

ARCHIVES EXPRESS



2343876



CORFO
CORPORACION DE FOMENTO
DE LA PRODUCCION

**PRODUCTORA Y
COMERCIALIZADORA LAUCA LTDA.**

***"GRANJA PILOTO DE CULTIVO
HIDROPONICO DE TOMATES"***

93-0160

PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA LAUCA LTDA.
YARETA 260 CERRO SOMBRERO ARICA

INFORME FINAL PROYECTO:

GRANJA PILOTO DE CULTIVO HIDROPONICO DE TOMATES

ARICA - CHILE
SEPTIEMBRE - 1994

CAPITULO I: RESUMEN EJECUTIVO.

El valle de Azapa presenta características climáticas que permite el cultivo de hortalizas durante todo el año, sin necesidad de recurrir al uso de invernaderos, destinadas a abastecer el mercado nacional como productos primores. Sin embargo, las condiciones de suelo y la práctica del monocultivo del tomate, limitan la producción homogénea y sostenida en el tiempo, respecto a rendimientos y calidad del fruto. La empresa Productora y Comercializadora Lauca, Ltda., ubicada en el Valle de Azapa, I Región, dedicada a la producción de primores de tomate ha puesto en práctica un manejo innovador de cultivo mediante un sistema hidropónico. Este sistema, permite el cultivo en un sustrato inerte y la entrega de nutrientes necesarios a través del agua de riego, con lo cual se obtienen plantas sanas y vigorosas que pueden manifestar todo su potencial productivo. Tradicionalmente, el cultivo de tomate se realiza en suelos que requieren un tratamiento previo, con un alto costo en agroquímicos y un programa fitosanitario muy estricto. El cultivo hidropónico también supone un costo importante en el proceso de producción, sin embargo, los altos rendimientos y la calidad del tomate inciden en un mejor retorno al productor.

La empresa "Productora y Comercializadora Lauca Ltda." actualmente desarrolla actividades tanto en el área de producción como en la investigación, realizando paralelamente un proyecto de innovación tecnológica "Lechugas Vivas de Arica", en el cual se evalúan técnicas hidropónicas de producción de esta hortaliza de hoja.

Como producción a escala comercial, desarrolla cultivos de tomate en tierra, maíz dulce y cultivos hidropónicos a escala industrial de lechugas, apios, berros y frutillas.

CAPITULO II: EXPOSICION DEL PROBLEMA.

La empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda., cuyo giro es la producción y comercialización de hortalizas, dentro de los cuales uno de los cultivos más importantes se encuentra la producción de tomates con riego por goteo; considerando la escasa superficie disponible y las características climáticas que permite el cultivo del tomate durante todo el año, ha desarrollado la práctica del monocultivo del tomate, el cual se encuentra afecto a una serie de limitantes como son:

a) Incremento de los patógenos presentes en el suelo como son los nematodos, hongos habitantes del suelo etc.

b) Mala calidad de los suelos de cultivo, lo que comprende niveles considerables de salinidad presente en ellos, de textura predominantemente arenosa con una escasa cantidad de materia orgánica.

c) Alta pérdida de agua por percolación y evaporación, recurso escaso en la zona.

d) Gran desarrollo de malezas, lo que implica competencia de agua y nutrientes.

e) Alto costo en esterilización del suelo de cultivo.

Con la materialización de este proyecto, se espera lograr resultados que demuestren aumentos considerables en la producción de tomates, a partir del promedio de 2.5 kg/planta, que se logra actualmente en cultivos en tierra, con densidades de plantación en tierra de 40.000 plantas por hectárea. También se pretende conseguir calidades mejores que las actuales mediante cultivo en tierra, lo que corresponde a 50% extra + primera; 30% segunda y 20% tercera y cuarta. Se espera además obtener resultados que permitan demostrar que es posible lograr producciones homogéneas en el tiempo, realizando dos cosechas completas de tomates en el año.

El tipo de innovación tecnológica que se busca desarrollar por medio de esta granja piloto, es de adaptación de una tecnología que se utiliza con éxito en otros países, aprovechando para ello las excelentes condiciones climáticas de Arica que le permiten cultivar sin invernaderos durante todo el año diversos tipos de hortalizas, lo que corresponde a un " Sistema de Cultivo Hidropónico de Tomates con Riego por Goteo Abierto de la Solución Nutritiva " (sin recirculación del agua) utilizando canales de polietileno enterradas, de 50 metros de largo, al aire libre.

Se busca implementar una granja piloto de aproximadamente 5.000 metros cuadrados, es decir, media Hectárea de terreno. Se ha elegido esta cantidad de terreno porque para realizar una experiencia piloto con resultados que puedan extrapolarse a otros cultivos de mayor magnitud, se debe tener una cantidad considerable de plantas y de metros cuadrados en explotación. De la misma manera, se realizaron dos

cosechas al menos en las mismas bateas o canaletas, de tal manera de poder establecer la posibilidad real de lograr producir dos cosechas durante el curso de un año.

Con esta innovación tecnológica para Arica, se podrían aumentar significativamente las producciones de hortalizas como productos primores para el mercado nacional, pensando en una segunda etapa, cuando la empresa consolide producciones interesantes, en la exportación de hortalizas a países vecinos o de otros continentes.

La adaptación de esta tecnología significará además una producción de mayor calidad ya que es sabido que los frutos de las hortalizas, al no poder disponer de una nutrición óptima, presenta problemas de perecibilidad después de ser cosechado.

CAPITULO III: METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO.

3.1 UBICACION DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la Parcela 32, sector Cerro Sombrero, Valle de Azapa, I Región. Las condiciones edafoclimáticas presentan características de temperaturas medias, durante el invierno, de 16° C, con fructuaciones máximas de 10° C durante el día y la noche. El suelo es de textura arenosa, pH alcalino, por el alto contenido de sales, bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de sodio lo cual impide la estructuración del suelo, esencial para la retención de agua y oxigenación de las raíces.

3.2 CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

Para este ensayo se utilizó un sistema lo más parecido al cultivo tecnificado del Valle de Azapa. En este sistema se cultiva tomate indeterminado; por lo mismo, se requiere una conducción en vertical de las plantas. Para ello se instalaron espalderas en cada hilera. Estas espalderas compuestas por dos postes de eucaliptus en cada esquina de 4 a 5 pulgadas de diámetro, tensan un alambre grueso el que es sostenido cada tres metros por un par de crucetas (palos de eucaliptus de 2 a 3 pulgadas de diámetro). Cada hilera se riega mediante una manguera de polietileno de media pulgada con goteros autocompensados desarmables insertos cada 0,4 metros, con un caudal de 4 litros por hora.

Las plantas se siembran en una batea que se dispone a lo largo de la hilera. En esta batea de polietileno de 200 micrones de espesor se confina un sustrato inerte, en este caso arena de río lavada, en volumen de aproximadamente 10 litros por planta.

Se riega varias veces al día con solución nutritiva, la cual es inyectada al sistema de la siguiente manera: se bombea el agua desde un estanque de cemento. A esta agua se le agrega por medio de tres inyectores de soluciones madres, los nutrientes que las plantas necesitan. Cada uno de estos inyectores tiene un regulador de caudal. Después que el agua se mezcla con todos los nutrientes, se produce la solución nutritiva. Para determinar la cantidad total de sales disueltas y su pH, se toma una muestra de la solución nutritiva y se le mide la conductividad y el pH. Si el pH está alto (la situación más normal), por sobre 7, se inyecta una solución madre de Acido Fosfórico hasta alcanzar el rango deseado, es decir, entre 5.5 y 5.8 de pH.

Si la conductividad eléctrica está baja (lo más normal), entre 0.8 y 1 mmohos, se regulan las cantidades de soluciones madres de nutrientes mayores o macro nutrientes y las cantidades de soluciones madres de elementos menores o microelementos. De esta manera, se inyecta al sistema, cada vez que funciona la bomba de riego, una solución nutritiva que contiene los elementos minerales que la planta necesita.

Para que el riego sea automático, se ha instalado un sistema de válvulas electrónicas israelitas junto a un Programador de riego marca Yarden, el que funciona junto con un partidador para colocar en funcionamiento la bomba de riego y las electroválvulas. Cada válvula se programa teniendo en cuenta los requerimientos de las plantas, las condiciones climáticas, etc.

De esta manera, el sistema riega y fertiliza automáticamente desde las 8 de la mañana hasta las 6 de la tarde, con riegos que duran 4 a 5 minutos cada 2 horas, dependiendo de las condiciones mencionadas anteriormente.

3.3 TRATAMIENTOS

Se realizó este ensayo con dos producciones pilotos. La primera comparando los parámetros fenológicos y productivos para cuatro cultivares: Agora, Boa, Irazú y FA144. Los dos primeros corresponden a cultivares de la empresa Vilmorin, el tercero a Rogers NK, y el último a Hazera. La segunda producción piloto se realizó con cuatro cultivares larga vida: FA-144, FA-190, FA-192, FA-191.

Se estableció un patrón de comparación o testigo hidropónico mediante el sistema NFT, en la primera producción piloto el cual según se explica más adelante, fracasó por problemas de oxigenación radicular.

3.4 MANEJO DEL CULTIVO

El manejo del cultivo se realizó en altura, llevando la planta en un sólo eje o tallo, realizando desbrotes semanalmente.

Cuando la planta lo necesitó, se le realizaron podas de hojas a partir de las más antiguas hacia arriba.

Se realizó un raleo de frutos en la segunda producción, dejando 4 por racimo.

Los controles químicos de enfermedades tuvieron en general el carácter de preventivos. En la primera producción piloto un foco de Alternaria, hongo muy común en los cultivos de tomates de Arica, requirió de tratamientos con agroquímicos de carácter curativo. En la segunda producción no se generaron problemas significativos de enfermedades por hongos o insectos.

3.5 MEDICIONES

a) Parámetros Fenológicos: días a trasplante, floración, inicio de cosecha, largo internudos, altura de las plantas.

b) Parámetros productivos: Peso y calibre de los frutos, lo que nos indicará rendimiento proyectado por hectárea con sus calidades en calibres correspondientes.

DESGLOSE	RANGO DE PESO
EXTRA	PESO MAYOR QUE 250 GRAMOS
PRIMERA	PESO MAYOR QUE 150 GRAMOS Y MENOR QUE 250 GRAMOS
SEGUNDA	PESO MAYOR QUE 100 GRAMOS Y MENOR QUE 150 GRAMOS
TERCERA	PESO MAYOR QUE 80 GRAMOS Y MENOR QUE 100 GRAMOS
DESECHOS	PESO INFERIOR A 80 GRAMOS, FRUTOS DAÑADOS POR GOLPES, AVES, MADURACION EXCESIVA, CRACKING, ROSCAS (FRUTOS CON TEJIDO PLACENTARIO EXPUESTO), ETC.

3.6 SOLUCION NUTRITIVA

La solución nutritiva preparada por la empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda. tiene en partes por millón los siguientes elementos minerales:

<u>ELEMENTO</u>	<u>PARTES POR MILLON</u>
NITROGENO NO3	200.00
NITROGENO NH4	20.00
FOSFORO	43.00
POTASIO	208.00
CALCIO	185.00
MAGNESIO	48.00
ASUFRE	32.00
FIERRO + 3	5.60
MANGANESO	0.54
COBRE	0.06
ZINC	0.26
BORO	0.54
MOLIBDENO	0.012
COLORO	1.80
COBALTO	0.004

Esta solución es preparada en la empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda. en tres mezclas de sales minerales los cuales se prefiere no mezclar entre sí. Estas soluciones madres son inyectadas al agua de riego varias veces en el día.

CAPITULO IV: RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Parámetros Productivos

CUADRO 1: RENDIMIENTO EXPRESADO EN PESO PARA LAS CUATRO VARIEDADES DE TOMATES EN EL PRIMER Y SEGUNDO CULTIVO PILOTO

VARIEDADES	RENDIMIENTO TON/HA	
	PRIMERA PRODUCCION	SEGUNDA PRODUCCION
AGORA	116.01	
BOA	138.37	
IRAZU	126.48	
FA-144	123.23	146.43
FA-191		142.89
FA-192		130.36
FA-190		131.28

CUADRO 2: RENDIMIENTO POR PLANTA PARA LAS CUATRO VARIEDADES DE TOMATES EN EL PRIMER Y SEGUNDO CULTIVO PILOTO

VARIEDADES	RENDIMIENTO (Kg/Planta)	
	PRIMERA PRODUCCION	SEGUNDA PRODUCCION
AGORA	3.7	
BOA	4.4	
IRAZU	4.0	
FA-144	3.9	4.6
FA-191		4.6
FA-192		4.1
FA-190		4.2

CUADRO 3: RENDIMIENTO EXPRESADO EN DISTINTAS CATEGORIAS SEGUN PORCENTAJE DE FRUTOS PARA LA PRIMERA PRODUCCION

CALIBRE	CULTIVARES			
	AGORA	BOA	IRAZU	FA-144
EXTRA *	5 %	5 %	5 %	6 %
PRIMERA	54 %	56 %	54 %	50 %
SEGUNDA	31 %	29 %	32 %	33 %
TERCERA	6 %	6 %	6 %	7 %
DESECHOS	4 %	4 %	3 %	4 %
TOTALES	100 %	100 %	100 %	100 %

* La clasificación de los calibres está dada en el punto 3.5 de este informe.

CUADRO 4: RENDIMIENTO EXPRESADO EN DISTINTAS CATEGORIAS SEGUN PORCENTAJE DE FRUTOS PARA LA SEGUNDA PRODUCCION

CALIBRE	CULTIVARES			
	FA-144	FA-191	FA-192	FA-190
EXTRA	22 %	8 %	9 %	18 %
PRIMERA	50 %	56 %	61 %	64 %
SEGUNDA	25 %	35 %	24 %	16 %
TERCERA	3 %	1 %	6 %	2 %
DESECHOS	0 %	0 %	0 %	0 %
TOTALES	100 %	100 %	100 %	100 %

4.1.2 Parámetros Fenológicos

CUADRO 5: DISTANCIA MEDIA ENTRE RACIMOS EN PLANTAS DE TOMATE PARA CUATRO CULTIVARES DE LA PRIMERA PRODUCCION

RACIMO	CULTIVAR (Distancia en centímetros)			
	AGORA	BOA	IRAZU	FA-144
C-1	37	34	34	36
1-2	43	41	38	40
2-3	29	28	31	30
3-4	36	32	35	32
4-5	30	33	29	32
ALTURA TOTAL DE PLANTAS	175	168	167	170

CUADRO 6: DISTANCIA MEDIA ENTRE RACIMOS EN PLANTAS DE TOMATE PARA CUATRO CULTIVARES DE LA SEGUNDA PRODUCCION

RACIMO	CULTIVAR (Distancia en centímetros)			
	FA-144	FA-191	FA-192	FA-190
C-1	30	32	34	31
1-2	27	36	33	28
2-3	26	38	30	30
3-4	26	36	33	34
4-5	30	32	28	31
5-6	28	28	31	32
6-7	30	27	29	31
ALTURA TOTAL DE PLANTAS	197	229	218	217

CUADRO 7: N° DE DIAS A TRASPLANTE DESDE LA SIEMBRA PARA LOS CUATRO CULTIVARES DE LAS PRIMERA Y SEGUNDA PRODUCCION

CULTIVAR	N° DIAS A TRASPLANTE
PRIMERA PRODUCCION	
AGORA	30
BOA	30
IRAZU	30
FA-144	30
SEGUNDA PRODUCCION	
FA-144	30
FA-191	30
FA-192	30
FA-190	30

CUADRO 8: N° DE DIAS A INICIOS DE COSECHA DESDE EL TRASPLANTE PARA LOS CUATRO CULTIVARES DE LAS PRIMERA Y SEGUNDA PRODUCCION

CULTIVAR	N° DIAS A INICIOS DE COSECHA
PRIMERA PRODUCCION	
AGORA	71
BOA	68
IRAZU	68
FA-144	71
SEGUNDA PRODUCCION	
FA-144	72
FA-191	70
FA-192	72
FA-190	70

4.2 GRADO DE AVANCE DEL PROGRAMA DE EJECUCION

La PRIMERA ETAPA planteada en el programa de ejecución se cumplió completamente, es decir, se compraron los equipos y materiales necesarios para iniciar el cultivo; se construyeron los estanques de almacenamiento de las soluciones nutritivas; se niveló el terreno de acuerdo a los requerimientos del proyecto; se construyeron las bateas o canales donde circulara la solución nutritiva en el caso del sistema NFT modificado, se instaló el sistema de riego por goteo con matrices y sub matrices y laterales; se compraron las sales minerales, semillas, pesticidas y sustratos que necesitó el cultivo; se instaló el sistema de espalderas para sujetar las plantas de tomate.

Del diseño planteado en el proyecto presentado al FONTEC, se modificó el uso de estanques de soluciones nutritivas. En efecto, en el proyecto se planteó que se prepararían las soluciones nutritivas en estanques, las que se bombearian al sistema de riego por goteo. El cambio consistió en reemplazar el uso de estanques con soluciones nutritivas por estanque de agua sin nutrientes, la que se bombea al sistema de riego por goteo. En el trayecto el agua recibe de parte de tres inyectores o dosificadores, tres soluciones nutritivas madres las que contienen macros y micro nutrientes y ácido (para bajar el pH). Este sistema instalado es mucho más eficiente que el planteado originalmente en el proyecto. Podemos decir que fue uno de los frutos del viaje que el jefe del proyecto realizó a Israel y España durante 1993.

Otra modificación que se hizo fue el no utilizar un sistema de drenaje con tubos de PVC por el fondo de la canal de arena, con el fin de extraer los excesos de soluciones nutritivas. Se optó por perforar el fondo de las canales construidas a una cierta distancia, de tal manera que los excesos de soluciones percolan hasta el fondo de las canales y salieran hacia abajo por los orificios del plástico. Esto es posible en este caso por las características del suelo del lugar el cual es de textura arenosa.

Se puede decir que el sistema funcionó bien en cuanto a mantener la humedad necesaria para las plantas, salvo pequeñas excepciones que hacen pensar en que sería mejor probar el comportamiento del cultivo en bolsas tipo macetero de polietileno de 200 micrones.

Esta etapa duró dos meses según lo previsto.

La SEGUNDA ETAPA, denominada desarrollo del cultivo se cumplió totalmente, es decir, se prepararon, sembraron y trasplantaron los almácigos; se realizaron las labores culturales de levante, hormoneo, desbrote, deshojado, etc. propias del cultivo del tomate en sistema de espalderas; se realizó la sistematización de la información que requiere la investigación; se regó periódicamente las plantas con soluciones nutritivas.

La única modificación que se hizo fue la densidad de plantas por Há. o por metro lineal de bateas. En efecto, en el proyecto

original se planteaba sembrar las plántulas a una distancia de veinte centímetros en la hilera y a un metro sesenta centímetros entre hileras. La distancia entre hileras se mantuvo según lo planteado en el proyecto, sin embargo la distancia en la hilera se modificó a 0,4 metros entre plantas. Esto, por lo visto en Israel y España en cuanto a las ventajas que presenta trabajar con densidades menores de plantas por Há. (razones fitosanitarias y de mejores manejos culturales).

Esta etapa duró 14 meses en total. El Proyecto actualmente terminado se inició el primero de mayo de 1993, preparandose los almácigos en julio, cosechando en octubre, noviembre y diciembre. La segunda cosecha se empezó a desarrollar en enero con la preparación de almácigos, cosechando desde mayo, junio y julio. Es decir, la primera producción se inició desde la primavera hasta el verano y la segunda producción desde el verano hasta el invierno.

CAPITULO V: DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Debido a las condiciones en que se desarrollo el ensayo, se hace necesario discutir independientemente la primera de la segunda producción.

PRIMERA PRODUCCION

La primera producción de cultivo de tomates hidropónicos se desarrolló utilizando cuatro variedades que hasta el año 1993 tenían una mayor aceptación y uso por parte de los agricultores del Valle de Azapa. Tres de las variedades, como se dijo antes, son consideradas del tipo estándar, es decir, tienen la duración o firmeza normal de los tomates. En cambio la cuarta, la FA-144 era considerada "Larga Vida", es decir, por su dureza y firmeza de los frutos en post cosecha.

Esta primera producción era la oportunidad para aplicar algunos conocimientos adquiridos en paquetes tecnológicos similares adquiridos en Israel y España, por parte del Jefe del Proyecto. En efecto, la incorporación de inyectoros de fertilizantes, la utilización de un programador de riego con electroválvulas en reemplazo de solamente válvulas programables con un sistema de hidropack, permitió mejorar sustancialmente el sistema de riego y fertilización diseñado.

Otro de los aspectos importantes aprendidos de la gira por

Israel y España, permitió el uso de densidades de plantación más bajas que las que habitualmente se utilizan en el cultivo en tierra. Con este sistema se obtienen mejores resultados en cuanto a manejo fitosanitario, mejor manejo por parte de los trabajadores agrícolas de las labores culturales que requieren las plantas y en consecuencia, una menor utilización de mano de obra, tema no menor si consideramos que el cultivo del tomate indeterminado tiene como característica la intensiva utilización de mano de obra.

Durante la primera etapa del ensayo (1ª producción) se pudo observar que el cultivar BOA logró el mayor rendimiento y AGORA el menor rendimiento en toneladas por há (cuadro 1.). Sin embargo en cuanto a la calidad de los frutos se encontró que no hubo diferencias significativas entre los cultivares evaluados (cuadro 3.), concentrando alrededor del 85% de la producción en los calibres 1ª y 2ª (mayoritariamente primera), pero en el calibre extra se obtuvieron escasos ejemplares.

En cuanto a los parámetros fenológicos no hubo diferencias en cuanto al n° de días al trasplante (cuadro 7.), así como tampoco se encontraron diferencias significativas en cuanto a la distancia entre racimos y altura total de las plantas (cuadro 5.).

Comparado con las metas planteadas al comienzo del ensayo, en esta primera etapa, se logró superar el promedio de 2.5 kg/planta en todos los cultivares, obteniéndose un promedio de 4 kg/planta (cuadro 2.). En cuanto a los calibres obtenidos también se superó

los promedios que se obtienen en los cultivos en tierra de 50% extra y primera, 30% segunda y 20% tercera y desecho, obteniéndose en el primer caso un promedio de 59% en extra y primera y sólo un 10% en tercera y cuarta y/o desecho.

SEGUNDA PRODUCCION

La segunda producción se inició teniendo en cuenta la rápida introducción de las variedades "larga vida" para el tomate. En efecto, los agricultores del Valle de Azapa durante 1994 se incorporan en cantidades importantes como clientes de las semilleras que producen variedades "larga vida". Esto debido a la distancia que existe entre los productores (Arica) y los consumidores (Santiago o zona centro sur del país), los cuales exigen que sus productos mantengan su firmeza después de 7 a 8 días post cosecha.

Durante la segunda etapa del ensayo (2ª producción) se observó que el mayor rendimiento lo obtuvieron los cultivares FA-144 junto con FA-191 entre los cuales no se encontró diferencias significativas (cuadro 1.). Sin embargo en cuanto a la calidad de los frutos se encontró que FA-190 logró el mayor porcentaje de frutos en extra y primera (82%), mientras que FA-191 obtuvo el menor porcentaje en esta categoría (64%) (cuadro 4.). Cabe destacar el reducido porcentaje en los calibres tercera y desecho, y los altos porcentajes de calibre extra en los cultivares FA-144 y FA-

190, lo cual es el producto del eficiente raleo realizado en esta segunda etapa, lo que influyo además en lograr mejores calibres.

En cuanto a los parámetros fenológicos no hubo diferencia en cuanto al número de días al trasplante, así como se encontraron diferencias significativas en cuanto a la distancia medida entre racimos y altura total de las plantas (cuadro 6.).

Con respecto a las metas planteadas al comienzo del ensayo, en esta segunda etapa se superó incluso el promedio obtenido en la primera etapa respecto del rendimiento por planta, lográndose valores cercanos a 4,5 kg/planta (cuadro 2.). En cuanto a los calibres obtenidos también se superaron, logrando un promedio de 72% en extra y primera, y sólo un 3% en tercera y cuarta y/o desecho.

5.1 GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS TECNICOS

Los objetivos técnicos que se plantearon para este proyecto eran: "Con la materialización de este proyecto, se espera lograr resultados que demuestren aumentos considerables en la producción de tomates. También se pretende conseguir calidades mejores que las que actualmente se obtienen en cultivo en tierra. Se espera además obtener resultados que permitan demostrar que es posible lograr producciones homogéneas en el tiempo, realizando dos cosechas completas de tomates en el año".

Terminadas las dos producciones pilotos se puede afirmar que los objetivos técnicos se han cumplido, como se apreciará en los cuadros de información cuantitativa que se muestran más adelante.

5.2 DIFICULTADES SURGIDAS EN LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

Algunas de las dificultades que han surgido se pueden puntualizar de la siguiente manera:

a) Problemas Fitosanitarios de la primera producción piloto

Se detectaron problemas de ataques de hongos y bacterias en el follaje de algunas plantas.

Cabe hacer notar que en los sistemas radiculares no se notaron problemas de ninguna especie. También es necesario hacer notar que se han desarrollado e implementado los programas previstos de fumigaciones preventivas, utilizando tanto insecticidas y fungicidas de contacto como sistémicos.

Cuando se manifestaron las primeras plantas enfermas, se recurrió a la colaboración de un Fitopatólogo de la Universidad de Tarapacá, el que tomó muestras de plantas enfermas y concluyó en que se trataba de algún ataque de Bacterias. También manifestó que la mayoría de las plantas tenía en sus hojas antiguas manifestaciones de toxicidades o deficiencias de algunas sales minerales. Coincidiendo con la vuelta desde Israel, se aplicaron

las correcciones necesarias a las soluciones nutritivas y al sistema de inyección de nutrientes, lo que dio como resultado un mejoramiento sustancial en la calidad de las plantas que a partir de ese momento se manifestó en un mejor color y tamaño de las hojas, en un mejor cuaje y calibre de los frutos, en un mayor grosor de los tallos.

Con la aplicación de bactericidas y fungicidas se logró controlar los focos de enfermedades que se apreciaron en el 2 a 3 % de las plantas sembradas.

Debe hacerse notar que durante todo este tiempo no se han notado daños importantes producto de la acción de insectos que normalmente atacan a los tomates. Los gusanos "cogolleros" y "minadores" han sido controlados a través de la aplicación de insecticidas en forma preventiva en forma periódica.

b) Problemas de Oxigenación Radicular de la primera producción

Tal y como se planteó en el proyecto, se instalaron 36 hileras de cultivo hidropónico en arena y 4 hileras en sistema NFT Modificado.

Se puede manifestar que las plantas cultivadas en Arena no han sufrido problemas de oxigenación radicular, lo cual se aprecia por el aspecto y color de estas.

Por el contrario, las plantas sembradas en bateas de cartón, forradas en polietileno negro, relleno con dos a tres centímetros de "plumavit" molido, por las cuales circulaba una película de solución nutritiva, a partir de la tercera semana de vida desde el trasplante, empezaron a sufrir problemas de falta de oxígeno y, en consecuencia, pudriciones radiculares, llegando a un punto en que todas las raíces se pudrieron causando la muerte de las plantas.

Nosotros atribuimos estos problemas a la poca pendiente del terreno donde se desarrolló la experiencia y al largo de la canal.

En efecto, la pendiente a lo largo de la canal es de un uno por ciento (1%), siendo lo recomendado para bateas de seis metros de largo, cuando se trata de NFT Modificado, utilizar un 4 a 5%.

Las experiencias que hemos visto en la literatura o los centros de producción que visitamos en Santa Fe de Bogotá, Colombia, utilizaban Cascarilla de Arroz como sustrato para modificar el NFT que tradicionalmente usa solamente solución nutritiva pura como medio.

Nosotros pensamos que teniendo la "Plumavit" una menor capacidad de retención de agua, si utilizáramos pendientes menores, podríamos obtener buenos resultados. Al parecer el largo de las bateas jugó un rol importante en este fracaso del "testigo" que se pensó para esta experiencia. En efecto, trabajar con bateas de 50 metros de largo tiene la complicación de que las plantas que están en la parte más baja siempre tienen una humedad muy superior a las plantas que están al comienzo de la batea, humedad en exceso que en

el tiempo provoca los problemas de oxigenación radicular.

c) Problemas climáticos de la primera producción

Cuando las plantas se encontraban en plena producción piloto, se produjeron dos fenómenos climatológicos que deben haber influido sobre la producción. El primero, se produjo a mediodía durante un sábado. Sobre Arica se produjo por espacio de una hora aproximadamente una tormenta de viento y tierra. Fuertes vientos que alcanzaron los 120 kilómetros por hora dañaron físicamente las plantas, eliminaron flores, botaron hileras completas de tomate.

Las hileras caídas significaron tener que soltar cada planta amarrada al alambre para enseguida armar la espaldera y volver a levantar o amarrar cada planta al alambre. Con la caída de las hileras se producen daños físicos a las plantas ya que muchas de ellas sufren rompimiento de sus tallos, pérdidas de frutos, rompimiento de frutos maduros principalmente, daño a las hojas, etc.

El segundo fenómeno se produjo a las dos semanas de ocurrido el anterior. En esa oportunidad, durante la noche, se desencadenó una fuerte lluvia (hacía más de 40 años que no llovía en Arica), la que en sectores de precordillera y altiplano se transformó en nevazones y tormentas eléctricas. Pasado unos minutos de la lluvia, se desencadenó otra tormenta de viento y tierra proveniente desde la pampa, desde el desierto. Esta tormenta produjo los mismos efectos negativos que la anterior.

Las fuertes nevazones de la precordillera y altiplano congelaron el caudal del canal Lauca que es el que trae hasta Arica, desde unos 150 kilómetros de distancia, las aguas del interior. Este canal permaneció inutilizado por espacio de dos semanas. La sequía que sobrevino a este segundo fenómeno climático fue lo más perjudicial para los cultivos en general y para esta investigación en particular. Las plantas fueron sometidas a fuertes stress hídricos, llegando a regar en cantidades de un tercio de lo habitualmente se regaba. Para tener una idea de la magnitud del problema, hay que considerar que la camionada de 10 m³ de agua se vendía entre los agricultores a 40 mil pesos.

d) Problemas nutricionales de la segunda producción piloto

A comienzos de julio, cuando el proyecto se encontraba en su segundo mes de producción, se produjo un problema nutricional por falta de Hierro. El problema se suscitó en el abastecimiento de materias primas desde el extranjero, para la fabricación del quelato de Hierro, ante lo cual el proveedor habitual de la empresa ejecutante, hizo los esfuerzos para conseguir en el mercado nacional las materias primas necesarias. Este problema significó que las plantas de tomate estuvieran casi tres semanas sin la adición del micronutriente Hierro, ante lo cual se manifestó en las plantas la típica evidencia de blanqueo o amarillamiento del ápice, tornándose más delgados los tallos, perdiendo fuerza los racimos en

su capacidad para cuajar, achicándose las hojas. Cuando llegó el quelato de Hierro, se aplicó rápidamente, notándose una mejoría inmediata de las plantas, las que engruesaron sus tallos nuevamente, desarrollaron con mayor vigor y color sus hojas, etc.

e) Problemas fitosanitarios del cultivo en su segunda producción

Se puede afirmar que en la segunda producción, no se apreciaron problemas significativos en el desarrollo del cultivo.

Esto se debe en parte importante al tratamiento de fumigaciones preventivas que se aplicaron cada siete días.

CAPITULO VI: IMPACTOS DEL PROYECTO

De los resultados obtenidos en estas dos producciones, podemos manifestar:

a) Que el rendimiento mayor esperado se logró, al pasar en una producción de 100 a 140 toneladas por hectárea. A nuestro modo de ver esto tiene que ver fundamentalmente con la mejor nutrición y manejo fitosanitario de las plantas.

b) Mediante el sistema de cultivo hidropónico del tomate es posible sacar dos cultivos en el año, por lo tanto es más precoz, es decir, en invierno desde trasplante a cosecha se demora 70 días más 80 días de cosecha, lo que corresponde a 5 meses de cultivo en las bateas. En la misma fecha en cultivo en tierra de trasplante a cosecha se demora 90-100 días sin contar con el tiempo requerido para la preparación de suelo.

Existe además la posibilidad de manejar el cultivo hidropónico como largo aliento, lo que significa cosechar 15 a 20 racimos por planta, extendiendo la cosecha por 5 a 6 meses, alcanzando la temporada completa (para Arica) con un sólo tomatal.

c) El sistema de cultivo de tomate hidropónico permite trabajar con operarios a sueldo y dejar de lado el sistema de mediería, lo que conlleva un importante ahorro de dinero por mano de obra, debido principalmente a que las labores de cultivo se reducen de

manera importante. En efecto, la empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda., durante años anteriores debió recurrir al sistema de mediería, muy utilizado en el valle de Azapa para el cultivo del tomate, por lo intensivo en mano de obra de éste. Los costos estimados por hectárea y por cultivo resultan ser aproximadamente de 4 millones de pesos. Esta cifra se obtiene del 40% de las utilidades operacionales que le corresponden al mediero como parte del contrato de producción. Si se considera un rendimiento de 100 toneladas/há y un precio de venta (larga vida, para Arica) de \$150 /kg, se obtienen ingresos operacionales de \$15 millones, los gastos directos de producción por insumos tales como semillas, fertilizantes, pesticidas, otros como arriendo equipos, energía eléctrica, agua, etc. ascienden a \$5 millones/ há. En consecuencia, la utilidad operacional asciende a \$10 millones/ há. El 40% de la misma, a \$4 millones, lo que corresponde al gasto en mano de obra directa.

Con el sistema de cultivos hidropónicos, ésta empresa considera necesario para el correcto manejo del cultivo, incorporar a un trabajador en la etapa de almácigos (1 mes) y tres para el resto del cultivo desde el trasplante hasta fines de cosecha para realizar las debidas labores culturales.

Si se considera un sueldo de \$100.000/ mes/ operario, se tiene un costo de \$1.900.000/ há/ cultivo, es decir casi la mitad de los costos actuales de producción con el sistema de mediería.

Este ahorro de dinero se produce debido a que el cultivo hidropónico es menos intensivo en mano de obra que el cultivo en tierra por que NO se realizan las labores de Aradura y Rastreo, lo que significa:

Desmontar todo el sistema de espalderas de los tomates, para que después de realizadas estas labores se levante nuevamente (anualmente). Además de abrir surcos para incorporar 10 camionadas de guano/ há aplicado directamente al surco, posteriormente cubrir el surco con tierra, colocar las mangueras de riego por goteo para regar el guano durante un mes a lo menos para que fermente. Sacar posteriormente las mangueras de riego para pasar la rotofresadora (mula mecánica) con el objeto de mezclar el guano fermentado con la tierra, rastrillar manualmente cada hilera, marcar los surcos para el trasplante, colocar nuevamente las mangueras de riego y luego recién trasplantar las plántulas del almácigo, estas labores corresponden sólo a la preparación del terreno. Posterior al trasplante, a las tres semanas, se retiran nuevamente las mangueras de riego por goteo y se realiza una labor llamada afloge en la cual se escarda el suelo para soltarlo, se abre un surco al centro de la hilera incorporando guano de covadera reforzado con sulfato de potasio o nitrato de potasio y/o fosfato diamónico, se cubre el surco, se suspende el riego por una semana, se colocan nuevamente las mangueras y se reinicia el riego en forma ininterrumpida hasta el final de la cosecha. Normalmente al cuarto mes nuevamente es necesario realizar una desmalezadura en el terreno a lo largo de la hilera.

d) Ahorro de mano de obra en riego, debido a que el riego es automatizado y no requiere de una persona presente para dar y terminar el riego.

e) De acuerdo a los resultados obtenidos en esta experiencia se puede concluir que la empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda., al alcanzar los objetivos técnicos perseguidos con esta investigación, ha resuelto para la temporada 1995 en adelante destinar el 100% de su actividad productiva a los cultivos hidropónicos.

a) Esto significa dedicar totalmente su producción al cultivo de tomate hidropónico en la Parcela 32 de Cerro Sombrero, mediante cultivo en arena.

b) Continuar con el proyecto FONTEC "Lechugas Vivas de Arica" en la Parcela 32 de Cerro Sombrero, probando 9 nuevas variedades de lechugas.

c) Cultivar en la Parcela 32, 1000 metros cuadrados de frutillas en vertical, utilizando mangas de polietileno con arena y plumavit molido como sustrato.

d) Cultivar en la Parcela 32, 30 bateas de berros hidropónicos.

e) Cultivar 20 bateas de apios hidropónicos en agua en la Parcela 108 de Cerro Sombrero.

f) Cultivar 80 bateas de lechugas hidropónicas en la Fábrica de lechugas de la Parcela 108 (cada batea tiene capacidad para producir 125 lechugas).

g) Instalar la primera Hidroindustria de Chile, en la cual se procesarán las hortalizas hidropónicas para venderlas picadas en bolsas. Este proyecto se inaugurará próximamente en la Parcela 108 de Cerro Sombrero.

El conjunto de proyecto de cultivos hidropónicos, significará una inversión aproximada de 20 millones de pesos a la empresa Productora y Comercializadora Lauca Ltda.

