

**FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA
UNIVERSIDAD DE MAGALLANES**

PROYECTO A94 -A – 012

**OBTENCION DE PLANTAS DE FRUTILLA POR
MICROPROPAGACION Y SU CULTIVO**

INFORME FINAL

COORDINADOR PRINCIPAL
INGENIERO AGRONOMO CONSUELO SAEZ MOLINA

COORDINADORES ALTERNOS
INGENIERO (E) AGROPECUARIO JULIO YAGELLO DIAZ
LICENCIADA EN BIOLOGIA VALERIA LATORRE REYES

MARZO, 2001

I. ANTECEDENTES GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO: “Obtención de plantas de frutilla por micropopagación y su cultivo”

CODIGO FIA: A94 - A - 012

CODIGO UMAG: 7-40

REGION: XII

FECHA DE APROBACION: 28 de Noviembre de 1994

FORMA DE INGRESO: Ventanilla

AGENTE EJECUTOR: Universidad de Magallanes (UMAG)

AGENTE ASOCIADO: 10 productores sin personalidad jurídica. Proyecto INDAP-UMAG “Cultivo intensivo de la frutilla en Punta Arenas. XII Región”.

FIRMA CONTRATO DE APORTES: 16 de Julio de 1996

FECHA ENTRADA EN VIGENCIA: 1de Abril de 1996

COORDINADOR DEL PROYECTO: Ingeniero Agrónomo Consuelo Sáez M.

COSTO TOTAL PROGRAMADO : \$ 55.089.667

COSTO TOTAL FINAL: \$ 76.514.000

APORTE FIA: \$ 17.307.000

APORTE UMAG: \$ 44.080.000

APORTE MINEDUC: \$ 15.106.000

PERIODO DE EJECUCION: Abril 1996 a Marzo 2001

II. RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto “Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo” consistió en rescatar cultivares europeos de frutilla introducidos a Magallanes hace 15 años a través de la técnica de micropropagación, produciendo plantas sanas y adaptadas de las variedades Gorella, Ostara, Senga-Sengana, Tenira y Dania.

Además estableció las normas de cultivo para una máxima amplitud de cosecha pudiéndose obtener cosechas de fruta fresca desde Octubre a Marzo con una combinación de cultivo al aire libre, utilización de túneles, invernadero frío e invernadero con calefacción.

Los resultados indican que el cultivo de la frutilla de variedades europeas es una alternativa rentable para los pequeños productores de la XII Región con un ingreso neto promedio por año de cultivo de \$4.000.000/m² de superficie cultivada.

A raíz de los resultados del Proyecto, en una primera etapa, la Universidad de Magallanes producirá las plantas necesarias para aumentar la superficie de cultivo durante la temporada 2001/2002.

El costo total del Proyecto ascendió a \$64.955.000 de los cuales el FIA aportó \$17.307.000, el MINEDUC \$15.106.000 y la Universidad de Magallanes \$32.542.000.

III. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCION

De acuerdo a datos entregados por FOSIS (Informe Anual), en la Región de Magallanes y Antártica Chilena existen mas de 4 millones de hectáreas de aptitud ganadera y en ella se encuentra el 45% de la dotación ovina nacional equivalente a 2.128.000 ovinos, además de 100.720 bovinos, lo que origina una producción anual de aproximadamente 9.000 toneladas de lana, 8.543 toneladas de carne ovina y 3.833 toneladas de carne bovina además de otros subproductos.

El sector agrícola por otro lado, del total de la superficie de la XII Región (13.000.000 de hectáreas), utiliza solamente 430 hectáreas con cultivos al aire libre y aproximadamente cinco hectáreas en invernaderos sin productividad, rentabilidad ni destino claro llegándose a incluir al subsector dentro de situación de extrema pobreza, principalmente por la sobreoferta estacional de productos tradicionales como papas, zanahorias, repollos, betarragas y lechugas, rubros en los que los pequeños productores, debido a su carencia de tecnología y bajos volúmenes de producción, no pueden competir con la disminución de los costos de producción y fletes desde la zona norte del país y la importación desde Argentina.

Teniendo en consideración esta situación y el excelente comportamiento de las plantas de frutilla traída por los primeros colonos desde Europa y la experiencia en su cultivo adquirida por la Universidad de Magallanes, se planteó el Proyecto "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo" ya que el cultivo de la frutilla, como lo demuestra su importancia a nivel nacional y mundial, es un factor decisivo en la economía agrícola de las regiones incorporadas al cultivo debido a la gran demanda de mano de obra y al fomento de la microempresa familiar, las cuales en estos momentos, en la XII Región, están siendo incorporadas a la principal actividad regional que es el turismo ofreciendo fruta fresca desde Noviembre a Abril, especialmente en Puerto Natales.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico-educacional, la frutilla se ha convertido en un instrumento evolutivo inigualable ya que ha incorporado técnicas de cultivo como cortavientos, mulch, riego por goteo, fertirrigación y fertilización foliar, por ejemplo, que han impuesto en los productores participantes en el proyecto un cambio drástico de mentalidad, ya que se ha pasado de técnicas convencionales a una vertiginosa dinámica de terminologías y conceptos que los pequeños productores han debido asimilar en virtud de la inversión que implica el cultivo y los resultados obtenidos, ya que durante la temporada 2000/2001 el kilo de frutilla para consumo fresco alcanzó un precio que varió entre \$3.000 y \$7.500.

Cuando, en 1994, fue planteado el Proyecto “Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo”, en Magallanes el rubro frutillas no era explotado comercialmente, excepto en pequeña escala por la Universidad de Magallanes con una superficie de media hectárea al aire libre, actualmente se han incorporado al cultivo productores de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir completándose aproximadamente una superficie de 3 a 5 hectáreas al aire libre y 1 a 2 hectáreas en invernadero, pudiéndose visualizar una demanda absolutamente insatisfecha tanto en lo que se refiere a la población de la XII Región como fuente de vitamina C y en el abastecimiento de naves y otras actividades ligadas al turismo.

El Proyecto “Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo” presentado al FIA en el año 1994 planteaba el rescate del material genético de cinco cultivares (Ostara, Senga-Sengana, Gorella, tenira y Dania) de frutilla (*Fragaria ananassa Duch.*) introducidas a Magallanes hace 15 años por la Universidad de Magallanes desde el norte de Europa y obtener las normas de cultivo para una máxima amplitud de cosecha de tal forma de entregar a los pequeños productores de los cinturones hortícolas de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir un paquete tecnológico que constituya una alternativa de alta rentabilidad una vez que hayan adquirido la capacitación necesaria.

Así, el Objetivo General del Proyecto “Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo” fue: Obtener plantas de frutilla sanas y adaptadas a través de micropropagación para abastecer a los productores de Magallanes estableciendo normas de cultivo para una máxima amplitud de cosecha.

Los Objetivos Específicos fueron los siguientes:

- 1.- Describir las variedades Ostara, Senga-Sengana, Gorella, Tenira, y Dania a través de la pauta UPOV.
- 2.- Establecer un laboratorio de micropropagación para la XII Región en la Universidad de Magallanes.
- 3.- Obtener el protocolo de micropropagación de frutilla de los cultivares europeos Ostara, Senga-Sengana, Gorella, Tenira y Dania.
- 4.- Obtener el protocolo para la micropropagación de otros cultivares de frutilla y otras especies de interés económico para la XII Región.
- 5.- Establecer un vivero comercial de plantas de frutilla para abastecer a los pequeños productores de Magallanes.
- 6.- Definir los estados fenológicos del cultivo de frutilla en Magallanes y determinar amplitud de cosecha bajo sistemas de cultivo al aire libre, con túneles, bajo invernadero frío y en invernadero con calefacción.
- 7.- Establecer la ficha técnico-económica del cultivo de frutillas en Magallanes estableciendo costos e ingresos netos.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Teniendo como antecedente el excelente comportamiento de las plantas de frutilla introducidas desde Europa por los colonos ingleses a comienzos del Siglo XX, hace 15 años el Instituto de la Patagonia introdujo a Punta Arenas cinco cultivares procedentes del norte de Europa: Dania, Senga-Sengana, Gorella, Ostara y Tenira, que con el tiempo han adquirido un comportamiento productivo de gran proyección para los productores agrícolas de la región.

La planta de frutilla produce hojas, estolones, flores y raíces según un modelo determinado por sus constantes genéticas, pero el grado de dirección de su desarrollo es modificado por factores medioambientales. El fotoperíodo impone una influencia controladora en la formación de yemas de flor, desarrollo de estolones, tamaño de la hoja y longitud de su peciolo; algo menos sobre la formación de nuevas coronas y probablemente alguna sobre la iniciación radicular. La cuantía de la producción y la calidad del fruto son altamente influenciadas por interacciones entre el fotoperíodo, temperatura, duración de la parada vegetativa, plagas, enfermedades y fluctuaciones en el aire y la humedad del suelo.

Como resultado, fundamentalmente debido al alto grado de heterocigotismo presente en *Fragaria* spp., los cultivares exhiben una amplia gama de adaptaciones a diferentes condiciones medioambientales. Plantas de un cultivar pueden vegetar perfectamente en una zona y no en otra de clima distinto, así, mientras algunos cultivares resisten el duro invierno de Alaska, otros lo hacen en el largo y caluroso verano de Pretoria, Sudáfrica (Verdier, 1987).

Aún cuando el origen de las plantas introducidas a Magallanes fueron: Dinamarca (Dania), Alemania (Senga-Sengana y Ostara) y Holanda (Gorella y Tenira), tanto la literatura danesa (Hansen, 1995), finlandesa (Pirinen, 1975), holandesa (Lemaitre, 1973, Deckers, 1973, Lieten, 1989, Baets, 1990, Verlinden, 1992), belga (Brugmans, 1997, Robbe, 1998) y rusa (Bite, Laugale, Jurevica, 1997) las citan indistintamente.

Por esta razón ha resultado tan importante el rescate y la propagación de las variedades introducidas a Magallanes, ya que su origen y su comportamiento a través de los años han demostrado su excelente adaptación al clima de la XII Región, absolutamente diferente al clima de la región productora de frutillas de Chile, donde se utilizan variedades californianas.

1.- DESCRIPCION A TRAVES DE LA PAUTA UPOV DE LAS CINCO VARIETADES EXISTENTES EN LA UNIVERSIDAD DE MAGALLANES (OSTARA, SENGAS-SENGANA, GORELLA, TENIRA Y DANIA)

Para asegurar que las variedades rescatadas y propagadas realmente corresponden a la variedad indicada se debiera trabajar a nivel de la información genética proporcionada por el estudio de cada cariotipo. Sin embargo, para tener una pauta de las características fenotípicas adquiridas bajo el clima de la XII Región de Chile se procedió a su descripción de acuerdo a la pauta internacional entregada por la UPOV.

Para cumplir con este objetivo se colectaron 15 estolones de cada variedad que se plantaron en macetas con una mezcla de suelo:turba:perlita en proporción 1:1:1. Las plantas obtenidas fueron fertilizadas y regadas de acuerdo a sus requerimientos y evaluados a través del 100% de dos períodos vegetativos.

Las características evaluadas de acuerdo a la pauta UPOV han sido presentadas en el Anexo II del Informe Técnico y de Gestión N°7. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la descripción del fenotipo y comportamiento varietal de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la XII Región de las variedades Ostara, Sengas- Sengana, Gorella, Tenira y Dania, (Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5).

En esta descripción se observa que las épocas de madurez para estas cinco variedades bajo las condiciones edafoclimáticas de la XII Región de Chile son: Tenira: muy temprana, Gorella: temprana, Ostara y Sengas-Sengana: media y Dania: tardía.

Estas características varían de acuerdo al lugar geográfico del cultivo dentro de ciertos rangos, por ejemplo, de acuerdo a Bite, Laugale y Jurevica (1997), las variedades Sengas-Sengana y Ostara son tardías en las condiciones de Rusia (Latvia).

La duración del período entre fertilización y fruto maduro depende fundamentalmente de la temperatura habida durante esta etapa y como término medio puede estimarse en 30 días, que pueden acortarse a 20 en condiciones óptimas (invernadero) o alargarse a 50 o 60 en condiciones de maduración con bajas temperaturas.

De los resultados obtenidos cabe destacar el tamaño y la forma de los frutos de cada una de las variedades, así se tiene, Ostara: fruto grande en forma de riñón, Sengas-Sengana: fruto pequeño con forma de rinón, Gorella: fruto grande de forma cónica, Tenira: fruto medio de forma cónica y Dania: fruto grande con forma de riñón.

CUADRO 1. VARIEDAD OSTARA (Variedad de día largo o refloreciente)

PLANTA	
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura	Alta (35 cm)
Diámetro máximo	Pequeño (15 a 18 cm)
Densidad	Abierta
Vigor	Medio

HOJA	
Color verde lado superior	Claro
Subcolor lado superior	Tinte amarillento
Brillantez lado superior	Débil
Forma lado superior	Como copa
Presencia de ampolladura lado superior	Fuerte
Prominencia de las venas	Fuerte
Curvatura de los márgenes de las hojuelas	Dobladas hacia arriba
Posición general hojuelas relativa al pecíolo	Hacia arriba
Grosor	Media (0.8 mm)
Pubescencia de la superficie superior	Débil
Pubescencia de la superficie inferior	Débil
Número de hojuelas	A veces más de 3

HOJUELA TERMINAL	
Largo	Larga
Ancho	Estrecha
Relación largo / ancho	Más larga que ancha
Angulo basal	Agudo
Forma de la base	En U
Aserradura	Crenada
Aserradura secundaria	Ausente

PECIOLO	
Pubescencia en el tercio superior	Media
Posición de la pubescencia	Hacia arriba

ESTIPULA	
Coloración de la antocianina	Débil
Largo	Larga (5 mm)

ESTOLONES	
Número (en una o dos semanas)	Pocos (0 a 1)
Coloración de antocianina	Presente
Color	Púrpura
Grosor	Delgado (0.1 a 0.2 mm)
Pubescencia	Media
Posición de la pubescencia	Ligeramente hacia arriba

INFLORESCENCIA	
Posición relativa a la copa	Encima

PEDICELO	
Largo (flores terciarias)	Largo
Grosor	Delgado
Pubescencia	Débil
Posición de la pubescencia	Hacia arriba

FLOR	
Sexo	Bisexual
Tamaño	Grande
Tamaño del cáliz relativo a la corola	Más pequeño
Tamaño del cáliz interior relativo al exterior	Más pequeño
Pubescencia del lado inferior del cáliz	Débil
Número de pétalos (flores primarias)	Generalmente 5
Número de pétalos (flores secundarias)	Siempre 5
Espaciamiento de los pétalos	Libres

PETALOS	
Relación largo/ancho	Tan largo como ancho
Angulo basal	Agudo
Ondulación de los bordes	Leve

ANTERAS	
Tamaño	Pequeñas

FRUTO	
Largo	Largo
Ancho máximo	Grande
Relación largo/ancho máximo (frutos sec.)	Más largo que ancho
Tamaño	Grande
Forma predominante	Cónica
Dif. formas frutos primarios y secundarios	Marcada
Forma de punta	Roma
Banda sin semillas	Media
Hendiduras en las caras (frutos secundarios)	Débiles
Color principal	Rojo anaranjado
Intensidad del color principal	Medio
Homogeneidad del color	No homogéneo
Brillantez	Brillante
Inserción de los aquenios	Bajo la superficie
Inserción del cáliz	Insertado sobre la fruta
Posición de los segmentos del cáliz	Despegados y reflejados
Tamaño cáliz/relación al diámetro del fruto	Más pequeño
Facilidad de extracción del cáliz	Buena
Firmeza	Buena
Color de la pulpa	Rojo anaranjado
Distribución del color de la pulpa	Uniforme
Dulzor	Fuerte
Acidez	Débil
Sabor	Buena
Cavidad	Media
Prominencia de los vasos conductores	Fuerte

EPOCA DE FLORACION	
50% de las plantas con flores	Temprana

EPOCA DE MADUREZ	
50% de plantas con frutos maduros	Media

CUADRO 2. VARIEDAD SENG SENGANA (Variedad de día corto)

PLANTA	
Hábito de crecimiento	Postrado
Altura	Media (25 cm)
Diámetro máximo	Medio (20 cm)
Densidad	Fuerte
Vigor	Fuerte

HOJA	
Color verde lado superior	Obscuro
Subcolor lado superior	Moteado verde amarillento
Brillantez lado superior	Fuerte
Forma lado superior	Curvada hacia abajo
Presencia de ampolladura lado superior	Fuerte
Prominencia de las venas	Fuerte
Curvatura de los márgenes de las hojuelas	Dobladas hacia abajo
Posición general hojuelas relativa al peciolo	Hacia abajo
Grosor	Gruesa
Pubescencia de la superficie superior	Media
Pubescencia de la superficie inferior	Media
Número de hojuelas	A veces mas de 3

HOJUELA TERMINAL	
Largo	Larga
Ancho	Media
Relación largo /ancho	Más ancha que larga
Angulo basal	Agudo
Forma de la base	En U
Aserradura	Aserrada
Aserradura secundaria	Ocasional

PECIOLO	
Pubescencia en el tercio superior	Fuerte
Posición de la pubescencia	Ligeramente hacia arriba

ESTIPULA	
Coloración de la antocianina	Fuerte
Largo	Media (3.2 mm)

ESTOLONES	
Número (en una o dos semanas)	Muchos (5 a 7)
Coloración de antocianina	Presente
Color	Rosado
Grosor	Medio (0.3 mm)
Pubescencia	Fuerte
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

INFLORESCENCIA	
Posición relativa a la copa	Encima

PEDICELO	
Largo (flores terciarias)	Medio
Grosor	Medio
Pubescencia	Fuerte
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

FLOR	
Sexo	Bisexual
Tamaño	Medio
Tamaño del cáliz relativo a la corola	Más pequeño
Tamaño del cáliz interior relativo al exterior	Más pequeño
Pubescencia del lado inferior del cáliz	Media
Número de pétalos (flores primarias)	5 a 8
Número de pétalos (flores secundarias)	5 a 6
Espaciamiento de los pétalos	Tocándose

PETALOS	
Relación largo/ancho	Mucho más ancho que largo
Angulo basal	Obtuso
Ondulación de los bordes	Media

ANTERAS	
Tamaño	Medias

FRUTO	
Largo	Medio
Ancho máximo	Grande
Relación largo/ancho máximo (frutos sec.)	Mucho más ancho que largo
Tamaño	Medio
Forma predominante	Riñón
Dif. formas frutos primarios y secundarios	Leve
Forma de la punta	Redondeada
Banda sin semillas	Ausente o muy estrecha
Hendiduras en las caras (frutos secundarios)	Débiles
Color principal	Rojo anaranjado
Intensidad del color principal	Fuerte
Homogenidad del color	No homogéneo
Brillantez	Ligeramente opaco
Inserción de los aquenios	A nivel de la superficie
Inserción del cáliz	A nivel
Posición de los segmentos del cáliz	Adherentes
Tamaño cáliz/relación al diámetro del fruto	Más pequeño
Facilidad de extracción del cáliz	Buena
Firmeza	Buena
Color de la pulpa	Rojo anaranjado
Distribución del color de la pulpa	Levemente desuniforme
Dulzor	Fuerte
Acidez	Fuerte
Sabor	Buena
Cavidad	Pequeña
Prominencia de los vasos conductores	Fuerte

EPOCA DE FLORACION	
50% de las plantas con flores	Media

EPOCA DE MADUREZ	
50% de plantas con frutos maduros	Media

CUADRO 3. VARIEDAD GORELLA (Variedad de día corto)

PLANTA	
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura	Media (25 cm)
Diámetro máximo	Grande (25 cm)
Densidad	Fuerte
Vigor	Fuerte

HOJA	
Color verde lado superior	Medio
Subcolor lado superior	Moteado verde amarillento
Brillantez lado superior	Fuerte
Forma lado superior	Doblada hacia arriba
Presencia de ampolladura lado superior	Débil
Prominencia de las venas	Media
Curvatura de los márgenes de las hojuelas	Dobladas hacia arriba
Posición general hojuelas relativa al pecíolo	Hacia fuera
Grosor	Media (0.8 mm)
Pubescencia de la superficie superior	Fuerte
Pubescencia de la superficie inferior	Fuerte
Número de hojuelas	Sólo 3

HOJUELA TERMINAL	
Largo	Media
Ancho	Ancha
Relación largo / ancho	Más ancha que larga
Angulo basal	Casi ángulo recto
Forma de la base	Intermedia
Aserradura	Intermedia
Aserradura secundaria	Ausente

PECIOLO	
Pubescencia en el tercio superior	Media
Posición de la pubescencia	Ligeramente hacia arriba

ESTIPULA	
Coloración de la antocianina	Media
Largo	Corta (2.4 mm)

ESTOLONEROS	
Número	Muchos (5 a 7)
Coloración de antocianina	Presente
Color	Púrpura
Grosor	Grueso (0.5 mm)
Pubescencia	Fuerte
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

INFLORESCENCIA	
Posición relativa a la copa	Encima

PEDICELO	
Largo (flores terciarias)	Medio
Grosor	Medio
Pubescencia	Media
Posición de la pubescencia	Hacia abajo

FLOR	
Sexo	Bisexual
Tamaño	Medio
Tamaño del cáliz relativo a la corola	Más pequeño
Tamaño del cáliz interior relativo al exterior	Mismo tamaño
Pubescencia del lado inferior del cáliz	Fuerte
Número de pétalos (flores primarias)	5 a 8
Número de pétalos (flores secundarias)	5 a 6
Espaciamiento de los pétalos	Libres

PETALOS	
Relación largo/ancho	Mucho más ancho que largo
Angulo basal	Agudo
Ondulación de los bordes	Leve

ANTERAS	
Tamaño	Pequeñas

FRUTO	
Largo	Medio
Ancho máximo	Grande
Relación largo/ancho máximo (frutos sec.)	Más largo que ancho
Tamaño	Grande
Forma predominante	Cónica
Dif. formas frutos primarios y secundarios	Moderada
Forma de punta	Apuntada
Banda sin semillas	Marcada
Hendiduras en las caras (frutos secundarios)	Débiles
Color principal	Rojo púrpura
Intensidad del color principal	Débil
Homogeneidad del color	No homogéneo
Brillantez	Ligeramente opaco
Inserción de los aquenios	Bajo la superficie
Inserción del cáliz	A nivel
Posición de los segmentos del cáliz	Despegados
Tamaño cáliz/relación al diámetro del fruto	Mismo tamaño
Facilidad de extracción del cáliz	Pobre
Firmeza	Buena
Color de la pulpa	Rojo pálido
Distribución del color de la pulpa	Levemente desuniforme
Dulzor	Débil
Acidez	Fuerte
Sabor	Pobre
Cavidad	Pequeña
Prominencia de los vasos conductores	Fuerte

EPOCA DE FLORACION	
50% de las plantas con flores	Tardía

EPOCA DE MADUREZ	
50% de plantas con frutos maduros	Temprana

CUADRO 4. VARIEDAD TENIRA (Variedad de día corto)

PLANTA	
Hábito de crecimiento	Postrado
Altura	Media (25 cm)
Diámetro máximo	Medio (20 cm)
Densidad	Media
Vigor	Fuerte

HOJA	
Color verde lado superior	Tinte amarillento
Subcolor lado superior	Tinte amarillento
Brillantez lado superior	Fuerte
Forma lado superior	Como copa
Presencia de ampolladura lado superior	Moderada
Prominencia de las venas	Media
Curvatura de los márgenes de las hojuelas	Dobladas hacia arriba
Posición general hojuelas relativa al pecíolo	Hacia fuera
Grosor	Delgada (0.5 mm)
Pubescencia de la superficie superior	Media
Pubescencia de la superficie inferior	Media
Número de hojuelas	Sólo 3

HOJUELA TERMINAL	
Largo	Corta
Ancho	Ancha
Relación largo / ancho	Más ancha que larga
Angulo basal	Agudo
Forma de la base	En U
Aserradura	Intermedia
Aserradura secundaria	Ausente

PECIOLO	
Pubescencia en el tercio superior	Fuerte
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

ESTIPULA	
Coloración de la antocianina	Fuerte
Largo	Corta (2.4 mm)

ESTOLONEROS	
Número	Medio (3 a 4)
Coloración de antocianina	Presente
Color	Púrpura
Grosor	Medio (0.3 mm)
Pubescencia	Media
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

INFLORESCENCIA	
Posición relativa a la copa	Encima

PEDICELLO	
Largo (flores terciarias)	Medio
Grosor	Medio
Pubescencia	Media
Posición de la pubescencia	Hacia fuera

FLOR	
Tamaño	Medio
Tamaño del cáliz relativo a la corola	Más pequeño
Tamaño del cáliz interior relativo al exterior	Mismo tamaño
Pubescencia del lado inferior del cáliz	Media
Número de pétalos (flores primarias)	Generalmente 5
Número de pétalos (flores secundarias)	Siempre 5
Espaciamiento de los pétalos	Sobrepuestas

PETALOS	
Relación largo/ancho	Más largo que ancho
Angulo basal	Muy obtuso
Ondulación de los bordes	Marcada

ANTERAS	
Tamaño	Medias

FRUTO	
Largo	Largo
Ancho máximo	Grande
Relación largo/ancho máximo (fruto sec.)	Más largo que ancho
Tamaño	Medio
Forma predominante	Cónica
Dif. formas de frutos primarios y secundarios	Marcada
Forma de punta	Roma
Banda sin semillas	Ausente o muy estrecha
Hendiduras en las caras (frutos secundarios)	Pronunciadas
Color principal	Rojo anaranjado
Intensidad del color principal	Fuerte
Homogenidad del color	Homogéneo
Brillantez	Brillante
Inserción de los aquenios	A nivel de superficie
Inserción del cáliz	En una depresión
Posición de los segmentos del cáliz	Despegados y reflejados
Tamaño cáliz/relación al diámetro del fruto	Más pequeño
Facilidad de extracción del cáliz	Pobre
Firmeza	Buena
Color de la pulpa	Rojo anaranjado
Distribución del color de la pulpa	No uniforme
Dulzor	Medio
Acidez	Fuerte
Sabor	Pobre
Cavidad	Grande
Prominencia de los vasos conductores	Media

EPOCA DE FLORACION	
50% de las plantas con flores	Media

EPOCA DE MADUREZ	
50% de plantas con frutos maduros	Muy temprana

CUADRO 5. VARIEDAD DANIA (Variedad de día corto)

PLANTA	
Hábito de crecimiento	Medio
Altura	Alta (35 cm)
Diámetro máximo	Pequeño (15 a 18 cm)
Densidad	Media
Vigor	Débil

HOJA	
Color verde lado superior	Claro
Subcolor lado superior	Tinte amarillento
Brillantez lado superior	Media
Forma lado superior	Doblada hacia arriba
Presencia de ampolladura lado superior	Débil
Prominencia de las venas	Débil
Curvatura de los márgenes de las hojuelas	Dobladas hacia abajo
Posición general hojuelas relativa al peciolo	Hacia arriba
Grosor	Gruesa (1.2 mm)
Pubescencia de la superficie superior	Débil
Pubescencia de la superficie inferior	Débil
Número de hojuelas	Sólo 3

HOJUELA TERMINAL	
Largo	Corta
Ancho	Estrecha
Relación largo / ancho	Tan larga como ancha
Angulo basal	Obtuso
Forma de la base	Intermedia
Aserradura	Intermedia
Aserradura secundaria	Ausente

PECIOLO	
Pubescencia en el tercio superior	Fuerte
Posición de la pubescencia	Hacia arriba

ESTIPULA	
Coloración de la antocianina	Débil
Largo	Larga (5 mm)

ESTOLONOS	
Número	Pocos (2 a 3)
Coloración de antocianina	Presente
Color	Rosado
Grosor	Delgado (0.1 a 0.2 mm)
Pubescencia	Débil
Posición de la pubescencia	Ligeramente hacia arriba

INFLORESCENCIA	
Posición relativa a la copa	Encima

PEDICELO	
Largo (flores terciarias)	Largo
Grosor	Delgado
Pubescencia	Débil
Posición de la pubescencia	Hacia arriba

FLOR	
Sexo	Bisexual
Tamaño	Pequeño
Tamaño del cáliz relativo a la corola	Mismo tamaño
Tamaño del cáliz interior relativo al exterior	Mismo tamaño
Pubescencia del lado inferior del cáliz	Débil
Número de pétalos (flores primarias)	Generalmente 5
Número de pétalos (flores secundarias)	Siempre 5
Espaciamiento de los pétalos	Tocándose

PETALOS	
Relación largo/ancho	Más largo que ancho
Angulo basal	Agudo
Ondulación de los bordes	Leve

ANTERAS	
Tamaño	Medias

FRUTO	
Largo	Largo
Ancho máximo	Medio
Relación largo/ancho máximo (fruto sec.)	Mucho más largo que ancho
Tamaño	Grande
Forma predominante	Riñón
Dif. formas frutos primarios y secundarios	Ninguna o muy leve
Forma de punta	Redondeada
Banda sin semillas	Marcada
Hendiduras en las caras (frutos secundarios)	Débiles
Color principal	Rojo ladrillo
Intensidad del color principal	Débil
Homogeneidad del color	No homogéneo
Brillantez	Ligeramente opaco
Inserción de los aquenios	A nivel con la superficie
Inserción del cáliz	Insertado sobre la fruta
Posición de los segmentos del cáliz	Despegados y reflejados
Tamaño cáliz/relación al diámetro del fruto	Más grande
Facilidad de extracción del cáliz	Media
Firmeza	Buena
Color de la pulpa	Rosado pálido
Distribución del color de la pulpa	Uniforme
Dulzor	Medio
Acidez	Débil
Sabor	Moderado
Cavidad	Media
Prominencia de los vasos conductores	Media

EPOCA DE FLORACION	
50% de las plantas con flores	Muy tardía

EPOCA DE MADUREZ	
50% de plantas con frutos maduros	Tardía

2.- ESTABLECIMIENTO DE UN LABORATORIO DE MICROPROPAGACION EN LA UMAG

El Laboratorio de Micropropagación de la Universidad de Magallanes fue construido entre Noviembre 1995 y Marzo de 1996 con fondos del Ministerio de Educación a través de la adjudicación de un Proyecto FONGES por \$15.106.000 y habilitado e implementado con fondos otorgados por el FIA (\$17.306.944) en el marco del Proyecto "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo".

El Laboratorio de Micropropagación tiene como objetivo producir plantas a partir de porciones muy pequeñas de éstas, meristemas, tejidos o células, llamadas explantes, cultivados asépticamente a través del cultivo "in-vitro", es decir en tubos de vidrio bajo condiciones ambientales controladas y para cumplir con este objetivo se hizo necesario una construcción que cumpliera con determinadas especificaciones.

CONSTRUCCION

Para cumplir con los objetivos del laboratorio, se contruyeron 70 m² anexos a los 48 m² que tenían las dependencias del Centro de Horticultura y Floricultura "Lothar Blunck". La superficie construida se desglosa de la siguiente forma:

Sala de preparación de medios	6 m ²
Sala de lavado y esterilización	16 m ²
Sala de siembra	6 m ²
Sala de cultivo	24 m ²
Sala de materiales	2 m ²
Oficina	4 m ²
Baño hombres	6 m ²
Baño mujeres	6 m ²

Cada Sala tiene sus respectivos enchufes e instalación de gas.

EQUIPOS

- 1 Horno de secado (MEMMERT)
- 1 Destilador de agua (AQUATRON 8 BIBBY)
- 1 Horno microonda (DAEWOO)
- 1 Refrigerador-congelador (PHILLIPS)
- 1 Agitador magnético (CAL NUOVA II)
- 1 pHmetro digital (ORION 420 A)
- 1 Balanza analítica (SARTORIUS BP 221S)

- 1 Cámara de flujo laminar (FISCHBACH H-24242)
- 1 Estereomicroscopio (OLYMPUS)
- 1 Equipo de aire acondicionado (UNIONAIRE)
- 1 Timer regulador fotoperíodo (LOVATO)
- 2 Ollas a presión (ALL AMERICAN)

MUEBLES Y ACCESORIOS

- 1 Repisa tipo mecano, A.A.HEYCO Metalúrgica Ltda.
(estantería para frascos de cultivo "in-vitro")
- 2 Carros de transporte en acero inoxidable
- 2 Lavaderos acero inoxidable
- 14 Muebles blancos (mesones y estantes aéreos)
- 70 tubos fluorescentes con su respectivo tablero eléctrico y timer
- 1 Cocinilla a gas
- 1 Mechero de alcohol de acero inoxidable

PRODUCTOS QUIMICOS (Sales, aminoácidos, fitohormonas y carbohidratos)

- 500 g Nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- 2000 g Nitrato de potasio (KNO_3)
- 1000 g Nitrato de amonio (NH_4NO_3)
- 1000 g Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 1000 g Ortofosfato de potasio (KH_2PO_4)
- 1000 g Sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- 500 g Sulfato de zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 2000 g Acido bórico (H_3BO_3)
- 6 l Acido clorhídrico (HCl)
- 100 g Hipoclorito de calcio (CaHCl)
- 3000 g Hidróxido de potasio (KOH)
- 500 g Sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- 500 g Molibdato de sodio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 500 g Cloruro de cobalto ($\text{CoCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- 1000 g Cloruro de calcio (CaCl_2)
- 750 g Cloruro de mercurio (HgCl_2)
- 1000 g Yoduro de potasio (KI)
- 1000 g Sulfato de fierro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 1000 g Titriplex III (Na_2EDTA)
- 1 l Solución buffer pH 4
- 1 l Solución buffer pH 7
- 200 g Acido nicotínico
- 10 g Clorhidrato de piridoxina (Vit.B6 Clorhidrato)
- 100 g Glicina

50 g Tiamina
150 g Myo-inositol (Inositol)
15 g Acido indolbutírico (IBA)
10 g Acido naftalenacético (NAA)
5 g Acido giberélico (GA₃)
10 g Bencilamino purina (BAP)
5000 g Agar-agar
500 g Carbón activado
1 kg Sacarosa
10 g 2,3,5-Trifeniltetrazol clorhidrato
10 l Etanol (96%)

MATERIAL DE VIDRIO Y PLASTICO

5 probetas de vidrio de 250 ml
5 probetas de vidrio de 500 ml
5 probetas de vidrio de 100 ml
5 probetas de vidrio de 50 ml
1 vaso graduado forma baja 3000 ml
2 vasos graduados forma baja de 2000 ml
7 vasos graduados forma baja de 600 ml
5 vasos graduados forma baja de 100 ml
300 tubos de ensayo sin borde (16 x 100 mm)
500 tubos de ensayo sin borde (18 x 150 mm)
1 termómetro de 20 a 110 °C
140 frascos con tapa rosca de 500 ml
4 matraces erlenmeyer graduados de 1000 ml
4 matraces erlenmeyer graduados de 2000 ml
10 pipetas graduadas de 1 ml
10 pipetas graduadas de 2 ml
10 pipetas graduadas de 5 ml
20 pipetas graduadas de 10 ml
4 pipetas graduadas de 25 ml
10 frascos con tapa rosca boca ancha de 500 ml
20 frascos con tapa rosca boca ancha de 250 ml
2000 placas petri de polietileno desechables
5 vasos de precipitado sin asa de 1000 ml de polipropileno
1 bidón de 20 litros con llave de descarga de polietileno
2 soporte para pipetas 28 puntos
25 botellas de polipropileno de 500 ml con tapa autoclavable
10 botellas de polipropileno de 250 ml con tapa autoclavable
10 botellas de polipropileno de 1000 ml con tapa autoclavable
700 frascos de 400 ml con tapa (VIDECOR)
1 imán alnico T/barra
10 pinzas iris de 10 cm recta

10 pinzas rectas de 15 cm
10 pinzas english de 12,5 cm
1 espátula 10 cm mango de madera, hoja acero inoxidable
3 microespátulas 10 cm de largo N°12
20 mangos de bisturí de 13 cm N°3
20 mangos de bisturí de 13 cm N°4
100 hojas bisturí N°21 para mango N°4
100 hojas bisturí N°24 para mango N°4
100 hojas bisturí N°10 para mango N°3
100 Hojas bisturí N°11
2 gradillas plastificadas para 20 tubos de 12 a 15 mm de diámetro
2 gradillas plastificadas para 20 tubos de 15 a 18 mm de diámetro
Guantes
Mascarillas

CAPACITACION

En la primera etapa del Proyecto "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo (1995-1998), éste se centró en la obtención del paquete tecnológico de la frutilla en Magallanes, fundamentalmente para generar la demanda de plantas que producirá el Laboratorio de Micropropagación. Para cumplir con este objetivo se trabajó con 10 pequeños productores de Punta Arenas, quienes junto con los profesionales y técnicos insertos en el Proyecto fueron capacitados por Agrícola Llahuén.

Por otra parte, entre Noviembre de 1995 y Diciembre de 1996 la Ingeniero Agrónomo Elisabeth Muñoz recopiló, revisó literatura sobre el tema y visitó el laboratorio BIOTECNIA de la VII Región para recibir capacitación en Junio de 1996 con la Ingeniero Agrónomo Sra. Blanca Messina. Esta etapa culminó con la compra de materiales, reactivos y equipos necesarios para la habilitación e implementación del laboratorio. Desgraciadamente la Ingeniero Agrónomo Elisabeth Muñoz renunció a la Universidad y al Proyecto en Marzo de 1999.

En Julio de 1999, la Universidad contrató a la Licenciada en Biología Valeria Latorre quien tuvo a su cargo la Puesta en Marcha del Laboratorio entre Septiembre de 1999 y Diciembre de 2000 en conjunto con la capacitación impartida por el Laboratorio de Genética Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile a través de la Ingeniero Agrónomo Paula Troncoso quien apoyó la habilitación, calibración y acondicionamiento de instrumentos y materiales en las salas que conforman actualmente el Laboratorio de Micropropagación de la Universidad de Magallanes que fue inaugurado el 5 de Diciembre del año 2000, Revista UMAG-Noticias, Enero- Febrero 2001, pág.10, (ANEXO X).

También con el objeto de recibir capacitación en el enfoque de la metodología de micropropagación frente a especies de las cuales no se conoce el protocolo, la Ingeniero Agrónomo, Coordinadora del Proyecto viajó a Belfast entre el 22 de Mayo y el 6 de Junio del año 2000, invitada por la Facultad de Ciencias y Agricultura de la Queen's University of Belfast, (ANEXO I).

A su vez la integrante del equipo, Licenciada en Biología Valeria Latorre asistió a un Curso de Post-Grado entre el 14 y 24 de Diciembre de 2000 en el Instituto de Biotecnología de las Plantas de Villa Santa Clara en Cuba, (ANEXO II).

HABILITACION Y ACONDICIONAMIENTO

Sala de lavado y esterilización: Es el sector necesario para mantener el material utilizado en el cultivo limpio y libre de microorganismos por medio de la esterilización. En esta sala se encuentra ubicado un lavadero de acero inoxidable con dos tazas y sus respectivos secadores, conectado al agua fría y caliente y es aquí donde se procede a lavar todo el material utilizado en el laboratorio (vidrios, plásticos, herramientas).

Todos los frascos tanto nuevos como usados, son lavados y secados para posteriormente agregarles el medio de cultivo, quedando en condiciones de ser esterilizados.

La esterilización del material de vidrio se realiza en una olla a presión (ALL AMERICAN) de 40 l con manómetro y termómetro, a 121°C y 15 lb/pulg².

Las pinzas y bisturíes se esterilizan en el horno de secado a una temperatura de 160°C por 120 minutos totales, que incluyen el tiempo de calefacción, compensación, esterilización y seguridad. En esta sala se encuentran los siguientes equipos:

Horno de secado MEMMERT UM-400

Destilador de agua AQUATRON 8 BIBBY

Ollas a presión de 40 l ALL AMERICAN (con manómetro y termómetro)

Sala de preparación de medios de cultivo: En esta sala se ubican mesones y equipos que brindan el espacio seco necesario para preparar, refrigerar y congelar las soluciones madres y almacenar los reactivos, hormonas, vitaminas y material de vidrio.

Aquí se encuentran los siguientes equipos:

Agitador magnético CAL NUOVA II
PH-metro digital ORION 420 A
Balanza analítica SARTORIUS BP 221S
Horno microondas DAEWOO
Refrigerador/congelador PHILLIPS/1998

Sala de siembra: En esta sala se encuentra la cámara de flujo laminar horizontal con capacidad de trabajo para dos personas.

Bajo esta cámara, con la ayuda de un estereomicroscopio, se realiza, en forma absolutamente estéril, la obtención de los meristemas como explantes con tamaños entre 0,2 a 0,9 mm, los cuales son dispuestos en medios de cultivo, también estériles, en tubos de ensayo o frascos.

También bajo la cámara se realizan los repiques o multiplicación de los brotes que se originan a partir de las yemas obtenidas en la etapa de establecimiento. Los nuevos brotes son depositados en frascos estériles de 400 ml.

Los equipos en esta sala son los siguientes:

Cámara de flujo laminar horizontal FISCHBACH H-24242
Estereomicroscopio OLYMPUS

Sala de cultivo: Su objetivo es mantener las condiciones controladas de crecimiento para lo cual ha sido aislada del exterior e implementada con un equipo de aire acondicionado (UNIONAIRE) que mantiene una temperatura entre 20 y 25°C y tubos de luz fría TLT20 W/54 con un aporte de intensidad de luz aproximado de 1.400 lux/m² con un fotoperíodo de 16 horas de luz por 8 horas de oscuridad controlado por un timer marca LOVATO.

Esta sala consta de tres estanterías con tres bandejas cada una haciendo una superficie total de 3,13 m², lo cual implica una capacidad de 300 frascos de 400 ml/bandeja.

En esta Sala de Cultivo se realiza también la primera fase del cultivo ex -vitro en contenedores de plástico que semejan pequeños invernaderos (Foto 5).

3.- PROTOCOLO PARA LA OBTENCION DE PLANTAS DE FRUTILLA POR MICROPROPAGACION

Para el cultivo de meristemos y ápices “in-vitro” lo primero, además de contar con un explante de excelente calidad, es contar con un medio de cultivo que contenga macro y micronutrientes, vitaminas, aminoácidos, fitohormonas y carbohidratos más un medio de soporte como el de un gelificante (agar-agar) que dé consistencia al medio e impida que el explante se sumerja.

En general no existe un medio universal, sin embargo, el medio basal propuesto por Murashige y Skoog (1962) con modificaciones en la proporción de sus ingredientes ha sido el más utilizado, reportándose su utilización en la mayoría de las especies propagadas “in-vitro” y es el que se ha usado en la micropropagación de las variedades de frutilla.

PREPARACION DEL MEDIO DE CULTIVO

De acuerdo a la información acumulada, la mayoría de los micropropagadores de plantas están de acuerdo en que se pueden diferenciar en el proceso de cultivo “in-vitro” cinco fases críticas para lograr una propagación exitosa y comercial.

Fase 0 (Preparativa): Desarrollo de un esquema o protocolo de micropropagación real y repetible con la elección de las plantas donantes de explantes adecuadas.

Fase I (Establecimiento): Siembra de los explantes logrando un cultivo axénico y viable.

Fase II (Multiplicación): Lograr la proliferación del tejido sembrado y establecido.

Fase III (Enraizamiento): Formación de raíces fisiológicamente activas.

Fase IV (Aclimatación): Paso gradual desde las condiciones absolutamente controladas de la Sala de Cultivo a las condiciones de invernadero y luego de campo.

Las fases I, II y III corresponden al cultivo “in-vitro” y en cada una de ellas se debe utilizar la solución madre y la concentración de fitohormona correspondiente.

IBA (ácido indolbutírico)	2 g/l de solución de KOH al 1N
GA ₃ (ácido giberélico)	100 g/l de agua destilada
BAP (bencilaminopurina)	1 g/l en HCl (37%)

Preparación de sales de hierro

Estos reactivos se pesan y se colocan en un vaso de precipitado de 500 ml que contenga una cierta cantidad de agua destilada. Utilizando un agitador magnético hasta que entren en solución.

FeSO ₄ * 7 H ₂ O	3,725 g/l
Na ₂ EDTA (Titriplex)	2,785 g/l

Preparación HCl 1M: Se utiliza para bajar el pH de las soluciones.

Sacarosa: 40 g/l de medio de cultivo.

Agar-agar: Es el agente gelificante, se agrega 5,8 g/l de medio de cultivo.

Preparación del medio nutritivo o de cultivo

Dependiendo de la fase (I a la III) que se encuentre el cultivo “in-vitro” va a depender la cantidad de solución de madre utilizada, de acuerdo a lo indicado en el ANEXO III.

Los pasos a seguir para la preparación de 1 l de medio nutritivo son:

Agregar las cantidades de soluciones madres dependiendo de la etapa de crecimiento que corresponda.

Ajustar el pH de la solución a 5.7 con KOH 1N o HCl 1M

Agregar el agar-agar

Hervir la preparación hasta alcanzar una temperatura de 97°C

Vaciar el medio en frascos previamente lavados de 20 ml para el caso de la siembra de meristemos como explantes o de 400 ml para la fase de multiplicación

Esterilizar los frascos en autoclave (olla a presión) a 121°C por 15 minutos con 15 lbs de presión

Trasladar los frascos esterilizados a la Sala de Siembra

Preparación de las soluciones madres

Preparación de los macronutrientes

Cada solución una vez preparada se coloca en frascos plásticos de 1000 ml debidamente etiquetados y se guardan en el refrigerador. Cada cierto tiempo se revisan y se eliminan las que presenten precipitados.

Cada solución se prepara por separado:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	100 g/l
KNO_3	100 g/l
$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	100 g/l
KH_2PO_4	100 g/l

Preparación de los micronutrientes

Se prepara 1 litro de micronutrientes (1000x) con todos los reactivos juntos:

$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	16.900 mg/l
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	8.600 mg/l
H_3BO_3	6.200 mg/l
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	25 mg/l
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	250 mg/l
$\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	25 mg/l
KI	830 mg/l

Preparación del KOH

Esta solución, cuya concentración es 1N, se utiliza para la preparación del IBA y para subir el pH del medio de cultivo.

Preparación de vitaminas y aminoácidos

Acido nicotínico	50 mg/l
Piridoxina	50 mg/l
Tiamina	10 mg/l
Inositol	1000 mg/l
Glicina	200 mg/l

Preparación de las fitohormonas

Cada solución se coloca en frascos plásticos debidamente etiquetado y son conservados a baja temperatura hasta su utilización.

Después de 24 horas de la esterilización se procede a la siembra de los explantes dependiendo de la fase que se esté trabajando.

PROTOCOLO DE LAS ETAPAS O FASES DEL CULTIVO DE MERISTEMAS

Este protocolo implica etapas “in-vitro y otras “ex -vitro”:

Fase preparativa: Obtención y mantenimiento de las plantas madres o donadoras

La técnica de cultivo de tejidos “in-vitro”, como método de propagación asexual, debe asegurar la obtención de plantas uniformes y perfectamente iguales a la planta madre, por lo tanto es de notable importancia la elección del explante de partida.

Para lograr este objetivo se seleccionaron las mejores, desde un punto de vista agronómico y sanitario, 15 plantas de cada una de las variedades de frutillas a propagar (Dania, Senga-Sengana, Tenira, Gorella y Ostara), se plantaron en maceteros en una mezcla de turba, suelo y perlita en proporción 1:1:1 y se mantuvieron en invernadero por un período de 60 días a una temperatura de 15 a 35°C y humedad del 80% con aplicaciones de pesticidas y fertilizantes de acuerdo a sus requerimientos, hasta que los estolones estuvieron a punto para extraer los meristemas (Foto 1).

Fase de establecimiento. Extracción del meristema y siembra “in-vitro”

Una vez cortados los estolones desde la planta madre se desinfectan de la siguiente manera:

Se sumergen en agua corriente por 5 minutos

Se sumergen en alcohol 70% por 2 minutos

Se lavan con agua estéril por 15 minutos agitándolos

Se lavan con agua estéril bajo la cámara de flujo laminar

Una vez desinfectados los estolones, se procede a la extracción del meristema en condiciones totalmente asépticas utilizando un microscopio y un bisturí (Foto 2).

El tamaño de corte del meristema es de 0.5 a 0.9 mm, lo que es un factor muy importante ya que a medida que el explante es más pequeño es menor el riesgo de contaminación y más fácil la regeneración.

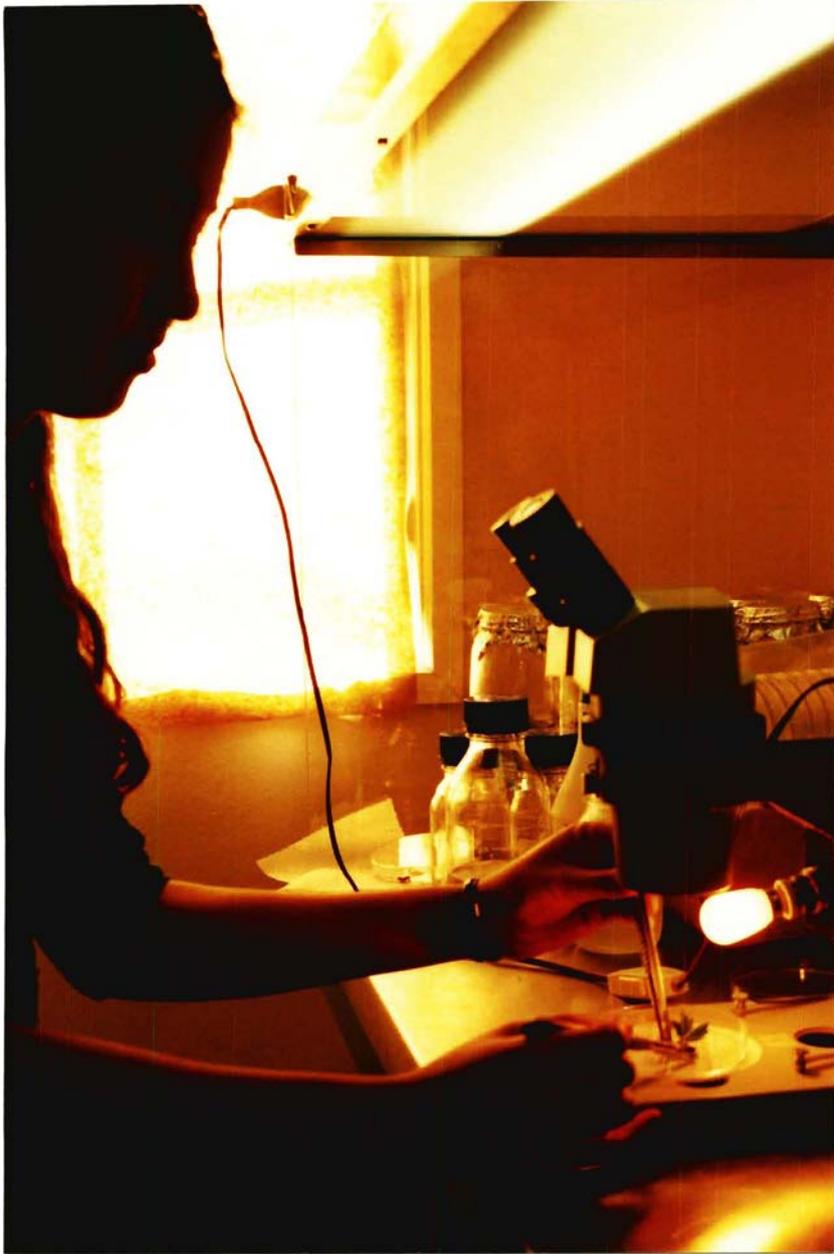


FOTO 2.- Extracción meristema.

Luego el explante se siembra en el medio nutritivo estéril de establecimiento (Fase I) y se traslada a la Sala de Crecimiento a una temperatura entre 23 y 25°C y un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad por un período aproximado de 14 días, tiempo en el cual el explante crece y forma una estructura foliosa de 1 cm aproximadamente.

Fase de multiplicación o proliferación del material

Posteriormente se continúa con la fase de multiplicación del material vegetal en un medio fresco que induce a nuevos brotes, operación que se repite hasta lograr la cantidad de propágulos deseados para pasar a la etapa de enraizamiento. Para completar el proceso de multiplicación, el brote se replica en un frasco más grande (400 ml) que contiene un medio con mayor concentración de hormonas según se indica en el ANEXO III y se deja en la Sala de Crecimiento por un período de 30 días (Foto 3).

Una vez que el explante ha proliferado (1° multiplicación) se procede a repicar nuevamente obteniéndose entre 5 a 8 brotes nuevos los que se colocan en nuevos frascos de 400 ml y se dejan en la Sala de Crecimiento por espacio de 25 a 30 días nuevamente. Este paso se repite aproximadamente 5 veces.

Fase de enraizamiento

Los brotes son enraizados “in-vitro”, para lo cual son colocados en un medio de enraizamiento que contiene carbón vegetal y son llevadas nuevamente a la Sala de Crecimiento por un período de 30 días, después del cual son sacadas de los frascos de vidrio y llevadas a la fase “ex -vitro” (Foto 4).

Fase de aclimatación o fase “ex -vitro”

Durante el cultivo “in-vitro” las plantas crecen bajo un ambiente con alta humedad relativa, baja intensidad luminosa, temperatura constante, escaso intercambio gaseoso y medio ricos en compuestos orgánicos, especialmente sacarosa.

Estas condiciones provocan cambios en la morfología y la fisiología de las plantas y por lo tanto se hace necesario el traspaso del material vegetal a un medio carente de nutrientes suministrados en forma artificial en el que la planta debe sintetizar sus propios compuestos carbonados para sobrevivir, este proceso es conocido como aclimatación.

Las plantas de frutilla que ya en la fase de enraizamiento han desarrollado un adecuado sistema radicular están en condiciones de ser pasadas a la fase siguiente y para ello son transplantadas desde el medio de cultivo a



FOTO 1.- Plantas seleccionadas para la producción de estolones.



FOTO 3.- Dos etapas de la Fase de Multiplicación.



FOTO 4.- Fase de Enraizamiento. Incorporación carbón activado.



FOTO 5.- Fase de Aclimatación. Primera etapa “ex -vitro” en contenedores plásticos.

contenedores plásticos transparentes perfectamente sellados para evitar la contaminación (Foto 5).

El procedimiento es el siguiente:

Las plántulas provenientes de la fase de enraizamiento son lavadas con agua tibia para eliminar el exceso de agar y luego son colocadas en los contenedores que contienen una mezcla esterilizada de turba, tierra de hoja y perlita en proporción 1:1:1 en un número de 30 plantas por contenedor. El transplante debe ser hecho cuidando que las raíces no se doblen.

Luego, los contenedores con aproximadamente 50 plantas cada uno se mantienen en la Sala de Crecimiento en ambiente controlado a 23 a 25°C.

Una vez que es posible visualizar un desarrollo radicular adecuado, las plantas son transplantadas a bolsas con mezcla turba, tierra de hojas y perlita (1:1:1) desinfectada para vivero y se trasladan al invernadero donde se realizan aplicaciones en forma periódica de fertilizante foliar y los pesticidas necesarios (Foto 6).

Allí se mantienen aproximadamente de 4 a 5 semanas para posteriormente ser transplantadas al vivero (Foto 7).

En el ANEXO IV se presenta un resumen de las fases de la micropropagación de plantas de frutilla con los tiempos que caracteriza a cada etapa, dando un total de 257 días aproximadamente desde la obtención del meristema hasta el establecimiento de la planta en el vivero al aire libre.

4.- PROTOCOLO DE MICROPROPAGACION DE OTRAS VARIEDADES DE FRUTILLA (VARIEDADES CHANDLER, SELVA, PÁJARO Y GARRIGUET).

Para lograr este objetivo se cumplió con el protocolo obtenido para la micropropagación de plantas de las variedades Ostara, Senga-sengana, Dania, Tenira y Gorella.

Se seleccionaron 15 plantas de cada una de las nuevas variedades para obtener los estolones sin tierra y obtener plantas madres. Las plantas seleccionadas se plantaron en maceteros con una mezcla de turba, suelo y perlita en proporción 1:1:1 y se mantuvieron en invernadero por un periodo de 60 días a una temperatura de 15 a 35°C y humedad del 80%



FOTO 6.- Fase de Aclimatación. Segunda etapa “ex -vitro” en bolsas dentro de invernadero.



FOTO 7.- Establecimiento vivero (Noviembre 2000).

hasta que los estolones estuvieron a medio camino entre la planta y la superficie del suelo.

Luego se cumplieron las fases “in-vitro”: establecimiento, multiplicación y enraizamiento y las fases “ex -vitro”: contenedor en sala de cultivo e invernadero.

Las plantas se instalaron en el vivero la segunda quincena del mes de Enero de 2001.

5.- ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO COMERCIAL

Una vez completado el período de aclimatación “ex -vitro”, se procedió a transplantar las plantas obtenidas por cultivo “in-vitro” en condiciones de campo siguiendo la siguiente metodología:

Preparación de suelos

Para el establecimiento del vivero se prefirió un suelo liviano, muy mullido, profundo y con buen drenaje. Para su preparación se hicieron las siguientes labores:

Barbecho químico con glifosato a una dosis de 3 l/ha

Desinfección con Diazinon (Basudin 600 EC en dosis de 4 a 5 l/ha) para eliminar insectos, integrado con rastra al menos a 30 cm de profundidad.

En la medida de lo posible se recomienda fumigar el suelo con bromuro de metilo (Larson y Shaw, 1995), sin embargo, en las condiciones de Magallanes es difícil por el viento que levanta los plásticos puestos en forma artesanal, además el bromuro debe estar fuera del mercado en el año 2005 debido al daño que causa en la capa de ozono.

De acuerdo a Larson y Shaw (1995), el uso de bromuro de metilo en los viveros de California, que producen 500.000.000 de plantas/año, el uso de la mezcla de bromuro de metilo y cloropirrina está justificada por dos razones: reduce la mortalidad de las plantas debido al control o eliminación de patógenos letales y porque aumenta el vigor de las plantas debido a la reducción o eliminación del complejo variable de organismos competitivos.

Estos autores probaron tres tratamientos como fumigantes de suelos: la mezcla de bromuro de metilo y cloropirrina, cloropirrina y no fumigado, llegando a la conclusión que la cloropirrina usada sola a una dosis de 360 kg/ha, es una posible alternativa a la mezcla de bromuro y

cloropicrina (tricloronitrometano), cuidando de no plantar muy cerca de la fumigación, ya que a esa dosis en condiciones de altura o bajas temperaturas la cloropicrina puede ser fitotóxica.

Plantación

Para lograr el buen desarrollo de las plantas madres y favorecer la producción de estolones, la plantación se realiza en hileras colocando la planta directamente sobre la superficie, sin realizar camellones. La distancia de plantación recomendada es de 1,8 m entre hilera y 0,6 m sobre la hilera. La separación entre variedades debe ser de 3,5 m entre hilera de variedades diferentes y 2,5 m sobre la hilera entre variedades diferentes.

Riego

De acuerdo a las recomendaciones de Agrícola Llahuén y el Laboratorio de Genética Vegetal de la Universidad de Chile para el buen desarrollo del vivero es mejor instalar riego por aspersión, sin embargo en superficies pequeñas se puede usar riego por cinta. Es muy importante la condición húmeda del suelo para que los estolones puedan arraigar.

Fertilización

A la plantación se recomienda aplicar la totalidad del Fósforo y Potasio en dosis de 180 kg/ha de superfosfato triple y 60 kg/ha de sulfato de potasio además de 30 unidades de N/ha como 100 Kg/ha de Nitromag. La fertilización inicial debe ser incorporada en el último rastraje.

Se recomienda hacer además tres aplicaciones de nitrógeno en dosis de 30 unidades de N/ha a la forma de Nitromag (100 kg/ha). Cada 20 días desde la plantación.

Control de malezas

Debido a que no se aplicó bromuro de metilo se debe aplicar glifosato al menos 2 a 3 veces antes de la plantación, lo cual implica empezar la preparación de suelos dos a tres meses antes de la plantación. Sin embargo, según el sector destinado al vivero y al tipo de malezas presentes se aconseja considerar la aplicación de herbicidas suelo activos como napromida (Devrinol 3 a 5 kg/ha), inhibe la actividad meristemática y controla gramíneas y algunas dicotiledóneas.

Una vez que está establecido el vivero no se deben aplicar herbicidas y las malezas presentes deben ser eliminadas con motocultivador o en forma manual.

Labores culturales

Luego de establecida la plantación de plantas madres se deben eliminar las hojas viejas y las flores para favorecer el desarrollo vegetativo.

La parte principal de la planta tiene un tallo corto que produce nuevas plantas a través de los estolones, los cuales forman raíces donde los nudos tocan el suelo. A medida que se van formando los estolones y que éstos van enraizando, se deben ir enterrando y distribuyéndolos en forma homogénea.

El cultivo de nuevas plantas es considerado un cultivo bianual, sin embargo, de acuerdo a Hughes, Ells y Schweitemann (2001), después de la cosecha de plántulas se pueden dejar las plantas madres para dos temporadas de producción de frutas con riego y fertilización adecuados.

Resultados expresados como estolones producidos por vitroplanta

En el Cuadro 6 se presentan los resultados expresados en estolones/planta madre como promedio de diez plantas madres de cada variedad. Las plantas fueron evaluadas en la última semana de Febrero, todas al mismo tiempo sin tomar en cuenta la fecha de plantación.

Estos resultados coinciden plenamente con lo citado por la literatura para las variedades Ostara, Senga-Sengana, Gorella, Tenira y Dania en condiciones de Rillaar en Alemania (Deckers, 1973), Hageland en Bélgica (Lieten y Baets, 1990), Saskatchewan en Canadá (Nehra y colaboradores, 1994), Fredericksberg en Dinamarca (Hansen, 1995) y Helsinki en Finlandia (Pirinen, 1975).

CUADRO 6. Número de estolones por planta madre y por variedad.

Variedad	N° estolones/planta madre
Ostara	4,6
Senga-sengana	12,8
Gorella	12,4
Tenira	10,7
Dania	8,2
Chandler	12,6
Selva	6,2
Pájaro	10,5
Garriguet	8,7

Estimación de costos

El cálculo de los costos de producción se realizó en base a 414 vitroplantas terminadas de frutilla que se obtuvieron en la primera producción a partir de un explante y para el cálculo del costo por planta se asumió un promedio de 10 plantas producidas por planta madre de origen europeo (Ostara, Senga-Sengana, Gorella, Tenira y Dania) de acuerdo a los resultados obtenidos en el vivero (Cuadro 7).

Este análisis se realizó en base a costos directos e indirectos llegándose a un valor total sin considerar costos de inversión, amortización, mantenimiento ni reparación de equipos e infraestructura.

En este análisis se da el costo total debido a que finalmente este costo, es que disminuye cuando aumenta el volumen de producción.

CUADRO 7. Resumen costos en la producción de las vitroplantas (414 plantas).

	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V	Costo Total \$
Tiempo en fase (días)	17	150	30	30	30	
Insumos	0,495	4.684	7.842	9.644	15.740	37.910
Mano de obra	40.574	104.932	113.674	188.874	220353	668.407
Gastos generales						43.282
Materiales						6.923
Costo Total						756.522
Costo/planta						1.827

Aún cuando el costo por planta es alto, su costo debería bajar con un alto volumen de producción, sin embargo hay que tener en cuenta también que estas plantas tienen ventaja sobre las producidas tradicionalmente.

En primer lugar son plantas sanas debido a su origen y, de acuerdo a Bite, Laugale y Jurevica (1997) una planta proveniente de un cultivo meristemático tiene un aumento de rendimiento que varía entre un 180 a 220%, especialmente en zonas donde se necesita una aclimatación previa de la especie.

Además para el cálculo de los costos se necesita saber si las plantas madres conservarán su potencial durante una segunda temporada de acuerdo a lo indicado por Nehra y colaboradores (1994), quienes propagaron plantas de frutilla por cultivo de meristemas, cultivo de callos

y estolones tradicionales bajo las condiciones de Saskatchewan en Canadá, llegando a la conclusión que en una segunda temporada las plantas madres obtenidas a partir de meristemas dan un mayor número de estolones que las plantas madres provenientes de estolones tradicionales.

También se debe evaluar la producción de plantas “frigo”, es decir las plantas que son cosechadas en primavera en Septiembre/Octubre en Magallanes y que deben ser guardadas a -2°C hasta la plantación de verano, después del 21 de Diciembre.

Es decir se podría contar con dos producciones de plantas provenientes de meristema al año, la primera en Noviembre/Diciembre para ser plantadas en fresco en Diciembre/Enero y la segunda en Septiembre/Octubre para ser plantadas también en Diciembre/Enero ya que como se ha discutido anteriormente bajo las condiciones climáticas de la XII Región se recomiendan las plantaciones de verano

Con esta práctica también se pretende aumentar la eficiencia de uso de la cámara de frío, pudiendo ser ocupada entre Mayo y Diciembre, mes en que se debe ocupar hasta Febrero en la cosecha de peonías.

6.- ESTADOS FENOLOGICOS DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN MAGALLANES.

El comportamiento de cada cultivo depende fuertemente de las condiciones climáticas de cada lugar y en un ámbito de fuerte competitividad se ha hecho cada vez más necesaria la búsqueda de eficiencia productiva aprovechando al máximo las potencialidades que ofrece el clima a la vez que minimizando los riesgos que provienen de éste, los que se traducen finalmente en costos de producción.

Para comprender las complejas interrelaciones entre el clima y el cultivo de frutillas, se acompañó durante una temporada completa a la especie para definir cada una de las etapas que vive la planta, aún cuando las plantas de frutilla en Magallanes dura cuatro temporadas.

De acuerdo a estas observaciones, la vida de las plantas puede subdividirse en cuatro grandes etapas: la fase vegetativa, fase reproductiva, la cosecha y la post-cosecha.

Para definir los estados fenológicos de las plantas de frutilla en Magallanes y así visualizar amplitud de cosecha, la última semana de Diciembre de 1999 se plantaron en hileras dobles separadas por 30 cm y distribuidas en

tresbolillo a 15 cm sobre la hilera. Por cada variedad se plantaron cinco platabandas de 60 cm de ancho separadas unas de otras a 45 cm, con una densidad de plantación de 60.000 plantas/ha bajo cuatro condiciones diferentes: en invernadero con y sin calefacción y al aire libre con y sin túneles.

De acuerdo a resultados obtenidos en el Centro Hortícola y en la Estación Experimental Kampenaike (Pino, 1997), la época de plantación óptima para la frutilla en Magallanes es Diciembre-Enero, lo que da el tiempo suficiente para el establecimiento de las plantas antes del otoño.

Todas las platabandas evaluadas estaban protegidas por cortavientos y mulch gris humo, el riego se aplicó por cinta y en los tratamientos correspondientes, los túneles fueron instalados en Junio y retirados a mediados de Noviembre.

En el ANEXO V se presenta un cuadro comparativo de los estados fenológicos de la frutilla de acuerdo a los diferentes tratamientos a los que además se les evaluó rendimientos en g/planta (Cuadro 8) y Sólidos solubles en °Brix (Cuadro 9).

FASE VEGETATIVA

Fase A o reposos vegetativo

La planta se encuentra en receso metabólico el cual termina luego de una determinada cantidad de horas frío, que rompen la organización hormonal interna, no existe consumo ni transporte interno de agua ni de nutrientes, solo un grado de deshidratación de los tejidos. Los nutrientes y carbohidratos en el interior están en formas químicas guardados en órganos de reservas (corona y raíces).

Fase B o de activación

Una vez que se han cumplido las horas frío para activar la planta termina la latencia y se inicia la transformación de almidones en azúcares que se trasladan desde las raíces a los centros de brotación. Nutricionalmente la planta se alimenta de sus propias reservas y el fosfato interno de reserva juega un rol clave en el éxito del proceso.

Fase C de brotación o de botones verdes

Esta etapa comienza con una intensa actividad celular, aparecen las hojas nuevas y las flores a la forma de “botones verdes”. La brotación corresponde al inicio de un nuevo flujo vegetativo-reproductivo en que la

planta comienza a acelerar lentamente su velocidad de absorción de agua y nutrientes del medio externo.

El consumo de nutrientes fertilizantes es bajo y normalmente el nutriente de mayor importancia es el fosfato dada su relación directa con el aporte de energía que requieren los procesos de activación meristemática. El objetivo fundamental de la fertilización en esta etapa es ayudar a la planta a establecer rápidamente los órganos de relación con el medio para auto sustentarse antes que sus reservas se agoten. Estos órganos son las hojas para la fotosíntesis y las raíces para la absorción de agua y nutrientes.

Fase D o desarrollo (botones blancos)

En esta etapa ya se observan los botones florales sin que los pétalos se hayan desplegado. Iniciado el proceso de brotación comienza casi inmediatamente la etapa de desarrollo. Esta consiste en que la planta produce una gran división celular orientada a la formación de todos los órganos especializados: hojas, tallos, raíces, flores y frutos y corresponde a 25 a 35 días después de la brotación.

Fase E o de iniciación floral (crecimiento)

Es la etapa donde las células multiplicadas y especializadas durante la fase anterior comienzan a aumentar de tamaño considerablemente ya que una vez que termina el proceso de desarrollo no se da origen a nuevas células. Aquí se inicia un aumento notable en la demanda de agua y nutrientes minerales especialmente nitrógeno y calcio. En esta etapa las raíces se encuentran con sus máximas producciones diarias de materia seca.

FASE REPRODUCTIVA O FASE CRITICA

Fase F de plena floración

Con la floración se inicia la fase reproductiva de la planta. Se produce un gran cambio hormonal y los nutrientes, azúcares y agua se destinan en forma mayoritaria rumbo a la flor. La planta se encuentra con todo su potencial radicular desplegado y la absorción de agua y nutrientes llega a ser máximo. Aquí la demanda de nutrientes es muy alta en especial de potasio, dado su rol en el transporte de carbohidratos, los que conformarán el 90% del peso seco de los órganos cosechados.

Fase G o fin de floración (cuaja)

La cuaja o caída de pétalos es una etapa muy breve y marca el inicio de la etapa más relevante de la producción del cultivo de frutillas, la fase de llenado del fruto o fase crítica.

Fase H o de fructificación (llenado de fruta)

Esta fase marca el proceso más masivo de nutrientes especialmente potasio y calcio. Se define como fase crítica porque cualquier estrés, falta o exceso de agua o nutrientes, ataque de plagas o enfermedades, estrés térmico o climático, afectará más que en ninguna otra etapa la producción final del cultivo.

COSECHA

Pinta

Esta es la etapa en que la fruta ha llegado a su calibre máximo y comienza a cambiar de color. Esta etapa se caracteriza porque comienza una disminución de los azúcares por la transformación del tipo de carbohidratos y algunos cambios fisiológicos en la función de los tejidos. En esta etapa, la planta completa trabaja para el fruto y el potasio sigue jugando un papel estratégico en lograr calibre, dureza y grados °brix.

Cosecha

La cosecha propiamente tal es una etapa en que normalmente no se aplican nutrientes ni en fertirriego ni en sistemas tradicionales. Es un momento fisiológico en que ya ha comenzado la senescencia de los tejidos vegetales y el producto final está listo y se evalúan rendimientos (Cuadro 8).

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 8, la producción bajo túnel es alrededor de un 20% mayor que la alcanzada por el cultivo al aire libre y en invernadero sin calefacción este aumento alcanza un 35% y en invernadero con calefacción la producción puede ser aumentada un 80%, sin embargo el sabor y dulzor se ven desfavorecidos (Cuadro 9).

En todo caso, se debe tomar en cuenta que el cultivo en invernadero está considerado para una mejor rentabilidad de la infraestructura de productores que ya la poseen y que en estos momentos está ocupada por hortalizas de producción tradicional de baja rentabilidad.

CUADRO 8. Rendimientos (g/planta) de las variedades evaluadas.

	Rendimiento			
	(g/planta)			
	Aire libre	C/túnel	Inv. frío	Inv. calefac.
Tenira	350	420	472	630
Gorella	335	402	452	603
Senga -Sengana	326	380	427	605
Ostara	332	455	439	614
Dania	304	360	425	594

Por otro lado, los túneles tienen un costo de \$500/m², es decir 400 g de frutilla fresca de una plantación de 6 plantas/m² con un promedio de producción de 2,5 kg vendidas a \$3.000/kilo.

CUADRO 9. Sólidos solubles en °Brix por sistema de cultivo y variedad.

	Sólidos Solubles			
	° Brix			
	Aire libre	C/túnel	Inv. frío	Inv. calefac.
Tenira	12.8	11.0	9.5	8.8
Gorella	11.6	11.1	10.5	9.1
Ostara	11.9	10.0	9.5	8.7
Senga-Sengana	12.3	11.0	10.2	9.5
Dania	11.1	10.0	10.0	9.3

Post-cosecha

En esta etapa la planta recupera parte de su volumen radicular y se genera un reflujo de nutrientes desde las hojas hacia las raíces en especial perennes. La absorción de agua y nutrientes continúa normalmente y es el momento de almacenar nutrientes y agua en los órganos de reserva, especialmente en cultivos de zonas frías o lluviosas, donde en la primavera el suelo está sobresaturado o congelado. En esta etapa el riego es clave y se ha demostrado que cultivos sin riego ni fertilización de post-cosecha producen mucho menos.

En el cuadro resumen de los estados fenológicos del cultivo de frutilla en las distintas condiciones del ensayo (Anexo V), se observa que en Magallanes se puede obtener fruta desde Octubre a Marzo, lo cual está de acuerdo con la literatura revisada para cultivos en el hemisferio norte.

Al igual que en Punta Arenas, Lieten y Baets (1989), obtuvieron bajo vidrio con calefacción la primera cosecha en Abril bajo las condiciones de Bélgica, es decir Octubre en el hemisferio sur, adelantándose la cosecha tres meses en comparación con un cultivo al aire libre.

A su vez, Lui, Lui y Chen (1992) indican que entre túneles y aire libre hay una diferencia en madurez de un mes, poniendo los túneles en Agosto (Febrero) y retirándolos en Octubre (Abril) bajo las condiciones de Zhouxian County en China.

Deckers (1973) y Lemaitre (1973) trabajando con variedad Gorella en las condiciones del norte de Alemania, obtuvieron un aumento de 16 y 18 días respectivamente en el cultivo de frutilla bajo túnel en comparación con el cultivo al aire libre.

Lieten (1989), además llegó a la conclusión que en el cultivo protegido con túneles, la *Botrytis* disminuyó de un 26% al aire libre a un 11% y el rendimiento aumentó desde 575 g/planta a 846 g/planta con un 24% de aumento en la rentabilidad.

En el ensayo para determinar los estados fenológicos, solo se evaluaron los rendimientos de las plantas durante la primera floración productiva, lo que podría ser la causa de bajos rendimientos incluso en invernadero con calefacción. Otra causa podría ser también que los estolones provenían de plantas muy viejas, por lo que es de esperar que una vez rejuvenecido el material vegetal a través del cultivo de meristemas, los rendimientos sean mayores, (Pierik, 1990).

Sin embargo, a pesar de los relativamente bajos rendimientos, los resultados obtenidos confirman que las variedades europeas son las adecuadas para Magallanes ya que con variedades californianas Pino (1997), obtuvo para el primer año rendimientos de 110 g/planta al aire libre con mulch y 167 g/planta bajo túnel y mulch y para el segundo año 220 g/planta y 389 g/planta respectivamente.

También se debe tomar en cuenta que Kampenaike, donde la autora del trabajo: El cultivo de la frutilla en la patagonia chilena (Pino, 1997) realizó su investigación, corresponde a un sector que no representa los cinturones hortícolas de Magallanes, con temperaturas medias menores en alrededor de 5°C.

7.- FICHA TECNICO-ECONOMICA

En el ANEXO VI se presenta la ficha técnica del cultivo de frutilla para cuatro años de cultivo, que es la duración de las plantas bajo las condiciones de la XII Región.

En el Cuadro 10 se presenta un resumen de los costos de producción y rendimientos para las cuatro temporadas que completan las plantas frutillas en Magallanes, de acuerdo a las fichas técnicas presentada en el ANEXO VI.

CUADRO 10. Resumen ficha técnico-económica.

		Años		de		Produc.
	Plantación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Costos directos (\$/m ²)	997	894	1.130	1.130	894	
TOTAL (4 años)						5.045
Producción (g/m ²)		1.800	3.000	3.000	1.800	
TOTAL (4 años)						9.600
Ingreso bruto (\$/m ²)		5.400	9.000	9.000	5.400	
Total (4 años)		3.509	15.070	15.070	28.800	
Ingreso neto (\$/m ²)		2.603	6.000	6.000	3.600	
Total ingresos/m² (4 años)						18.203

33.155

Los rendimientos promedio considerados fueron de 300 g/planta durante el primer y último año (4) y 500 g/planta en los años más productivos (2 y 3) y un precio de venta de \$3.000. En comparación con los rendimientos obtenidos en la zona central los rendimientos obtenidos en Punta Arenas son muy bajos, sin embargo la calidad y la fragancia es superior.

Una alternativa para compensar los bajos rendimientos es aumentar el número de plantas por hectárea desde 60.000 a 75.000, aumentando en rendimiento en un 30 a 40%. Pino (1997), bajo las condiciones de Kampenike utilizó una densidad de plantación de 90.000 plantas/ha.

En el Cuadro 10 se puede observar que durante el primer año se debe absorber la inversión que constituyen las plantas, sin embargo el ingreso neto es de \$2.603/m², lo que constituye \$2.000.000/1000 m². Esta superficie (1.000 m²), significa un ingreso neto de \$18.000.000, cifra que no es alcanzable en el primer año por otro cultivo en Magallanes.

60 000 pl / ha.

6 plantas/m² x 300 g/pl = 1.800 g/m²
 6 x 500 = 3.000

En el ANEXO VII se presentan los cuadros de inversiones, ingresos, gastos de operación, depreciaciones, capital de trabajo, fuentes y uso de fondos y amortización, de acuerdo al proyecto presentado a INDAP para la incorporación de 10 pequeños productores de la Comuna de Punta Arenas a este cultivo.

De los 10 productores que empezaron con el cultivo en el año 1996, quedan a la fecha con muy buenos resultados, cinco de ellos, quienes empezaron a comercializar su producto en la temporada 1998-1999 utilizando un logo de venta que identificaba las frutillas del proyecto como **chekarr-chat** que en lengua indígena significa **frutillas de escarcha** (ANEXO VIII).

De estos 5 productores se ha destacado la Sra. Flora Vera quien ha incorporado al cultivo aproximadamente 1000 m² bajo invernadero sin y con calefacción con una producción prácticamente constante desde Diciembre a Abril.

PROBLEMAS ENFRENTADOS

El Proyecto "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo" ha tenido a través de su desarrollo diferentes etapas en lo que se refiere a problemas y soluciones.

Inicialmente, a pesar de ser aprobado en Noviembre de 1994, el contrato de aportes fue firmado en Julio de 1996, depositándose la primera cuota en Noviembre del mismo año (12/11/96).

Sin embargo la Universidad de Magallanes a través de los profesionales y obreros involucrados hicieron un gran esfuerzo para plantar en Marzo del año 1995, 6.000 plantas madres (estolones tradicionales) de las variedades europeas asilvestradas en el Campus Instituto de la Patagonia de la Universidad.

Desgraciadamente el terremoto blanco que asoló la XII Región durante el invierno de ese año (1995), ocasionó una gran pérdida de las plantas destinados a los ensayos y a los productores de INDAP. Este problema ocasionó un gran retraso en el plan inicial planteado en la formulación del Proyecto, solicitándose la aprobación de nuevos términos de referencia los que fueron aprobados por el FIA el 25 de Septiembre de 1997.

En estos nuevos términos de referencia se solicitaba la eliminación de las plantaciones de invierno y el reemplazo del cultivo tradicional en

platabandas de 60.000 plantas/ha, por el sistema vertical con alta densidad (200.000 plantas/ha) para establecer un sistema de producción intensiva en invernaderos con y sin calefacción, estos resultados han sido presentados en el Informe Técnico y de Gestión N°7 y que concuerdan con los resultados obtenidos por Linardakis y Manios (2001).

Otro problema importante fue la renuncia de la Coordinadora del Proyecto a la Dirección del Centro de Horticultura y Floricultura "Lothar Blunck" en Abril de 1998, perdiendo absolutamente el control sobre la mano de obra necesaria para cumplir con las labores asignadas.

Demás está recordar que a partir de esa fecha la Coordinadora y la Coordinadora Alterna tuvieron serios problemas con las autoridades universitarias con lo cual el proyecto quedó prácticamente a la deriva. Por una parte la Coordinadora estuvo con Licencia durante Mayo y Junio y convaleciente hasta Enero de 1999 y por otra parte la Coordinadora Alterna renunció al proyecto en Junio de 1998, dejando definitivamente la Universidad a partir de Marzo de 1999.

Por su parte con fecha 12 de Agosto de 1998, el FIA solicita antecedentes a las autoridades universitarias sin obtener respuesta, insistiendo con fecha 09 de Diciembre del mismo año.

Afortunadamente los problemas entre la Coordinadora del Proyecto y las autoridades universitarias fueron superados y es así como el 30 de Marzo de 1999 se comunica al FIA que el Rector ha decidido apoyar el Proyecto, viniendo en visita de inspección para tomar una decisión al respecto los profesionales del FIA, Ingenieros Agrónomos René Martorell (Supervisor) y María José Etchegaray (Encargada de Proyectos), el día 22 de Abril de 1999.

A raíz de esta visita, con fecha 6 de Mayo de 1999, el Señor Rector de la Universidad de Magallanes envía la respuesta correspondiente a la carta del FIA de fecha 9 de Diciembre de 1998 donde propone el nuevo equipo técnico e indica que el Proyecto queda bajo la tuición del Director de la Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agrícolas y Acuícolas.

Es así como el nuevo equipo técnico aprobado por el FIA quedó conformado por la Coordinadora inicial, por el Ing.(E) Agropecuaria actual Administrador del Centro Hortícola y la Sra. Marta Vergara como Técnico Agrícola.

El Informe de la visita indicó que la parte del cultivo debía ser finalizada con los resultados obtenidos a la fecha con el cultivo en vertical (Informe Técnico y de Gestión N°7) y que se debía continuar prioritariamente con la puesta en marcha del Laboratorio de Micropropagación, para lo cual la

Universidad contrató por media jornada a la Licenciada en Biología, Srta. Valeria Latorre a partir de Julio de 1999.

Finalmente, a partir de esa fecha todos los problemas fueron solucionándose, dándose cumplimiento a las metas propuestas. El Laboratorio de Micropropagación fue inaugurado el día 5 de Diciembre del año 2000 con la asistencia de las autoridades universitarias, de agricultura, productores, profesores y alumnos (ANEXO X).

Es decir, haciendo un análisis de los problemas y soluciones desde la partida del Proyecto se llega a la conclusión que en realidad su ejecución correspondió a cuatro años y no seis años como figura en el papel ya que en realidad empezó el año 1996 y estuvo prácticamente sin actividades durante el año 1998, sin embargo los resultados han superado ampliamente las expectativas de lo planteado inicialmente.

RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

En el ANEXO IX se presenta un resumen del destino de los aportes FIA y en el Cuadro 11 se presenta el resumen de costos programados y efectivos del Proyecto.

CUADRO 11. Resumen de costos programados y efectivos (M\$).

ITEM	FIA		MINE DUC		U MAG	
	Progr.	Real	Progr.	Real	Progr.	Real
Encargada pr.					7.488	11.232
Encargado Alt.					3.840	5.760
Laborante	2.880	120			1.440	5.760
Obrero agríc.					3.060	4.590
Insumos cult.					4.500	5.200
Contrucción			15.106	15.106		
Técnico agrícola	2.340	2.080				
Material lab.	2.481	2.971				
Asesorías	1.609	3.207				
Equipos	7.997	8.951				
TOTAL	17.307	17.328	15.106	15.106	20.328	32.542

De acuerdo a estos resultados, el costo total del Proyecto fue de \$64.976.000 y el aumento de los costos programados (\$52.741.000), fundamentalmente se debieron al aumento del tiempo de dedicación de los profesionales involucrados, además de la contratación de una persona con media jornada de dedicación exclusiva al laboratorio, lo que ha dado continuidad al programa introduciendo además el Laboratorio de Micropropagación a la docencia de pre-grado.

IMPACTOS DEL PROYECTO

Productores

Introducción del cultivo de frutillas como una alternativa real de competitividad en la agricultura regional.

Aumento de la superficie plantada de frutillas desde 0.5 hectáreas (1995) a 5 hectáreas al aire libre y aproximadamente 2 hectáreas bajo invernadero (2001).

Universidad de Magallanes

DOCENCIA E INVESTIGACION

Incorporación de la biotecnología vegetal en la Universidad de Magallanes a través del Laboratorio de Micropropagación.

Mejoramiento en la calidad de la docencia, con la posibilidad de acompañar la teoría con prácticos adecuados (Cursos Fisiología Vegetal y Viveros).

Establecimiento de convenios de cooperación con la Queen's University of Belfast, la Universidad de Chile y la Universidad Austral de Chile.

Inicio de Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero(E)Agropecuario: Obtención del protocolo de micropropagación de ***Paeonia lactiflora*** cultivar Red Charm y Obtención del protocolo de micropropagación de calafate (***Berberis buxifolia***).

PRODUCCION

Producción de 60.000 plantas de frutilla para abastecer a los productores de Magallanes durante la temporada 2001-2002.

En el futuro, con una mayor superficie dedicada a vivero se producirán plantas y fruta para los productores de Río Gallego y Río Grande en Argentina.

Además en sociedad con los privados se producirán plantas para la zona de San Pedro en la Región Metropolitana (ANEXO XI).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARRIGA, CLAUDIO. 1991. Frutillas: Situación actual y perspectivas. Panorama Económico de la Agricultura: 30-32. CORFO. Santiago, Chile.

BITE, A., LAUGALE, V. AND JUREVICA, D. 1997. Strawberry culture in Latvia. Acta Horticulturae 439, 403-405.

BRUGMANS, W. 1997. Control of fruit rot in strawberry culture. Fruitteelt-Nieuws 10:8, 10-13.

BRUKHIN, V.B. AND BATYGINA, T.B. BATYGINA. 1994. Embryo culture and somatic embryogenesis in culture of *Paeonia anomala*. Phytomorfomology 44(3-4):151-157.

CADAHIA, CARLOS. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi Prensa. Barcelona, España.

CALLAHAN VARGAS, MARCIA. 1998. Estudio del comportamiento de 5 variedades de frutillas en la XII Región. Seminario de Titulación. Carrera de Técnico Agropecuario. Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agrícolas y Acuícolas. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile.

DECKERS, J. 1973. Trials with perforated PVC in strawberry culture under plastic covers at the Rillaar Horticultural Institution. Fruitteeltblad 17:10,339-340.

FRANCK, J.R. AND KING, J.A. 1978. Directed sprays of glyphosate and paraquat for strawberry culture. Abstract Meeting Weed Science Society of America. 1978.5-6.

GIACONI M., VICENTE Y ESCAFF G., MOISES. 1995. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- HANSEN, P. 1995. Effects of flower and fruit development and cultural factors on fruit composition in the strawberry. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*. 45:3, 206-212.
- HANCOCK, J. AND ROUECHE, J. 1983. A comparison of ribbon and matted row strawberry culture. *Advances in Strawberry Production 2: Spring*, 7-8.
- HUGHES, H., ELLS, J.E. AND SCHWEITERMANN. 2001. Strawberry, the maiden with runners. Universidad de California. Los Angeles.
- INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 1995. Boletín de precios y mercado. *Frutilla*. pp. 216-220.
- INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 1995. Proyecto de Innovación. Cultivo intensivo de la frutilla en Punta Arenas, XII Región. Grupo sin personalidad jurídica. Punta Arenas, Chile.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS-INTENDENCIA DE LA XII REGION. 1996. Introducción de frutales menores a la XII Región. Informe Temporada 1995-1996. Punta Arenas.
- KOLBE, W. 1971. The effect of Botrytis control on yield and fruit in strawberry culture with reference to the variety problem. *Erwerbssobstbau* 12/13:193-196.
- KYTE, LYDIANE AND KLEYN, JOHN. 1996. Plants from test tubes. An introduction to micropropagation. Third Edition. Timber Press. Portland, Oregon.
- LARSON, KIRK D. AND SHAW, DOUGLAS V. 1995. Strawberry nursery soil fumigation and runner plant production. *HortScience* 30(2):236-237.
- LEMAITRE, A. 1973. Strawberry culture under large plastic. *Fruiteeltblad* 17:237-242.
- LIETEN, F. 1989. Strawberry culture: crop protection in the open. *Fruiteelt* 2:1, 43-45.
- LIETEN, F. 1989. Strawberry culture in the open: cultivar research. *Fruiteelt* 2:5, 35-38.
- LIETEN, F. 1989. Strawberry culture: cultivar trial, Elsanta successor of Gorella. *Fruiteelt* 2:6, 46-49.

- LIETEN, F. AND BAETS, W. 1990. Strawberry culture: cultivar trial under glass. *Fruittelt* 3:6, 58-61.
- LIETEN, F. AND BAETS, W. 1990. Strawberry culture: First-generation meristem plants suitable for production purposes. *Fruittelt* 3:5, 49-53.
- LIETEN, F. 1993. The use of cold storage growing bags, planted for summer culture. *Fruittelt* 6:3, 29.
- LINARDAKIS, D.K. AND MANIOS, B.I. 2001. Hydroponic culture of strawberries in perlite. *Perlite plant guide*. Perlite Institute, Inc. Staten Island, New York.
- LUNA ROA, DANILO. 1999. Cultivo vertical de frutillas. Seminario de Titulación. Carrera Técnico Agropecuario. Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agrícolas y Acuícolas. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile.
- MARGARA, JACQUES. 1988. Multiplicación vegetativa y cultivo in vitro. Los meristemos y la organogénesis. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 230 p.
- MAROTO, J.V. 1995. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- MURASHIGE, T. AND SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologie Plantarum* 15:473-497.
- NEHRA, N. S., KARTHA, K. K., STUSHNOFFF, C. AND GILES, K. L. 1994. Effect in vitro propagation methods on field performance of two strawberry cultivars. *Euphytica* 76: ½, 107-115.
- PARISH, R. L., BRACY, R.P. AND McCOY, J. E. 2000. Field incineration of plastic mulch. *Journal of Vegetable Crop Production* 6:1, 17-23.
- PEREZ PONCE, JUAN H. 1998. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Instituto de Biotecnología de las plantas. Santa Clara, Cuba.
- PIERIK, R.L.M. 1990. Cultivo in vitro de las plantas superiores. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- PINO Q., MARIA TERESA. 1997. El cultivo de la frutilla en la Patagonia chilena. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Kampenaike,

Secretaria Regional Ministerial Agricultura, XII Región. Punta Arenas, Chile. 83 p.

PIRINEN, H.O. 1975. Programmed strawberry culture, experiences with trials of the varieties Senga Sengana and Zefyr. Nordisk Jordbrugsforskning 57:2, 461-462.

ROBBE, A. 1998. Strawberry culture: Propagation of quality planting stock in soilless culture. Fruit Belge 66:472, 53-56.

SUDZUKI HILLS, FUZA. 1992. Cultivo de frutales menores. Editorial Universitaria. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

SYONO, K. AND FURUYA, T. 1972. The Differentiation of Coptis plants in vitro from callus cultures. Experientia 28:236.

TAKASHI HOSOKI, MICHIKO ANDO AND OTHERS. 1989. In vitro propagation of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) by a longitudinal shoot-split method. Plant Cell Reports 8:243-246.

VERLINDEN, A. 1992. Comparison of cold strawberry culture of Elsanta in containers under glass with culture in soil under a plastic tunnel in 1991. Fruitteelt 5:16, 28-29.

VERDIER MARTIN, MANUEL. 1987. Cultivo del fresón en climas templados. Colección Huelva Verde. Ediciones Agrarias, S.A. Caja Rural Provincial de Huelva.

VILLAGRAN DIAZ, VILMA. 1995. Cultivo de la frutilla. Guía Técnica. Mundo Rural 3(5):12-23.

VILLAGRAN DIAZ, VILMA. 1997. Manual del cliente: Cultivo de la frutilla. Agrícola Llahuén. Santiago, Chile.

ZHOU, WENZHONG. 2000. Screening strawberry varieties for cold areas and cultural techniques. China Fruits 3, 53-54.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Independiente de los problemas que afectaron su desarrollo en determinadas épocas, el Proyecto “Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo” ha dado respuesta a las interrogantes planteadas por los pequeños productores de Magallanes, quienes a la fecha basan su subsistencia en una agricultura marginal.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se hace necesario seguir conociendo las variedades utilizadas y la producción de frutillas en los países del norte de Europa por su clima similar al de la XII Región, además de establecer un centro de capacitación en el cultivo y sus sistemas de producción.

También se hace necesario investigar el mercado de plantas en la Provincia de Santa Cruz en Argentina, ya que la creación de un vivero de mayores dimensiones en conjunto con los productores es una posibilidad cierta de expandir un negocio hacia la exportación.

En el Centro de Horticultura y Floricultura “Lothar Blunck” perteneciente a la Universidad de Magallanes, es común responder preguntas tanto respecto a la producción de fruta como respecto a la producción de plantas durante todo el año y de hecho hay contactos para un trabajo conjunto.

Por otra parte, el establecimiento del Laboratorio de Micropropagación en la Universidad de Magallanes abre un mundo de insospechadas proyecciones para la XII Región, ya que toda su producción agrícola debería basarse en especies adaptadas o asilvestradas a sus condiciones edafoclimáticas, lo cual solo puede reproducirse a corto plazo a través de esta técnica de propagación vegetativa.

Finalmente es importante destacar la labor de la Fundación para la Innovación Agraria que hace posible la ejecución de proyectos que realmente aportan al desarrollo regional.

A N E X O S

A N E X O I

INFORME PASANTIA BELFAST

**QUEEN'S UNIVERSITY OF BELFAST
FACULTY OF SCIENCE AND AGRICULTURE
UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
LABORATORIO DE MICROPROPAGACION**

**INTRODUCCION AL CULTIVO “IN-VITRO” DE
PAEONIA LACTIFLORA PALL.**

INFORME PASANTIA

22 de Mayo de 2000 – 06 de Junio de 2000

Consuelo Sáez Molina
Ingeniero Agrónomo

JULIO 2000

QUEEN'S UNIVERSITY OF BELFAST
UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
INFORME PASANTIA

INTRODUCCION

En el marco del Proyecto FIA-UMAG "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo" la profesional que suscribe fue invitada a una pasantía con el Director del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal Dr. Chris Selby inserto en la Facultad de Ciencias y Agricultura (Faculty of Science and Agriculture) de la Queen's University of Belfast, ubicado en el Campus New Forge en la ciudad de Belfast.

La pasantía se efectuó en el período comprendido entre el 22 de Mayo y el 6 de Junio de 2000, abarcando un lapso de 12 días efectivos de trabajo en el laboratorio y biblioteca y estuvo centrada en la obtención de información y metodología para la obtención de plantas por micropropagación de la especie **Paeonia lactiflora** para cumplir con uno de los objetivos del proyecto que era desarrollar protocolos de obtención de otras especies además de frutillas.

Se eligió la especie **Paeonia lactiflora** debido a la gran importancia económica que puede tener su cultivo para la zona de Magallanes al superar el problema de la obtención de material genético que en estos momentos es proporcionado por Holanda, desde donde es imposible traer menos de un container con 26.000 rizomas con un costo cercano a los \$40.000.000.

Por otra parte la división de cada rizoma entrega 3 a 5 nuevas plantas al tercer año, lo que indica que su tasa de propagación es muy lenta para satisfacer la demanda de las variedades nuevas incorporadas al mercado e incluso de las más populares.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Establecer un paralelo entre el laboratorio de micropopagación en Belfast y el laboratorio de la Universidad de Magallanes.
- 2.- Recopilación de antecedentes para la puesta en marcha de un protocolo para el cultivo "in-vitro" de peonías.
- 3.- Puesta en marcha de la metodología a partir del conocimiento teórico y práctico.

RESULTADOS

1.- Descripción del Laboratorio de Cultivo “in-vitro” en la Facultad de Ciencias y Agricultura de la Queen’s University of Belfast

A diferencia del Laboratorio de Micropopagación de la Universidad de Magallanes, el laboratorio en Belfast agrupa en una Sala las actividades de preparación de medios de cultivo y la siembra de los explantes en una superficie de aproximadamente 30 m² donde se encuentran dos cámaras de flujo laminar para trabajar en experimentos diferentes al mismo tiempo (Foto 1).

Cada cámara de flujo laminar cuenta con un esterilizador seco marca SIGMA en base a bolitas de vidrio que se calientan con electricidad sobre los 100°C y donde se esterilizan las pinzas después de cada corte (Foto 2). Este esterilizador reemplaza al mechero con todas las ventajas que esto significa: No hay peligro que el operador se quemara con la llama, no hay peligro de inflamación por el uso de alcohol, sobre todo elimina el calor al rostro del operador. Además este aparato disminuye sustancialmente los costos de operación ya que disminuye los tiempos entre cortes y el uso de alcohol.

En una sala adyacente se encuentra la Sala de Lavado y Esterilización con una autoclave automática que presta la misma utilidad que la olla a presión, aunque evidentemente es más cómoda. Por otro lado el cultivo, que aquí en Magallanes se realiza en una habitación acondicionada a los objetivos de una Sala de Cultivo, allí se realiza en una Cámara de Incubación marca SIGMA de 2 x 2 x 1,5m, a la que se pueden programar humedad relativa, temperatura, cantidad de luz y fotoperíodo (Foto3).

Sin embargo, a pesar de estas apreciaciones el laboratorio visitado no tiene grandes diferencias ni en tecnología ni en espacio con el laboratorio de Punta Arenas, la diferencia está en que el laboratorio está directamente comunicado a un invernadero donde se hacen las mezclas de sustrato y se establecen las plantas para la fase “ex -vitro”, este factor observado también en otros laboratorios es fundamental para disminuir la contaminación y pérdida de plantas al transplante desde la Sala de Cultivo (Foto 4).

Cabe hacer notar que por la legislación vigente en el Reino Unido todos los laboratorios y lugares donde se maneja material genético deben mantenerse siempre bajo llave, es decir cuando se va a almorzar, al invernadero, etc.

2.- Recopilación de antecedentes bibliográficos

Esta etapa partió con la revisión del texto Plant Culture Media. Volume 1. Formulation and Used de los autores E.F.George, D.J.M.Puttock and H.J.George del año 1987, el cual entrega la nómina completa de todas las especies micropropagadas a esa fecha con las referencias respectivas.

En dicho texto se encontraron las siguientes citas y metodologías:

HOSOKI, TAKASHI AND OTHERS. 1989. In-vitro propagation of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) by a longitudinal shoot-split method. Plant Cell Reports 8:243-246.

Para efectuar este trabajo los autores obtuvieron rizomas de peonías de las variedades Takinoyosooi y Sarah Bernhardt a principios de primavera cuando los brotes están bajo el suelo. Removieron algunas hojuelas y luego las yemas fueron desinfectadas con una solución diluída de hipoclorito de sodio (0,7% cloruro activo), enjuagadas con agua estéril dos veces y luego cortaron los ápices del tallo principal y de los tallos axilares de 2 a 3 mm bajo un microscopio de disección.

Los explantes fueron puestos en tubos de ensayo (2 cm de diámetro y 15 cm de largo) con 15 ml de un medio solidificado de agar al 0,8%.

El medio nutritivo consistió en Murashige y Skoog (1962) para macronutrientes a la mitad y Ringe and Nitsch (1967) para microelementos y vitaminas, 3% de sucrosa y ajustado a pH 5,6.

Como medio de establecimiento se utilizó el medio basal suplementado con 0,5 mg/1 BAP + 1 mg/1 de GA y 0,5 mg/1 BAP de acuerdo a los resultados obtenidos en un experimento anterior donde los autores probaron medios suplementados con 1 mg/1 de GA, 0,5 mg/1 de BAP y la suma de ambos, siendo este último tratamiento el que entregó los mejores resultados con 2 a 3 yemas formadas por cada meristema.

Para el presente experimento los autores cultivaron 15 meristemas (repeticiones) de las variedades Takinoyosooi y Sarah Bernhardt en 0,5 mg/1 de BAP + 1 mg/1 de GA y 0,5 mg/1 de BAP en un medio basal Murashige y Skoog (1962) a la mitad de macronutrientes por 3 y 2 meses respectivamente.

Todos los tubos fueron puestos a 20°C bajo 16 horas de iluminación con 52 micro Einstein/m² S con lámparas fluorescentes.

Una vez obtenida la elongación de los tallos y 3 a 5 yemas, éstas fueron recolectadas dividiendo el ápice longitudinalmente y luego

transversalmente. Cada sección debe tener a lo menos una yema. Los resultados indican que en promedio en el cultivar Takinoyosooi se obtuvieron 3,8 secciones y en la variedad Sarah Bernhardt se obtuvieron 3,3.

Para la siguiente división 35 días más tarde, el tratamiento solo con 0,5 mg/l de BAP fue tan bueno como la suma de BAP (0,5 mg/l) + GA (1 mg/l). Al cabo de este tiempo, cada una de las secciones desarrollaron tallos de 2 a 3 cm de largo y otra vez produjeron yemas axilares en los nudos.

A partir de esta división toda la multiplicación fue lograda a través de la división de yemas axilares solamente. Después de 33 días las yemas tuvieron un tamaño de 2 a 4 cm con nuevas yemas axilares en las dos variedades tratadas.

Esta continua división fue posible cada 36 días al menos por 5 veces sin que se perdiera la capacidad de formación de yemas en ambos cultivares. El número de brotes principales y axilares divididos fue en general mayor con la combinación BAP (0,5 mg/l) + GA (1 mg/l) que en el tratamiento solo con BAP (0,5 mg/l).

De acuerdo a los autores, si esta división fuera repetida en un medio con BAP (0,5 mg/l) y GA (1 mg/l) cada 36 días por un año incluyendo los 2 a 3 meses del período de establecimiento, se podrían producir, teóricamente, 5000 plantas desde una sola yema con un método fácil y práctico.

Para el enraizamiento, los tallos de 2 a 3 cm fueron transferidos a un medio solidificado con agar y suplementado con 0,1 mg/l o 1 mg/l de NAA o IBA (auxinas). Una concentración de 0,1 mg/l para ambas auxinas produjo raíces en solamente 40% de los tallos en ambos cultivares, mientras que 1 mg/l para ambas auxinas produce raíces entre el 40 al 80% de los tallos en 3 meses.

Los autores indican que este período de enraizamiento debe ser acortado y también se debe mejorar la eficiencia del período de aclimatación "ex - vitro" y finalmente concluyen que se pueden obtener 700 y 300 plantas de las variedades Takinoyosooi y Sarah Bernhardt respectivamente, desde una sola yema en un año.

BRUKHIN, V.B. AND BATYGINA, T.B. 1994. Embryo culture and somatic embryogenesis in culture of *Paeonia anomala*. Phytomorphology 44(3-4)151-157.

En este trabajo los autores cortaron embriones de *Paeonia anomala* L. desde semillas en diferentes estados de desarrollo, desde 23 a 45 días

después de la polinización, para inducir la formación de embriones somáticos o embrioides, es decir desencadenar la embriogénesis “in-vitro” a partir de células somáticas (con 2 n cromosomas).

Las semillas fueron tomadas desde el fruto (vaina) de *Paeonia anomala*, los cuales fueron esterilizados en su superficie sumergiéndolos en alcohol.

El medio de establecimiento utilizado consistió en Murashige y Skoog (1962) con los macronutrientes a la mitad conteniendo 0.5 mg/l de BAP y con pH ajustado entre 5,8 y 5,9 antes de autoclavar por 15 minutos a una presión de 1,1 kg/cm².

Para la etapa de multiplicación fue utilizado como medio basal Murashige y Skoog (1962) con 30 g/l de sucrosa, 8 g/l de agar y 100 mg/l de mioinositol con dos suplementaciones a este medio:

- a. varias concentraciones entre 0,1 y 2 mg/l de NAA
varias concentraciones entre 0,1 y 2 mg/l de BAP
- b. 2 mg/l 2,4-D
5 mg/l NAA
0,5 mg/l BAP

El pH de cada medio fue ajustado también a entre 5,8 y 5,9 antes de ser autoclavados a una presión de 1,1 kg/cm².

Los cultivos fueron incubados a 25°C y 50 a 60% H.R. con un fotoperíodo de 16 horas con 3000 lux desde lámparas fluorescentes y la mejor respuesta a la formación de nuevos brotes fue obtenida con el medio Murashige y Skoog (1962) con los macronutrientes a la mitad y 1 mg/l de NAA y 0,5 mg/l o 1 mg/l de BAP.

3.- Puesta en marcha de la metodología

Explantos

Una vez empezado el programa práctico se facilitaron por parte del laboratorio plantas de peonías de las variedades Sarah Bernhardt y Karl Rosenfield desde las que se extrajeron los explantes, que fueron meristemas, tejidos del cambium (meristema secundario) de pecíolos, carpelos, raíces y semillas (Fotos 5).

Elección del medio de cultivo

En general, el medio de cultivo estará formado por agua, agar, azúcar, elementos minerales, eventualmente una mezcla de vitaminas y sustancias orgánicas diversas y, finalmente, reguladores de crecimiento. La gran dificultad en la elección del medio de cultivo reside en que es prácticamente imposible realizar un estudio factorial riguroso que ponga en evidencia la importancia de todas y cada una de las combinaciones posibles de los factores escogidos, entonces para ganar tiempo, se puede partir de un medio ya utilizado por otros autores e irlos mejorando en forma puntal.

En este caso, tomando en cuenta la revisión anterior como medio basal se tomó Murashige y Skoog (1962) a la mitad (macro y micronutrientes) con azúcar 30 g/l y agar 7 g/l y el pH obtenido (6,4) fue ajustado a pH 5,6.

Este medio basal fue suplementado para la obtención de embriones somáticos a través del cultivo de cambium de acuerdo a la siguiente matriz, que da el número de medios para pecíolos, raíces y carpelos como explantes (15 repeticiones por variedad):

Auxina	Variedad	BA (M)		
		0	10⁻⁶	10⁻⁵
0	Sarah Bernhardt	1	2	3
0	Karl Rosenfield			
NAA (1mg/l)	Sarah Bernhardt	4	5	6
NAA (1 mg/l)	Karl Rosenfield			
2,4-D (0,5 mg/l)	Sarah Bernhardt	7	8	9
2,4-D (0,5 mg/l)	Karl Rosenfield			

Es decir, se necesitan 9 medios para cumplir con el objetivo de establecer trozos de pecíolos, raíces o carpelos como explantes.

En el caso del cultivo de meristemas, al medio basal $\frac{1}{2}$ Murashige y Skoog (1962) fue suplementado con BA (0,5 mg/l) + GA (1 mg/l) de acuerdo a lo planteado Hosoki y colaboradores (1989). El GA se debe agregar con filtro después del autoclavado ya que se desnaturaliza con la temperatura.

Procedimiento

Para la obtención de trozos de pecíolos de cada variedad, el principal cuidado estuvo en cortar siempre en bisel el lado superior, luego se ponen

en matraces Erlenmeyer de 125 ml con hipoclorito de sodio comercial con detergente al 30% tapado con microfilm y se agita por 10 minutos con un agitador de brazos. Después de botar el detergente, el trozo de pecíolo se enjuaga con agua destilada estéril por 4 veces en cápsulas Petri (Foto 6).

Luego se procede al corte en pequeños trozos, siempre con el lado superior en bisel, bajo la cámara de flujo laminar y se depositan en las placas con medio, cuidando de poner en cada placa tejido de arriba, de abajo y a lo largo en contacto con el medio. De igual forma se procede con los trozos de raíces y con trozos de tejido de carpelo (25.05.2000).

Los meristemas fueron extraídos de las yemas recién emergidas desde el suelo siguiendo el mismo procedimiento de lavado y desinfección obteniéndose el meristema por medio de una lupa estereoscópica y sembrado en frascos de plásticos con tapa rosca de 150 ml con alrededor de 60 ml de medio el día 26.05.2000. (Foto 7).

En el mismo tipo de frascos y con el mismo medio se pusieron a germinar semillas maduras (01.06.2000).

Todos los cultivos se llevaron a una cámara de incubación a 20°C, 80% de H.R. y 3000 luxes con 16 horas de luminosidad.

Resultados y conclusiones

Con fecha 06 de Junio del presente año, se evaluaron los resultados obtenidos en la pasantía realizada:

Las semillas estaban germinando (después de 5 días), con lo cual se puede esperar un excelente método para hacer germinar semillas de peonías, las cuales, en la naturaleza demoran entre 3 y 5 años.

El 100% de los cortes de pecíolos, raíces y carpelos presentaban manchas oscuras en su contorno, lo que corresponde a la presencia de compuestos fenólicos.

Los meristemas (24 repeticiones) estaban sin contaminación y perfectamente cimentados.

La metodología descrita es una metodología general para enfrentar el cultivo "in-vitro" en cualquier especie, especialmente pensando en nativas.

Teniendo en cuenta los fondos para el ítem micropropagación del Proyecto "Cultivo, cosecha y comercialización de la Paeonia lactiflora en Magallanes"

se solicitará la compra del texto Plant Culture Media de George, Puttock y George (1987) y el esterilizador seco, entre otros adelantos.

Se debe repetir a corto plazo lo realizado en Belfast, utilizando la metodología para obtener nuevas plantas de las mejores variedades obtenidas en el ensayo de Introducción de Nuevas Variedades.

Curso Internacional de Postgrado

Título del Curso

“Métodos para el incremento de la eficiencia de la Micropropagación”

Características del curso

El curso se desarrolló del 14 al 24 de Noviembre del 2000 en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) de Villa Clara, Cuba .

Tuvo un enfoque teórico-práctico, con un total de 50 horas; de ellas, 23 horas de conferencias, 18 horas de actividades prácticas y 9 horas de seminarios, dirigidos a especialistas dedicados a la micropropagación y otras ramas afines.

Objetivo del curso

Conocer las principales vías y métodos existentes en la actualidad, tanto en términos tecnológicos como organizativos, que permitan un aumento de los principales índices tecnológicos, de la productividad y de la calidad de la producción de vitroplantas, con la consecuente disminución de los costos y un aumento de la competitividad de los laboratorios de cultivo de tejidos, a partir de la experiencia internacional y en especial de Cuba.

Temáticas

Desde la creación del primer laboratorio comercial de plantas en 1965 hasta la fecha, la propagación masiva ha pasado por diferentes etapas y ha sido diferente para los países desarrollados como para aquellos en vías de desarrollo. Tanto la producción de plantas en escala de laboratorio como la producción de plantas en forma masiva. También incluye los trabajos en pequeña escala para fines de investigación como también a nivel de grandes laboratorios. En general, no se han obtenido los resultados que se esperaban, y las razones de estos fracasos han sido diferentes en cada país. Así por ejemplo, para los países desarrollados, el problema ha sido los altos costos de producción, principalmente la mano de obra, y de instalación. Esto originó que en 1990 los primeros productores de vitroplantas, que eran Estados Unidos y Holanda, fueran superados en 1994 por Polonia y la India. La tendencia ha sido bajar los niveles de producción y los costos.

Otros países de América Latina como Chile, Brasil y Venezuela, el fracaso no ha sido por el alto costo de la mano de obra sino mas bien del empleo de una tecnología costosa, generalmente transferida y que no se ha

adecuado a los requerimientos específicos. Junto con esto tampoco se dispone de un personal técnico con la experiencia y capacidad requerida. Lo que ha provocado una baja eficiencia productiva siendo los costos de producción en algunos casos, más altos que en los países desarrollados.

Para Cuba, la propagación de plantas a tenido otra cara. Aquí se ha proyectado un programa para el desarrollo de una tecnología integral que abarca desde la técnica *in vitro* -pasando por el diseño adecuado de las instalaciones - hasta lograr tener una planta o propágulo aclimatizado listo para ser llevado a las condiciones de producción. Se introduce así, el concepto de Biofábrica, que abarca no sólo el proceso *in vitro*, sino también el manejo de las vitroplantas hasta su trasplante al campo.

Entre 1987 y 1993 se construyó la primera Biofábrica (denominado como primera generación). Actualmente, se han desarrollado cuatro generaciones , todas con el principio del empleo de la luz solar (para disminuir los costos de electricidad), pero con cambio de dimensiones y del diseño. También se incorpora una fuerte componente de investigación y desarrollo. (Fig.1)

El objetivo de la Biofábrica es satisfacer la demanda de vitroplantas de diferentes cultivos, con la calidad genética y fitosanitaria que se requieran utilizando una alta eficiencia productiva, tecnológica y laboral.

Para los programas de propagación masiva a través de técnicas biotecnológicas, fundamentalmente se debe tener en consideración la obtención de plantas libres de patógenos y para ello se debe considerar 3 cosas:

- Uso de una estrategia confiable y eficiente, que se hace a través del conocimiento de los patógenos que afectan a la especie a propagar
- Control fitosanitario del material donante
- Empleo de un apropiado sistema de diagnóstico.

Por otra parte, las plantas donantes requieren de un sistema de control y verificación de la calidad sanitaria ya que muchas veces las pruebas de campo pueden basarse en observación sintomáticas externas de la especie a propagar pero no necesariamente es un criterio seguro para identificar el patógeno. Es por ello que se requiere de un sistema de control y verificación de la calidad sanitaria a través de un método de diagnóstico.

Existen varios métodos de diagnósticos, algunos son más sensibles que otros . Sin embargo, en la práctica se requiere una combinación de sensibilidad, confiabilidad, y simplicidad. Entre estos se encuentran las plantas indicadoras, diagnósticos serológicos de ensayo inmunoenzimáticos (ELISA), microscopia óptica, electrónica, técnicas

moleculares de detección del virus. Así, las plantas sanas resultantes de esta selección son de gran utilidad, pues disminuyen las pérdidas por concepto de regeneración, al no tener que someterlos a métodos de saneamiento.

Si no se dispone de plantas donadoras libres de patógenos se utilizan los métodos de saneamiento. Pero antes de utilizar el método de saneamiento se necesita conocer las características del patógeno, formas de transmisión y traslocación para definir el método a utilizar. Entre las técnicas que se emplean usualmente, se encuentra: cultivo de meristemo, termoterapia, quimioterapia y la combinación de estas con el cultivo de tejidos. Recientemente en Cuba han incorporado la técnica de corriente eléctrica (electroterapia) para el saneamiento de enfermedades virales y bacterianas.

La eficiencia del método de saneamiento por medio del cultivo de meristemas depende del tipo y la edad del explante inicial ya que esto determina mejores resultados en la regeneración o formación de plantas *in vitro*. Por ejemplo, un experimento con caña de azúcar mostró que los explantes más viejos presentaron mayor porcentaje de sanidad y los explantes más jóvenes presentaron mayor regeneración y se redujo a la mitad la fase de establecimiento.

El uso de la termoterapia como una técnica de saneamiento consiste en exponer las plantas infectadas, tanto completa como órganos o fragmentos a tratamientos con temperaturas altas (30-52 °C) o bajas (4°C), durante determinados periodos de tiempo. El principio básico radica en que se pueden eliminar o inactivar los microorganismos patógenos en someterlos a rangos de temperatura que afectan ligeramente a los tejidos. Sin embargo, tendría la desventaja que afecta el porcentaje de regeneración si se mantiene la termoterapia por regímenes prolongados.

La quimioterapia se define como la terapia mediante la utilización de productos químicos y por último la electroterapia que consiste en aplicar corriente eléctrica (15 volt) durante 15 minutos a través de los tejidos vegetales. La utilización de este procedimiento es efectivo contra el virus de mosaico de la caña de azúcar (VMCA) y el virus baciliforme (BVCA), así como contra alguna bacteria patógena y se pueden alcanzar niveles de sanidad entre 73-100%. Además de su saneamiento estimula la regeneración por lo tanto disminuye la fase de establecimiento (Fig. 2). En general, el riesgo de aparición de patógenos en los tejidos vegetales aumenta con el incremento del tamaño del explante inicial.

Así mismo, la contaminación en los medios de cultivo es uno de los principales y mas severos problemas para los micropropagadores de

plantas del mundo tanto así que el éxito de los sistemas de propagación por biotecnología depende en gran medida del control y prevención de la contaminación microbiana.

Como contaminantes frecuentes en el cultivo *in vitro* se menciona a los hongos filamentosos, las bacterias y las levaduras. En general los propagadores nos limitamos a observar las plántulas contaminadas pero no se identifican que tipo de microorganismo son, a pesar que tienen un efecto negativo sobre las vitroplantas disminuyendo los coeficientes de multiplicación, inhibición del enraizamiento, y ocasionar la muerte de la planta. Al conocer el tipo y característica del microorganismo contaminante y lograr ubicarlo taxonómicamente ayuda a determinar las fuentes de contaminación y proporciona información valiosa para trazar las estrategias de control adecuadas.

Los microorganismos pueden entrar al proceso productivo, principalmente por:

- Una desinfección ineficiente del explante inicial utilizado en la fase de establecimiento
- Por inadecuada manipulación del material vegetal
- Deficientes técnicas de asépsia
- Incompleta esterilización del medio de cultivos
- Por fallos en el funcionamiento de la cámara de flujo laminar
- Por no tener bien separados las áreas de limpieza de las áreas sucias
- Por presencia de insectos en las áreas de cultivo.

En la propagación *in vitro* de plantas ya sea en Biofábricas o laboratorios de investigación deben buscarse todas las alternativas que conduzcan a elevar la eficiencia del proceso del que se trate y en esto juega un papel importante el conocer los puntos de introducción de microorganismos contaminantes, los factores de riesgos y las fuentes de contaminación. Así, partir del estudio de las características propias de cada laboratorio (tipo de construcción, recursos materiales y humanos) pueden diseñarse programas de prevención de la contaminación que abarquen todos los fases del proceso que se lleva a cabo allí.

Como una medida de reducción de costos y de eliminación de contaminante el Centro de Bioactivos Químicos de la Universidad Central de las Villas, a elaborado un producto derivado de la caña de azúcar, denominado comercialmente G1 y con el nombre ficticio de VITROFURAL.

Este producto proporciona varias ventajas:

- Acción bactericida mas fungicida de amplio espectro, es decir, actúa como esterilizante químico para los medios de cultivo
- Reduce un ahorro significativo en energía , sustituye la autoclave
- No presenta efecto fitotóxico a la dosis que controla
- Reduce las perdidas provocadas por contaminación
- Ahorro del 30% de los gelificantes del medio de cultivo
- Tiene un efecto estimulador del crecimiento provocado por el grupo nitro que posee.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología no se concibe sin un sistema productivo y económicamente eficiente, esto último es vital para que los adelantos creados puedan dar solución a los problemas para los cuales fueron previstos, por otra parte los resultados de la ciencia aplicada deben responder a las actuales exigencias del mercado, donde hay un predominio de la competencia, por lo que es necesario ofertar productos de alta calidad y precios asequibles a los clientes.

Por otra parte, uno de los problemas más graves en la sociedad actual es el dilema de la productividad, estipulado en la manera mas sencilla como la eficacia y eficiencia de los individuos, equipos y organizaciones, donde todos reconocen que el factor humano constituye el de mayor peso para el logro de este objetivo.

Los laboratorios de propagación con el empleo de las tecnologías de micropropagación *in vitro* no están ajenos a esta realidad y requieren cumplir iguales exigencias que cualquier negocio, donde la satisfacción de las necesidades de los clientes y la obtención de utilidades constituyen objetivos esenciales, por tanto tienen la responsabilidad de producir plantas en procesos de alta productividad y bajo costo.

Para la definición de la estrategia productiva de vitroplantas se deben conocer de antemano los siguientes datos:

- Número de subcultivos que se establecen para el cultivo (7)
- Duración del ciclo de propagación por subcultivo (21días)
- Coeficiente de multiplicación del material
- Perdidas admisibles en el proceso
- Normas de rendimiento para el subcultivo y para las fases
- Número de operarios que de dispone para el subcultivo
- Cantidad de frascos, reactivos y otros insumos para la producción
- Cantidad de material vegetal *in vitro* que se dispone (por fase, y números de subcultivo) en el comienzo del periodo que se planifica.
- La base del control de la producción de los recursos empleados y del desempeño de los trabajadores.
- 5% es admisible de contaminación.

En Cuba, los investigadores que trabajan en esta área expresan que la automatización de las operaciones de trabajo, la mecanización, el empleo de tecnologías vía embriogénesis y su escalado en biorreactores o mediante técnicas de inmersión temporal y la introducción de sistemas modernos de trabajo y de aireación, constituyen los cambios mas apremiantes que en los próximos años se deben someter las laboratorios de propagación para poder enfrentar las exigencias del mercado.

Entendiéndose por automatización, el control inteligente de un sistema y para el proceso de propagación *in vitro* es una necesidad para la reducción de los costos en la industria de la micropropagación.

El empleo de un medio liquido es uno de los aspectos primordiales en la automatización pero con un contacto intermitente y aireación continua del medio de cultivo, por que sino ocasiona vitrificación de los tejidos y también algunos desordenes fisiológicos (Fig. 3). Sobre esta base se han construido varios aparatos que sirven para aumentar el número, peso y tamaño de los brotes con medio de cultivo liquido. También se ha utilizado el diseño RITA (Recipiente de Inmersión Temporal Automatizado), el cual ha sido utilizado exitosamente para la propagación de varias especies (bananos, cítricos, café piña y papas)

Las ventajas de estos sistemas sobre la multiplicación tradicional en medios sólidos parecen ser el resultado de las condiciones físicas creadas en el recipiente de cultivo, tales como:

- Contacto directo renovado con el medio durante cada inmersión, lo que significa un aporte mas eficiente de elementos nutritivos
- Tiempos de inmersión muy cortos, con lo cual se logra que la mayoría del tiempo las tejidos estén cubierto por una película de medios lo cual impide la desecación.
- Renovación completa de la atmósfera dentro del recipiente a intervalos regulares, lo que significa que no hay acumulación larga de gases nocivos como el etileno
- Agitación por flujo de aire durante la fase de inmersión , lo que causa la dispersión de los tejidos.
- Permite producir mayor cantidad de plantas por la misma unidad de tiempo.

La embriogénesis somática es otro de los cambios apremiantes en la propagación y consiste en la formación de un embrión a partir de una célula, sin la necesidad de la fusión de gametos (Tissertat y col, 1979). Esto no es un fenómeno artificial y es conocido en la naturaleza como una forma de apomixis llamada embrionia adventicia.

Los embriones somáticos son estructuras bipolares con un eje radical – apical y no poseen conexión vascular con el tejido materno. Estas estructuras bipolares son capaces de crecer y formar plantas normales.

La embriogenesis somática a partir de suspensiones celulares es considerada el sistema mas eficiente para la producción masiva de plantas *in vitro*, si se considera la eficiencia como el número de plantas regeneradas por unidad de tiempo. Esto se debe a la naturaleza misma del proceso embriogénico que consiste en la formación de un embrión viable con desarrollo bipolar a partir de células aisladas cultivadas en un medio liquido, con lo cual se logran altos coeficientes de multiplicación y se pueden manejar grandes cantidades de propágulos en volumen reducido de medio de cultivo, facilitando así la automatización del proceso y elevando considerablemente la productividad.

Existen limitantes o consideraciones biológicas a tener en cuenta que es la disponibilidad de protocolos de regeneración que permitan obtener embriones somáticos de calidad (uniformes y sincrónicos), capaces de permanecer en estado de dormancia y presentar una alta frecuencia de germinación y conservación en plantas bajo condiciones de asepsia y baja nutrición. A la vez estos protocolos de regeneración deben permitir la obtención de embriones con tasa de variabilidad somaclonal controlada dentro de límites agronómicamente permisibles.

En la actualidad tales sistemas de regeneración no están disponibles con todos estos requerimientos, aún cuando hay especies donde se han logrado notables avances. Esto ha constituido por tanto la causa principal por la cual aún no existe ningún proceso de propagación donde se aplique esta tecnología a escala comercial.

También existe la posibilidad de encapsular estas estructuras (embriones somáticos) y obtener semillas artificiales. El concepto de semilla artificial que mas se ajusta a los aplicaciones actuales es el definido por Kamada, 1989 quien señala que es la preparación de una cápsula que reviste un material de cultivo y órgano o porción de tejido, el cual puede crecer y convertirse en una planta completa, nutriéndose de una lámina artificial. Esta lámina está formada por una lámina interna que se forma por encapsulación y que contiene los nutrientes requeridos por el embrión para su desarrollo y fitohormonas para el control de la germinación (endospermo). Se ha probado con alfalfa, zanahoria, abeto, apio, café, banano, plátano, mora ,kiwi, manzano y frambuesa.

Su mayor aplicación será en la propagación de plantas de multiplicación vegetativa (caña de azúcar, bananos, platanos, y ajo), plantas perenne (forestales y frutales), híbridos, plantas obtenidas por

ingeniería genética y cultivos en los cuales un solo sexo es el útil (espárrago, kiwi, papaya). El empleo de este sistema en tales cultivos se justifica debido al alto valor agregado del material vegetal que se está trabajando.

En teoría este sistema debería ser capaz de producir un volumen elevado de propágulos (embriones encapsulados) y ser suficientemente barato para competir con la semilla sexual. Existiendo así, la idea de sembrarlos directamente a nivel de campo, como se hace con la semilla verdadera, y serían más competitivos los precios frente a la semilla normal lo cual abriría las puertas de la propagación *in vitro* al mercado de semillas en muchas especies. Además el proceso de encapsulación garantiza la protección contra plagas y enfermedades.

Otra tecnología de “segunda generación” son los biorreactores. Recipientes de vidrio con un control computarizado que permiten definir los requerimientos para el desarrollo de las células y la regeneración de plantas de una forma más precisa que las técnicas convencionales *in vitro* (Preiell, 1991) (Fig.4).

En los biorreactores se utiliza un medio líquido, se pueden producir grandes volúmenes de plantas (partiendo de un pequeño inóculo en gramos hasta obtener kilogramos como rendimiento total) y mayor facilidad de escalado, los brotes siempre están en contacto con el medio de cultivo por lo tanto la absorción de nutrientes y la tasa de crecimiento se ven estimulados. **El objetivo básico de un biorreactor es proveer las condiciones de crecimiento óptimas para las células mediante una regulación precisa de los factores ambientales.** Los biorreactores han sido equipados con varios sensores para la medición y control de la temperatura, velocidad del agitador, el pH, oxígeno disuelto, el potencial Redox y el bióxido de carbono.

No obstante, su empleo para la propagación comercial es casi nulo. Esto se debe al desconocimiento que aun existe sobre la biología del proceso de embriogénesis somática y de la variabilidad somaclonal. Sin embargo, se ha determinado que la variabilidad somaclonal está muy condicionada a los protocolos de trabajo que se apliquen y no a los propios eventos que tienen lugar durante las diferentes procesos de regeneración.

De forma general la variación somaclonal se origina de las mutaciones preexistentes en los tejidos que se emplean para los cultivos *in vitro* y de las mutaciones que se producen producto del cultivo *in vitro per se*. Los factores que en ambas causas originan las mutaciones son : el genotipo, el explante, la duración de los cultivos *in vitro*, las condiciones de cultivos y la forma de regeneración.

Lakin y Scowcroft (1981) señalan que la variabilidad somaclonal solo puede aparecer a través del cultivo de tejido. En la reproducción sexual, por mucha variabilidad que exista en el tejido somático este no interviene en la reproducción, ya que son eliminados todos los mutantes no aptos para la fecundación, actuando de esta forma como un filtro para la estabilidad de las especies. Por lo tanto las mutaciones que se perderían en la reproducción pueden ser empleadas en el cultivo de tejido y esta variabilidad unida a la que se produce por el cultivo *in vitro* per se son las fuentes fundamentales de la variabilidad somaclonal. En todo caso, existe mucha discrepancia y contradicciones frente a esta situación. Por un lado, se ha sobreestimado la variabilidad somaclonal para el mejoramiento genético y se han obtenido resultados inferiores a lo esperado y por otro, investigaciones en el cultivo *in vitro* señalan que la variabilidad que se presenta es muy baja y por lo tanto no interfiere en el proceso de micropropagación para la producción masiva.

La micropropagación es una metodología relativamente simple y muy conocida que garantiza una alta estabilidad genética, una multiplicación de plantas libres de patógenos y requiere una gran utilización de mano de obra y al compararla con las tecnologías de “segunda generación” como son la embriogénesis somática, el uso de biorreactores o la semilla artificial, su productividad es baja. Sin embargo, estas técnicas requieren de más investigación antes de llevarla a la rutina de producción como se encuentra actualmente la micropropagación via organogénesis.

Por otro lado, la micropropagación convencional aún tiene puntos que se pueden mejorar como es la automatización de algunas partes del proceso como por ejemplo la inmersión temporal, introducción de tecnologías y nuevas medidas organizativas y de control haciéndola mas eficiente.

Las principales medidas que podrian adoptarse inicialmente para el laboratorio de micropropagación son:

- Proponer medidas organizativas del personal del laboratorio para aumentar la productividad (dividir tareas)
- Emplear sustancias químicas, como el VITROFURAL para la esterilización de los medios de cultivo y de ésta manera se reducirían perdidas de plantas por contaminación.
- Trabajar con nuevas de especies
- Identificar los microorganismos patógenos que contaminan los cultivos para recuperar material

- Perfeccionar las técnicas *in vitro* para aumentar los coeficientes de multiplicación
- Introducir medidas de control en cada una de las fases

Por último, en el curso se realizó un seminario que permitió conocer los principales problemas que limitan la producción masiva de plantas *in vitro* en los países participantes como Argentina, Colombia, Venezuela y Chile basado en la experiencia y conocimiento de cada uno. Se seleccionaron 10 principales problemas y factores influyentes que limitan la producción masiva de cultivos *in vitro*.

1. La falta de una política estatal coherente para el desarrollo y aplicaciones de las técnicas de propagación masiva de plantas.
2. La falta de acciones concretas que generen una cultura entre los productores sobre la propagación masiva de plantas *in vitro*.
3. Alta inversión de capital para el diseño y operación de los laboratorios comerciales de cultivo de tejido
4. Altos costos y precios de ventas de las plantas *in vitro* que actualmente se comercializan
5. La existencia de protocolos y/o tecnologías de propagación masivas poco eficientes
6. La ausencia de bancos de germoplasma *in vivo* e *in vitro* debidamente certificados
7. Falta de recursos humanos debidamente capacitados para trabajar en la propagación masiva de plantas *in vitro*
8. Ausencia de sistema de control de calidad en los laboratorio comerciales de cultivo de tejidos
9. Sectorización del conocimiento tecnológico
10. Falta de un adecuado sistema de marketing para la comercialización de las plantas *in vitro* incluyendo las acciones indispensables de atención y seguimiento a los clientes.

Literatura citada

Kamada, H. 1989. Stress induced somatic embryogenesis in carrot and its application to synthetic seed production. En: J.N.Pérez Ponce, (Ed.), Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología, pp.207-224

Larkin, P.J. y Scowcroft, W.R. 1981. Eyespot disease of sugarcane. En: J.N.Pérez Ponce, (Ed.), propagación y Mejora Genética de plantas por Biotecnología, pp.105-121

Preil,W. 1991. Application of bioreactores inplant propagation. En: J.N.Pérez Ponce, (Ed.), propagación y Mejora Genética de plantas por Biotecnología, pp. 207-224

Tisserat, B. Esan, E. y Murashige, T.1979.Somatic embriogenesis in angiosperms. En: J.N.Pérez Ponce, (Ed.), propagación y Mejora Genética de plantas por Biotecnología, pp. 57-79

ACTIVIDADES REALIZADAS CURSO POSTGRADO

Semana 1					
Sesiones	Lunes 13	Martes 14	Miércoles 15	Jueves 16	Viernes 17
Mañana 9.00-12.00		Acreditación de los participantes. Introducción al curso. Recorrido por el IBP.	Tema 2. Obrección de plantas libres de patógenos.	Tema 4. Contaminación microbiana en el cultivo in vitro.	Seminario: Principales problemas y factores que limitan la propagación masiva de plantas in vitro.
Tarde 13.30-16.30	Salida de la Habana.	Tema 1. Estado actual del desarrollo de la micropropagación.	Tema 3. Caracterización del diseño de instalaciones para la propagación masiva.	Clase práctica 1. Cultivo de ápices y meristemos, técnicas de saneamiento.	Clase práctica 2. Visita a instalaciones de propagación masiva
Noche		9.00 pm. Coctail de bienvenida.		Recorrido por la Ciudad de Santa Clara.	
Semana 2					
Sesiones	Lunes 20	Martes 21	Miércoles 22	Jueves 23	Viernes 24
Mañana 9.00-12.00	Tema 5. Esterilización química de los medios de cultivo.	Tema 6. Organización del trabajo. Planificación y control de la producción en biofábricas.	Tema 7. Automatización de la micropropagación.	Tema 8. Sistemas de control de la calidad. ISO 9000.	Conclusiones del curso
Tarde 13.30-16.30	Clase práctica 3. Esterilización química de los medios de cultivo. ** 15.30 pm.	Clase práctica 4. Principios prácticos para la planificación y control de la producción.	Clase práctica 5. Sistemas de inmersión temporal. Biorreactores y encapsulación.	Clase práctica 6. Implementación de un sistema de control de la calidad.	Regreso de los participantes a la Ciudad de la Habana.
Noche				9.00 pm. Actividad de despedida.	

** Conferencia: Desarrollo y generalización del G-1 como esterilizante químico. Dr. Nilo Castañeda Cancio, Director del Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central de Las Villas.



Figura 1. Cámara de cultivo con luz natural.



Figura 2. Electroterapia en caña de azúcar.



Figura 3. Inmersión temporal.

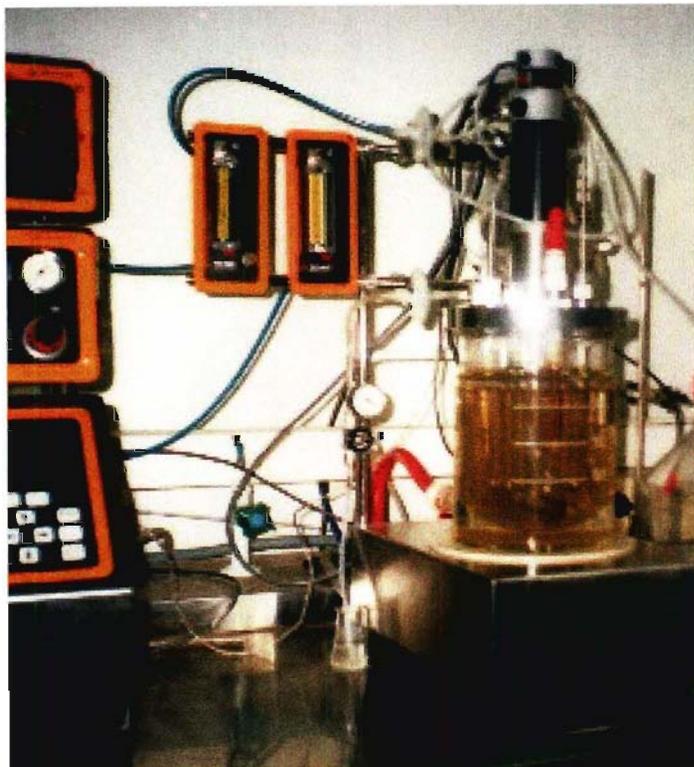
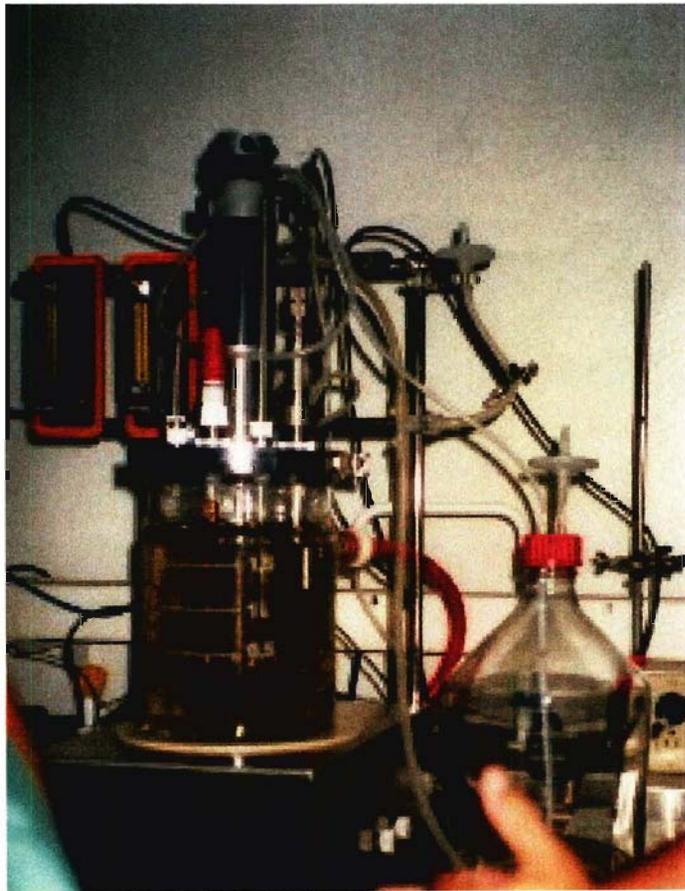


Figura 4. Biorreactores.

A N E X O I I I
T A B L A S D E M E D I O S

PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO DE FRUTILLA “Multiplicación”

	Conc.deseada	Conc.S.M.	1 litro
<u>Sales Minerales</u>			
Nitrato de Calcio Ca (NO ₃) ₂ • 4H ₂ O	1 g/L	100 g/l	10 ml
Nitrato de Potasio KNO ₃	0,25	100 g/l	2,5
Sulfato de Magnesio MgSO ₄ • 7H ₂ O	0,25	100 g/l	2,5
Dihidrógenofosfato de potasio KH ₂ PO ₄	0,25	100 g/l	2,5
Microelementos de MS	1 x	1000 x	1
Quelato de hierro	1 x	100 x	10
<u>Sustancias de crecimiento</u>			
Mezcla de vitaminas y aminoácidos (MS)	1x	100 x	10
Auxina (IBA alcohol)	$5 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0,25
Benziladenina (BAP)	$5 \cdot 10^{-7}$	10^{-3}	0,5
Giberelina (GA ₃)	10^{-7}	10^{-4}	1
<u>Azúcar</u> Glucosa	4%	-	40 g
<u>Agar técnico</u>	5,8 g/l	-	5,8 l

PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO DE FRUTILLA “Establecimiento”

	Conc.deseada	Conc.S.M.	1 litro
<u>Sales Minerales</u>			
Nitrato de Calcio Ca (NO ₃) ₂ • 4H ₂ O	0,5 g/l	100 g/l	5 ml
Nitrato de Potasio KNO ₃	0,125	100 g/l	1,25
Sulfato de Magnesio MgSO ₄ • 7H ₂ O	0,125	100 g/l	1,25
Dihidrógenofosfato de potasio KH ₂ PO ₄	0,125	100 g/l	1,25
Microelementos de MS	1 x	1000 x	1
Quelato de fierro	1 x	100 x	10
<u>Sustancias de crecimiento</u>			
Mezcla de vitaminas y aminoácidos (MS)	1x	100 x	10
Auxina (IBA alcohol)	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10
Benziladenina (BAP)	10 ⁻⁷	10 ⁻⁵	10
Giberelina (GA ₃)	10 ⁻⁷	10 ⁻⁵	10
<u>Azúcar</u> Glucosa	4%	-	40 g
<u>Agar técnico</u>	5,8 g/l	-	5,8 l

PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO DE FRUTILLA “Enraizamiento”

	Conc.deseada	Conc.S.M.	1 litro
<u>Sales Minerales</u>			
Nitrato de Calcio Ca (NO ₃) ₂ • 4H ₂ O	1 g/l	100 g/l	10 ml
Nitrato de Potasio KNO ₃	0,25	100 g/l	2,5
Sulfato de Magnesio MgSO ₄ • 7H ₂ O	0,25	100 g/l	2,5
Dihidrógenofosfato de potasio KH ₂ PO ₄	0,25	100 g/l	2,5
Microelementos de MS	1 x	1000 x	1
Quelato de fierro	1 x	100 x	10
<u>Sustancias de crecimiento</u>			
Mezcla de vitaminas y aminoácidos (MS)	1x	100 x	10
Auxina (IBA alcohol)	10 ⁻⁶	2 * 10 ⁻³	0,5
Benziladenina (BAP)	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1
Giberelina (GA ₃)	10 ⁻⁷	10 ⁻⁴	1
<u>Azúcar</u> Glucosa	4%	-	40 g
<u>Agar técnico</u>	0,47%	-	4,7 g
Carbón activado	0,05%	-	0,5 g

Curso de Postgrado

Métodos para el Incremento de la Eficiencia de la Micropropagación

14-24 de Noviembre de 2001

Villa Clara, Cuba

Valeria Karina Latorre Reyes

Laboratorio de Micropropagación

Esc.de Cs. Y Tecn. En Rec. Aríc. Y Acuic.

A N E X O I I

INFORME CURSO POST-GRADO EN CUBA



FOTO 1.- Vista de la Sala que comprende el área de preparación de medios y la siembra de explantes.

A N E X O I V

RESUMEN FASES EN MICROPROPAGACION



FOTO 2.- Esterilizador seco, marca SIGMA.



FOTO 3.- Detalle de la Cámara de Incubación (Sala de Cultivo).



FOTO 4.- Invernadero a continuación del Laboratorio de Micropropagación para la fase “ex – vitro”.

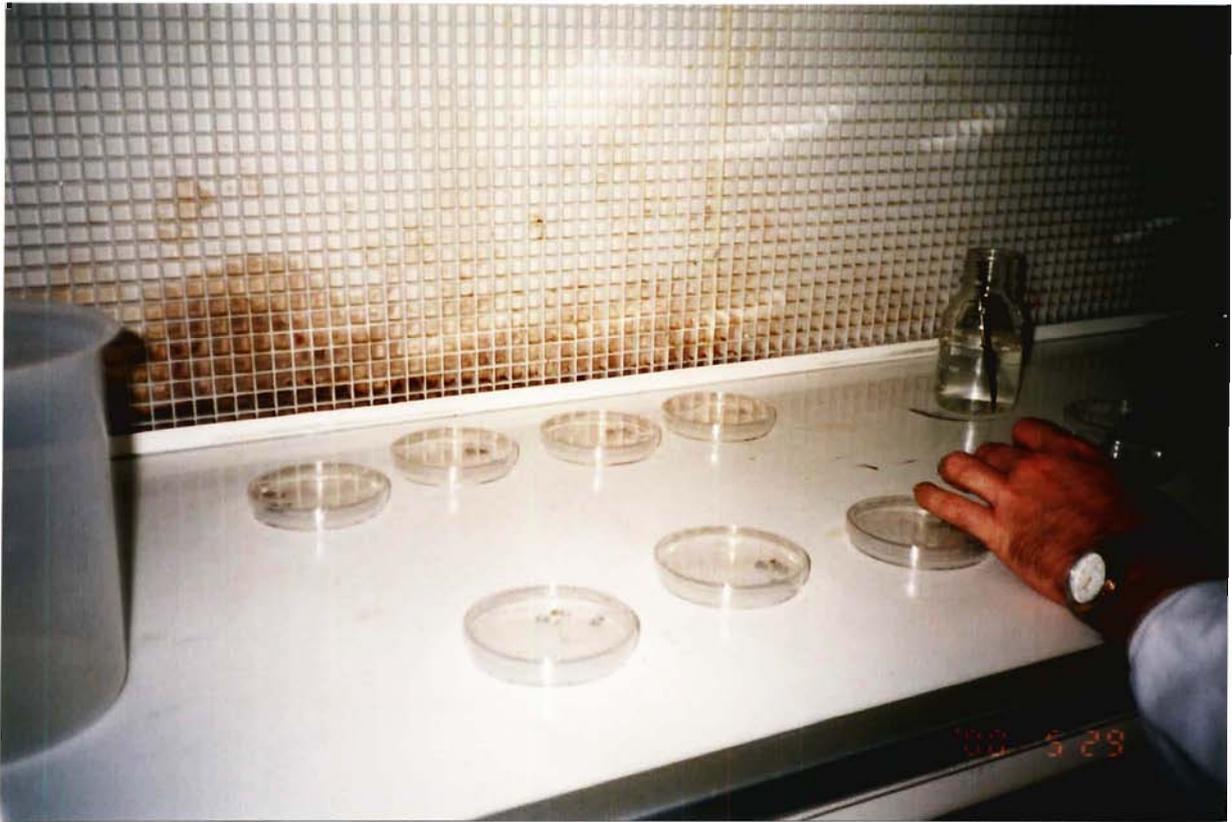


FOTO 5.- Establecimiento de explantes en cápsulas Petri.

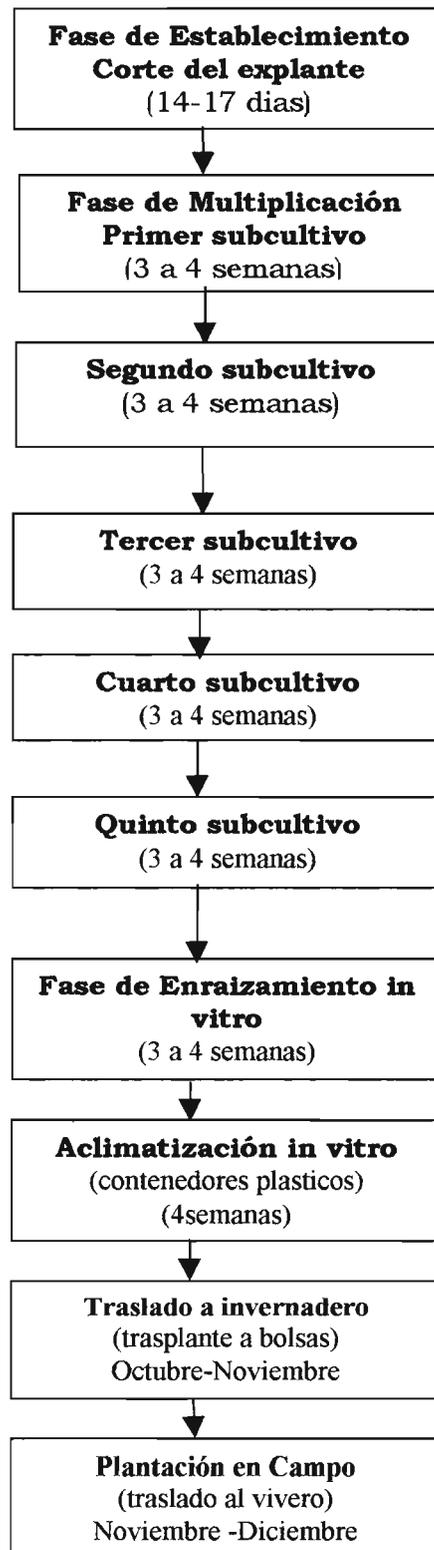


FOTO 6.- Procedimiento de lavado.



FOTO 7.- Establecimiento de meristemas en frascos de plásticos con tapa rosca.

FASES DE LA MICROPROPAGACION DE FRUTILLAS



A N E X O V

ESTADOS FENOLOGICOS COMPARADOS

A N E X O VI

FICHA TECNICA-ECONOMICA

FICHA TECNICA - FRUTILLAS AL AIRE LIBRE (PLANTACION)

Mes	Labores/mes	Insumos	(u)(kg)(l)/ 1800 m ²	\$/ (u)(kg)(l)	Insumos \$/1800 m ²	JH/1800 m ² (\$8.000/JH)	\$ Total/ JH	JT/1800 m ² (\$15.000/JT)	\$ Total/ JT	TOTAL \$
OCT.	apl. herbicidas	Round-up (l)	0.8	15,000	12,000	2	16,000	-	-	28,000
		aradura	0	-	-	0.5	4,000	0.5	7,500	11,500
		Round-up(l)	0.8	15,000	12,000	2	16,000	-	-	28,000
TOTAL OCTUBRE					24,000	5	36,000	1	7,500	67,500
NOV.	prep.terreno	aradura	0	0	-	0.5	4,000	0.5	7,500	11,500
		rotavator	0	0	-	0.5	4,000	0.5	7,500	11,500
	fertilización	nitromag	90	250	22,500	0.125	1,000	0	-	23,500
		superfosfato	78	250	19,500	0.125	1,000	0	-	20,500
		sulfato de K	36	250	9,000	0.125	1,000	0	-	10,000
	apl. herbicidas	trifluralina (l)	0.5	3,450	1,725	2	16,000	0	-	17,725
		rotavator	0	-	-	0.5	4,000	0.5	7,500	11,500
	confec.camás		0	-	-	12	96,000	6	90,000	186,000
	lanzando cintas		1,100	96	105,600	2	16,000	6	90,000	211,600
mulch		1,100	140	154,000	2	16,000	0.5	7,500	177,500	
TOTAL NOVIEMBRE					312,325	20	159,000	14	210,000	681,325
DIC.	compra plantas	frigo	10,800	50	540,000	0	-	0	-	540,000
		desinf.plantas	0.25	23,500	5,875	0.5	4,000	0	-	9,875
	plantación	benlate	0.8	10,500	8,400	0.5	4,000	0	-	12,400
		10.800 plantas	0	-	-	41	328,000	0	-	328,000
TOTAL DICIEMBRE					554,275	42	336,000	-	-	890,275
ENE	fertiliz.foliar	champion foliar	0.8	3,000	2,400	0.5	4,000	0	-	6,400
		acaricida	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	riego (goteo)	2 hr/día	0	-	-	1	8,000	0	-	8,000
	eliminación1° flor		0	0	-	2	16,000	0	-	16,000
TOTAL ENERO					6,965	4	32,000	-	-	38,965
FEB.	fertiliz.foliar	champion foliar	0.8	3,000	2,400	0.5	4,000	0	-	6,400
		acaricida	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	herbicida pasillo	gramoxone	0.8	3,800	3,040	2	16,000	0	-	19,040
	riego (goteo)	2 hr/día	0	-	-	1	8,000	0	-	8,000
	eliminación1° flor		0	0	-	2	16,000	0	-	16,000
TOTAL FEBRERO					10,005	6	48,000	-	-	58,005
MAR.	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
		fertirrigación	champion multip.	2	3,000	6,000	0.5	4,000	0	-
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	poda estolones		0	0	-	4	32,000	-	-	32,000
TOTAL MARZO					10,565	6	48,000	-	-	58,565
COSTOS DIRECTOS PLANTACION (1800 m ²)					918,135	82	659,000	15	217,500	1,794,635
TOTAL COSTOS DIRECTOS (\$/m ²)										997

FICHA TECNICA - FRUTILLAS AL AIRE LIBRE (TEMPORADAS 1 Y 4)

Mes	Labores/mes	Insumos	(u)(kg)(l)/ 1800 m ²	\$/ (u)(kg)(l)	Insumos \$/1800 m ²	JH/1800 m ² (\$8.000/JH)	\$ Total/ JH	JT/1800 m ² (\$18.000/JT)	\$ Total/ JT	TOTAL \$
SEP.	poda	tijeras podar	1	12,000	12,000	6	48,000	0	-	60,000
	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
TOTAL SEPTIEMBRE					12,000	7	56,000	-	-	68,000
OCT.	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar	urea	5.5	250	1,375	1	8,000	0	-	9,375
		complesal	20	1,790	35,800	1	8,000	0	-	43,800
TOTAL OCTUBRE					37,175	3	24,000	-	-	61,175
NOV.	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar	urea	5.5	250	1,375	1	8,000	0	-	9,375
		complesal	20	1,790	35,800	1	8,000	0	-	43,800
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	fertirrigación	nitrate de K	6	250	1,500	0.5	4,000	0	-	5,500
	apl. herbicidas	urea	12	250	3,000	0	-	0	-	3,000
		ultrasol desarr.	25	420	10,500	0	-	0	-	10,500
		ultrasol multip.	25	436	10,900	0	-	0	-	10,900
TOTAL NOVIEMBRE					67,640	4	32,000	0	-	99,640
DIC.	riego (goteo)	2 hr/día	-	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	1	8,000	-	-	45,175
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	fertirrigación		0	-	25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
TOTAL DICIEMBRE					67,640	3	24,000	0	-	91,640
ENE.	riego (goteo)	2 hr/día			-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	2	16,000	0	-	53,175
	fertirrigación				25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
	cosecha	cajas	7,000	80	560,000	31	248,000	0	-	808,000
TOTAL ENERO					623,075	35	276,000	-	-	899,075
FEB.	riego (goteo)	2 hr/día			-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	2	16,000	0	-	53,175
	fertirrigación				25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
	cosecha	cajas			-	31	248,000	0	-	248,000
TOTAL FEBRERO					63,075	35	276,000	-	-	339,075
MAR.	riego (goteo)	2hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertirrigación	champ. multip.	2	3,000	6,000	0.5	4,000	0	-	10,000
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	poda estolones		0	0	-	3	24,000	0	-	24,000
TOTAL MARZO					10,565	5	40,000	-	-	50,565
COSTOS DIRECTOS TEMPORADA 1 Y 4 (1.800 m ²)					869,170	84	672,000	-	-	1,609,170
TOTAL COSTOS DIRECTOS (\$ /m ²)										894
COSECHA (kg/m ²)										1.8
INGRESO NETO/m ² (3.000/kg)										4,506 ✓

1,2 x 3000 x 1200

FICHA TECNICA - FRUTILLAS AL AIRE LIBRE (TEMPORADAS 2 Y 3)

Mes	Labores/mes	Insumos	(u)(kg)(l)/ 1800 m ²	\$/ (u)(kg)(l)	Insumos \$/1800 m ²	JH/1800 m ² (\$8.000/JH)	\$ Total/ JH	JT/1800 m ² (\$15.000/JT)	\$ Total/ JT	TOTAL \$
SEP.	poda	tijeras podar	3	12,000	36,000	6	48,000	0	-	84,000
	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
TOTAL SEPTIEMBRE					36,000	7	56,000	-	-	92,000
OCT.	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar	urea	5.5	250	1,375	1	8,000	0	-	9,375
		complexal	20	1,790	35,800	1	8,000	0	-	43,800
TOTAL OCTUBRE					37,175	3	24,000	-	-	61,175
NOV.	riego (goteo)	2 hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar	urea	5.5	250	1,375	1	8,000	0	-	9,375
		complexal	20	1,790	35,800	1	8,000	0	-	43,800
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	fertirrigación	nitrate de K	6	250	1,500	0.5	4,000	0	-	5,500
		urea	12	250	3,000	0	-	0	-	3,000
		ultrasol desarr.	25	420	10,500	0	-	0	-	10,500
		ultrasol multip.	25	436	10,900	0	-	0	-	10,900
TOTAL NOVIEMBRE					67,640	4	32,000	0	-	99,640
DIC.	riego (goteo)	2 hr/día	-	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	1	8,000	-	-	45,175
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	fertirrigación		0	-	25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
TOTAL DICIEMBRE					67,640	3	24,000	0	-	91,640
ENE.	riego (goteo)	2 hr/día			-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	2	16,000	0	-	53,175
	fertirrigación				25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
	cosecha	cajas	12,000	80	960,000	31	248,000	0	-	1,208,000
TOTAL ENERO					1,023,075	35	276,000	-	-	1,299,075
FEB.	riego (goteo)	2 hr/día			-	1	8,000	0	-	8,000
	fertiliz. foliar				37,175	2	16,000	0	-	53,175
	fertirrigación				25,900	0.5	4,000	0	-	29,900
	cosecha				-	31	248,000	0	-	248,000
TOTAL FEBRERO					63,075	35	276,000	-	-	339,075
MAR.	riego (goteo)	2hr/día	0	0	-	1	8,000	0	-	8,000
	fertirrigación	champ. multip.	2	3,000	6,000	0.5	4,000	0	-	10,000
	acaricida	vertimec	0.1	45,650	4,565	0.5	4,000	0	-	8,565
	poda estolones		0	0	-	3	24,000	0	-	24,000
TOTAL MARZO					10,565	5	40,000	-	-	50,565
COSTOS DIRECTOS TEMPORADA 2 y 3 (1.800 m ²)					1,269,170	84	672,000	-	-	2,033,170
TOTAL COSTOS DIRECTOS (\$/m ²)										1,130
COSECHA (kg/m ²)										5.4
INGRESO NETO (\$/m ² a \$ 3.000/kilo)										15,070

Handwritten signature or mark

A N E X O VII

CUADROS FINANCIEROS PROYECTO INDAP

CUADRO DE INVERSIONES (1er. Año)

(para 6.500 mts. cuadrados de frutillas)

(Expresado en pesos)

ITEM INVERSION	Unidades	Número	Costo Unitario	Inversión Total
Plantas madre (2 temporadas)	Plantas	48000	32	1.536.000
Pesticidas de presiembra (ver anexo)	Kilos	1,5	17.973	26.960
Sistema de riego por goteo (Ver anexo)				
Tubos de Pvc	Tubos	68	3.231	219.708
Cintas riego	Mts.	7350	65	477.750
Otros	Varios	7,5	59.842	448.815
Mano de Obra	J.H.	30	4.000	120.000
Sistema Mallas Cortaviento				
Postes de Cipres	Poste	188	1.600	300.800
Mallas Raschel 50%	M2	900	230	207.000
Revest. polietileno postes	Kgs.	30	1.060	31.800
Alambre 14/16	Rollos	1,5	14.000	21.000
Clavos y otros	Varios	7,5	2.200	16.500
Mano Obra Colocación	J.H.	23	4.000	92.000
Plastico para sistema mulch	Kilos	654	836	546.744
Flete plastico	Kilos	654	52	34.008
Capital de trabajo				6.443.483
Imprevistos (5% Total Inversiones)				526.128
TOTAL INVERSIONES				11.048.696

Mulch: Plastico de 0,10 mm espesor (8 mts² x kilo)

Pesticidas presiembra:

Rovral: 1 litro (\$ 25514)

Benomilo: 1 Kg. (\$ 10.432)

CUADRO DE INVERSIONES (3er y 5to. año)

(para 6.500 mts. cuadrados de frutillas)

(Expresado en pesos)

ITEM INVERSION	Unidades	Número	Costo Unitario	Inversión Total
Plantas madre (2 temporadas)	Plantas	48000	32	1.536.000
Pesticidas de presiembra (ver anexo)	Kilos			23.368
Sistema de riego por goteo				
Mano de Obra	J.H.	7,5	4.000	30.000
Cintas riego	Mts.	7350	65	477.750
Plastico para sistema mulch	Kilos	645	836	539.220
Flete plastico	Kilos	645	52	33.540
Imprevistos (5% Total Inversiones)				131.994
TOTAL INVERSIONES				2.771.872

CUADRO DE INVERSIONES (4to año)

(PARA UNA HECTAREA DE FRUTILLAS)

(Expresado en pesos)

ITEM INVERSION	Unidades	Número	Costo Unitario	Inversión Total
Sistema Mallas Cortaviento				
Mallas Raschel 50%	M2	900	230	207.000
Revest. polietileno postes	Kgs.	30	1.060	31.800
Clavos y otros	Varios	7,5	2.200	16.500
Mano Obra Colocación	J.H.	7,5	4.000	30.000
Imprevistos (5% Total Inversiones)				14.265
TOTAL INVERSIONES				299.565

CUADRO DE GASTOS DE OPERACION

(COSTOS NETOS)

(En pesos)

ITEM COSTO	AÑO 1				AÑO 2		
	Unidad	Cantidad	Precio	TOTAL	Unidad	Cantidad	TOTAL
COSTOS VARIABLES							
Fertilizantes plantación							
Nitromag	Kilos	174	152	26.448	Kilos		
Superfosfato triple	Kilos	150	186	27.900	Kilos		
Sulfato de potasio	Kilos	225	195	43.875	Kilos		
Complezal (foliar)	Lts.	8	2.000	16.000	Lts.		
Fertilizantes de mantencion							
Nitromag	Kilos	328	152	49.856	Kilos	443	67.336
Superfosfato triple	Kilos	143	186	26.598	Kilos	143	26.598
Sulfato de potasio	Kilos	158	195	30.810	Kilos	158	30.810
Complezal (Foliar)	Lts.	7,5	2000	15.000	Lts.	8	15.000
Preparacion suelos							
Aradura (suelo trabajado)	Hr.Tract.	8	10.170	81.360	Hr.Tract.		0
Rastrajes	Hr.Tract.	8	10.170	81.360	Hr.Tract.		0
Rotovator	Hr.Tract.	8	10.170	81.360	Hr.Tract.		0
Mano de Obra							
Plantación	J.H.	45	4.000	180.000	J.H.		0
Colocación mulch	J.H.	15	4.000	60.000	J.H.		0
Mantencion	J.H.	30	4.000	120.000	J.H.	30	120.000
Cosecha	J.H.	38	4.000	152.000	J.H.	38	152.000
Comercialización							
Fletes	Unidad	8	45.000	360.000	Unidad	8	360.000
Envases (de 500 grs)	Unidad	45.900	53	2.432.700	Unidad	45.900	2.432.700
Publicidad	Porcent.	5	121.635	608.175	Porcent.	5	608.175
0							
Pesticidas				0			0
Decis 2,5 E.C.	Lts.	8	22.443	179.544	Lts.	8	179.544
Basamid	Kg.	15	4.010	60.150	Env.	15	60.150
Benomilo	Kgs.	8	10.432	83.456	Kgs.	8	83.456
0							
0							
Imprevistos (5% costos)	Porcent.	5		235.830	Porcent.	5	206.788
Costos fijos	Contr.	30	2.000	60.000	Contr.	30	60.000
TOTAL COSTOS				5.012.422			4.402.557

FLUJO DE CAJA

(en pesos)

ITEM	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS							
Venta frutilla fresca		11.475	11.475	11.475	11.475	11.475	11.475
Venta frutilla segunda		810	810	810	810	810	810
INGRESOS TOTALES		12.285	12.285	12.285	12.285	12.285	12.285
EGRESOS							
Costos Variables		(4.952)	(4.343)	(4.952)	(4.343)	(4.952)	(4.343)
Costos Fijos		(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)
Costos administración							
Depreciaciones		(620)	(620)	(620)	(620)	(620)	(620)
Intereses credito		(676)	(403)	(87)			0
EGRESOS TOTALES		(6.309)	(5.426)	(5.720)	(5.023)	(5.633)	(5.023)
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		5.976	6.859	6.565	7.262	6.652	7.262
Impuesto a las Utilidades (15%)		(896)	(1.029)	(985)	(1.089)	(998)	(1.089)
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		5.080	5.830	5.580	6.173	5.654	6.173
Más depreciaciones		620	620	620	620	620	620
Más intereses credito		676	403	87	0	0	0
INVERSIONES							
Proyecto de Implementación	(4.605)			(2.772)	(300)		
Capital de Trabajo	(6.443)						6.443
RECUPERACION INVERSION							
FLUJO NETO DE CAJA	(11.049)	6.376	6.854	3.516	6.494	6.275	13.237

Tipo de depreciación: lineal

TASA DESCUENTO: 10%

RESULTADOS:

TIR : 53.0 %

VAN : 17.142 MS

CUADRO DE DEPRECIACIONES

(En pesos \$)

ITEM DEPRECIACION	Valor Inversion	Vida Util (años)	Depreciacion Anual	Valor Resid. 6to año
Sistema de riego				
Tubos PVC	219.708	8	26.839	5.000
Cintas Riego	477.750	4	119.438	238.875
Otros	448.815	6	74.803	0
Sistema Cortavientos				
Postes cipres	300.800	8	36.350	10.000
Mallas	207.000	3	69.000	0
Alambres	21.000	6	3.500	0
Plastico mulch	580.752	2	290.376	0
TOTAL DEPRECIACION	2.255.825		620.305	253.875

DETERMINACION CAPITAL DE TRABAJO

(En pesos \$)

ITEM INVERSION	Mes 1-12	mes 13
COSTOS		
Fertilizantes	(236.487)	
Preparacion suelos	(244.080)	
Mano de obra	(512.000)	
Comercialización	(3.400.875)	
Pesticidas	(323.150)	
Imprevistos	(235.830)	
Pago de IVA Inversiones	(734.235)	
Pago de IVA Costos 1er año	(756.827)	
Ingresos netos por ventas		12.285.000
IVA recuperado		1.491.062
Saldo operación	(6.443.483)	0
Saldo incremental	(6.443.483)	5.841.517

CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
FUENTES							
Credito Largo Plazo	9.391.392						
Aportes propios	1.657.304						
Ingresos operacionales		12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000
TOTAL FUENTES	11.048.696	12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000	12.285.000
USOS							
Inversiones plantas	(1.536.000)			(2.771.872)	(299.565)	(2.771.872)	
Capital de Trabajo	(6.443.483)						
Inversiones en activos	(3.069.213)						
Costos operacionales		(5.012.422)	(4.402.557)	(5.012.422)	(4.402.557)	(5.012.422)	(4.402.557)
Impuesto Renta		(896.434)	(1.028.808)	(984.775)	(1.089.321)	(997.841)	(1.089.321)
TOTAL USOS	(11.048.696)	(5.908.855)	(5.431.365)	(8.769.069)	(5.791.443)	(8.782.135)	(5.491.878)
SALDO DISPONIBLE	(0)	6.376.145	6.853.635	3.515.931	6.493.557	3.502.865	6.793.122
70% SERV. DEUDA		4.463.301	4.797.544	1.297.120	0	0	0
Intereses		676.050	403.420	87.104	0	0	0
Capital		3.787.252	4.394.124	1.210.016	0	0	0
SALDO LIBRE DISP.		1.912.843	2.056.090	2.218.811	6.493.557	3.502.865	6.793.122

Del saldo disponible que queda en los dos primeros años, el 70% se destina para pagar el credito de INDAP:

En los años 3,4 y 5 estan consideradas nuevas inversiones para reparar mallas, sistema riego y compra de nuevas plantas.

Una buena parte de las inversiones y costos anuales estan dadas por la mano de obra la cual puede ser del propio agricultor.

El cultivo de la frutilla es mucho más rentable que cualquier otro.

CUADRO DE AMORTIZACION

(Del credito a otorgar por INDAP)

AÑO	SALDO INSOLUTO	CAPITAL	INTERES	MONTO CUOTA
0	9.391.392			
1	9.391.392	3.787.252	676.050	4.463.301
2	5.604.140	4.394.124	403.420	4.797.544
3	1.210.016	1.210.016	87.104	1.297.120
4				
5				

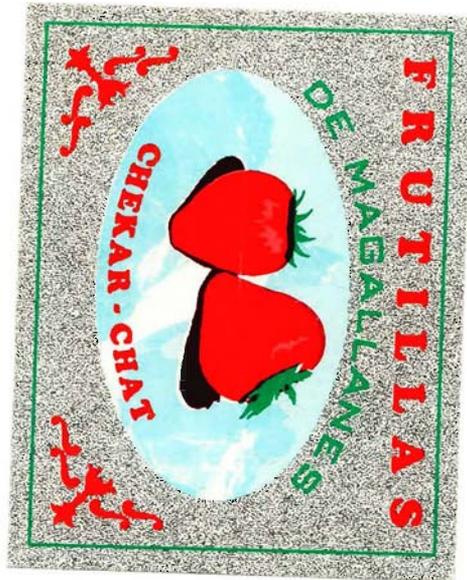
NOTA: El crédito se paga en tres años con el 70% de los ingresos de los dos primeros años y el 30 % de los ingresos del 3er. año.

Tasa de interes : 7,1% anual

Año de 360 días

A N E X O V I I I

LOGO DE VENTA



A N E X O IX

RESUMEN DESTINO APORTES FIA

RESUMEN DESTINO APORTES FIA

ITEM	ACTIVIDAD	FECHA	Gasto real	Gasto programado	Reitemización
Asesorías	Visita Biotecnia	05/06/96	127,547		
	Agrícola Llahuén	30/11/96	275,000		
	Agrícola Llahuén	30/12/96	275,000		
	Agrícola Llahuén	30/01/97	209,000		
	Universidad de Chile	Oct.99-Ene.00	1,154,601		
	Curso Cuba	Nov.00	1,165,330		
Total Asesorías			3,206,478	1,608,547	(1,597,931)
Técnico Agrícola	Cult./vivero (J.Yagello, 5 meses)	Nov.96/Mar.97	325,000		
	Cult./vivero (J.Yagello, 7 meses)	Abr.97/Oct.97	455,000		
	Cult./vivero (H.Gómez, 5 meses)	Nov.97/Mar.98	325,000		
	Cult./vivero (M.Vergara, 6 meses)	Abr.98/Oct.98	455,000		
	Cult./vivero (M.Vergara, 6 meses)	Nov.98/Abr.99	390,000		
	Cult./vivero (M.Vergara, 2 meses)	May.99/Jun.99	130,000		
Total Técnico Agrícola			2,080,000	2,340,000	260,000
Laborante	Revisión bibliográfica	26/03/98	120,000		
Total laborante			120,000	2,880,000	2,760,000
Material de laboratorio	Compra e inst.lavaplatos	01/11/96	243,300		
	Reactivos	28/01/98	697,689		
	Material de vidrio	18/05/99	607,609		
	Frascos cultivo	28/10/99	153,636		
	Reactivos	24/11/99	42,684		
	Fletes	Sep.99-Oct.99	138,019		
	Cortavientos/vivero	29/09/00	104,452		
	Mesones y muebles	02/11/00	375,540		
	Carro arrastre (3 bandejas)	02/11/00	57,000		
	Silla cámara flujo laminar	16/11/00	52,800		
	Vidrios puertas	08/01/01	92,500		
	Persianas	15/12/00	405,300		
	Total material de laboratorio			2,970,529	2,481,300
Equipos	Cámara de flujo laminar	30/03/97	3,082,000		
	Horno universal UM-400	23/01/98	496,987		
	Agitador magnético	23/01/98	189,567		
	Balanza analítica	23/01/98	1,562,792		
	Destilador de agua	23/01/98	1,534,755		
	Fletes	Sep.99-Nov.99	64,070		
	Ollas a presión	26/07/98	684,000		
	Instalación equipos	09/11/99	232,212		
	Aire acondicionado	11/11/99	1,041,704		
	Horno microondas	16/11/00	62,700		
Total equipos			8,950,787	7,997,153	(953,634)
TOTAL			17,327,794	17,307,000	(20,794)

A N E X O X

DIFUSION EN MEDIOS DE COMUNICACION

Plantación del Centro Hortícola de la Umag

Calidad de frutillas regionales es superior a la del resto del país

Una significativa producción de frutillas regionales cosechó desde diciembre el Centro Tecnológico del Instituto de la Patagonia. Las frutas, de muy buena calidad en términos de sabor y tamaño corresponden a la tercera cosecha de la planta, período en el que ésta alcanzara su punto máximo de desarrollo.

Según señaló la ingeniero agrónomo Consuelo Sáez, nueva directora del centro, se ha trabajado con cultivos de frutillas aproximadamente desde 1975, pero éstas corresponden a un esfuerzo importante, donde se han introducido nuevas variedades europeas llegando a un total de siete.

En cuanto al nivel de producción la directora comentó que "se ha alcanzado una producción de altísima calidad, ya que el material genético importado, entregó frutos grandes y rojos con notables características de post-cosecha, de excelente aroma y una dulzura extraordinaria, que no se da en otras partes del país".

Asesora recomienda exportación

Para apoyar esta incursión del centro tecnológico, llegó en visita de asesoría Dominique Legarraga, técnico en administración de empresas agrícolas y especialista en el tema, quien trabaja en una de las comercializadoras y empresa de asesoría más grande del país.

La visitante señaló que, según lo que ha podido apreciar, se trata de plantas cultivadas en condiciones de muy buena calidad, con poco riego y fertilizantes, además de un muy buen sabor lo que es importante para la venta.

Agregó que es importante poner énfasis en el mercado fresco, es decir, en la misma región, dado que



Marco Vázquez

Consuelo Sáez y Dominique Legarraga examinan las frutillas que han sido cultivadas al aire libre con gran éxito en términos de calidad.

competir con los precios nacionales es difícil por el flete. Pese a esto, reconoció que se trata de un producto bastante superior al de la zona central por su sabor y firmeza.

La especialista se refirió a la necesidad de hacer estudios, considerando el gran número de variedades con el que se ha trabajado para determinar cuáles son las que mejor se adaptan en la región y además ver el rendimiento para establecer fechas de plantación.

En el caso puntual del Instituto, resaltó el hecho de que sean plantas sanas, sin pesticidas, por lo que

se puede hablar de una producción de frutillas orgánicas. Reiteró que competir en el medio nacional sería poco conveniente por un asunto de precios, pero dijo que sería interesante, después de tener más claro el rendimiento, pensar en la posibilidad de exportar principalmente a Europa.

Finalmente, Consuelo Sáez señaló que debido a que los objetivos del Centro son netamente productivos y de transferencia, la Universidad de Magallanes ha hecho un gran esfuerzo para contratar la asesoría de la firma Agrícola Llahuén.

La Prensa Austral 20 / Febrero / 1995.

Pretenden hacer extensivo aporte de frutillas magallánicas a productores

- Micropropagación espera concretarse a través de laboratorio de biotecnología

Consuelo Sáez, directora del Centro Hortícola del Instituto de la Patagonia, señaló que dieron inicio al proceso de difusión y transferencia de material genético de la frutilla magallánica, a través de un proyecto con la Fundación de Innovación Agraria.

"Esta frutilla está hace 10 años cosechándose pero sólo ahora hemos empezado su micropropagación, para lo cual tenemos que montar el laboratorio de biotecnología, ya que para ello se hizo este edificio", acotó la

profesional.

El proyecto se centró en esta especie chilena de frutillas que fueron enviadas a Europa, se hibridaron y volvieron con más características comerciales, mayor tamaño del fruto y textura mejor para embalar y procesar.

"Nuestras frutillas alcanzan un rendimiento bastante alto comparado con las que llegan del norte, además de un sabor y aroma muy característicos". Se trata de la especie *Fragaria Ananassa*, que el instituto posee en siete variedades.

"Estamos esperando que los proyectos resulten porque también hay productores involucrados y eso recién lo vamos a conocer en febrero, cuando esté toda la implementación terminada". La idea es transferirlas a los productores a través de técnicas de micropropagación.

Así también, la semana pasada se hizo una degustación a representantes del FIA de las frutas que ya están en producción en 400 metros cuadrados de invernadero -en exteriores disponen de cerca de media hectárea.



Archivo

Siete variedades de frutillas ofrece el Centro Hortícola del Instituto de la Patagonia.

Como alternativa rentable, además "es una fruta que aguanta mucho por eso tenemos mucha

esperanza. Lo único malo del cultivo afuera es que uno nunca puede predecir cuándo maduran".

"Creo que nosotros podríamos llegar a ser los mejores productores de frutillas, en calidad, del país, y para ese objetivo es que vamos a trabajar", es la premisa que a partir de ahora señalan los productores de frutilla locales, luego de los satisfactorios resultados obtenidos en la cosecha realizada a principios de este año.

Según Consuelo Sáez, directora del Centro Hortícola de la Universidad de Magallanes y coordinadora de este programa de cultivo, estas frutillas fueron el resultado "de un proyecto que empezó hace más de dos años desde que se repartieron las semillas a los productores". Hubo que esperar alrededor de dos temporadas para que recién este año pudieran verse los resultados de un trabajo que le significó a los cultivadores esfuerzo y dedicación. El clima fue el elemento que más afectó a esta plantación, echando abajo lo que fue la primera producción, una pérdida que los productores lamentaron profundamente.

Este proyecto involucró la plantación de la frutilla chalders, de origen español, la cual se "caracteriza por su muy buen sabor, el aroma y la textura. Técnicamente hablando, de muy buena calidad", según Consuelo Sáez.

Se pretende, en proyectos futuros, la plantación de una nueva variedad conforme los resultados obtenidos en esta primera etapa.

Aporte

Los aportes más considerables en el logro de estos resultados corrieron por

Productores de frutillas "Podríamos llegar a ser los mejores del país"

- A pesar de los problemas, el proceso de cosecha y comercialización mantiene contentos a los cultivadores

cuenta del Instituto de Desarrollo Agropecuario, Indap, y la Universidad de Magallanes.

Los primeros, en un afán por destacar la innovación en el cultivo regional, proporcionaron un crédito subsidiario que benefició a los agricultores tanto en la adquisición de las semillas como en el equipamiento tecnológico para este plan.

La ayuda de la Umag - que también recibió recur-

sos del Indap - consistió en la capacitación y la preparación de cada uno de los productores en el trabajo con estas plantaciones.

En este plan de formación se favorecieron numerosas técnicas de cultivo y riego, siendo la más valorada por los cultivadores el riego por goteo, mecanismo basado en el uso racionado y continuo del agua, elemento vital del fruto, por cuanto éste se compone de líquido.

No obstante los esfuerzos de estas entidades en la formación de los productores, no se deja de valorar el trabajo de los que dedicaron tiempo a este cultivo tan característico de la zona. Al respecto, Petar Bradasic, jefe de área del Indap, rescató el hecho de que en la ejecución de un plan de estas características "hayan existido personas innovadoras que tienen esa fuerza y ese empuje de aguantar los diferentes

altibajos que puedan haber y esto aquí se logró".

Comercialización

Según los propios productores, la comercialización de este producto, que bajo común acuerdo lleva el nombre de Chekarr-chat (frutillas de escarcha), hasta el momento ha superado ampliamente las perspectivas. Prueba de ello es lo que cuenta Luz Díaz, una de las parti-

cipantes en este programa, "coloqué mis frutillas envasadas en un tablero, un día víspera de Pascua. En poco tiempo, quince kilos pasaron a estar, luego ofrecí mi producto a Listo".

La ayuda que al respecto han recibido va desde la confección de pequeños envases en que ofrecen sus productos a diferentes mercados, hasta la promoción en almacenes y supermercados.

Olga Barria, otra de las involucradas en el proyecto, contó "yo las vendí en forma particular, pero igual nos fue bien, las mismas personas nos llamaban para que les guarde para la semana siguiente, así que me fue bien, tuvo muy linda acogida".

No obstante, las posibilidades de que se produzca una importación de la frutilla fuera de la región se ve lejana, según los propios productores "ya que el costo de flete encarece cualquier bien que pueda ser distribuido al norte de nuestro país".

Proyecciones

La proyección de este trabajo "está en difundir la plantación de la frutilla, hasta convertirla en un fruto de la región, por cuanto se da, siendo las condiciones las propicias para su normal y perfecto crecimiento" según nos indicó Sáez. Se espera además, que para el próximo año sean estos mismos productores los encargados de cultivar una amplia variedad de frutillas regionales que ya se encuentran desde hace un tiempo en la Umag, listas para ser distribuidas.

*Olga Barria;
Flora Vera;
Erna de Mayo;
Paulina
Michins y Luz
Díaz, son
algunos de los
felices produc-
tores que aquí
comparten
con Julio
Yagello,
ingeniero
agropecuario;
Consuelo Sáez,
directora del
Centro
Hortícola y
Petar
Bradasic, jefe
de área del
Indap*



B. Balbontin.

La Prensa Austral 04.01.2000

Al rescate de la frutilla magallánica

En dependencias del Centro Hortícola de la Universidad de Magallanes se está desarrollando un proyecto centrado en el rescate de la frutilla.

La iniciativa cuenta con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (Fia) y la casa de estudios local y considera la recupe-

ración de las plantas existentes, las que crecen en forma natural y que, favoreciendo su desarrollo, pueden mejorar su nivel de producción y comercialización.

Consuelo Sáez, ingeniero agrónomo a cargo del proyecto, indicó que las actividades comenzaron en 1994, período desde el cual

se ha trabajado la producción de la frutilla a través del sistema de micropropagación.

Los trabajos se centran en la obtención de cinco variedades de frutilla. Estas son: zenga zengala, orela, tenira, dania y lastacia.

La profesional señaló

que, tal como se está trabajando con la frutilla, se espera realizar un trabajo de recuperación similar con otros frutos que crecen en forma natural en la zona.

La idea es apoyar su comercialización, considerando los convenientes precios que alcanzan en el mercado.

Proyecto de la Umag

Impulsan cultivo de Frutillas regionales

Hasta hoy la oferta de frutillas frescas en Punta Arenas se centra sólo a enero y parte de febrero. Pero gracias a un proyecto de la Universidad de Magallanes se podrá obtener frutillas desde octubre a marzo.

Ello será posible gracias al proyecto "Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo" -en su etapa finalizado por el Centro Hortícola de la Umag y aprobado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

A través de su desarrollo, se establecieron lazos de trabajo con dos importantes centros dedicados

al tema, como son Agrícola Llahuén, el cual capacitó al personal del proyecto y los productores en el cultivo de la frutilla; y el Laboratorio de Genética Vegetal de la Universidad de Chile, que entregó asesoría directa a través de un profesional calificado para la puesta en marcha del laboratorio de micropropagación.

El proyecto consistió en rescatar el material genético de cinco variedades de frutillas introducidas a Punta Arenas por la Umag hace 15 años desde Europa. Las variedades son Senga-Sengana, Dania, Gorella, Ostara y Tenira.

La bióloga Valeria

Latorre señaló que "el objetivo fue establecer normas de cultivo para una máxima amplitud de cosecha y obtener plantas de frutillas sanas y adaptadas a través de micropropagación, para así ser transferidas finalmente a los productores de Magallanes".

Por otra parte, siempre aumenta la demanda de plantas de buena calidad que estén disponibles para los productores de frutillas de la XII región y de otras regiones del país que han manifestado gran interés, lo cual se podrá hacer realidad a corto plazo con la finalización de este proyecto.



José Villarroel

La bióloga Valeria Latorre muestra frascos donde se cultivan las frutillas hasta que adquieren la madurez suficiente para ser trasplantadas a la tierra.

INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

* El Ministerio de Agricultura y ProChile informaron que para el año 2000 el Fondo de Promoción de Exportaciones Agropecuarias cuenta con 24 millones de dólares, para apoyar proyectos de exportación. Estos recursos, públicos y privados, están siendo canalizados en el segundo concurso, modalidad asumida desde 1999 para enfrentar de manera más transparente la creciente demanda por este instrumento. De acuerdo a ProChile, en el segundo concurso se presentaron 162 proyectos, 64% de los cuales se orientaron a la prospección de mercados, 25% a la penetración y el 11% restante a la permanencia o consolidación de los ya existentes. En esta oportunidad los recursos del Fondo favorecerán de manera directa a 13.214 productores y exportadores, 75% más que los beneficiarios del primer concurso ocurrido en la mitad de 1999.

* El Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de CORFO, efectuó el Quinto Concurso Nacional de Proyectos para aquellos que serán ejecutados a partir del año 2000, asignando para el efecto un total de 2.670 millones de pesos para la ejecución de 18 iniciativas de inversión que involucran a once institutos y centros tecnológicos públicos. La mayoría de las iniciativas se relacionan con la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Del conjunto de proyectos aprobados destacan dos a cargo de CIREN y la Comisión Nacional de Riego, los que se relacionan con la creación de un sistema de riego (incluye obras y sistemas de control y manejo) que permita el uso más rentable de los ríos Itata, Maule y Mataquito; el de INTEC Chile, que ejecutará un proyecto relacionado con el incremento de competitividad de productos de exportación como vinos, carne de cerdo y de aves; el de la Universidad Católica junto a Chilevid, quienes desarrollarán una iniciativa orientada a la obtención de viñedos de alta calidad y con certificación varietal; y el del INIA, orientado al control de plagas que afectan la calidad de la leche y de la carne bovina.

* El Ministerio de Agricultura informó que para el año 2000 destinará 49,4 millones de dólares al Programa de Recuperación de Suelos Degradados. Los recursos asignados son 74% mayores que los destinados en 1999. Se pretende que durante el año 2000 se incorporen 270 mil hectáreas a la actividad productiva y se aumente en 13% la cobertura de los usuarios. Del monto total asignado, 48% se orientará a la X Región, 20% a la IX Región, 10% a la VIII y 9% a la VII Región.

TERCERA REGIÓN

En enero, el Ministerio de Agricultura y la Fundación Chile lanzaron oficialmente un programa de industrialización hortícola, considerada área prioritaria para lograr el desarrollo agroindustrial en el Valle del Huasco.

Esta zona fue definida como la más adecuada debido a las favorables condiciones climáticas y de suelos, la abundante disponibilidad de agua de riego que proviene del embalse Santa Juana y la baja intensidad en el uso de la tierra.

La alternativa de industrialización fue la de hortalizas en conserva, fundamentada en el tamaño de empresa y de mercado y en las ventajas comparativas respecto de otras regiones del país. Las hortalizas sujetas a industrialización son alcachofas, espárrago blanco, pimentón, baby corn y cebollines, cuyo destino principal será el mercado interno, en tanto que el espárrago verde se mantendrá en fresco y será destinado a la exportación.

El monto de la inversión previsto para la ejecución del programa asciende a 995 millones de pesos, 75% del cual será aportado por inversionistas privados.

QUINTA REGIÓN

El Comité de Pequeños Agricultores de la localidad de Chincolco inició el proyecto "Desarrollo de un huerto piloto con especies perennes tolerantes a la sequía", el que cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria. Su objetivo es identificar opciones que permitan desarrollar sistemas productivos sustentables en zonas áridas y semiáridas para detener el avance de la erosión y la desertificación.

Las especies a cultivar son higuera, granado, tuna, alcaparra y jojoba; la actividad se ejecutará en un huerto piloto de 10 hectáreas. Conjuntamente se irán elaborando fichas técnicas y económicas que permitan conocer el manejo agronómico de dichas especies, así como la rentabilidad que ofrecen y las posibilidades de mercado que tienen.

El proyecto contempla también la participación directa de los comuneros y sus familias en el manejo del huerto y la capacitación tanto de los productores directos como de los estudiantes que habitan localidades áridas y semiáridas.

Las especies propuestas como piloto presentan una baja demanda hídrica, son muy resistentes a condiciones de salinidad y a la acción de agentes

patógenos o insectos, por lo que sus requerimientos de agroquímicos son escasos.

SÉPTIMA REGIÓN

En enero se firmó en Constitución un convenio entre el CONAF, SENCE y el SERNAM, cuyo objetivo es beneficiar a 18 mujeres jefas de hogar que realizan la explotación de un vivero forestal y que bajo la forma de un plan piloto ampliarán su actividad hacia el cultivo de especies de bosque nativo.

La cooperación de las instituciones mencionadas permitirá al grupo de mujeres beneficiarias extender su actividad productiva. CONAF les proveerá de semillas de plantas nativas y el SENCE la capacitación requerida. Además de beneficiar a las mujeres, que quedarán incorporadas al programa de habilitación laboral que gestiona el SENCE, el convenio reportará beneficios de orden ambiental a través de la diversificación forestal.

OCTAVA REGIÓN

Una decena de campesinos del secano interior de Yumbel, que optaron por la reconversión agrícola con el apoyo técnico y crediticio de INDAP, ha comenzado a cosechar los frutos de su opción consistente en la incorporación de frutales como cerezos, nogales y guinda ácida en suelos que antes eran utilizados para la producción de ajos, cebollas y porotos.

La opción incluyó la incorporación de sistemas de riego por goteo y la gestión para la poscosecha, lo que ha permitido exportar, al inicio del 2000, tres mil kilos de cereza orgánica a un precio de 1.500 pesos por kilo. Los resultados alcanzados por este grupo de agricultores son una muestra de que, antes de vender sus tierras a las industrias forestales, los pequeños productores deben evaluar la opción de producir otros rubros comerciales.

DUODÉCIMA REGIÓN

En enero se inauguró en la Universidad de Magallanes un laboratorio de micropropagación de frutillas, cuyo propósito es abastecer a los pequeños agricultores con variedades de alto rendimiento y gran resistencia a enfermedades. El laboratorio permitirá cultivar plantas in vitro, de producción rápida y eficiente.

Como Magallanes es una zona en que la producción de frutas es casi inexistente, la opción por la frutilla posee gran atractivo comercial que se respalda en la demanda derivada de actividades asociadas al turismo. Esto le permitirá a los productores alcanzar precios rentables.

El laboratorio, a través de su función abastecedora, podría incentivar en la zona la formación de microempresas familiares para ejercer activamente la gestión de comercialización de la mencionada especie frutícola.

El Pulso de la Agricultura N° 33, Febrero de 2000

Publicación bimestral de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

Director y Representante Legal: Carlos Furche Guajardo

Fóno: 696 32 41 - Fax: 691 77 95 - webodepa@minagri.gob.cl

Teatinos 40 piso 8, Santiago de Chile

<http://www.odepa.gob.cl>

Mejoran calidad genética de plantas de frutilla

- Proyecto de la Umag pretende asegurar el abastecimiento local de esta fruta

Un proyecto iniciado en 1994 por académicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Magallanes (Umag) para desarrollar formas de mejoramiento genético en la producción de vegetales comenzó a dar sus frutos este año con la aplicación de la técnica de micropropagación celular en plantas de frutillas.

Lo anterior no es otra cosa que la clonación de estos vegetales, de tal forma que a partir de una planta de reconocida calidad en la producción de frutillas, se han llegado a obtener en el laboratorio del Centro Hortícola de la Umag hasta 250 ejemplares de idénticas características genéticas.

En 1996 la Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura entregó el financiamiento que, junto al aporte sostenido de la Umag, permitió levantar la infraestructura necesaria para su desarrollo.

Para iniciar el proyecto, los investigadores fueron capacitados por académicos del departamento de genética vegetal de la Universidad de Chile.

Ello, más un período de capacitación en Cuba, permitió a la bióloga Valeria Latorre dominar la técnica



En el interior del estolón de la planta de frutilla se encuentra el tejido meristemático, que concentra la información genética del vegetal. Para llegar a él se hace una "cirugía", con pinzas y bisturí.

de micropropagación denominada cultivo de meristemas, que se aplica actualmente en el laboratorio con óptimos resultados.

Asepsia absoluta

La encargada del pro-

yecto en la Umag, la ingeniero agrónomo Consuelo Sáez, explica que el meristema apical es un tejido que concentra la información genética de las plantas, y que su cultivo in vitro permite reproducir

una cantidad casi ilimitada de ejemplares iguales al original.

Para ello, a partir de las plantas seleccionadas, se obtienen muestras del tejido meristemático que no superan el 0,5 milímetro de diá-

metro.

Para obtener el meristema se desinfecta la planta y se manipula en una cámara de flujo laminar que garantiza un ambiente aséptico. Ello se consigue gracias a un filtro que limpia el aire que hay dentro de la cámara. Además, ésta se somete a diario a dosis de radiación ultravioleta que eliminan cualquier microorganismo.

El meristema se cultiva in vitro en un ambiente rico en nutrientes y hormonas -conocido como medio de establecimiento- y es allí donde comienza a formar protuberancias que más tarde, tras un proceso de cultivo, se convertirán en plantas desarrolladas.

En ese medio el tejido meristemático pasa unos 15 días, después de lo cual se lo traslada a un medio de multiplicación en el que se inicia el trabajo de subcultivo. Esto es, la producción de nuevos ejemplares.

La bióloga Valeria Latorre explicó que de cada muestra de meristema se realizan en el laboratorio siete subcultivos como máximo, cantidad ideal para que se mantengan inalterables las características genéticas del original. Superar esa cantidad de reproducciones encierra el riesgo de que se produzcan mutaciones genéticas que afecten la calidad del resultado.

Los subcultivos pasan unas tres semanas en frascos y bajo condiciones controladas de temperatura (de 22 a 25 grados celcius) y luminosidad (16 horas de luz y 8 de oscuridad).

Cuando los ejemplares alcanzan un tamaño deter-

minado se les añade un compuesto de carbón que facilita la formación de raíces, que resultan indispensables para el período de aclimatación de las plantas, en el que se crean las condiciones para su fortalecimiento para enfrentar el medio natural.

Consuelo Sáez asegura que el nivel de supervivencia de las plantas producidas mediante esta técnica cuando se las traslada al medio natural es del cien por ciento.

Garantía de calidad

Obtener ejemplares idénticos genéticamente al original permite asegurar que la calidad de la fruta producida será igual.

Además de la mantención de esa calidad, la técnica de la micropropagación abre la posibilidad de introducir mejoras genéticas que aumentan la productividad de las plantas.

Con ello se persigue consolidar en la región la producción de frutillas de alta calidad, con el Centro Hortícola de la Umag como unidad de abastecimiento de plantas mejoradas. A través de la difusión de estos cultivos se espera, en definitiva, acercar a la gente la posibilidad de consumir esta fruta.

Consuelo Sáez afirma que incluso se puede aplicar esta técnica a la recuperación de plantas como la frutilla silvestre o el calafate, que han disminuido en los últimos años debido a la sobreexplotación a que se han sometido.

La Prensa Austral 6.12.2000

Inaugurado laboratorio

Centro Hortícola clonará frutillas

Para obtener la mejor calidad posible en la frutilla magallánica que se cultiva en el Centro Hortícola de la Universidad de Magallanes, los investigadores decidieron tomar las plantas que han dado mejores resultados y fabricar clones de ellas.

Ese es el objetivo del laboratorio de micropropagación in vitro que se inauguró ayer en las dependencias del Instituto de la Patagonia, y que según la ingeniero agrónomo Consuelo Sáez va a permitir obtener de una planta, muchos ejemplares iguales.

De esa forma, explicó, se asegura la mejor producción de esta especie. Antes de la inauguración del laboratorio,

los investigadores ya habían avanzado en el proceso, que por primera vez se efectúa en ese recinto, por lo que ya hay resultados a la vista.

La implementación del laboratorio donde se clonó las plantas de frutilla fue posible gracias a una inversión de 35 millones de pesos financiados por la Universidad de Magallanes, la Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Educación.

Consuelo Sáez señaló que la primera experiencia con las frutillas, que ha resultado exitosa, se va a repetir en el mismo laboratorio con otras especies vegetales como las peonías y el calafate.

PROYECTO MEJORA PRODUCTIVIDAD DE PLANTAS DE FRUTILLAS

Con pleno éxito se ha desarrollado el proyecto destinado a mejorar la productividad y asegurar la calidad de las plantas de frutillas, a través de la aplicación de técnicas de micropropagación. Dicho trabajo se realiza en el Laboratorio de Micropropagación del Centro Hortícola,

recientemente inaugurado. Según explicó la Ingeniero Agrónomo, Consuelo Sáez, a partir de una planta de reconocida calidad se han obtenido hasta 250 ejemplares de idénticas características. En términos simples se trata de un proceso de clonación que permite asegurar que la calidad de la fruta producida.

Asimismo está técnica da la posibilidad de introducir mejoras genéticas, que aumentan la productividad de las plantas.

El laboratorio inaugurado significó una inversión de 35 millones de pesos, con aportes de la Universidad, la Fundación para la Innovación Agraria, FIA y el Ministerio de Educa-

ción. Finalmente la encargada del proyecto indicó que se espera traspasar esta experiencias a otras especies ve-



Consuelo Sáez y el Rector de la Universidad, al momento de inaugurar el Laboratorio de Micropropagación.



La encargada del proyecto muestra algunas de las plantas obtenidas a través de técnicas de micropropagación.

getales y por su puesto que el resultado de estas investigaciones sean beneficiosas para los productores regionales.

PUBLICACIONES



Dos nuevas publicaciones figuran entre las Ediciones de la Universidad de Magallanes

La primera se refiere al libro " Cronología de Antecedentes para la Historia de las Ciencias Naturales de la Región de Magallanes: Siglos XVI al XIX, de Vicente Pérez, entomólogo e investigador del Instituto de la Patagonia.

Por otra parte se acaba de editar el Volumen N°28 de los Anales del Instituto de la Patagonia Serie Ciencias Humanas y Ciencias Naturales.



A N E X O X I

CARTA PRODUCTORES SAN PEDRO

San Pedro, 11 de Mayo de 2000.

Sra.
Consuelo Sáez Molina
Presente

Fax. 61-231189

La comuna de San Pedro pertenece a la Región Metropolitana. Es una zona de rulo y por lo tanto tiene aguas limpias que se extraen de norias y pozos profundos.

Según estudios se comprobó que su clima es muy parecido al de California (E.E.U.U.), lo más grandes productores de frutillas en el mundo. Por este motivo se trajeron desde allá las primeras plantas con excelentes resultados.

Actualmente en San Pedro se produce más del 50% de las frutillas de Chile. Es una zona donde más del 90% de la población durante tres décadas se dedica a este cultivo.

Las cinco variedades que Uds. nos mandaron han tenido excelente desarrollo y se ven muy sanas, todas de muy buen sabor y aspecto. Siendo el fruto más firme en Gorella y Dania y la con mas cantidad de fruta es la variedad Ostara.

San Pedro compra cada año alrededor de tres millones de plantas. Nos interesa que Uds. puedan producir las siguientes variedades californianas: Pájaro, Selva, Camarosa y Tudla. Sin descartar ninguna de las que Uds. nos enviaron.

En San Pedro hay varias empresas interesadas como Huertos del Sol, Agro-frutillas, Fruit-Model Chile, etc. y también muchos agricultores independientes como es mi caso.

Deseo que les vaya muy bien y sigan adelante con este hermoso proyecto de producción de plantas ya que su zona les favorece enormemente.

Espero nos podamos juntar proxicamente en una reunión con varias empresas y agricultores independientes de San Pedro y así formalizar personalmente la futura comercialización de las plantas.

Saluda atte. A Ud.

Claudio Marín Musri