUSADES, 1988).

Carreño (1989), al evaluar 5 variedades de "tomate" a 3 distanciamientos de siembra, recomienda utilizar el distanciamiento de 1.40 x 0.30 m dado que fue el de menores costos de producción para todas las variedades en

estudio (Santa Cruz Angela, Santa Cruz Kada, Homestead 24, Floradade y UC-82B).

El mismo autor concluyó que el mayor ingreso neto fue por Floradade al distanciamiento de 1.12 x 0.30 m seguido por UC-82B a distanciamientos de 1.40 x 0.30 m, a pesar de que el rendimiento fue mayor a distanciamientos de 0.93 x 0.30 m.

1.8. Plagas y enfermedades

Los problemas más serios que hay que prevenir en el cultivo de "tomate" son los daños que ocasionan las plagas y enfermedades; ésto puede ser debido a las características genéticas de la variedad o a factores del medio ambiente, disminuyendo de esta manera el volumen de producción y por lo tanto los ingresos del agricultor (Saravia, 1976 & COLJAP, 1991). ANEXO 4 y 5.

COLJAP (1991) considera que los problemas de la parte aérea de las plantas son independientes de la técnica hidropónica, siendo necesario seguir un programa sanitario igual al de los cultivos en el suelo, si se quieren obtener buenos rendimientos. Por lo anterior, se pueden aplicar fungicidas con ridomil, benlate, cupravit, ditane, manzathe en forma alterna de acuerdo al programa a seguir, con el fin de lograr un control efectivo de algunos hongos, bacterias y virus.



En los cultivos hidropónicos son ampliamente usados los extractos de plantas, por ejemplo el té de “ajo”, que actúa como repelente de insectos como la “mosca blanca” (*Bemisia tabaci*). Hay otras plagas que atacan el follaje como el “minador de la hoja” (*Lyrioniza* sp.), “arañita roja” (*Tetranychus* spp.), etc.

ANEXO 4.

2.0. GENERALIDADES DE LA HIDROPONIA

La hidroponía es un término compuesto por dos palabras griegas hidro-agua y ponos-trabajo; que significa literalmente “trabajo en agua” (Anónimo, 1992).

Cultivos hidropónicos LTDA (1989), menciona que el concepto de la hidroponía se aleja de la agricultura convencional y que los cultivos hidropónicos son aquellos que se llevan a cabo utilizando agua y soluciones sin el concurso de la tierra como sustrato.

La hidroponía social es una técnica que permite la integración familiar, como también constituye un elemento de prestigio para la comunidad que capacita a la persona para formarla en un futuro microempresario (Centro Las Gaviotas, 1969).

El mismo autor señala que la hidroponía a nivel casero enriquece la conciencia ecológica en el hogar, con implicaciones científicas, sociales y espirituales.

La hidroponía es un mejor control de los agentes biológicos, no así en los cultivos tradicionales los cuales trabajan con restos orgánicos que en muchas ocasiones son ingeridos por el ser humano, transformándose en fuentes de infección. Por lo que la hidroponía puede convertirse en una alternativa para reducir los efectos de las enfermedades intestinales (Aguilar & Moreno, 1992).

2.1. Importancia

El sistema de cultivos hidropónicos permite la instalación de un pequeño huerto para producir alimentos de buena calidad y de un costo de inversión bajo para disminuir los precios de la canasta familiar, además para los habitantes de las ciudades es importante, pues en las urbes es difícil conseguir tierras para cultivo. En hidroponía cualquier superficie es adecuada para instalar un huerto familiar, aún, en pequeñas áreas. En el campo los cultivos hidropónicos también son valiosos porque permiten cultivar productos que en determinadas regiones resulta imposible obtener en tierra.

El cultivo hidropónico es una técnica de producción, principalmente hortícola y ornamental, que parece haber solucionado la demanda de espacio en

relación con la densidad de siembra y calidad de los productos. Con esta técnica es posible la producción de especies hortícolas a grande, mediana y pequeña escala bajo condiciones de cultivo perfectamente controladas, lo que repercute en rendimientos superiores de los registrados tradicionalmente (Sumario MD, 1993).

ANEXO6.

2.2. Factores esenciales de la hidroponía.

En hidroponía, aparte del agua y de las sustancias nutritivas, también juegan un papel importante en dicha técnica los factores: temperatura, luz, humedad y contenido de O₂ en las zonas de las raíces, los cuales son considerados factores de crecimiento que favorecen el estado fitosanitario como la producción de la planta. Manejando adecuadamente estos factores se pueden conseguir resultados superiores a los obtenidos en suelos naturales y sistemas de cultivos convencionales (Martínez & Mendoza, 1993).

2.3. Sustratos

Según Cultivos Hidropónicos LTDA (1989), los sustratos adecuados para hidroponía son aquellos que por su composición estructural (estabilidad y granulometría) posibilitan una buena aireación. Resultan ideales, aquellos que ofrecen la posibilidad de una proporción aproximada del 30% de materiales y un

70% de espacios vacíos, los cuales deberán ser ocupados por partes iguales de aire y de agua. Además, menciona que la capacidad de retención del sustrato indicara la necesidad de frecuencia de los riegos. A mayor capacidad de retención de agua del sustrato, menor será la frecuencia de riego.

COLJAP (1991), menciona algunos sustratos utilizados con más frecuencia en cultivos hidropónicos que poseen mayor capacidad de retención de agua, y muestra el porcentaje en peso y en volumen, respectivamente: vermiculita (328.0; 43.6), piedra pómez (59.1; 20.4), granza o cascarilla de arroz (40.0; 11.0), escoria volcánica (14.5; 13.0), sílices (4.9; 7.8), grava (4.2; 6.7), arena (2.0; 16.0).

Las características que debe poseer un buen sustrato son buena humedad, buena aireación, estabilidad física, que sea inerte química y biológicamente, que no se encharque, con buena capilaridad, livianos, de bajo costo y de fácil obtención (Cultivos Hidropónicos, LTDA, 1989).

En hidroponía se ha trabajado con dos clases de sustratos:

- i) Sustratos de origen orgánico, tales como: cascarilla de arroz, aserrines, virutas, turba y cenizas.
- ii) Sustratos de origen mineral, por ejemplo: arenas, gravas, ladrillos y tejas molidas, escoria volcánica; esta última presenta características más adecuadas en hidroponía, pues presenta un contenido mineralógico básico, ya que tienen menos del 52% de silicatos; además contiene calcio, magnesio,

hierro, y presenta una estructura vítrea porosa (COLJAP, 1991; Arévalo & Dueñas, 1992). ANEXO 7.

2.4. Distanciamiento de siembra en cultivos hidropónicos.

Cultivos Hidropónicos LTDA (1989), estima que la cantidad de plantas que pueden cultivarse en 1 m² es muy superior en la hidroponía que en cultivo tradicional, donde las plantas se pueden sembrar a una distancia mínima entre ellas solo limitada por los requerimientos de luz solar, y su desarrollo se realiza en menos tiempo del requerido en campo abierto.

Utilizando las variedades Santa Cruz Kada, Homestead, Tropic y UC-82 en hidroponía CONARA⁷ (s.a.), recomienda un distanciamiento de 30 x 30 cm bajo el método de siembra indirecta.

En evaluaciones preliminares realizadas por Vilanova (1992b) en hidroponía sobre el cultivo de varias especies hortícolas, experimentando dos formas de siembra de “tomate”: directa e indirecta (trasplante), utilizó 2 distanciamientos: 20 x 20 cm y 25 x 25 cm, obteniendo como resultado que el tratamiento en forma directa y a mayor distanciamiento la cosecha de “tomate” fue de mayor calidad, superando al cultivo tradicional.

⁷ CONARA: Comisión Nacional de Restauración de Áreas.

Entre otros trabajos sobre distanciamientos de siembra en hidroponía, se mencionan los realizados por Paz y Howell citados por Arévalo y Dueñas (1992), que evaluaron el efecto del distanciamiento de cuatro variedades de “cebolla” (Allium cepa) para lo cual emplearon distancias de 7.5 cm y 10 cm entre plantas, mientras que se dieron distanciamientos de 30, 35, 40 y 50 cm entre surcos. Las variedades utilizadas fueron Burgandy, Cristal Wax, Granex y Reed Croole; obteniéndose los mejores rendimientos con la variedad Burgandy sembrada a 30 cm entre surcos y 10 cm entre plantas.

METODOS Y TECNICAS

1.0. *DESCRIPCION DEL AREA DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO.*

El experimento se realizó durante los meses de agosto 1993 a enero 1994, en el vivero forestal "Plantel Antigua Seccional de Caminos"; situado en la zona sur-poniente de la ciudad, en el Cantón "El Portezuelo", a 4 km del Municipio de Santa Ana, con una altitud de 725 msnm y en un área total de 1747 m²; sus coordenadas geográficas son 13°58'61" de Longitud Norte y 89°34'20" Latitud Oeste (Instituto Geográfico Nacional, 1982). FIGURA 1 y 2.

2.0. *METODOLOGIA DE CAMPO*

2.1. Establecimiento del experimento

El tiempo de duración del experimento fue de 157 días, que comprendió desde el montaje y siembra hasta la cosecha, entre los meses de julio de 1993 a enero de 1994.

Se trabajó en un área de 122.2 m² en la cual se colocaron las cajas de siembra con 6 tratamientos en 4 repeticiones: distribuidos al azar. CUADRO 1 Y FIGURA 3.



FIGURA 1. Ubicación del Vivero Forestal. Plantel Antigua Seccional de Caminos de Santa Ana, en el Departamento de Santa Ana.

Fuente: Instituto Nacional Geográfico, 1982.

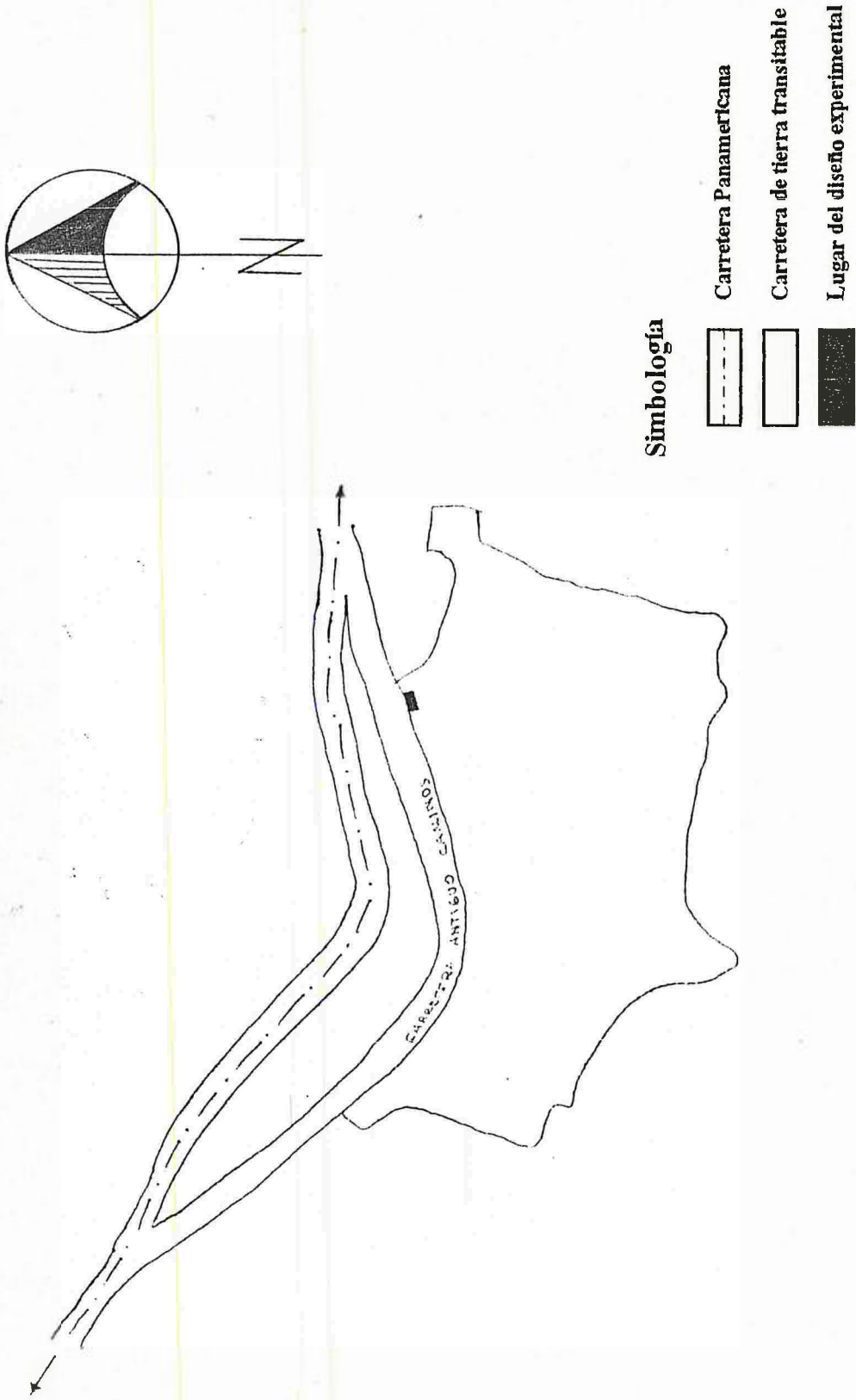


Figura 2. Plano de ubicación del área de estudio en el Vivero forestal. Plantel Antigua Sección de Caminos de Santa Ana.

CUADRO 1: Tratamientos, su simbología y descripción, utilizados en cultivo hidropónico de “tomate” (Lycopersicum esculentum).

SIMBOLO	TRATAMIENTO	DESCRIPCION
V ₁ d ₁	T ₁	Variedad: Floradade; Distanciamiento: 50 x 25 cm
V ₁ d ₂	T ₂	Variedad: Floradade; Distanciamiento: 35 x 25 cm
V ₁ d ₃	T ₃	Variedad: Floradade; Distanciamiento: 25 x 25 cm
V ₂ d ₁	T ₄	Variedad: UC-82B; Distanciamiento: 50 x 25 cm
V ₂ d ₁	T ₅	Variedad: UC-82B; Distanciamiento: 35 x 25 cm
V ₂ d ₃	T ₆	Variedad: UC-82B; Distanciamiento: 25 x 25 cm

2.1.1. Tratamientos en estudio

Estos se obtuvieron de la combinación de 3 distanciamientos con 2 variedades de “tomate”, haciendo un total de 6 tratamientos. Se evaluaron las variedades Floradade y UC-82B, con los distanciamientos de siembra de 50 x 25 cm, 35 x 25 cm y 25 x 25 cm; como se mencionó en el CUADRO 1 y FIGURA 3.

2.1.2. Obtención y prueba de viabilidad de las semillas

Las semillas se obtuvieron en un agroservicio de la ciudad de Santa Ana, verificándose antes de la compra la calidad de las semillas.

Antes de efectuar la siembra, se realizó una prueba de germinación para determinar la viabilidad de la semilla, para lo cual se utilizaron 2 cajas de petri y papel toalla humedecida en el fondo, colocándose 50 semillas de cada variedad en estudio en cada una de ellas; posteriormente se realizó el recuento durante 5 días para determinar el porcentaje de germinación de las semillas.

En la prueba realizada para determinar la viabilidad de las semillas se obtuvieron los siguientes porcentajes de germinación.

Para la variedad FLORADADE (de ensalada):

1er.día	-	0%
2do.día	-	12%
3er.día	-	74%
4to.día	-	98%
5to.día	-	10%



Y para la variedad UC-82B (de cocina):

1er.día	-	0%
2do.día	-	4%
3er.día	-	46%
4to.día	-	88%
5to.día	-	100%



2.2. Construcción y plastificado de las cajas de siembra

Se construyeron 24 cajas de siembra de 1 m² cada una, constituidas de la siguiente manera: la base de 9 reglas de 0.05 m de ancho, sobre un marco de regla riostra sostenido de 4 patas de costanera de 0.40 m de altura y para la profundidad de cada caja se utilizaron 4 tablas de 0.15 m de ancho. FIGURA 4. La distancia entre las cajas de siembra fue de 0.80 m, lo cual facilitó el manejo del cultivo.

El plastificado se realizó cubriendo la caja de siembra con plástico negro calibre 200, sujetándolo con grapas para evitar arrugas, posteriormente se le hicieron perforaciones para el drenaje del agua de riego en el cultivo. El propósito de colocar plástico fue para evitar que el sustrato se derramara por los espacios entre las reglas.

2.3. Preparación del sustrato

El sustrato utilizado fue escoria volcánica roja, por reunir características favorables para la hidroponía y por ser de fácil obtención. Dicho sustrato se adquirió de una zona ubicada entre las Haciendas “Las Lajas” y “San Blas”, distrito de Izalco, Departamento de Sonsonate.

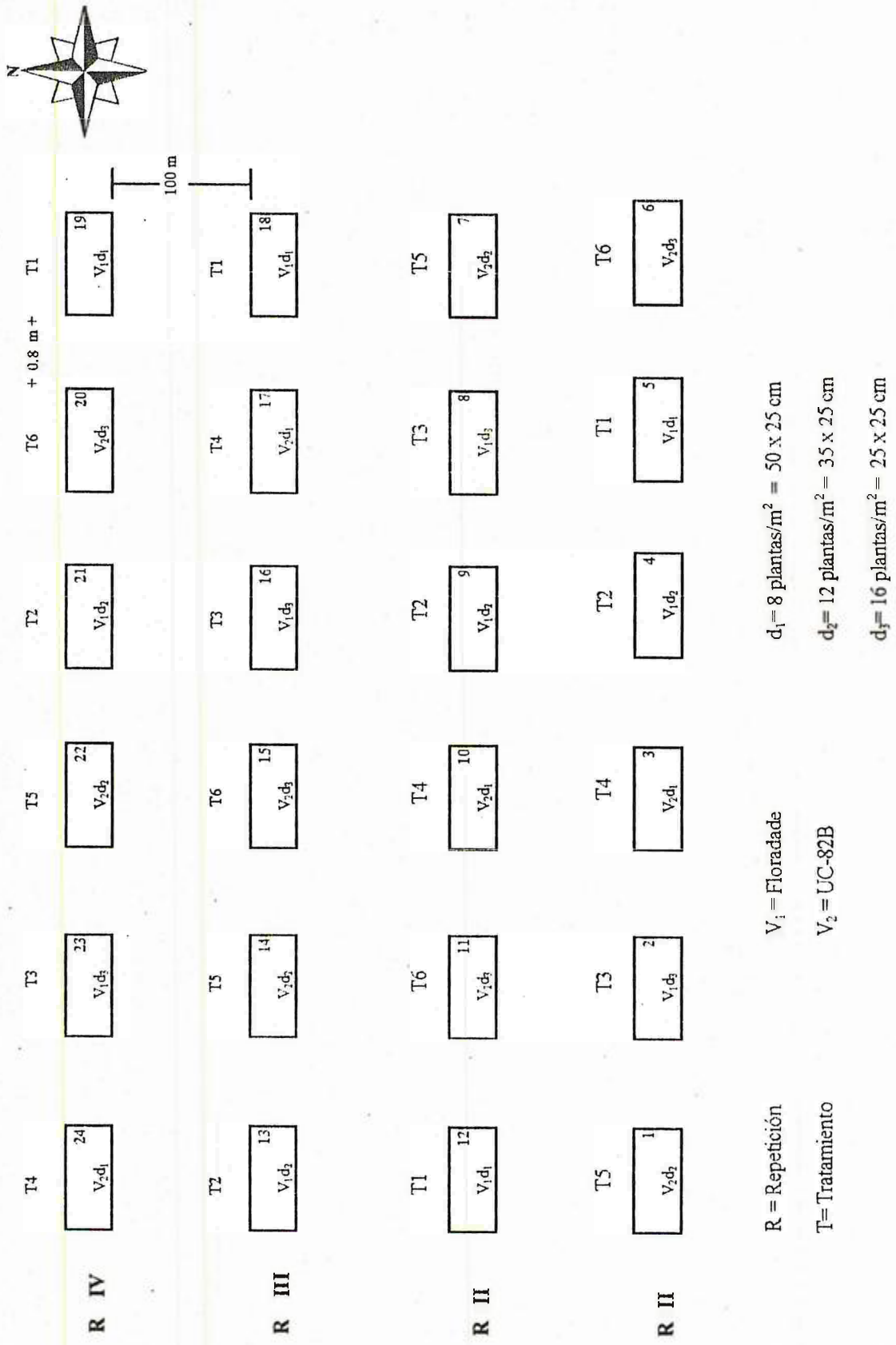


FIG. 3: Esquema de distribución de los tratamientos y repeticiones en el área de estudio.

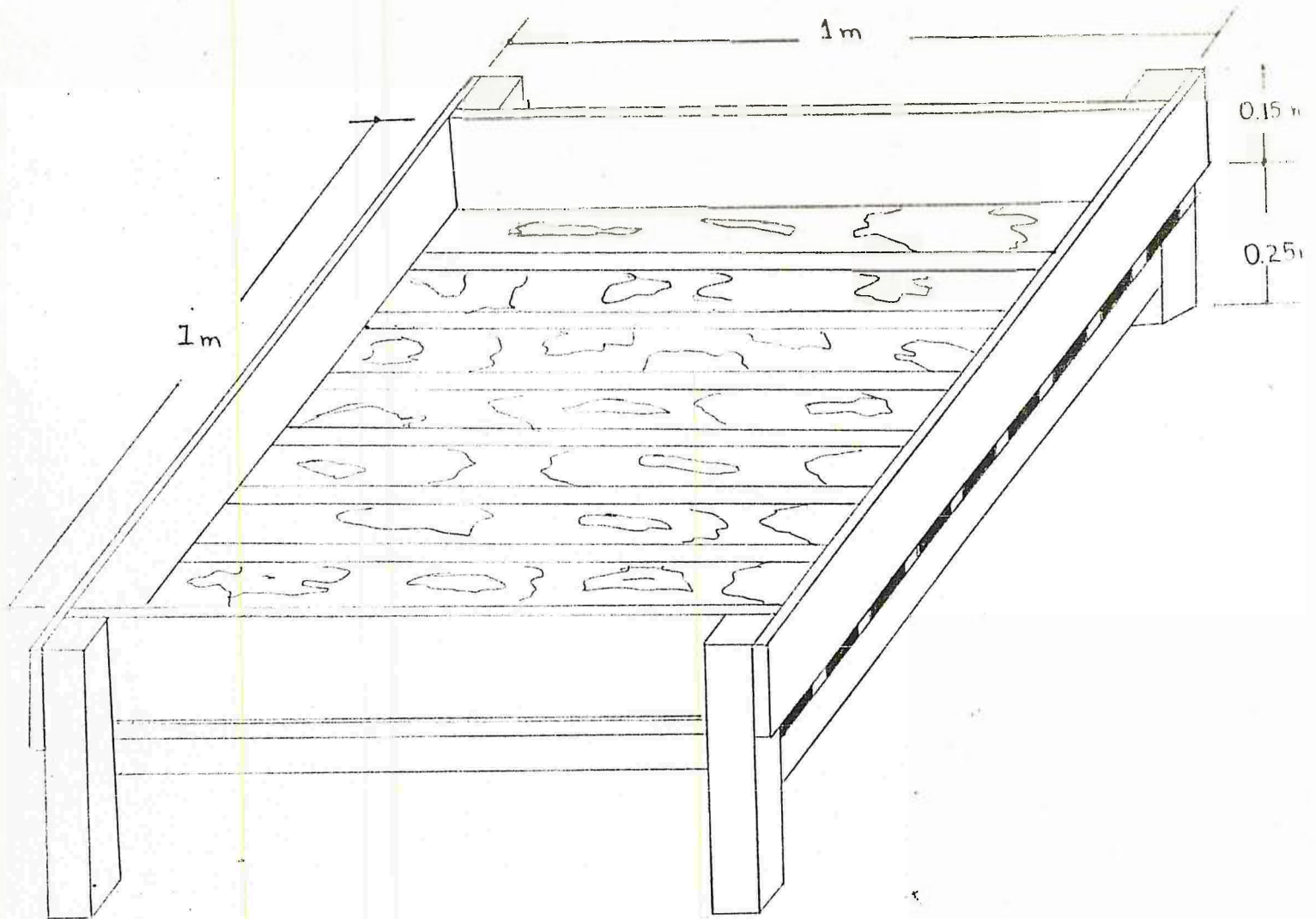


FIGURA 4. Dimensiones del módulo de madera utilizada en cultivos hidropónicos de “tomate”. Area: 1 m²

Se tamizó el sustrato a ocupar, para separar las partículas pequeñas de las grandes, realizándose esta actividad en una saranda de 3 mm de diámetro de luz. En cada caja de siembra se colocó al fondo una capa de escoria volcánica roja con partículas de 10-12 mm de diámetro y sobre ella otra capa de partículas tamizadas de 3-5 mm de diámetro, completando así los 0.15 m de altura de las cajas de siembra; esto se realizó para darle una mejor aireación a la raíz como también obtener un buen drenaje.

2.4. Lavado y desinfección del sustrato

El lavado se hizo con agua de chorro para limpiar el sustrato de organismos o de algún material que pudiera alterar el cultivo.

Luego para una desinfección total se diluyeron 4 galones de formalina al 4% en un barril de agua, aplicando esta dilución a cada caja de siembra procediendo después a cubrir cada caja con plástico transparente con el objeto de encerrar los gases emanados por la formalina y garantizar la total eliminación de organismos como larvas de insectos, hongos, nemátodos y bacterias. Al término de una semana de haber aplicado la formalina, se retiraron los plásticos. La siembra se realizó hasta que los gases de la formalina desaparecieron.

2.5. Siembra

La siembra se realizó en forma directa al sustrato, depositando 3 semillas por postura con el arreglo espacial correspondiente, a una profundidad de 2 cm, luego se procedió a cubrir las semillas con el sustrato.

Después de la siembra se colocaron sacos de yute, previamente lavados, sobre cada módulo para evitar que el agua lluvia sacara las semillas, a la vez para mantener la humedad y temperatura adecuada.

Cuando inició la emergencia de las plántulas (a los 3 días) se retiraron los sacos para evitar el ahilamiento en las plantas. La siembra se realizó en la época lluviosa, en el mes de agosto de 1993.

2.6. Labores culturales

2.6.1. Riego

El riego fue innecesario durante los meses de agosto a octubre de 1993, debido a la época lluviosa. En la época seca se aplicaron 3.5 galones de agua, 2 veces al día en horas frescas de la mañana y de la tarde.

2.6.2. Raleo

Se realizó a los 24 días después de la siembra cuando las plantas tenían un promedio de 5 hojas verdaderas y 20 cm de altura, dejándose las plantas que

presentaban mejores características morfológicas. Esta actividad se llevó a cabo en forma manual con el objeto de determinar los distanciamientos, el arreglo espacial y la población exacta de plantas para cada tratamiento en estudio. CUADRO 2 y ANEXO 8.

CUADRO 2. Relación de los distanciamientos de siembra con arreglo espacial.

Distanciamiento entre surcos (cm)	Distanciamiento entre planta (cm)	Arreglo espacial	Número de plantas por m ²
50	25	Rectangular	8
35	25	Rectangular	12
25	25	Cuadrado	16

2.6.3. Aporque

El primer aporque se llevó a cabo en el momento del raleo, posteriormente esta labor se realizó cada 8 días, con la finalidad de darle mayor firmeza a la planta, estimular las raíces y favorecer el engrosamiento del tallo.



2.6.4. Poda

Se realizó la primera poda sanitaria a los 30 días después de la siembra, ocupando para ello navajas desinfectadas con agua y lejía al 10% con el fin de asegurar la fitosanidad.

Se realizaron 3 podas más, cuando las plantas presentaron follaje enfermo o proliferación de hojas y favorecer la penetración de fertilización a la planta.

2.6.5. Tutorado

Esta práctica se realizó a los 21 días después del raleo, y de la siguiente manera: en las esquinas de cada caja de siembra se colocaron varas de bambú de 1.5 m de altura; luego se hizo un enrejado con alambre galvanizado, dejándose movable para poder levantar las plantas de "tomate" conforme la altura de éstas. Para sostener las plantas, se amarraron al alambre con hilo nylon.

2.6.6. Fertilización

Para llevar a cabo la fertilización al sustrato se utilizaron los fertilizantes blaukom y nitromagcalcáreo.

Antes de iniciar la siembra se colocaron 3 gr de cada fertilizante a 6 cm de profundidad para cada postura, cubriendo luego con una capa de escoria volcánica

(3 cm) para poder así colocar las semillas sin que éstas hicieran contacto directo con los fertilizantes.

En las siguientes aplicaciones, los fertilizantes fueron colocados alrededor de cada planta de “tomate” a 2 cm de profundidad. Las dosis se detallan en el CUADRO 3.

La fertilización al follaje se inició desde que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 6 cm hasta la etapa de cosecha. Para fertilizar el follaje se aplicaron metalozatos como crup-up, boro, calcio, complejo foliar N-P-K. Las aplicaciones fueron de acuerdo al programa que se especifica en el CUADRO 3.

Entre las etapas de floración y fructificación se realizaron 2 aplicaciones de una solución que contenía boro, calcio y cinc de 25 cc por galón de agua, mezclándose con 30 g de cupravit (fungicida). Esta solución sólo se aplicó durante una semana en las épocas antes mencionadas (Comunicación personal)⁸.

2.7. Control de plagas y enfermedades

Para controlar de forma preventiva la “mosca blanca” (Bemisia tabaci), se aplicó té de “ajo” al follaje 2 veces por semana durante la emergencia de las plántulas. ANEXO 9. Luego de esta etapa las aplicaciones se hicieron diariamente, aumentando las dosis según se explica en el CUADRO 4. Además, se hicieron 2

⁸ Rodolfo Olivares; Ing. Agr. Gerente General de Productos Albión. San Salvador. 1993.

CUADRO 3. Programa de aplicación de fertilizantes al sustrajo y al follaje.

ÉPOCA	APLICACIÓN	
Siembra	Aplicar 3 gr.de Blaukorn 3 gr.de Nitromag-calcáreo por planta, en 2 aplicaciones de 1.5 gr.de cada fertilizante.	Entre la emergencia de las plántulas y el raleo, aplicar 2 cc/lit de Crop-up distribuido en 2 aplicaciones semanales de 1 cc/lit.
Raleo	Aplicar 8 gr.de Blaukorn por planta distribuido en 3 aplicaciones semanales de 2 gr., 3 gr., 2 gr., durante 3 semanas.	Aplicar 5 cc/lit de Crop-up + 1 cc/lit de Metalozato de Boro distribuido en 2 aplicaciones semanales de 2.5 cc/lit de Crop-up y 0.5 cc/lit.de Metalozato de Boro, a mojar el follaje durante 3 semanas.
A la 4a. Semana después del raleo.	Aplicar 4 gr.de Blaukorn por planta, distribuido en 2 aplicaciones semanales de 2 gr.durante 3 semanas.	Aplicar 5 cc/lit de Crop-up + 1 cc/lit de Metalozato de Boro, distribuidos en 2 aplicaciones semanales de 2.5 cc/lit de Crop-up y 0.5 cc/lit de Metalozato de Boro. A mojar el follaje durante 3 semanas. La última semana agregar 1 cc de Metalozato de Calcio dividido en 2 aplicaciones de 0.5 cc/lit.
Inicio de floración y floración	Aplicar 4 gr de Blaukorn + 2 gr de Nitro mag-calcáreo por planta, en 2 aplicaciones semanales de 2 gr.de Blaukorn y 1 gr.de Nitromag-calcáreo durante 2 semanas.	Aplicaciones durante 3 semanas 5 cc/lit de Crop-up + 1 cc, 2 cc y 3 cc de Metalozato de Calcio, la primera semana correspondiente distribuidos en 2 aplicaciones semanales. A mojar el follaje. La última semana agregar 1 cc/lit de Metalozato de Boro dividido en 2 aplicaciones de 0.5 cc/lit.
Durante fructificación y cosecha	Aplicar 2 gr.de Blaukorn por planta distribuidos de 2 aplicaciones semanales de 1 gr.	Aplicar 5 cc/lit de Crop-up + 5 cc/lit de complejo mineral N-P-K + 3 cc/lit de Metalozato de calcio, distribuidos en 2 aplicaciones semanales. A mojar el follaje.

FUENTE: Cuadro Modificado. Gudiel, V.M. Manual Agrícola Superb. 1987

CUADRO 4. Programa de aplicación de fungicidas, té de “ajo” y “nim”

ÉPOCA	DOSIS DE FUNGICIDAS	DOSIS DE TE DE “AJO”	DOSIS DE TE DE “NIM”
Antes de la siembra	Mojar el sustrato con Cupravit a 150 ppm		
Entre la emergencia de la plántula y el raleo.	Aplicar de 2 a 3 veces Ridomil y Benlate a 90 ppm. A mojar el follaje.	Aplicar de 2 a 3 veces 10 cc/lit a mojar el follaje.	
Raleo	Las aplicaciones de fungicidas se harán de la siguiente manera: 1a. Semana: Ridomil más Benlate 2a. Semana: Manzate + Cupravit 3a. Semana: Ridomil + Benlate Todos se aplicarán 2 veces por semana a 90 ppm a mojar el follaje.	Aplicar 15 cc/lit dos veces por semana, durante 3 semanas. A mojar el follaje.	Aplicar 15 cc/lit. A mojar el follaje 2 veces por semana.
Floración	Se programaran aplicaciones semanales de fungicidas en forma alterna, incluyendo	Aplicar 20 cc/lit dos veces por semana, durante 3 semanas. A mojar el follaje.	
Fructificación	Dithane y Manzate hasta la primera cosecha.	Aplicar 30 cc/lit dos veces por semana, durante 3 semanas. A mojar el follaje.	
Cosecha		Aplicar 30 cc/lit dos veces por semana, durante 3 semanas. A mojar el follaje.	

FUENTE: Comunicación Personal Ing. José Ricardo Vilanova. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador.

aplicaciones de té de “nim” por semana de 15 cc/litro a mojar el follaje. ANEXO 10.

Para el control del “minador de la hoja” (Liriomiza sp.) solamente se realizaron cortes de folíolos infectados de dicha larva, para evitar así su propagación, haciendo uso de una navaja previamente desinfectada con lejía, siendo los folíolos quemados posteriormente.

Además se colocaron en cada extremo del área del cultivo bandas de plástico amarillo previamente engrasadas, lo cual se realizó con el fin de atraer insectos y así evitar en gran medida la incidencia de éstos en el cultivo.

Para el control de enfermedades fúngicas se utilizaron las siguientes sustancias: cupravit, ridomil, benlate, ditane y manzate, según se mostró en el CUADRO4.

2.8. Parámetros a medir

Con el fin de obtener una respuesta más eficaz sobre el efecto de los diferentes distanciamientos (50 x 25 cm, 35 x 25 cm y 25 x 25 cm) de siembra en las 2 variedades de “tomate” (FLORADADE y UC-82B), se analizaron los siguientes parámetros: altura de las plantas, número de hojas, días a floración, número promedio de racimos por planta, número de frutos, diámetro promedio de frutos y peso promedio de los frutos, utilizando para cada caso la hoja de campo mostrada en el CUADRO 5.

Cuadro 5. Cuadro para toma de datos en el campo para cada uno de los parámetros a medir.

TRATAMIENTOS	Parámetro: Altura de Plantas MUESTRAS AL AZAR					— X
	1	2	3	4	5	
T5 (V2d2) 1						
T3 (V1d3) 2						
T4 (V2dl) 3						
T2 (V1d2) 4						
T1 (V1d1) 5						
T6 (V2d3) 6						
T5 (V2d2) 7						
T3 (V1d3) 8						
T2 (V1d2) 9						
T4 (V2d3) 10						
T6 (V2d3) 11						
T1 (V1d1) 12						
T2 (V1d2) 13						
T5 (V2d2) 14						
T6 (V2d3) 15						
T3 (V1d3) 16						
T4 (V2dl) 17						
T1 (V1d1) 18						
T1 (V1d1) 19						
T6 (V2d3) 20						
T2 (V1d2) 21						
T5 (V2d2) 22						
T3 (V1d3) 23						
T4 (V2dl) 24						

* : Esta misma hoja de campo se utilizó para los demás parámetros en estudio.

2.8.1. Altura de las plantas (cm)

La toma de datos de este parámetro se realizó a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra. La primera medición se llevó a cabo a los 16 días; posteriormente se tomó la altura cada 15 días hasta el apareamiento de los frutos. Para este parámetro se escogieron 5 plantas al azar por cada unidad experimental, midiéndose la altura de cada una de ellas con cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de una hoja terminal.

2.8.2. Número de hojas

Al igual que el parámetro anterior el número de hojas fue tomado a los 16 días, tomándose luego cada 15 días hasta la etapa inicial de la fructificación. Se tomaron 5 plantas al azar por cada unidad experimental.

2.8.3. Días a floración

Este dato se tomó cuando el 50% de la población, por unidad experimental presentó por lo menos una apertura floral en el racimo. Iniciándose a los 3 días.

2.8.4. Número de racimos por planta

Para la toma de este dato se seleccionaron 5 plantas al azar por cada módulo, contando el número de racimos por planta desde su apareamiento a los 60 días.

2.8.5. Número de frutos

Finalizada la cosecha se procedió a unificar los datos de el número de frutos obtenidos en cada corte, en los diferentes tratamientos.

2.8.6. Diámetro de los frutos

Al iniciar la etapa de cosecha, se tomaron 5 frutos al azar para obtener el diámetro promedio por tratamiento. La medición se llevó a cabo con “pie de rey”; teniendo como base el diámetro ecuatorial para dicha medición (cm), tomándose este parámetro al momento de cada cosecha (14 cosechas).

2.8.7. Peso de los frutos

Este dato fue tomado en forma simultánea con el diámetro de los frutos al momento de cada cosecha. El peso de los frutos fue por unidad experimental, utilizando una balanza semi-analítica. Al finalizar la cosecha se obtuvo el peso total de los frutos por cada tratamiento.



3.0. *METODOLOGIA ESTADISTICA*

3.1. Diseño experimental y estadístico

En este estudio se trabajó con 2 variedades de “tomate” y 3 distanciamientos de siembra, de la combinación entre estas variables se obtuvieron los diferentes tratamientos a evaluar. Con el propósito de medir la efectividad de éstos se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial 2 x 3, con 4 repeticiones, conteniendo cada una 6 tratamientos. Cada uno de éstos, ubicado en cajas de siembra (unidad experimental) a un distanciamiento de 0.8 m y a 1 m entre repetición.

El diseño antes mencionado proporciona información completa de cada factor en estudio, ya que no sólo se comprueban los efectos principales, sino la interacción entre ellos; además, con él se puede comprobar cualquier número de tratamientos ya sean niveles de un sólo factor o combinaciones de varios factores (Nuila, & Mejía, 1990).

Para interpretar los resultados y establecer diferencias entre los distanciamientos y el efecto que tienen en altura de plantas, número de hojas, días a floración, número de racimos por planta, número total de frutos por planta, diámetro y peso de los frutos; se utilizó para cada parámetro, Análisis de Varianza y Prueba de Duncan.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + (TB)_{ij} + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Características bajo estudio observado en la unidad experimental “j”
y donde se aplicará el tratamiento “i”.

U = Media experimental

T_i = Efecto i-ésimo nivel del factor A (variedad)

B_j = Efecto j-ésimo nivel del factor B (distanciamiento)

$(TB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre T_i y B_j

E_{ij} = Error experimental

i = Número de tratamientos

j = Número de repeticiones

RESULTADOS

El cultivo hidropónico de 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum esculentum) con 3 distanciamientos de siembra, en escoria volcánica roja como sustrato, se inició con un crecimiento bastante uniforme en ambas variedades, habiendo emergido a los 7 días después de la siembra el 99.9% del cultivo, siendo total su emergencia a los 8 días después de la siembra.

A los 24 días después de la siembra se llevó a cabo el raleo, dejándose una planta por postura con los distanciamientos definitivos para cada tratamiento, a esta edad las plantas presentaron un crecimiento vigoroso, siendo más notorio dicho crecimiento en la variedad UC-82B.

Se observó la presencia de la “mosca blanca”(Bemisia tabaci) desde la época lluviosa, controlando su población con aplicaciones de los tés botánicos de ”ajo“ y de ”nim”, en forma diaria y alterna, contribuyeron a mantener alejada a la mosca del cultivo. También, como una medida para evitar que la mosca se posara sobre la planta y evitar la inoculación de virus, se procedió diariamente a realizar movimientos manuales-vibratoriales en las plantas. Todas estas circunstancias contribuyeron a mantener la población de moscas en niveles poco significativos y no se presentaron síntomas tempranos de ”virosis” en las plantas.

Con respecto al extracto botánico de “nim”, un día después de la primera aplicación se observó en las hojas una coloración verde más oscura de lo normal; y al día siguiente de la segunda, las plantas presentaron amarillamiento y marchitamiento de las hojas, por lo que se suspendieron las aplicaciones de dicho extracto.

A los 20 días después de la siembra se observó en el haz de algunos folíolos ciertas líneas de color blancuzco, determinándose posteriormente que dichas líneas eran galerías formadas por el “gusano minador” (*Lyriomiza* spp.) que a su paso va destruyendo el tejido foliar.

Otras plagas que se observaron, pero que no causaron daños mayores en el cultivo fueron: “áfidos”, “gusano del fruto de tomate” (*Heliothis* sp.), “gusano cachón” (*Manduca sexta*), “arañita roja” (*Tetranychus urticae*).

Durante la etapa de floración, en algunas cajas de siembra se observaron plantas con ciertas anomalías: achaparramiento, hojas decoloradas con bordes acolchados; siendo más notorias dichas anomalías en la variedad UC-82B, de la cual se eliminaron 25 plantas, mientras que de la variedad Floradade se eliminaron 22 plantas.

Cabe mencionar que durante esa misma etapa, las plantas se vieron afectadas por varias lluvias fuertes que provocaron la caída de algunas flores.

Entre las etapas de floración y fructificación se dio un desorden fisiológico provocado por la deficiencia de calcio llamado “pudrición apical del fruto”; también se presentó la enfermedad fungosa conocida como “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*). La variedad más afectada fue la UC-82B, con un total de 148 “tomates” perdidos y 65 frutos de la variedad Floradade. Estos “tomates” no se tomaron en cuenta a la hora de pesar y medir el diámetro de los frutos.

Parámetros analizados

1.0. Altura de las plantas

A los 15 días después de la siembra, se observó en ambas variedades (FLORADADE y UC-82B) un crecimiento similar, a los 3 distanciamientos de siembra a los que fueron sometidas.

Cuando el cultivo tenía 30 días de edad, se observó que la variedad UC-82B sobrepasó en una mínima diferencia de altura a la variedad FLORADADE. Ambas variedades obtuvieron sus alturas mayores en los distanciamientos de 50 x 25 cm y 25 x 25 cm.

A la edad de 45 días cuando el cultivar estaba en el período de transición de la etapa de floración a fructificación la altura y robustez de las plantas de “tomate”, eran similares en las 2 variedades en estudio, obteniéndose la altura menor a un distanciamiento de 35 x 25 cm en ambas variedades.

Después de los 45 días se observó que el crecimiento de las plantas de la variedad Floradade fue más pronunciado que el de la variedad UC-82B.

Con respecto a los distanciamientos de siembra, a los 60 días después de la siembra, ambas variedades en estudio presentaron su altura mayor a un distanciamiento de 25 x 25 cm; mientras que a los 75 días, la variedad Floradade obtuvo las alturas mayores en los distanciamientos de 50 x 25 cm y 25 x 25 cm. A los 90 días de edad del cultivo la altura mayor de las plantas de la variedad FLORADADE fue a un distanciamiento de 35 x 25 cm; no así, la variedad UC-82B, a esta misma edad no se le observó mayor diferencia de altura de las plantas en los 3 distanciamientos a que fueron sometidos. CUADRO 6 y FIGURA 5.

Durante el desarrollo de la etapa vegetativa se observó que la arquitectura de las plantas de la variedad FLORADADE era de forma alargada, mientras que la arquitectura de la variedad UC-82B era de forma achaparrada.

Cuadro 6. Altura (cm) de plantas del cultivo de “tomate” a diferentes edades en los diferentes tratamientos.

Días	15	30	45	60	75	90
T1(V1d1)	5.68	15.01	34.60	69.04	100.93	109.38
T2(V1d2)	6.08	14.48	33.64	60.09	91.53	112.25
T3(V2d3)	6.28	17.53	38.77	72.04	97.53	106.10
T4(V2 d1)	7.08	18.33	34.22	63.73	82.58	91.65
T5(V2d2)	6.75	17.75	35.87	62.59	88.58	90.13
T6(V2d3)	6.88	19.80	38.38	65.57	85.30	90.90

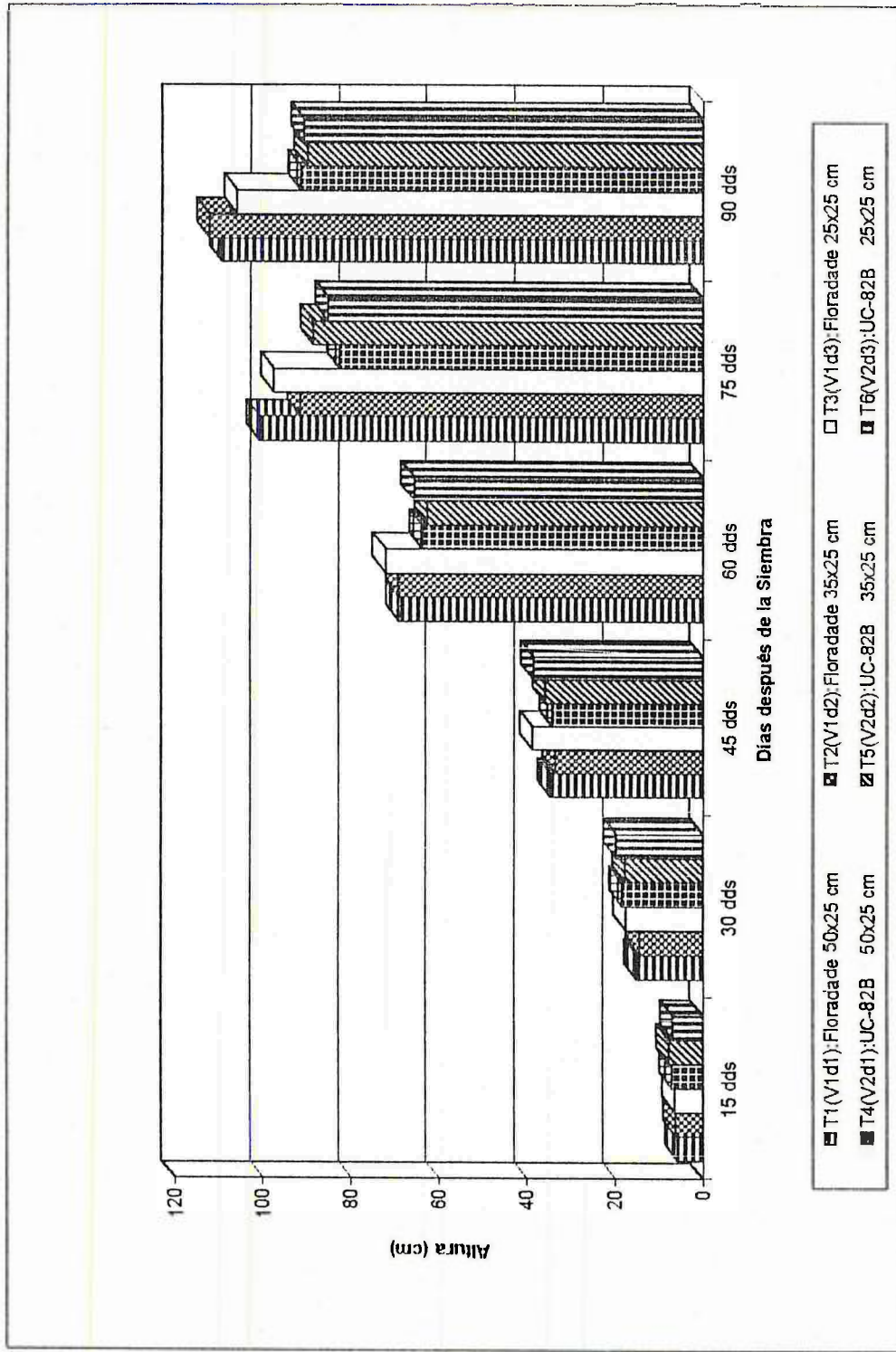


Fig.5. Altura promedio (cm) de plantas tomadas a diferentes edades del cultivo de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicon esculentum*) a 3 distanciamientos en hidroponía. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

Los resultados estadísticos para la altura de las plantas fueron los siguientes:

A los 15 días de edad del cultivo se determinó una diferencia altamente significativa en las variedades FLORADADE y UC-82B, la primera variedad alcanzó una altura promedio de 6.0 cm y la segunda, un promedio de 6.9 cm; entre los distanciamientos y la interacción de ambos factores no existe diferencia significativa. CUADRO 7 y 8.

A los 30 días después de la siembra el análisis de varianza (ANVA), muestra diferencias altamente significativas entre las variedades Floradade y UC-82B, y entre los distanciamientos. A esta edad las plantas de la variedad Floradade alcanzaron una altura promedio de 15.7 cm y las plantas de la variedad UC-82B una altura promedio de 18.6 cm. CUADRO 8. La prueba de Duncan muestra que el distanciamiento d_3 (25 x 25 cm) es superior al distanciamiento d_2 (35 x 25 cm) pero igual al distanciamiento d_1 (50 x 25 cm). CUADRO 9.

Para los 45 días después de la siembra el ANVA determinó que no existe diferencia significativa entre las variedades ni en la interacción de ambos factores (variedad x distanciamiento), pero sí existe diferencia altamente significativa en los distanciamientos. El cuadro de doble entrada muestra que la altura promedio alcanzada por las plantas de la variedad Floradade fue de 35.6 cm y de 36.1 cm para la variedad UC-82B. CUADRO 7 y 8.

Según la prueba de Duncan el d_3 (25 x 25 cm) es superior al d_1 (50 x 25 cm) pero igual a d_2 (35 x 25 cm). CUADRO 10.

El ANVA para los 60, 75 y 90 días de edad del cultivo determinó que no existe diferencia significativa en el factor distanciamiento, ni la interacción variedad x distanciamiento, pero si existe diferencia altamente significativa entre variedades. CUADRO 8.

CUADRO 7. Síntesis de datos de altura promedio (cm) de plantas de 2 variedades de “tomate” (Lycopersicum esculentum) evaluados a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico, desde los 15 a los 90 días después de la siembra, Cantón Portezuelo, Agosto/93-Enero/94.

Días después de la Siembra (dds)	distanciamientos (\bar{x}_d)			Variedades (\bar{x}_v)	
	d1	d2	d3	v1	v2
15	6.375	6.412	6.575	6.008	6.900
30	16.687	16.112	18.600	15.683	18.583
45	34.372	34.752	38.572	35.643	36.155
60	66.382	66.087	68.802	70.055	64.127
75	91.750	90.050	91.412	96.658	85.483
90	100.712	101.187	98.500	109.375	90.892

V1= FLORADADE

d1 = 50 x 25 cm

V2=UC-82B

d2 = 35 x 25 cm

d3 = 25 x 25 cm

CUADRO 8. Análisis de varianza de altura promedio (cm) de plantas de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*) sometidas a 3 distanciamientos de siembra en hidroponía, desde los 15 hasta los 90 días después de la siembra. Cantón Portezuelo. Agosto/93-Enero/94, al 5% de Significancia.

Días después de la Siembra (dds)	Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Experimental	F. Tabla 5%	Coefficiente de Variabilidad (CV)
15	Variedad (V)	1	4.770	4.770	7.297**	4.41	12.53%
	Distanciamiento(d)	2	0.181	0.090	0.1383 ns	3.55	
	Vxd	2	0.781	0.390	0.5972 ns	3.55	
	Error experimental	18	11.767	0.654			
	Total	23	17.500				
30	Variedad (V)	1	50.460	50.460	19.3210**	4.41	
	Distanciamiento(d)	2	27.136	13.568	5.1951**	3.55	
	Vxd	2	1.687	0.844	0.3231 ns	3.55	
	Error experimental	18	17.010	2.612			
	Total	23	136.293				
45	Variedad (V)	1	1.571	1.571	0.2068 ns	4.41	7.68%
	Distanciamiento(d)	2	86.338	43.169	5.6827**	3.55	
	Vxd	2	8.915	4.457	0.5867 ns	3.55	
	Error experimental	18	136.739	7.597			
	Total	23	233.563				
60	Variedad (V)	1	210.871	210.871	7.6135 **	4.41	7.84%
	Distanciamiento(d)	2	35.506	17.753	0.6410 ns	3.55	
	Vxd	2	1.387	0.693	0.2050 ns	3.55	
	Error experimental	18	498.542	27.697			
	Total	23	746.305				
75	Variedad (V)	1	749.284	749.284	22.0985**	4.41	6.39%
	Distanciamiento(d)	2	12.961	6.480	0.1911 ns	3.55	
	Vxd	2	240.467	120.234	3.546 ns	3.55	
	Error experimental	18	610.318	33.907			
	Total	23	1630.029				
90	Variedad (V)	1	2049.802	2049.802	53.4409**	4.41	6.19%
	Distanciamiento(d)	2	32.916	16.458	0.4291 ns	3.55	
	Vxd	2	48.341	24.170	0.6302	3.55	
	Error experimental	18	690.415	38.356			
	Total	23	2821.474				

** Altamente significativo

ns: No significativo

CUADRO 9. Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamiento de siembra obtenida de la altura de plantas a los 30 días después de la siembra en cultivo hidropónico de “tomate” (Lycopersicum esculentum). Cantón Portezuelo. Santa Ana. Agosto/93-Enero/94.

DISTANCIAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA
25 x 25 cm (d3)	18.60	A
50 x 25 cm (d1)	16.69	A B
35 X 25 cm (d2)	16.11	B

CUADRO 10. Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamiento obtenidos en la altura de plantas a los 45 días después de la siembra, en cultivo hidropónico de “tomate” (Lycopersicum esculentum). Cantón Portezuelo. Santa Ana. Agosto/93-Enero/94.

DISTANCIAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA
25 x 25 cm (d3)	38.57	A
35 x 25 cm (d2)	34.75	A B
30 X 25 cm (d1)	34.37	B

2.0. Número de hojas

En las primeras toma de datos: a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, la diferencia en cuanto al número de hojas no fue muy evidente entre las 2 variedades en estudio. CUADRO 11.

A los 60 días después de la siembra se dio una clara diferencia en el número de hojas, pues la variedad UC-82B sobrepasaba a la variedad FLORADADE. El mayor número de hojas en la variedad FLORADADE fue en los distanciamientos 50 x 25 cm y 25 x 25 cm; y en los distanciamientos de 50 x 25 cm y 35 x 25 cm, en la variedad UC-82B.

A los 75 días después de la siembra el aumento en el número de hojas fue más acelerado en ambas variedades, aunque la variedad UC-82B continuaba excediendo en número a la variedad FLORADADE, a pesar de que las plantas ya estaban en la etapa de fructificación. A esta edad, las variedades en estudio presentaron su mayor número de hojas a un distanciamiento de 50 x 25 cm.

En la última toma de datos, a los 90 días después de la siembra, el número de hojas se igualó en las dos variedades FLORADADE y UC-82B, siendo mayor en los distanciamientos de 50 x 25 cm y 35 x 25 cm. CUADRO 11 y FIGURA 6.

CUADRO 11. Número de hojas promedio de ‘tomate’ a diferentes edades, en sus respectivos tratamientos.

Tratamientos \ Días	Días					
	15	30	45	60	75	90
T1(V1d1)	2.00	5.00	9.00	10.00	17.50	23.25
T2(V1d2)	2.00	4.50	8.25	9.25	15.00	22.50
T3(V2d3)	2.00	4.75	9.00	9.75	14.50	20.25
T4(V2d1)	2.75	5.50	10.50	14.00	22.50	23.25
T5(V2d2)	3.25	5.75	10.25	15.00	19.50	22.75
T6(V2d3)	2.50	5.50	10.25	12.50	17.50	20.00

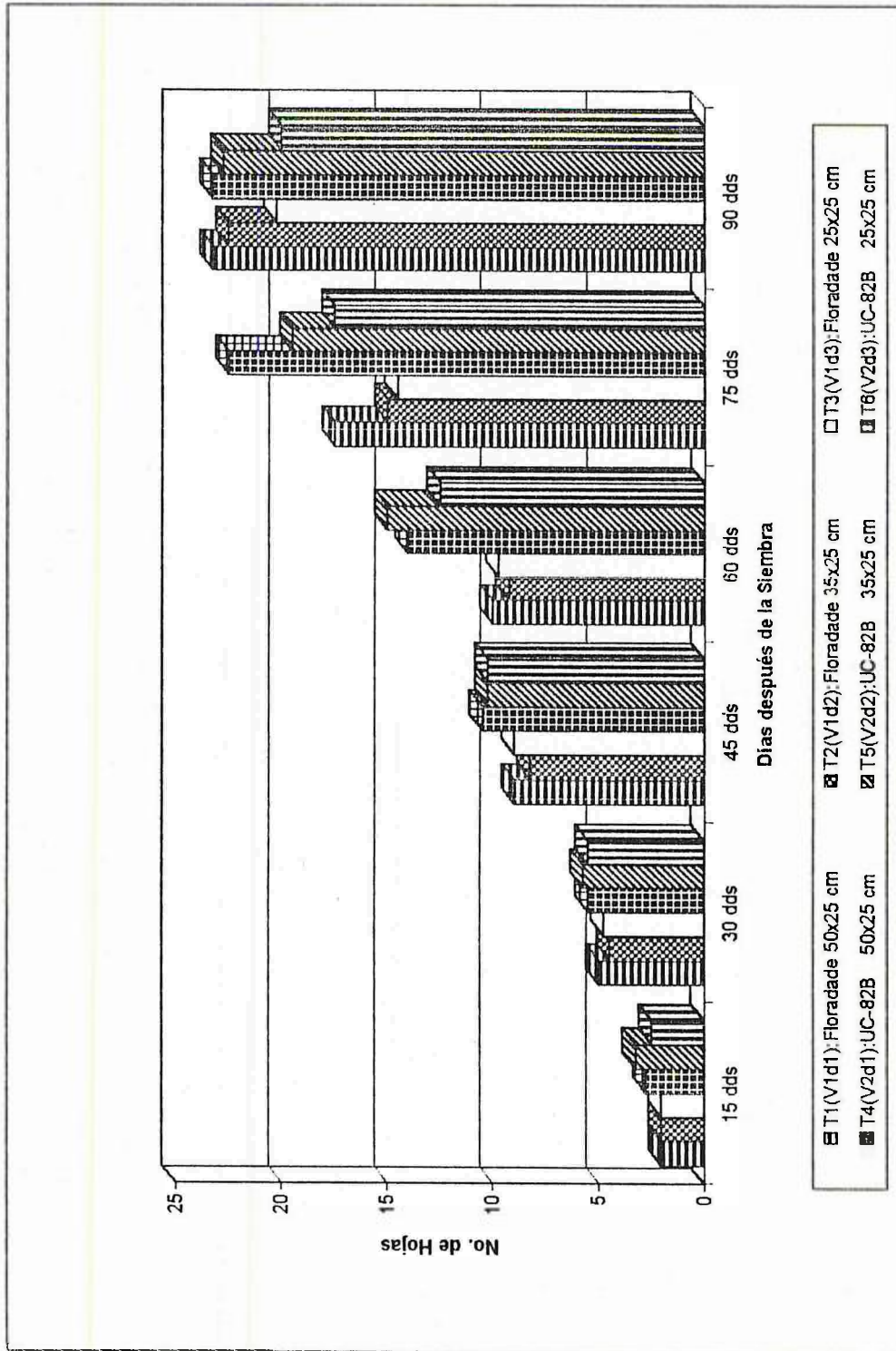


Fig. 6. Número de hojas de plantas tomadas a diferentes edades de cultivo de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*) evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en hidroponía. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

Los resultados estadísticos para el número de hojas fueron los siguientes:

A los 15 días después de la siembra no existe una diferencia significativa en las variedades Floradade y UC-82B, ni entre los distanciamientos (50 x 25 cm; 35 x 25 cm; 25 x 25 cm); sin embargo, en la interacción de estos factores (variedad x distanciamiento), sí se da una diferencia altamente significativa. La variedad Floradade presentó un promedio de 2 hojas por planta y la variedad UC-82B un promedio de 2.8 hojas por planta. CUADRO 12 y 13.

El ANVA para los 30, 45 y 60 días después de la siembra es similar, pues determina que sí existe diferencia altamente significativa entre las variedades, pero no entre los distanciamientos, ni en la interacción de variedad x distanciamiento. En estas etapas los cuadros de doble entrada determinaron que el número promedio de hojas por planta de la variedad Floradade fue menor que el de la variedad UC-82B. CUADRO 13.

El ANVA calculado a los 75 días de edad del cultivo determinó que existe alta significancia entre las variedades y entre los distanciamientos, pero que para la interacción de ambos factores no existe significancia alguna. CUADRO 13. Por medio de la prueba de Duncan se pudo demostrar que el distanciamiento d_1 (50 x 25 cm) tuvo igual comportamiento que d_2 (35 x 25 cm), pero diferente al d_3 (25 x 25 cm). CUADRO 14.



A los 90 días de edad del cultivo, el ANVA determinó que no existen diferencias significativas en cada factor de variación (variedad y distanciamiento) y la interacción entre ambos factores, obteniéndose un número promedio de 22 hojas por planta en cada variedad, mostrando los distanciamientos (d_1 , d_2 y d_3) un número promedio de hojas por planta de 23.2, 22.61 y 20.1 respectivamente, como se mencionó en el CUADRO 12 y 13.

CUADRO 12. Síntesis de datos de el número de hojas promedio en plantas de “tomate” (*Lycopersicum esculentum*) evaluados a 3 distanciamientos de siembra tomados desde los 15 a los 90 días después de la siembra bajo la técnica hidropónica. Cantón Portezuelo, Agosto/93-Enero/94.

Días después de la Siembra (dds)	distanciamientos (\bar{x}_d)			Variedades (\bar{x}_v)	
	d1	d2	d3	v1	v2
15	2.375	2.652	2.250	2.000	2.833
30	5.250	5.125	5.125	4.750	5.583
45	9.750	9.250	9.625	8.750	10.333
60	12.000	12.125	11.125	9.667	13.833
75	20.000	17.250	16.000	15.667	19.833
90	23.250	22.625	20.125	22.000	22.000

V1= FLORADADE

d1 = 50 x 25 cm

V2= UC-82B

d2 = 35 x 25 cm

d3 = 25 x 25 cm

CUADRO 13. Análisis de varianza de número promedio de hojas de plantas de dos variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*) sometidas a 3 distanciamientos de siembra en hidroponía, desde los 15 hasta los 90 días después de la siembra. Cantón Portezuelo. Agosto/93-Enero/94, al 5% de Significancia.

Días después de la Siembra (dds)	Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Experimental	F. Tabla 5%	Coefficiente de Variabilidad (CV)
15	Variedad (V)	1	4.167	4.167	3.6585 ns	4.41	44.16%
	Distanciamiento(d)	2	0.583	0.292	0.2561 ns	3.55	
	Vxd	2	36.583	18.292	16.061**	3.55	
	Error experimental	18	20.000	1.189			
	Total	23					
30	Variedad (V)	1	4.167	4.167	7.1429*	4.41	14.78%
	Distanciamiento(d)	2	0.083	0.042	0.0714 ns	3.55	
	Vxd	2	0.583	0.292	0.5000 ns	3.55	
	Error experimental	18	10.500	0.583			
	Total	23					
45	Variedad (V)	1	15.042	15.042	15.6957**	4.41	10.26%
	Distanciamiento(d)	2	1.083	0.542	0.5652 ns	3.55	
	Vxd	2	0.583	0.292	0.3043 ns	3.55	
	Error experimental	18	17.250	0.958			
	Total	23					
60	Variedad (V)	1	104.167	104.167	37.1287**	4.41	14.26%
	Distanciamiento(d)	2	4.750	2.375	0.8467 ns	3.55	
	Vxd	2	9.083	4.542	1.6188 ns	3.55	
	Error experimental	18	50.500	2.806			
	Total	23					
75	Variedad (V)	1	104.167	104.167	14.3130**	4.41	15.20%
	Distanciamiento(d)	2	67.000	33.500	4.6031**	3.55	
	Vxd	2	4.333	2.167	0.2977 ns	3.55	
	Error experimental	18	131.000	7.278			
	Total	23					
90	Variedad (V)	1	0.00	0.000	0.000 ns	4.41	15.96%
	Distanciamiento(d)	2	43.750	21.875	1.7736 ns	3.55	
	Vxd	2	0.250	0.125	0.0101 ns	3.55	
	Error experimental	18	222.000	12.333			
	Total	23					

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns: No significativo

CUADRO 14. Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamiento de siembra obtenidos de el número de hojas a los 75 días después de la siembra en cultivo hidropónico de “tomate” (*Lycopersicum esculentum*), Cantón Portezuelo. Santa Ana, Agosto/93-Enero/94.

DISTANCIAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA
50x25 cm (d1)	20.00	A
35 x 25 cm (d2)	17.25	A B
25 X 25 cm (d3)	16.00	B

3.0. Días a floración

En la variedad UC-82B esta etapa se observó a los 43 días después de la siembra en el distanciamiento de 35 x 25 cm, seguido de los distanciamientos 50 x 25 cm y 25 x 25 cm en los que la floración se dio a los 44 días después de la siembra. En la variedad Floradade, esta etapa se dio aproximadamente a los 46 días después de la siembra en los 3 distanciamientos establecidos CUADRO 15,16 y 17 FIGURA 7.

Los resultados estadísticos para días a floración fueron los siguientes:

En cuanto al promedio de días a floración, la V_1 (FLORADADE) fue 3 días menos precoz que la V_2 (UC-82B); la primera fue a los 46.5 días después de la siembra y la segunda a los 43.8 días, lo cual se observa en el cuadro de doble entrada. CUADRO 16.

El ANVA para este parámetro muestra que, entre las variedades existe alta significancia; mientras que entre los distanciamientos y en la interacción del factor variedad por distanciamiento no existe diferencia estadística significativa, o sea, que su comportamiento es semejante. CUADRO 16 y 17.

CUADRO 15. Síntesis de variables analizadas en 2 variedades de "tomate en 3 distanciamientos de siembra.

Variedades	FLORADADE			UC-82B		
	50x25 cm	35x25 cm	25x25 cm	50x25 cm	35x25cm	25x25 cm
Número de plantas por metro cuadrado	8	12	16	8	12	16
Número de plantas total de las 4 repeticiones	32	48	64	32	48	64
Número de plantas perdidas por tratamientos	8	6	8	5	7	13
Días a floración	46.5	46.75	46.25	44.25	43.25	44
Número de racimos (media aritmética) por planta	3	2.9	3.35	5.25	5.85	6.25
Número de frutos por tratamiento	307	351	351	435	542	696
Diámetro promedio de frutos en cm.	5.41	5.4	5.46	4.06	3.96	3.83
Peso promedio de los frutos en kg. por tratamiento	19.84	24.87	24.11	13.4	16.3	19.42

CUADRO 16. Síntesis de datos promedio de algunos parámetros evaluados en 2 variedades de "tomate" (Lycopersicum esculentum) a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón Portezuelo, Agosto/93-Enero/94.

Parámetros	distanciamientos (\bar{x}_d)			Variedades (\bar{x}_v)	
	d1	d2	d3	v1	v2
Promedio de días a floración	45.375	45.000	45.125	46.500	43.833
No.promedio de racimos/planta	4.125	4.375	4.800	3.083	5.783
No.promedio de frutos/m ²	92.750	111.625	130.875	84.083	139.417
Diámetro promedio de frutos (cm)	4.734	4.681	4.647	5.425	3.950
Peso promedio (kg) de frutos/m ²	4.157	5.147	5.441	5.737	4.094

V1= FLORADADE

d1 = 50 x 25 cm

V2= UC-82B

d2 = 35 x 25 cm

d3 = 25 x 25 cm

CUADRO 17. Análisis de varianza de datos promedios, de algunos parámetros evaluados en dos variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*) sometidas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico, desde los 15 hasta los 90 días después de la siembra. Cantón Portezuelo. Agosto/93-Enero/94, al 5% de Significancia.

Parámetros	Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Experimental	F. Tabla %	Coefficiente de Variabilidad (CV)
Promedio de días a floración	Variedad (V)	1	42.667	42.667	48.000 ns	4.41	2.09%
	Distanciamiento (d)	2	0.583	0.292	3.281 ns	3.55	
	Vxd	2	2.083	1.042	1.1719 ns	3.55	
	Error experimental	18	16.000	0.889			
	Total	23	61.333				
Número promedio de racimos	Variedad (V)	1	43.740	43.740	21.1191*	4.41	32.46%
	Distanciamiento (d)	2	1.863	0.932	0.4498 ns	3.55	
	Vxd	2	0.610	0.305	0.1473 ns	3.55	
	Error experimental	18	37.280	2.071			
	Total	23	83.493				
Número promedio de frutos/m ²	Variedad (V)	1	18370.667	18370.667	21.9686**	4.41	25.88%
	Distanciamiento (d)	2	5814.250	2907.125	3.4765*	3.55	
	Vxd	2	3115.583	1557.792	1.8629 ns	3.55	
	Error experimental	18	15052.000	836.222			
	Total	23	42352.500				
Diámetro promedio de frutos (cm)/m ²	Variedad (V)	1	13.054	13.054	380.5759**	4.41	3.95%
	Distanciamiento (d)	2	0.030	0.015	0.4406 ns	3.55	
	Vxd	2	0.078	0.039	1.1439 ns	3.55	
	Error experimental	18	0.617	0.034			
	Total	23	13.780				
Peso Promedio (kg) de frutos	Variedad (V)	1	16.187	16.187	7.6251**	4.41	29.64%
	Distanciamiento (d)	2	7.238	3.619	1.7049 ns	3.55	
	Vxd	2	0.949	0.474	0.2235 ns	3.55	
	Error experimental	18	38.211	2.123			
	Total	23	62.585				

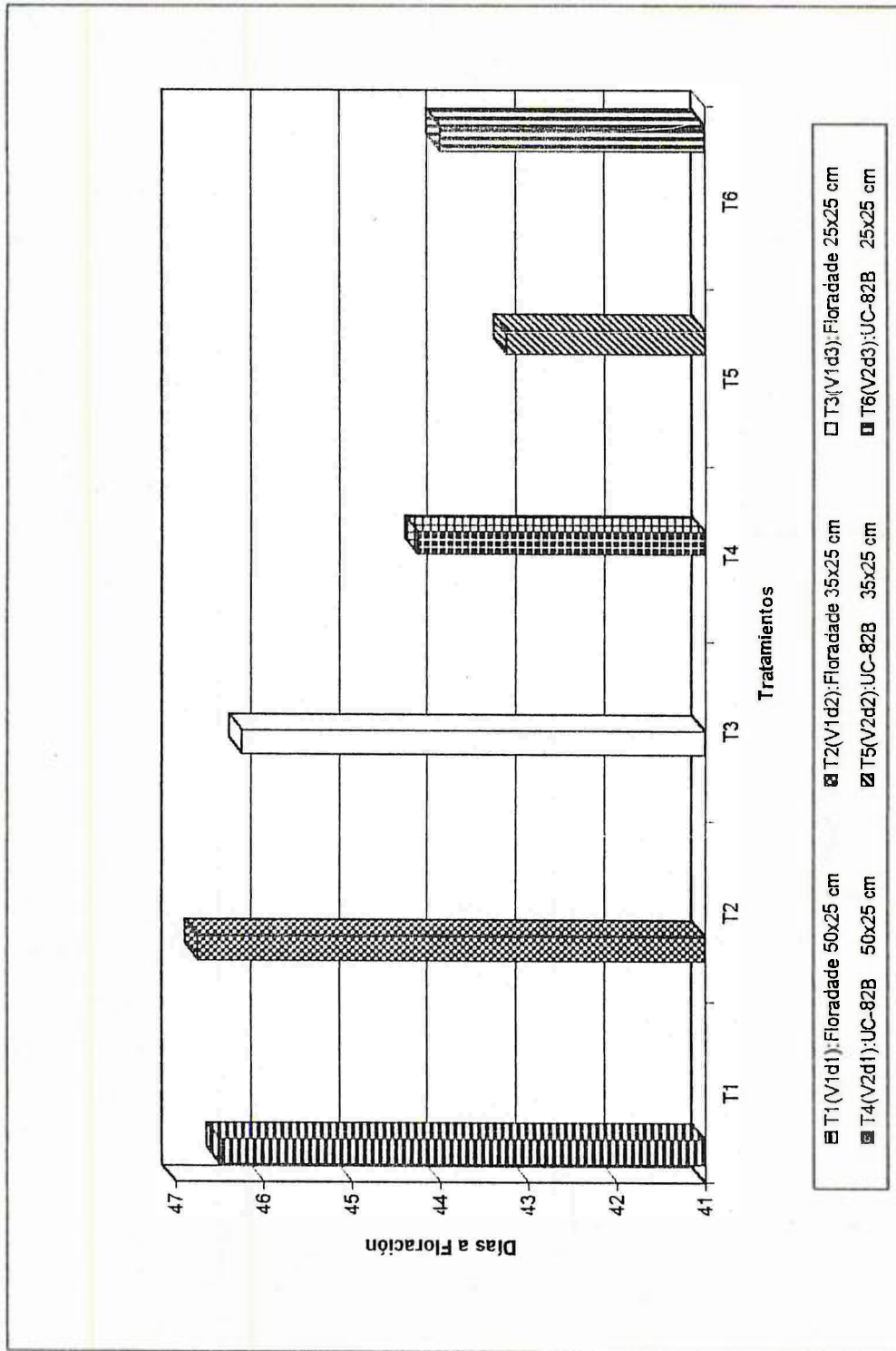


Fig.7. Días a floración de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicon esculentum*), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

4.0. Número de racimos por planta

La toma de datos del número de racimos por planta se realizó a los 60 días después de la siembra cuando las plantas se encontraban en la fase intermedia de floración y fructificación; la variedad Floradade osciló en un promedio de 3 racimos por planta en los 3 distanciamientos (50 x 25, 35 x 25 y 25 x 25 cm). En la variedad UC-82B, el número promedio de racimos fue aproximadamente de 6 racimos por planta en los distanciamientos de 35 x 25 cm y 25 x 25 cm; y más o menos de 5 racimos por planta en el distanciamiento de 50 x 25 cm. CUADRO 15 y FIGURA8.

En el CUADRO 16 se observa que el número promedio de racimos para la variedad Floradade fue de 3.0 y para la variedad UC-82B fue de 5.7 racimos por planta.

Al efectuar el ANVA se determinó que existe diferencia significativa al 5% solo entre las variedades. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre los distanciamientos, ni en la interacción variedad x distanciamiento, por tanto, se puede afirmar que estos actúan de forma independiente. CUADRO 17.

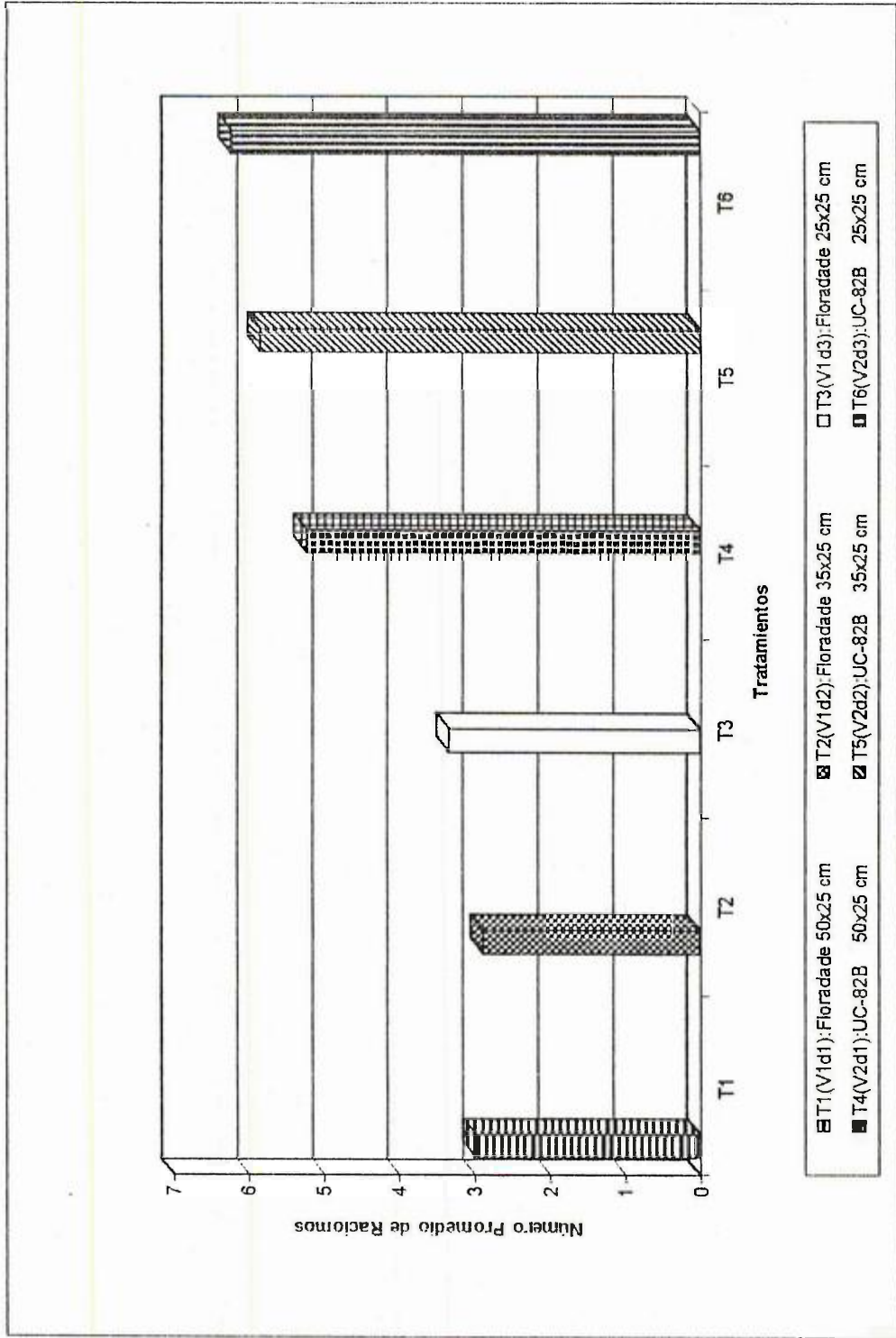


Fig.8. Número promedio de racimos de plantas de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

5.0. Número de frutos

A los 90 días después de la siembra dio inicio la fase de cosecha, en la cual se realizó simultáneamente el recuento de los frutos de “tomate”, la toma del peso y diámetro promedio en cada uno de los tratamientos en estudio.

En el período de cosecha se realizaron 14 cortes de la variedad UC-82B y 10 de la variedad Floradade; iniciándose esta fase con la variedad UC-82B, pues los primeros 4 cortes fueron sólo de esta variedad, a partir del quinto corte se comenzaron a cosechar frutos de ambas variedades. Con respecto a los distanciamientos, el mayor número de frutos para la variedad Floradade fue en los distanciamientos de 35 x 25 cm y 25 x 25 cm; y para la variedad UC-82B, en el distanciamiento de 25 x 25 cm. CUADRO 15 y FIGURA 9.

Después de las 14 cosechas realizadas, los resultados dan a conocer para la variedad Floradade un número promedio de 84.08 frutos por m² y para la variedad UC-82B un promedio de 139.49 frutos por m². CUADRO 16.

A través del ANVA se determina que existe diferencia significativa entre las variedades y en los distanciamientos, pero en la interacción de variedad x distanciamiento no hay significancia. CUADRO 17.

La prueba de Duncan determina que en los distanciamientos: d₂ (35 x 25 cm) y d₃ 25 x 25 cm), se obtuvieron las mayores cosechas en comparación a d₁ (50 x 25 cm); determinándose los 2 primeros estadísticamente iguales. CUADRO 18.

CUADRO 18. Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de distanciamiento de siembra obtenidos de el número promedio de frutos cosechados en cultivo hidropónico de “tomate” (Lycopersicum esculentum), Cantón Portezuelo. Santa Ana. Agosto/93-Enero/94.

DISTANCIAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA
25 x 25 cm (d3)	130.90	A
35 x 25 cm (dz)	111.60	A B
50 X 25 cm (d1)	92.75	B

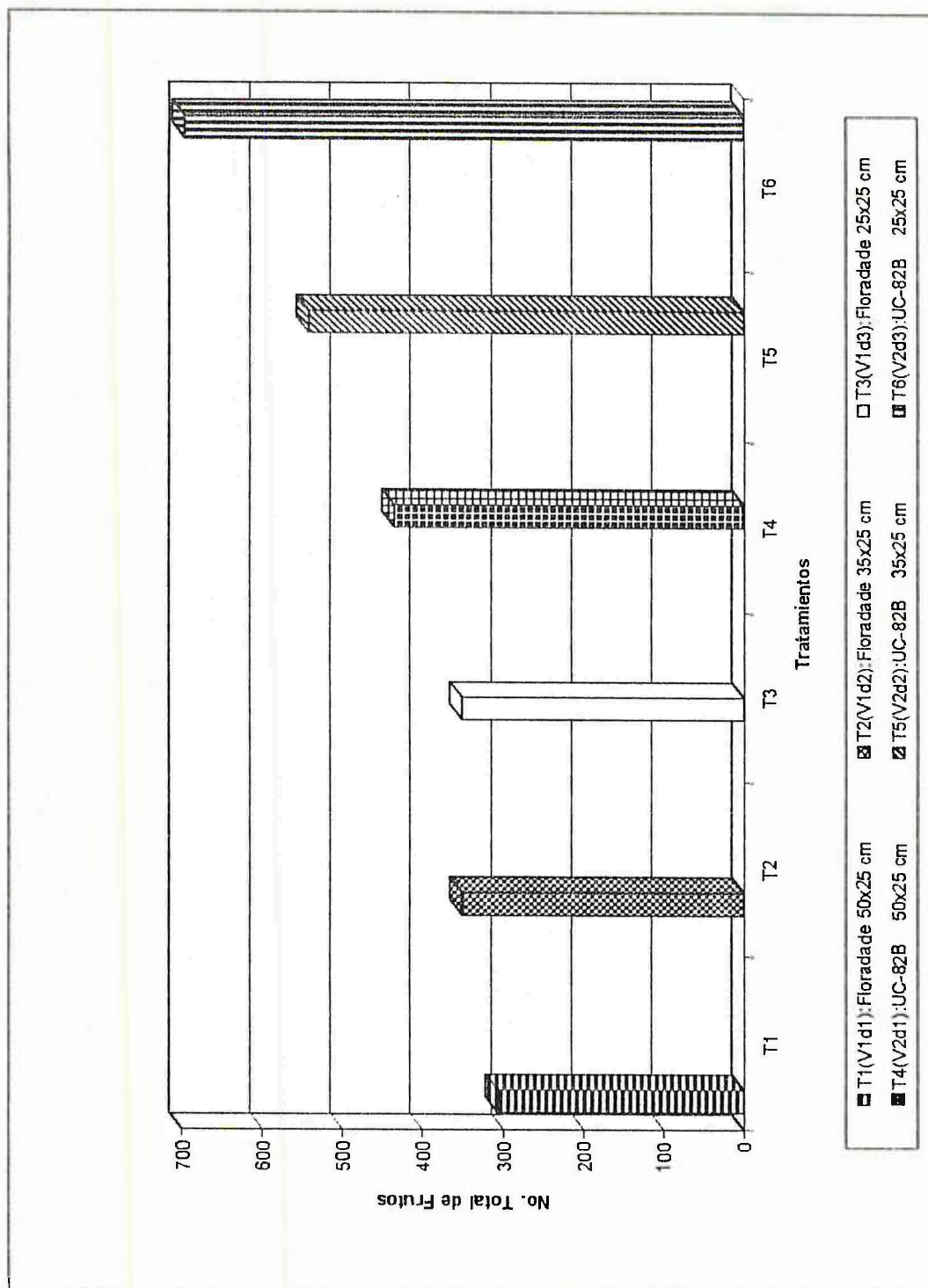


Fig.9. Número total de frutos/m² cosechados de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicon esculentum*), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos, Cantón Portezuelo, Agosto 93/Enero/94.

6.0. Diámetro promedio de los frutos (cm)

La variedad Floradade alcanzó un diámetro promedio de 5.4 cm y la variedad UC-82B un diámetro de 3.9, notándose gran diferencia entre las variedades. CUADRO 16.

A través del ANVA se muestra que hay diferencia altamente significativa en las variedades, sin embargo no existe ninguna diferencia en los distanciamientos ni en la interacción de ambos factores. CUADRO 17.

Tanto la variedad Floradade como la UC-82B presentaron diferencias mínimas en sus diámetros, al ser evaluadas cada una en los 3 distanciamientos. CUADRO 17 y FIGURA 10.

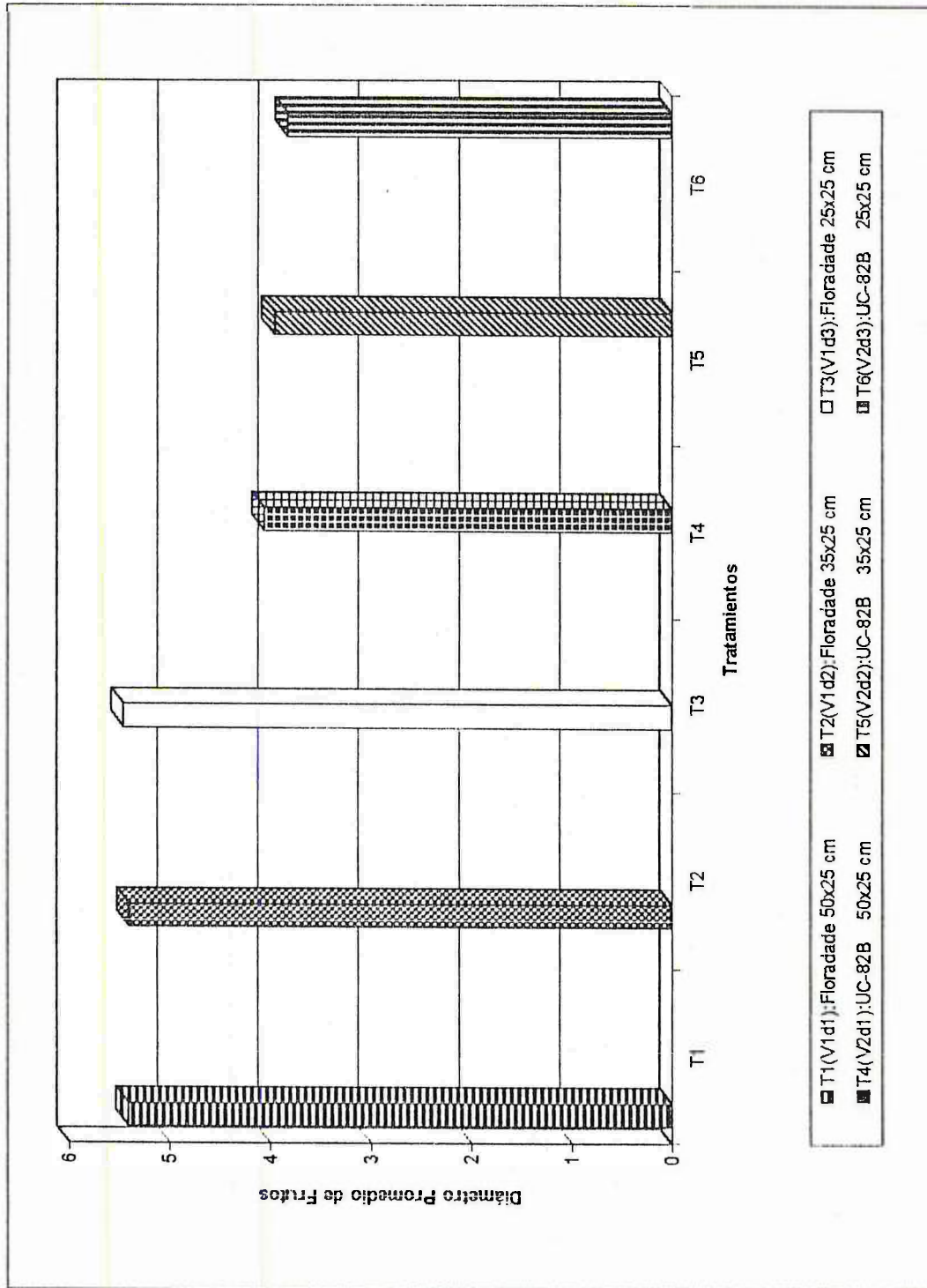


Fig.10. Diámetro promedio de frutos/m² cosechados de 2 variedades de "tomate" (*Lycopersicum esculentum*), evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

7.0. Peso promedio de los frutos (kg)

Al analizar el peso promedio de los frutos, se determinó que la variedad Floradade presentó el mayor valor (5.7 kg) y la variedad UC-82B el menor (4.0 kg). CUADRO 16.

La variedad Floradade logró un peso mayor en los distanciamientos de 35 x 25 cm y 25 x 25 cm; sin embargo, la variedad UC-82B presentó un peso promedio mayor de los frutos en el distanciamiento menor (25 x 25 cm). CUADRO 16 y FIGURA 11.

Se consideró un ANVA altamente significativo entre las variedades; sin embargo en los distanciamientos y en la interacción entre estos 2 factores no es significativo lo que establece que actúan independientemente. CUADRO 17.

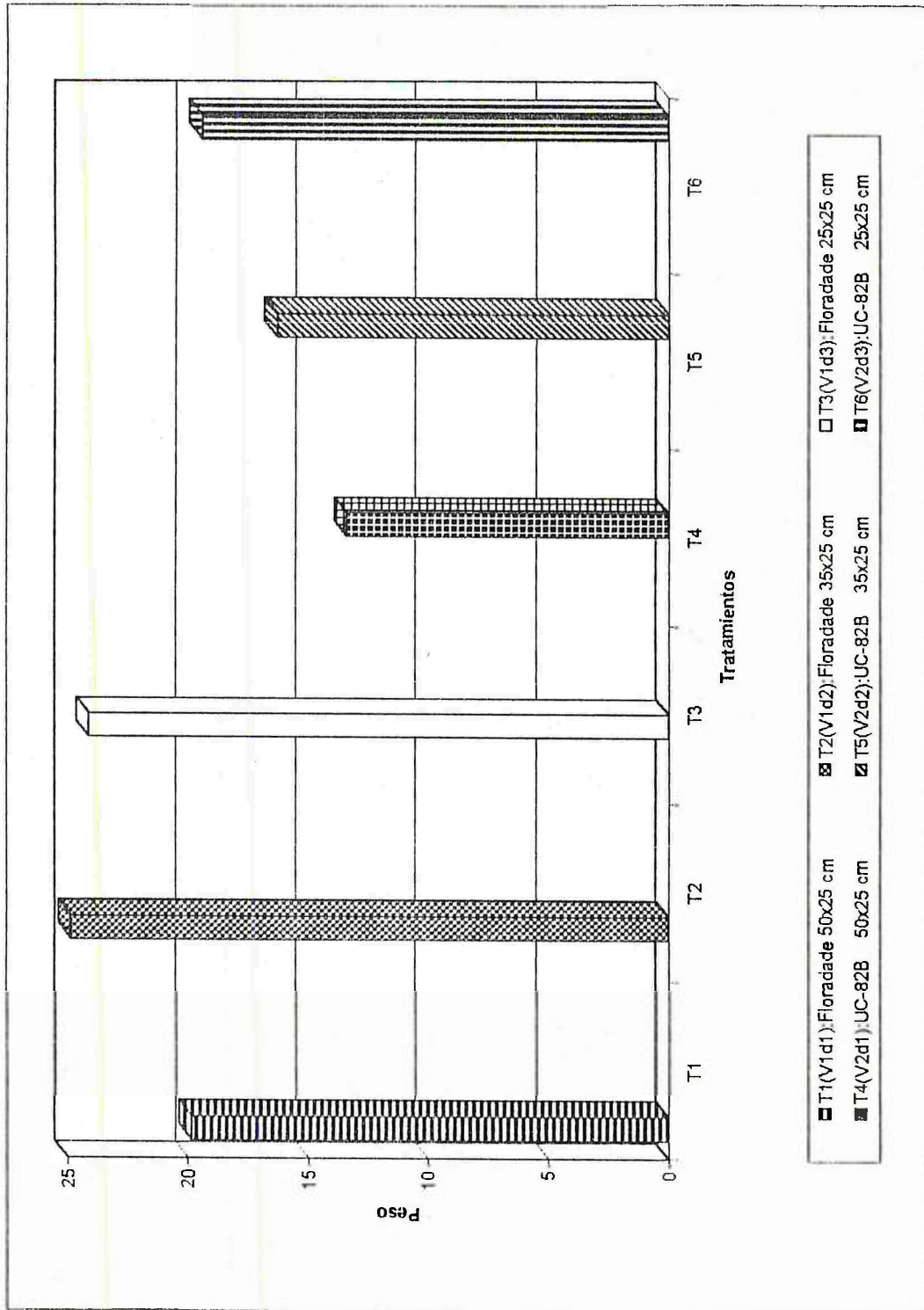


Fig.11. Pesc promedio (kg) de frutos de "tomate" (*Lycopersicon esculentum*), cosechados de 2 variedades y evaluadas a 3 distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos. Cantón Portezuelo. Agosto 93/Enero/94.

DISCUSION

En este trabajo de investigación se evaluó el efecto de los distanciamientos de siembra de 50 x 25 cm, 35 x 25 cm y 25 x 25 cm en las variedades de "tomate" (Lycopersicum esculentum), FLORADADE y UC-82B, para encontrar el distanciamiento más adecuado que proporcione el mayor rendimiento de frutos de "tomate" por m², obteniendo así una alternativa de cultivo en espacios pequeños.

Para medir el efecto de los distanciamientos se consideraron los siguientes parámetros: altura de plantas, número de hojas, días a floración, número de racimos, número de frutos por m², diámetro de frutos y peso de frutos.

En la variedad UC-82B, al evaluar las alturas de las plantas se determinó que al finalizar la fase de campo éstas no se vieron afectadas por los distanciamientos, ya que en la última medición realizada a los 90 días de edad del cultivo las alturas fueron similares en los tres distanciamientos, no así en la variedad FLORADADE, que a esa misma edad presentó una altura menor a un distanciamiento de 25 x 25 cm, comparado con los distanciamientos mayores. Posiblemente las respuestas obtenidas de ambas variedades a los distanciamientos evaluados se deba a los diferentes patrones de crecimiento de las variedades. Estos resultados se confirman con estudios realizados por COLJAP (1991), que el



carácter determinado o indeterminado es hereditario, aunque influido por el medio ambiente.

Con respecto al número de hojas, se determinó que los distanciamientos que fueron evaluados en las 2 variedades en estudio no influyeron en este parámetro, pues en la última toma de datos realizada se observó que ambas variedades alcanzaron un número de hojas similares. Esto coincide con lo expuesto por Fick (1975), citado por Campos *et al.*, (1992), que esto se da cuando las condiciones ambientales y de manejo son constantes e iguales para todos los tratamientos, esto hace alcanzar un número equilibrado de hojas.

Sin embargo, por la arquitectura de las plantas, de forma achaparrada la variedad UC-82B, presentaba un apariencia de mayor follaje con respecto a la forma alargada de la variedad FLORADADE.

La temperatura óptima para el desarrollo del "tomate" se encuentra entre los 21-24°C (COILAP, 1991), la temperatura media mensual registrada durante el crecimiento y desarrollo de este cultivo fue de 25.6°C, este incremento en la temperatura probablemente interfirió para que no se diera el inicio de floración al mismo tiempo en todas las unidades experimentales de cada una de las variedades, para la variedad UC-82B se determinó un rango de días a floración entre 43-45 días y la variedad FLORADADE entre los 45-48 días.

Al evaluar el parámetro de días a floración, se determinó que éstos no se vieron afectados por los distanciamientos, pero sí por las características propias de cada variedad: pues se observó que la variedad UC-82B fue 3 días más precoz que la variedad FLORADADE, aún así se pueden calificar ambas variedades como precoces en su inicio de floración, comparado con estudios realizados por CATIE (1990) que reporta 50 días, como lo necesario para que este cultivo llegue a floración en el trópico seco centroamericano.

Para la variedad FLORADADE se determinó que la floración comenzó a los 45 días, esto concuerda con los resultados obtenidos en estudios preliminares realizados por Vilanova (1992b), en los que reporta en esa misma variedad, un inicio de floración a los 45 días.

Otros factores climáticos que incidieron en el cultivo fueron las lluvias intensas y vientos fuertes provocando el doblez de las plantas sobre el sustrato y la caída de las flores, esto redujo el número de racimos por planta, lo cual coincide con los resultados obtenidos por COLJAP (1991), que los vientos y lluvias fuertes causan la caída de las flores y bajo cuajamiento de los frutos por daños al estigma y a los granos de polen.

Con respecto al número de racimos, la variedad UC-82B presentó 6 racimos por planta en los 3 distanciamientos y la variedad FLORADADE, a esos distanciamientos obtuvo 3 racimos por planta. En estudios realizados por Vilanova

(1992b) reporta 5 racimos por planta trabajando solo con la variedad FLORADADE y a un distanciamiento de 25 x 25 cm. El número de frutos en ambas variedades, FLORADADE y UC-82B, se vio afectado por los distanciamientos, ya que se observa que los distanciamientos más cerrados o menores, dan mejores resultados.

En cuanto al diámetro de los frutos, en esta investigación se obtuvo un diámetro promedio de 5.4 cm en la variedad FLORADADE y de 3.95 cm para la variedad UC-82B la diferencia se debe a la variabilidad genética de las variedades.. En estudios preliminares hechos por Vilanova (1992b) trabajando solo con la variedad FLORADADE el diámetro alcanzado fue de 6.4 cm dato que superó al valor reportado en esta investigación.

Así también las lluvias presentadas en el momento de la fructificación contribuyeron al lavado de los micronutrientes, esta a su vez produjo un desequilibrio nutricional y por consiguiente el ataque del hongo Phytophthora infestans que produjo la enfermedad del "tizón tardío" que también pudo haber afectado el tamaño de los frutos.

De acuerdo con estudios realizados por COLJAP (1991) y cultivos hidropónicos LTDA (1989), los cuales exponen que un buen manejo en las labores culturales, ayuda a obtener frutos de buen tamaño en un racimo. También el adecuado equilibrio de los elementos nutricionales en una planta permitirá su

normal desarrollo, considerándose importante conocer que la planta de "tomate" es sensible a desórdenes nutricionales.

El peso promedio de los frutos por tratamiento estuvo determinado por las características de las variedades y los factores ambientales.

Los pesos promedios mayores de las variedades en estudio se obtuvieron en los distanciamientos menores. La variedad UC-82B obtuvo un rendimiento de 35.93 lbs en el tratamiento 5 (T_5) a un distanciamiento de 35 x 25 cm y de 42.81 lbs en el T_6 , a un distanciamiento de 25 x 25 cm. El rendimiento alcanzado por la variedad FLORADADE fue de 54.85 lbs en el T_2 a un distanciamiento de 35 x 25 cm y de 53.15 lbs en el T_3 a un distanciamiento de 25 x 25 cm.

Estos datos son similares a los obtenidos por Vilanova (1992b) donde el distanciamiento 25 x 25 cm en siembra de "tomate" en forma directa utilizando la variedad FLORADADE obtuvo un rendimiento de 29.28 lbs, el autor considera este dato 4 veces mayor al rendimiento en cultivo tradicional de "tomate". Por lo que el cultivo hidropónico de "tomate" a distanciamientos de 25 x 25 cm y 35 x 25 cm, representa un excelente potencial de producción. Cabe mencionar, que el tratamiento utilizado por Vilanova (1992b), constaba de 2 m² de área útil; mientras que en esta investigación, el área fue de 1 m².

CONCLUSIONES

En el presente estudio se trató de determinar el efecto de 3 distanciamientos de siembra (50 x 25 cm, 35 x 25 cm y 25 x 25 cm) en 2 variedades de “tomate”; FLORADADE y UC-82B, utilizando escoria volcánica roja como sustrato bajo la técnica de hidroponía.

Para llevar a cabo lo antes mencionado, se tomaron en cuenta una serie de variables para lograr obtener, de acuerdo con los resultados, las conclusiones siguientes:

Se determinó que los distanciamientos de siembra, evaluados en cada variedad, no influyeron en su crecimiento vegetativo. Sin embargo; con respecto a las variedades: FLORADADE alcanzó una altura mayor en relación a la variedad UC-82B.

En cuanto a los días a floración, la variedad UC-82B es aproximadamente 3 días más precoz que la variedad FLORADADE; aún así, ambas variedades se consideran precoces con respecto a los resultados obtenidos en cultivo tradicional

Los diámetros de los frutos obtenidos no se vieron afectados por los distanciamientos, puesto que, cada una de las variedades mantuvo su tamaño de acuerdo a la naturaleza de sus frutos.

Los distanciamientos más efectivos en cuanto a rendimiento y número total de frutos en ambas variedades, son los más cerrados de 35 x 25 cm y 25 x 25 cm.

Las fuertes lluvias presentadas durante el cultivo, dieron lugar al lavado de los micronutrientes, permitiendo un disturbio nutricional a las plantas, dando origen al ataque que del hongo Phytophthora infestans, que produce la enfermedad “tizón tardío“, afectando en mayor proporción a la variedad UC-82B por ser ésta más susceptible a los desórdenes nutricionales. La variedad FLORADADE y UC-82B responden satisfactoriamente a la técnica de hidroponía; sin embargo, la UC-82B requiere de un manejo intensivo por ser menos resistente a las plagas y enfermedades.

Con este trabajo se determinó que no sólo los distanciamientos de siembra interfirieron en las variedades, pues hubieron otros factores que posiblemente alteraron los resultados, por ejemplo: la naturaleza genética de las 2 variedades en estudio, los factores climáticos, el manejo agronómico, etc.

Se concluye que esta investigación servirá como fuente de información sobre distanciamientos de siembra en cultivos hidropónicos en trabajos posteriores.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar cultivos hidropónicos de “tomate” (Lycopersicum esculentum) con siembra directa; en la variedad FLORADADE se sugiere la siembra a un distanciamiento de 35 x 25 cm y para la variedad UC-82B, se recomienda utilizar el distanciamiento de 25 x 25 cm, pues a estos distanciamientos se obtuvo un rendimiento mayor.

Se recomienda hacer investigaciones en cultivo de “tomate” con distanciamientos menores a los utilizados en este trabajo de investigación, comparando la siembra directa y de transplante, bajo la técnica de hidroponía.

Para satisfacer las necesidades alimenticias en los hogares de escasos recursos económicos se recomienda el “tomate” de la variedad UC-82B, por presentar frutos firmes y aptos para diversos usos en la cocina.

Para lograr buenos resultados en hidroponía se recomienda hacer uso de variedades con excelentes características genéticas y a la vez llevar un adecuado manejo agronómico.

La utilización de té de “ajo” desde la temprana edad del cultivo hasta la cosecha, resulta efectivo para el control de plagas, éste minimiza el uso de productos químicos y evita el deterioro del medio ambiente contribuyendo a la mejor calidad del fruto.

Con respecto al té botánico de “nim”, se recomienda hacer una investigación sobre la dosis efectiva para ser usado como repelente de insectos.

Para contrarrestar la pudrición apical en la etapa de fructificación se sugiere la aplicación de calcio en solución y no mezclado con otros productos, para que dicho fertilizante sea de fácil asimilación por parte del fruto. Si se presentara dicho desorden fisiológico, se recomienda eliminar los frutos enfermos, ya que éstos - al igual que los frutos sanos - absorben calcio.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, W. & M. MORENO. 1992. Cultivo hidropónico de “remolacha” (Beta vulgaris) variedad Crosby Egiptian en sustratos de escoria volcánica y granza de arroz (Oriza sativa), utilizando fertilizantes tradicionales. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 139 pp.
- ANDINO, J.S. 1990. Prácticas culturales en el cultivo de “tomate”. P. 28. In: Proyecto manejo de agua, sector público. Curso: Manejo agronómico de hortalizas, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Matazano, San Salvador, El Salvador. 225 pp.
- ANONIMO. 1992. Jardines y huertos sin tierra. El diario de hoy. Suplemento hablemos. El Salvador. Enero 12. P. 8
- AREVALO, R.J. & J.A. DUEÑAS. 1992. Interacción de tres programas de fertilización y tres densidades de siembra en cultivo hidropónico de “cebolla” (Allium cepa) utilizando como sustrajo escoria volcánica roja.



Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 123 pp.

CACERES, O.; M. LANDOS & A. LAZO. 1989. Evaluación de diversos métodos
y desinfectantes químicos para diferentes productos hortícolas.
Departamento de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Politécnica de El
Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 125 pp.

CAJAS, C.A. (s.a.). Recomendaciones agronómicas para el cultivo de "tomate".
FUSADES, El Salvador. 15 pp.

CAMPOS, J. E; E. RAMOS & L. TORRES. 1992. Interacción de programas de
fertilización y distanciamientos de siembra en cultivo hidropónico de
"remolacha" (Beta vulgaris). Departamento de Fitotecnia, Facultad de
Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería
Agronómica). 140 pp.

CARREÑO, R. 1989. Evaluación de 5 variedades de "tomate" (Lycopersicum
esculentum) a 3 densidades de siembra, en Candelaria de la Frontera, Santa

Ana. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 66 pp.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. (CATIE). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de "tomate". Informe técnico No. 151. Turrialba, Costa Rica. 138 pp.

CENTRO LAS GAVIOTAS. 1969. Manual de hidroponía social; una alternativa apropiada para la generación de ingresos a través de una tecnología de punta escalonada. Cali, Colombia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

COMISION NACIONAL DE RESTAURACION DE AREAS.(CONA_RA). (s.a.). Cultivos hidropónicos. s.e. San Salvador, El Salvador, 16 pp.

CULTIVOS HIDROPONICOS LTDA. 1989. Manual hidropónico, una huerta en su casa. Editorial Pablo Parra. Bogotá, Colombia. 76 pp.



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y

SOCIAL (FUSADES). 1987. Evaluación de variedades de cultivos
hortícolas. Síntesis hortalizas. No.3. El Salvador. P. 9 y 12.

_____. 1988. Evaluación de variedades de cultivos hortícolas. San
Salvador, El Salvador. Programa de diversificación agrícola. 60 pp.

_____. 1990a. Guía del agricultor para el cultivo de "tomate". El
Salvador. P. 2-5, 7-10 y 59.

_____. 1990b. Evaluación de costos de producción y rentabilidad en
cultivos hortícolas en El Salvador en el período de 1988-1989. El Salvador.
P. 6-9.

GUDIÉL, V.M. 1987. Manual Agrícola Superb. 6a. Ed. Guatemala. Superb. P.
243-247.

INDUSTRIAS AGROQUIMICAS COLOMBO JAPONESA. (COLJAP). S.A.
1991. Hidroponía, Cultivo sin suelo. Aprenda fácil, cultivos hidropónicos.
Bogotá, Colombia. P. 205-240.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN). 1982. Ministerio de Obras Públicas. Diccionario Geográfico de El Salvador. Tomo III. San Salvador. 1458 pp.

MARTINEZ, B. & N. MENDOZA. 1993. Respuesta de dos híbridos y una variedad de "cebolla" (Allium cepa L.) a tres programas de fertilización bajo la técnica de cultivos hidropónicos. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agronómica). 108 pp.

MILLER, G. & W. BENETDETT. 1982. Alimentación mineral, aplicaciones foliares y efectos específicos de matalozaros en el desarrollo de "cebada" y "soya". Una nueva era en la nutrición vegetal. Estados Unidos. P. 199-201.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). 1980. La horticultura comercial. Proyecto capacitación agropecuaria. Hortalizas 2-A. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. San Salvador, El Salvador. P. 2-6.

_____. 1982. Curso corto sobre cultivo de hortalizas. El Salvador, Escuela Nacional de Agricultura. P. 15-18.

_____. 1984. Principales plagas y enfermedades de las hortalizas. Centro de Tecnología Agropecuaria (CENTA), La Libertad, El Salvador. P. 5-9.

_____. 1991. Curso de manejo agronómico de hortalizas II. Programa de hortalizas. Centro de Tecnología Agropecuaria (CENTA). La Libertad, El Salvador. p. 2-7

NUILA, J. A. & M. A. MEJIA. 1990. Manual de diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador. 258 pp.

SARAVIA, V. 1976. Guía para el cultivo del "tomate". Circular No.104. Departamento de Información Agropecuaria del MAG/CENTA. Santa Tecla, El Salvador. 22 pp.

SARITA, V. 1991. Cultivo de "tomate". Seminario agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), San Salvador, El Salvador. 39 pp.

SUMARIO MD. 1993. Los rostros de la tierra. MD Publications Inc., Nueva York. Vol 6 No. 9 p. 30-33.

TOBAR, C.A. 1990. Importancia de la hortalizas. In: Proyecto manejo de agua, sector público. Curso manejo agronómico de hortalizas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Matazano, San Salvador, El Salvador. 225 pp.

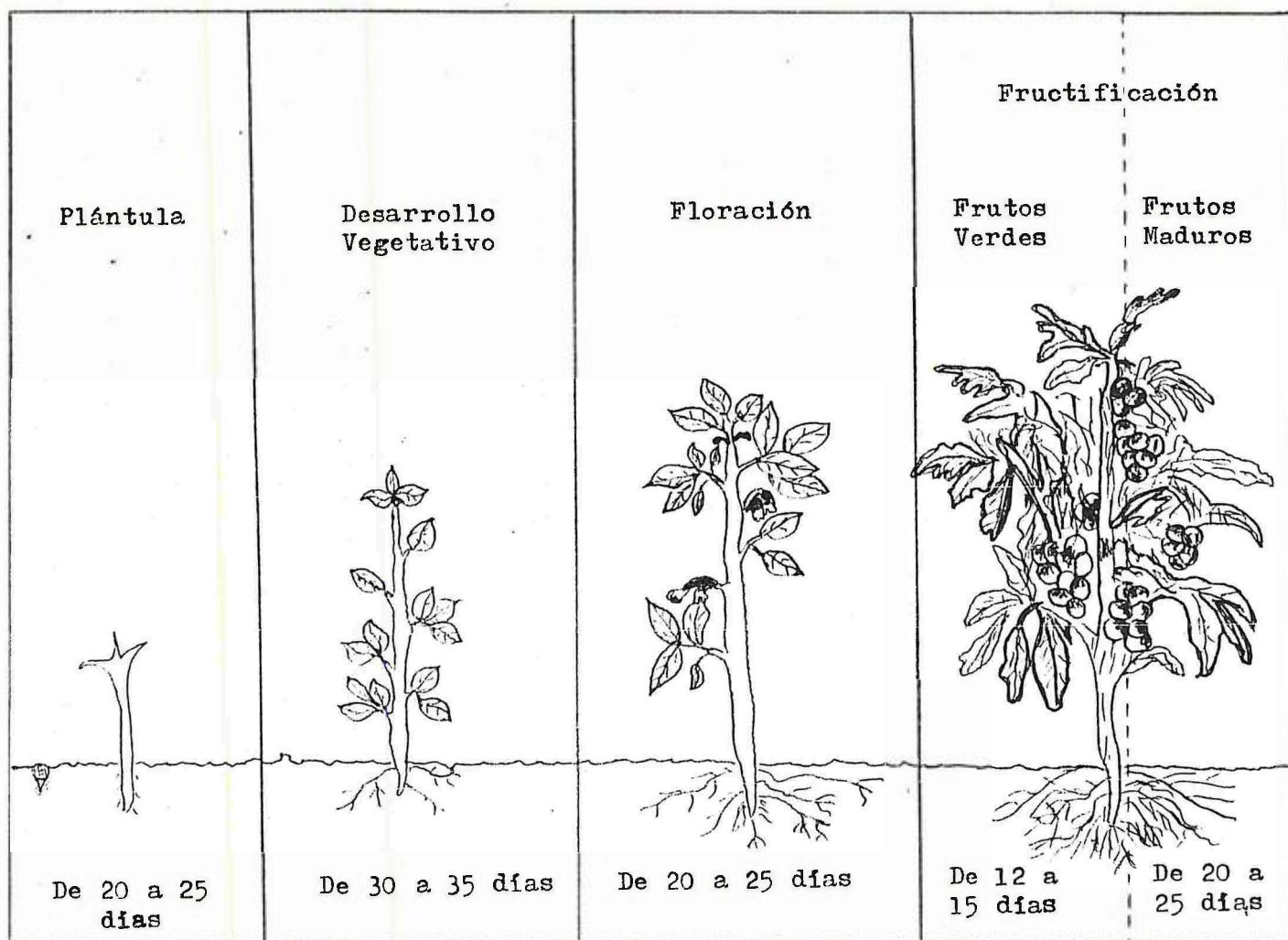
VILANOVA, J.R. (s.a.). Fisiología del "tomate". Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador. 19 pp.

_____. 1992a. Estudios preliminares de especies hortícolas, utilizando escoria volcánica roja como sustrato. I. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador. 40 pp.

_____. 1992b. Evaluación preliminar del cultivo hidropónico de especies hortícolas, utilizando la escoria volcánica roja como sustrato. II. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador. 42 pp.

A NEXOS

ANEXO 1. Desarrollo fenológico de una variedad de "tomate" de hábito de crecimiento determinado. Bajo condiciones de trópico seco; centroamericano.



Ciclo de 82 a 100 días

FUENTE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1990).

Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de "tomate".

ANEXO 2. Producción de las variedades recomendadas de “tomate” según la época.

VARIETADES	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA	
	Lb/Mz	Peso (g)	Lb/Mz	Peso (g)
Netamech	8.400	45	99.900	65
UC-82B	5.500	42	91.400	54
Peto Pride # 2	4.900	82	117.400	82
FLORADADE	8.900	88	144.800	100
GS-27	7.100	54	108.500	61
HM-3075	7.800	46	88.300	64

FUENTE: FUSADES, 1990 b.

ANEXO 3. Requerimientos nutricionales del “tomate” a diferentes niveles de rendimientos en ton/ha.

RENDIMIENTO TONELADA/HA	ELEMENTO NUTRICIONAL EN Kg/ha				
	N	F	K	Mg	Ca
5	14.5	2	26	2.25	11.75
10	29.0	4	40	4.50	23.50
25	72.5	10	100	11.25	58.75

FUENTE: FUSADES, 1990 b.



ANEXO 4. Principales plagas que atacan el cultivo de "tomate"

NOMBRE DE LA PLAGA	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
DE LA RAÍZ Y EL TALLO	
"gusanos, cortadores o cuerudos", "prodenia", gusano de alambre", "gallina ciega", "piojo de zope".	Cortan las raíces y las plantitas al nivel del suelo.
DEL FOLLAJE Y DEL FRUTO	Ocasionalmente ocasionan cortaduras en todas las hojas, pequeñas perforaciones, son transmisores de enfermedades virales en el caso de los pulgones
"tortuguilla", "minadores", "pulga saltona", "pulgones", "gusano tomatero", "gusano de cuerno", "mosca blanca".	El gusano tomatero daña los frutos, haciendo galerías.

FUENTE: MAG (1984), Principales plagas y enfermedades de las hortalizas y
MAG (1982). Curso corto sobre cultivo de hortalizas.

ANEXO 5. Principales enfermedades que atacan el cultivo de "tomate".

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
"tizón temprano"	<u>Alternaria solani</u>	Atacan el follaje, tallos y frutos en cualquier etapa de crecimiento. En periodos húmedos, la enfermedad puede destruir toda la planta. El fruto se afecta cerca del pedúnculo, las lesiones son ligeramente hundidas, presentando círculos concéntricos.
"tizón tardío"	<u>Phytophthora infestans</u>	Se presenta en el follaje y frutos como manchas húmedas irregulares de color café oscuro.
"moho de la hoja"	<u>Cladosporium fulvum</u>	Aparece amarillando el follaje, formando áreas circulares o angulares de color amarillo pálido. El moho produce un crecimiento verde olivo en el cual se encuentran las fructificaciones del hongo.
"marchitez bacterial"	<u>Pseudomonas solanacearum</u>	Enfermedad mortal ya que las plantas afectadas se marchitan rápidamente y mueren en pocos días. El síntoma típico de esta enfermedad se encuentra al cortar el tallo de la planta, encontrando la zona vascular por debajo de la corteza, de color café.
"mosaico del tabaco" o "mosaico del dorado"	Virus	Esta enfermedad se presenta como mosaico verde que varía de claro a oscuro, produciendo acolchamiento de las hojas. Las plantas infectadas muy jóvenes producen baja cosecha. Cuando el moteado presenta una coloración verde y amarilla, la enfermedad es más oscura, causando deformidad de los frutos y un inadecuado desarrollo con bajo rendimientos.

FUENTE:MAG (1984), Principales plagas y enfermedades de las hortalizas y
MAG (1982). Curso corto sobre cultivo de hortalizas.

ANEXO 6. Comparación del rendimiento (T/ha) de algunos cultivos vegetales en hidroponía vs. tradicional.

RENDIMIENTO COMPARATIVO HIDROPONICO VS. TRADICIONAL				
VEGETAL	HIDROPONICO			TRADICIONAL
	Producción Cosecha T/ha	No. de Cosechas por año	Rendimiento Total año T/ha	Rendimiento Total año T/ha
Frijol	11.5	4	46.0	6.0
Repollo	57.5	3	172.5	30.0
Pepino	250.0	3	750.0	30.0
Berenjena	28.0	2	56.0	20.0
Lechuga	31.3	10	313.0	52.0
Pimentón	32.2	3	96.0	16.0
Tomate	197.50	2	375.0	100.0
Forraje	4 kg/m ² /día	8		

FUENTE: Industria Agroquímica Colombo Japonesa. Cultivo de Tomate. 1991.

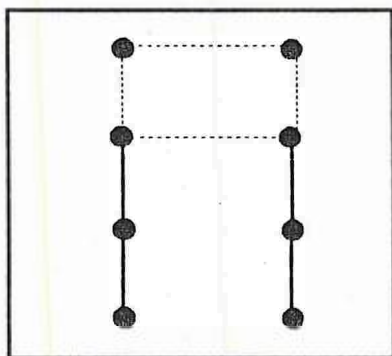
ANEXO 7. Análisis químico de la escoria volcánica roja.

CARACTERISTICAS	UNIDADES	VALOR
Textura	-----	Vitre
Estructura	-----	Porosa
Ph	-----	8.50
Nitrógeno Nítrico	ppm	35.0
Fósforo	ppm	104.45
Sodio	ppm	60.00
Potasio	ppm	38.75
Calcio	ppm	602.50
Magnesio	ppm	70.00
Manganeso	ppm	23.75
Cobre	ppm	1.00
Hierro	ppm	31.50
Zinc	ppm	2.18
Boro	ppm	0.41
Azufre	ppm	6.00

FUENTE: Aguilar & Moreno (1992). Cultivo hidropónico de remolacha en sustratos de escoria volcánica roja y granza de arroz utilizando fertilizantes.

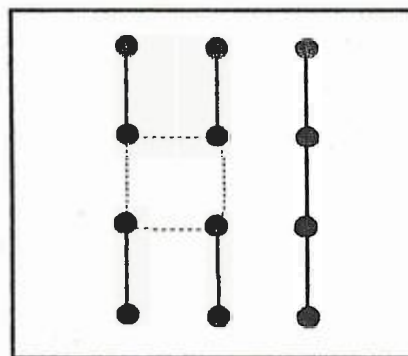
ANEXO 8. Esquema sobre la relación de los distanciamientos de siembra con arreglo espacial.

Rectangular



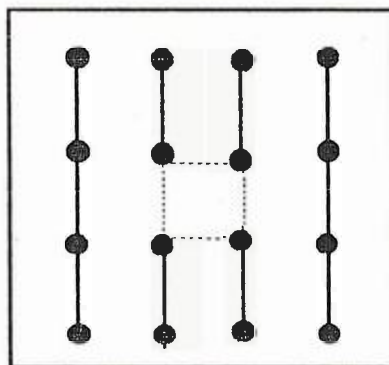
50 x 25 cm
8 plantas

Rectangular



35 x 25 cm
12 plantas

Cuadrado



25 x 25 cm
16 plantas

FUENTE: Comunicación personal, Ing. José Ricardo Vilanova. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador. 1993.

ANEXO 9. Preparación de té botánico de “ajo”.

1. Una onza de aceite mineral (aceite de almendras, aceite agrícola o aceite de tryona.
2. Dos cabezas de “ajo” macerados, se dejan 24 horas en un recipiente.
3. Se cuelean.
4. Se completa el aceite con agua hasta 250 cc. De esta solución se toman 30 cc/l litro de agua se aplica al cultivo hidropónico.

FUENTE: Arévalo, R. & J. Dueñas (1992). Cultivo hidropónico de “cebolla” (Allium cepa), utilizando como sustrajo escoria volcánica roja.

ANEXO 10. Preparación de té botánico de “nim”.

1. 50 gr de hojas secas de “nim”.
2. 150 ml de agua.
3. Se mezclan y se deja reposar la preparación por 24 horas.
4. Se cuelean para utilizar la cantidad requerida.

FUENTE: Comunicación personal. Ing. José Ricardo Vilanova. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de El Salvador. 1993.