

01 H. 12222 - a  
Consejo Federal de Inversiones  
T II

NORA  
Programa de Apoyo Hortícola

44904

Manco Wehbe

Provincia de Tierra del Fuego



Consejo Federal de Inversiones

Programa de Apoyo a la Producción Hortícola y mejoramiento Estructural del Invernadero de la Ciudad de Río Grande

Autor: Ing Agr Carlos A Tassara

2005

INDICE DE CONTENIDOS
----------------------

	Página
Introducción-----	18
I - Relevamiento de datos climáticos actualizados.-----	19
II - Relevamiento de limitantes hortícolas de suelo y aguas zonales.-----	23
III - Determinación de variedades más aptas de los cinco cultivos seleccionados.-----	30
IV - Cultivos forzados con y sin suelo:	
IV.1 Determinación de tecnologías de producción para cada cultivo.-----	31
IV.2 Selección de grupos de productores para el programa de desarrollo.-----	34
IV.3 Tecnología de la producción.	
3.1 Capacitación.	
3.1.a Plantinera.-----	34
a.1 Conceptos, utilidades, lugar, forma y tamaño.-----	35
a.2 Materiales: bandejas de siembra, sustratos, sembradoras, agroquímicos y semillas-----	39
a.3 Sustratos: tipos, composición, caracterización propiedades físicas y químicas.-----	45
a.4 Plantines: condiciones para el crecimiento, ciclos y calidad.-----	54
a.5 Factores adversos: de origen parasitario y no parasitario.-----	57
a.6 La importancia de las determinaciones analíticas en almaciguera.-----	57
b. Manejo de aguas y suelos.-----	58
b.1 Aguas-----	58
b.1.1 Problemas de calidad de aguas.-----	59
b.1.2 Salinidad.-----	59
b.1.3 Infiltración-----	61
b.1.4 Toxicidad.-----	61

b.1.5 Varios.....	61
b.1.6 Procedimiento para evaluar calidad de aguas.....	62
b.1.7 Problemas de salinidad.....	65
b.1.8 Aumento de salinidad de los suelos.....	65
b.1.9 Efecto de la salinidad sobre los cultivos.....	67
b.1.10 Problemas de infiltración.....	68
b.1.11 Problemas de toxicidad.....	71
b.1.12 La importancia de las determinaciones químicas de aguas.--	75
b.2 Suelos.....	80
b.2.1 Propiedades físicas químicas y biológicas.....	81
b.2.2 Agua del suelo, parametros de interés.....	86
b.2.3 Nutrientes primarios y secundarios.....	94
b.2.4 Micronutrientes.....	104
b.2.5 Determinaciones químicas y físicas de suelo.....	108
c. Patología vegetal.....	112
c.1 Diagnostico de enfermedades de las plantas.....	112
c.1.1 Métodos.....	112
c.1.2 Enfermedades de origen no parasitario.....	113
c.1.2.1 Deficiencia de elementos.....	114
c.1.2.2 Exceso de sustancias químicas.....	115
c.1.3 Enfermedades de origen parasitario.....	116
c.1.3.1 Sintomas y signos.....	116
c.1.3.2 Diagnostico de enfermedades hongos, bacterias y virus--	118
c.1.3.3 Insectos, ácaros y nematodos.....	127

c.2 Terapeutica vegetal.....	127
c.2.1 Herbicidas, fungicidas, insecticidas y reguladores.....	128
d. Manejo de los cultivos.....	136
d.1 Breve descripcion botanica	
Tomate.....	136
Lechuga.....	143
Frutilla.....	148
Espinaca.....	154
Acelga.....	157
d.2 Calendario de siembras	
Tomate.....	136
Lechuga.....	143
Frutilla.....	149
Espinaca.....	154
Acelga.....	157
d.3 Fisiologia de la producción	
Tomate.....	136
Lechuga.....	144
Frutilla.....	150
Espinaca.....	155
Acelga.....	158
d.4 Clima y suelo	
Tomate.....	137
Lechuga.....	144
Frutilla.....	150
Espinaca.....	155
Acelga.....	158
d.5 Semillas y plantines	
Tomate.....	137
Lechuga.....	145
Frutilla.....	150
Espinaca.....	155
Acelga.....	158
d.6 Siembra y plantacion	
Tomate.....	138
Lechuga.....	146
Frutilla.....	151
Espinaca.....	155
Acelga.....	158

d.7 Labores culturales	
Tomate-----	140
Lechuga-----	146
Frutilla-----	151
Espinaca-----	156
Acelga -----	159
d.8 Cosecha	
Tomate-----	141
Lechuga-----	147
Frutilla-----	152
Espinaca-----	156
Acelga-----	160
d.9 Comercialización	
Tomate-----	142
Lechuga-----	147
Frutilla-----	152
Espinaca-----	156
Acelga-----	160
d.10 Factores adversos	
Tomate-----	142
Lechuga-----	148
Frutilla-----	152
Espinaca-----	156
Acelga-----	160
d.11 Oportunidades zonales	
Tomate-----	143
Lechuga-----	148
Frutilla-----	153
Espinaca-----	156
Acelga-----	160
e. Invernaderos-----	161
e.1 Cultivos protegidos-----	161
e.2 Balance energetico-----	161
e.3 Factores que modifican la captacion de energia-----	164
e.4 Materiales de cubierta: tipos y características.-----	166
e.5 Cultivos protegidos: tipos y características.-----	169
e.6 Instalaciones del invernadero, ubicación, dimensiones y orientación.-----	170

e.7 Climatización del invernadero: control de bajas y altas temperaturas.-----	171
e.8 Indicaciones prácticas de trabajo: temperatura y humedad.-----	173
f. Gestión y planeamiento de la empresa-----	173
f.1 Conceptos y utilidades-----	173
f.2 Costos: conceptos, tipos y clasificación.-----	178
f.3 Resultados: margen bruto, neto, resultado de la explotación y de la empresa.-----	179
f. Rentabilidad.-----	183
f. Seguimiento y asistencia técnica.-----	183
V – Cultivos a la intemperie con o sin suelo-----	184
VI – Infraestructura y requerimientos-----	185
VI .1 Requerimientos mínimos para cultivos a la intemperie o invernadero.-----	186
VI .2 Requerimientos en activos de trabajo.-----	187
VII – Invernadero experimental de la ciudad de Río Grande.-----	189
VII .1 Determinación y descripción de las limitantes de producción.-----	189
VII .2 Determinación de las reformas para corregir deficiencias.-----	190
VII .3 Análisis económico.-----	196
VIII – Conclusiones y recomendaciones.-----	196
- Bibliografía-----	198

INDICE DE CUADROS
-------------------

	Página
Cuadro N° 1-----	19
Valores extremos de velocidades de viento en la ciudad de Río Grande.	
Cuadro N° 2-----	20
Valores máximos y mínimos de velocidad de viento medidos en perímetro del invernadero provincial de la ciudad de Río Grande.	
Cuadro N° 3-----	21
Resumen de datos climáticos de Ushuaia.	
Cuadro N° 4-----	22
Resumen de datos climáticos de Río Grande.	
Cuadro N° 5-----	24
Tabla síntesis de la geomorfología, suelos, aptitud y limitaciones más importantes del valle del Río Candelaria expresadas por unidades cartográficas en hectáreas.	
Cuadro N° 6-----	25
Principales limitaciones de los suelos del valle de Andorra.	
Cuadro N° 7-----	25
Limitaciones principales de los suelos del Valle del Río Pipo.	
Cuadro N° 8-----	26
Limitaciones de los suelos del area proxima a Tolhuin.	
Cuadro N° 9-----	27
Datos analíticos de agua del Arroyo Grande.	
Cuadro N° 10-----	28
Datos analíticos de agua del Río Pipo.	
Cuadro N° 11-----	29
Datos analíticos de agua del Río Candelaria.	
Cuadro N° 12-----	30

Datos analíticos de agua del Lago Lagnano

Cuadro N° 13-----31

Cultivares hortícolas más adaptados en las tres principales ciudades.

Cuadro N° 14-----32 y 33

Características tecnológicas de la producción hortícola de las tres principales ciudades de Tierra del Fuego.

Cuadro N° 15-----38

Diferencias de superficies expuestas de plantineras con igual superficie de suelo.

Cuadro N° 16-----42

Periodos medios de viabilidad (P50) en años de diferentes semillas hortícolas.

Cuadro N° 17-----43

Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla según temperatura de almacenamiento durante cinco años.

Cuadro N° 18-----43

Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla según contenido de humedad de semilla(% en peso fresco) en almacenamiento durante cinco años.

Cuadro N° 19-----44

Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla según germinación inicial del lote en almacenamiento durante cinco años.

Cuadro N° 20-----45

Contenidos de humedad de semillas (% de peso fresco) de hortalizas en equilibrio con el medio a varias humedades relativas (%) y a una temperatura de 25 °C.

Cuadro N° 21-----46

Diversos subproductos y residuos empleados como ingrediente de sustratos.

Cuadro N° 22-----47

Comparación de la composición en porcentajes de un suelo mineral y un sustrato orgánico.

Cuadro N° 23-----	48
Valores de relación C/N en diferentes materiales orgánicos.	
Cuadro N° 24-----	49
Valores de la CIC de algunos componentes del suelo.	
Cuadro N° 25-----	50
Valores medios de porosidad (%) total de distintos componentes.	
Cuadro N° 26-----	51
Densidad aparente en g/cm <sup>3</sup> de algunos ingredientes de sustratos, e influencia en el tamaño de partícula.	
Cuadro N° 27-----	52
Valores de pH óptimos para el crecimiento de las especies.	
Cuadro N° 28-----	53
Disminución del 50 % del rendimiento y emergencia de varios cultivos por concentraciones salinas.	
Cuadro N° 29-----	54
Composición del complejo de cambio de dos suelos orgánicos ácidos.	
Cuadro N° 30-----	57
Temperatura del sustrato en °C, porcentaje de germinación (%) y tiempo promedio de emergencia (días) para distintas especies.	
Cuadro N° 31-----	63
Directrices para interpretar la calidad de las aguas para riego.	
Cuadro N° 32-----	64
Análisis de laboratorio necesarios para evaluar las aguas de riego	
Cuadro N° 33-----	68
Retención de agua (bares) de un suelo franco arcilloso a varios niveles de salinidad.	
Cuadro N° 34-----	68

Tolerancia a la salinidad por grupos de cultivos.	
Cuadro N° 35-----	72
Tolerancia al cloro de los cultivos hortícola.	
Cuadro N° 36-----	73
Tolerancia relativa de algunos cultivos al sodio intercambiable	
Cuadro N° 37-----	75
Límites de tolerancia de boro para distintos cultivos.	
Cuadro N° 38-----	76
Datos analíticos de agua del Arroyo Grande con estimaciones para uso agronomico.	
Cuadro N° 39-----	77
Datos analíticos de agua del Río Pipo con estimaciones para uso agronomico.	
Cuadro N° 40-----	78
Datos analíticos de agua del Río Candelaria con estimaciones para uso agronomico.	
cuadro N° 41-----	79
Datos analíticos de agua del Lago Fagnano con estimaciones para uso agronomico.	
Cuadro N° 42-----	81
Rendimientos medios de distintas hortalizas y de algunos cereales correlacionado con la extracción de nutrientes.	
Cuadro N° 43-----	82
Tamaño de partículas primarias del suelo.	
Cuadro N° 44-----	83
Relación entre la CIC y la textura del suelo.	
Cuadro N° 45-----	83
Volumen de agua disponible en porcentaje (%) en el suelo según clases texturales.	
Cuadro N° 46-----	84

Clasificación de los agregados.

Cuadro N° 47-----84

Indicadores agronómicos de la estructura del suelo.

Cuadro N° 48-----85

Interpretaciones generales agronómicas del color de los suelos.

Cuadro N° 49-----86

Acción de la aireación sobre los cultivos.

Cuadro N° 50-----86

Parámetros de agua de suelo.

Cuadro N° 51-----87

Niveles de agotamiento de aguas del suelo, expresados como tensiones de humedad del suelo, tolerados por distintos cultivos para que la evapotranspiración del cultivo se mantenga a niveles óptimos y se obtengan altos rendimientos.

Cuadro N° 52-----88

Profundidad efectiva de las raíces en la fase de maduración, en suelos profundos y homogéneos.

Cuadro N° 53-----88

Calidad de suelos según profundidad del perfil.

Cuadro N° 54-----89

Clases de drenaje en relación con la capacidad de uso de los suelos.

Cuadro N° 55-----90

Clasificación de los suelos según pH actual y potencial.

Cuadro N° 56-----91

Óptimos de pH para distintos grupos microbianos.

Cuadro N° 57-----91

Cantidad de nutrientes asimilables según pH del suelo.

Cuadro N° 58-----92

Caracterización de suelos salinos y sódicos.

Cuadro N° 59-----93

Tolerancia a las sales de los cultivos.

Cuadro N° 60-----94

Capacidad de intercambio cationico de algunos materiales.

Cuadro N° 61-----96

Condiciones que afectan la nitrificación.

Cuadro N° 62-----98

Relación entre la textura del suelo y el porcentaje (%) de nitrógeno total que puede liberar el suelo en una estación o ciclo de cultivo.

Cuadro N° 63-----100

Influencia del potasio sobre la fijación de CO<sub>2</sub> en cloroplastos aislados de espinaca.

Cuadro N° 64-----100

Relaciones entre el nivel de potasio en hojas de alfalfa, la tasa de fotosíntesis, la tasa de respiración y la resistencia estomatica.

Cuadro N° 65-----102

Aportes y pérdidas de azufre en el suelo.

Cuadro N° 66-----105

Contenido aproximado de macro y micronutrientes en la capa arable.

Cuadro N° 67-----108

Clasificación de humus.

Cuadro N° 68-----110 y 111

Determinaciones analíticas de suelo: métodos, relaciones, niveles críticos y toxicidad de elementos.

Cuadro Nº 69-----120 y 121

Clave abreviada de los principales hongos imperfectos.

Cuadro Nº 70-----122

Claves para mildíus.

Cuadro Nº 71-----128, 129, 130 y 131

Herbicidas utilizados en horticultura.

Cuadro Nº 72-----132 y 133

Fungicidas más utilizados en horticultura.

Cuadro Nº 73-----133, 134, y 135

Insecticidas más utilizados en horticultura.

Cuadro Nº 74-----135

Reguladores de crecimiento y bactericidas.

Cuadro Nº 75-----159

Cultivares de acelga.

Cuadro Nº 76-----164

Transmisibilidad de los distintos materiales de cobertura a la luz directa.

Cuadro Nº 77-----165

Transmisibilidad de los distintos materiales de cobertura a la luz directa incluyendo el efecto de la estructura de soporte del material.

Cuadro Nº 78-----165

Coefficiente de transmisión, reflexión y absorción del vidrio según ángulo de incidencia de la luz (3 mm de espesor).

Cuadro Nº 79-----166

Transmisión de luz directa en un invernadero de polietileno en distintas épocas del año (21 de diciembre, 21 de marzo y 21 de junio, hemisferio norte, latitud 42°).

Cuadro N° 80-----	168
Características del polietileno de baja densidad.	
Cuadro N° 81-----	169
Transparencia de los distintos materiales a las radiaciones solares.	
Cuadro N° 82-----	175
Estado de resultados de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense (ejercicio 2000/2001, valores monetarios expresados septiembre 2001).	
Cuadro N° 83-----	182
Presentación de los resultados de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense (ejercicio 2000/2001, valores monetarios expresado septiembre 2001).	
Cuadro N° 84-----	186
Infraestructura de los establecimientos hortícolas de las tres principales ciudades de Tierra del Fuego.	
Cuadro N° 85-----	192
Modelo de simulación de rotura de plástico según velocidad del viento.	

## INDICE DE ESQUEMAS

	Página
Esquema N° 1	
Ciclo del nitrógeno.-----	92
Esquema N° 2	
Formas de fósforo en el suelo.-----	99
Esquema N° 3	
Dinámica de potasio en el suelo.-----	101
Esquema N° 4	
Ciclo del azufre.-----	102
Esquema N° 5	
Dinámica de calcio y magnesio en los suelos.-----	104
Esquema N° 6	
Transformaciones de la materia orgánica del suelo.-----	107
Esquema N° 7	
Espectro electromagnético.-----	162
Esquema N° 8	
Balance de radiaciones infrarrojas.-----	163
Esquema 9	
El proceso administrativo de la empresa.-----	176
Esquema N° 10	
Análisis de resultados.-----	176
Esquema N° 11	
Balance patrimonial.-----	178

Esquema N° 12

Modificación de la barrera rompevientos del invernadero de la ciudad  
de Río Grande----- 193

Esquema N° 13

Estado original de la parte cenital del invernadero (vista de dos módulos) de la ciudad  
de Río Grande----- 194

Esquema N° 14

Estado modificado de la parte cenital del invernadero (vista de dos módulos) de la  
ciudad de Río Grande-----195

INDICE DE GRAFICOS
--------------------

Página

Grafico N° 1

Influencia del volumen de las celdas de bandejas de siembra en la ganancia de materia seca de plántulas de tomate (Marr y Jirk 1990).----- 40

Grafico N° 2

Reducción relativa de la infiltración, provocada por la salinidad y la relación de adsorción de sodio (Rhoades 1977, Oster y Schroer 1979).----- 70

**PROGRAMA DE APOYO A LA PRODUCCION HORTÍCOLA Y REFORMA ESTRUCTURAL DEL INVERNADERO EXPERIMENTAL DE LA CIUDAD DE RÍO GRANDE**

Introducción

En la primer comisión realizada a la Provincia de Tierra del Fuego se relevaron datos de clima, suelo y aguas en las tres ciudades más importantes: Río Grande, Ushuaia y Tolhuin. Estos parámetros serán utilizados para un análisis actual y potencialidad de los recursos para uso hortícola.

Se determinaron las variedades hortícolas más usadas en la zona y las tecnologías de producción para cada uno de los cultivos seleccionados.

También se seleccionaron y conformaron tres grupos de productores para la realización de charlas de capacitación sobre producción de hortalizas, en las tres ciudades fueguinas mencionadas.

En la ciudad de Río Grande se visitó en varias ocasiones (buscando días de alta velocidad de viento) el invernadero experimental con el objeto de describir deficiencias de estructura.

En la búsqueda de datos agrotécnicos mencionados se intentó resaltar los que serán limitantes para la producción.

En la segunda comisión se dictó la clase de plantinera y manejo de aguas, y se formularon las recomendaciones para solucionar las deficiencias del invernadero experimental de la ciudad de Río Grande.

En la tercera, cuarta y quinta comisión se dictaron las clases de manejo de suelos y patología vegetal; manejo de cultivos e invernaderos y gestión y planeamiento de la empresa.

En el desarrollo de los contenidos que se expusieron en todas las clases que se dictaron en las ciudades mencionadas, se incluyó en cada punto requerido en la capacitación los datos relevados en la primer comisión. Algunos de estos datos, se han elaborado para fines no agronómicos, por eso en algunos casos debieron ser transformados para utilizarlos en el programa.

El número total de productores que asistieron a las charlas fue:

<b>Río Grande</b>	<b>Ushuaia</b>	<b>Tolhuin</b>
Ibarra José	Herrera Raúl	Sánchez Juan
Ibarra Miguel Ángel	Herrera Cristian	Vázquez Octavio
Ibarra Miguel Alejandro	Escobar Daniel	Eiriz Mario
Luque Gustavo	Escobar Valentín	
Sosa Hugo	Moon Byjng	
Velásquez Ricardo	Berguizan D	
Loto Angélico		
Herrera Juan		
Andréu Jorge		

Barreto Julio  
 Garrudo Guillermo  
 Prieto Juan

1- Relevamiento de datos de clima actualizados.

La fuente de obtención de datos climáticos es del CADIC, que es una estación experimental ubicada en la ciudad de Ushuaia. En esta estación se obtuvo datos para la ciudad de Río Grande y Ushuaia (cuadro N° 3 y 4).

Otra fuente consultada fue la red de datos climáticos en el ámbito nacional de la estación del aeropuerto de Río Grande (cuadro N° 1). De esta fuente se priorizó las velocidades máximas de vientos, por ser los datos de mayor importancia para uno de los objetivos del programa.

Otros datos climáticos medidos personalmente, fueron velocidades de vientos y "turbulencias" in-situ en el invernadero provincial de la ciudad de Río Grande (cuadro N° 2). Estos últimos se obtuvieron con un anemómetro manual, que indica velocidades máximas y mínimas en un determinado tiempo.

La ciudad de Tolhuin no cuenta con estación meteorológica, por consiguiente carece de datos climáticos oficiales. Solo serán mencionadas diferencias climáticas de comunicación oral.

Cuadro N° 1

**VALORES EXTREMOS DE VELOCIDADES DE VIENTO EN LA CIUDAD DE RIO GRANDE.**

	VEL	DD														
Max	101	270	83	290	77	320	130	230	120	230	111	320	100	270	101	280

VEL: velocidad en Km/hs

DD : dirección en grados.

Max: máxima

Cuadro Nº 2

**VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE VELOCIDAD DE VIENTO MEDIDOS EN PERÍMETRO DEL INVERNADERO PROVINCIAL DE LA CIUDAD DE RÍO GRANDE**

DD	MAX	MIN	PUNTO DE OBSERVACION
W	60	0	Medición realizada arriba en la meseta.
W	31	28	Medición realizada al nivel de suelo en vértice W.
W	43	26	Medición realizada al nivel de suelo a mitad de la cara SW.
W	51	27	Medición realizada al nivel de suelo al final de la cara SW.
W	60	31	Medición a la altura de la mitad de la cara SW en la cumbrera (6,6 m de altura).
W	42	23	Medición a la altura de la mitad de la cara SW en ventana cenital (5 m de altura)
W	63	30	Medición realizada al final de la cara SW en la cumbrera (6,6 m de altura)
W	49	24	Medición al final de la cara SW en la ventana cenital (5 m de altura.
W	23	18	Medición a nivel del suelo en la cara SE.
W	46	45	Medición en el vértice S en la cumbrera (6,6 de altura)
W	30	27	Medición en el vértice S en la ventana cenital(5m altura)

Aclaración: el tiempo de medición en cada punto de observación fue de 20 minutos.

DD: dirección del viento

VEL: velocidad de viento en Km/hs

MAX: máximo

MIN: mínimo

Cuadro N° 3

**RESUMEN DE DATOS CLIMÁTICOS DE USHUAIA**

Elaborado por : Rodolfo Iturraspe y Carlos Schroeder - Secedoc, CADIC

VARIABLE CLIMATICA	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO	PERIODO
TEMPERATURA MEDIA	[oC]	9.3	9.0	7.7	5.5	3.2	1.3	1.1	2.0	3.7	5.9	7.2	8.5	5.4	1901/2002
TEMP. MAX. MEDIA	[oC]	14.1	14.0	12.3	9.6	6.6	4.5	4.4	5.8	7.9	10.8	12.2	13.1	9.6	1961/88
TEMP. MIN. MEDIA	[oC]	5.3	5.1	3.7	2.1	0.0	-1.8	-2.0	-1.3	0.4	2.2	3.3	4.7	1.8	1961/88
HUMEDAD RELATIVA	[%]	71.3	69.7	73.2	74.6	77.1	80.4	80.3	76.9	73.0	68.9	68.5	69.1	73.6	1901/88
PRECIPITACION TOTAL	[mm]	50.2	47.5	53.9	49.5	44.1	43.6	39.2	40.5	37.5	37.8	42.3	47.4	53.5	1876/2002
PRECIPITACION NIVAL	[mm]	0.9	0.3	3.9	9.3	20.2	27.3	25.1	20.7	16.5	4.5	1.6	1.6	131.9	1980/96
PRESION ATMOSFERICA	[hpc]	995.8	995.1	997.3	997.4	998.1	998.2	999.3	998.1	999.5	997.9	996.6	996.4	997.4	1941/80
VELOC. MEDIA DEL VIENTO	[km/h]	17.0	16.0	13.4	12.0	10.1	9.8	10.1	11.9	14.6	17.5	19.2	18.3	14.3	1951/88
FREC DE CALMAS	%	43	48	53	54	67	64	67	59	54	44	39	40	53	1971/80
PROM.VIENTOS MAXIMOS	[km/h]	57.6	61.9	50.3	47.9	39.7	44.7	40.1	47.9	56.4	55.1	55.8	56.0	51.2	1971/80
VIENTOS A 0,50 m	[km/h]	6.3	4.4	4.1	3.8	2.8	3.6	5.3	5.4	5.8	6.7	7.1	6.9	5.2	7/85 a 6/88
DIRECC. PREDOM V.MAX.		SW	1971/80												
RADIACION SOLAR	Kjoul/m <sup>2</sup>	18315	15965	11109	5662	2368	1412	1948	4645	9344	15160	17503	18641	10173	1986/88
ELIOFANIA EFECTIVA	[hs]	5.4	5.2	4.3	3.4	2.4	1.4	1.8	2.7	4.1	5.3	6.0	5.4	3.9	1971/80
FREC. DE HELADAS	[días]	0.3	0.6	2.3	7.7	16.3	21.6	23.5	21.3	13.9	6.8	3.5	0.8	118.5	1901/88

Fuente: SMN, Base Aeronaval Ushuaia, registros propios (Estación CADIC, Ushuaia).

Cuadro N° 4

**RESUMEN DE DATOS CLIMÁTICOS DE RIO GRANDE**

Elaborado por: Rodolfo Iturraspe y Carlos Schroeder - Secedoc, CADIC

VARIABLE CLIMÁTICA	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año	Período
TEMPERATURA MEDIA	oC	10.9	10.3	8.2	5.8	2.8	0.0	-0.3	1.1	3.3	6.2	8.3	9.8	5.6	1974-2001
TEMP. MAX. MEDIA	oC	14.8	14.7	12.8	9.5	5.7	3.0	2.7	4.6	7.2	10.5	12.0	13.8	9.3	(1)
TEMP. MIN. MEDIA	oC	5.0	4.6	3.4	1.3	-0.5	-2.8	-2.6	-1.6	0.0	1.7	2.9	4.6	1.3	(1)
NUM DÍAS CON HELADAS	Días	0.4	0.8	6.0	12.0	18.0	24.0	24.0	24.0	16.0	8.0	2.0	1.0	136	1981-1990
PRECIPITACION	mm	31.3	28.9	25.8	27.7	31.2	24.2	22.8	16.4	14.4	15.7	26.0	35.7	300	1974-2001
HUMEDAD RELATIVA	%	70.7	73.4	78.0	82.0	88.4	88.7	89.5	86.1	80.7	73.9	70.4	69.9	79.5	(1)
VELOCIDAD DEL VIENTO	km/h	27.1	26.9	22.6	20.8	16.9	17.0	16.2	20.0	21.8	28.0	28.9	28.4	22.9	(1)
DIRECCIÓN DEL VIENTO		W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	(1)
FRECUENCIA DE CALMAS	%	4.8	5.5	10.4	11.0	14.3	14.9	11.0	11.3	7.3	4.0	2.6	3.9	8.4	1981-1990
VELOCIDAD VIENTO MÁXIMO DIARIO	km/h	101	111	96	120	77	88	83	87	101	114	111	100	120	1981-1990
DIRECCIÓN PREDOM VIENTOS MAXIMOS	Grados (0=N)	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	1981-1990
HELIOFANIA EFECTIVA	Horas	5.5	6.2	5.0	3.8	2.5	2.8	2.8	3.7	4.9	6.0	6.2	6.2	4.6	1981-1990
HELIOFANÍA RELATIVA	%	33.0	43.0	40.0	36.0	29.0	37.0	35.0	39.0	42.0	44.0	39.0	36.0	38.0	1981-1990

Fuente: SMN, Base Aeronaval Ushuaia, registros propios (Estación CADIC, Ushuaia).

### Clima de la ciudad de Tolhuin

Los datos climáticos de la ciudad de Tolhuin, son obtenidos por una encuesta, que se realizó a los productores de la zona, pues este lugar, como fue comentado, carece de información meteorológica oficial.

Tolhuin se encuentra, a mayor altura sobre el nivel del mar que Río Grande y Ushuaia, a orilla del lago Fagnano cerca de la mitad del territorio de la isla (zona de precordillera).

La encuesta a cuatro productores del área, nos indica un clima mas extremo en temperaturas, mayor en verano menor en invierno, mayor amplitud térmica diaria, mayor condensación de vapor de agua (podemos pensar en mayor humedad relativa diaria), menores vientos, menor heliofania (zona de montaña). Definimos a Tolhuin como un clima mediterráneo. Los productores encuestados compararon a Tolhuin con Río Grande desde el punto de vista climático.

## 2- Relevamiento de datos de suelos y aguas zonales.

### 2.1 Suelos

La búsqueda de datos edafológicos se dirigió a los suelos donde se encontraban los productores de las tres zonas en estudio (datos obtenidos en una encuesta previa).

En la ciudad de Río Grande se utilizó un trabajo realizado por el Ing. Gerardo Ourracariet que versa sobre la aptitud de los suelos del valle del Río Candelaria (cuadro N° 5)

El valle del Río Candelaria contiene todos los productos del cinturón verde de la ciudad de Río Grande.

En la ciudad de Ushuaia y Tolhuin se utilizó un trabajo de edafología que contiene a los productores de los dos cinturones verdes de las ciudades mencionadas, llamado "Principales limitaciones de los suelos del Río Pipo, Valle de Andorra y áreas próximas a Tolhuin"(Ourracariet y Ferrer, cuadro N° 6, 7, y 8)

El Río Pipo y el valle de Andorra abarcan el cinturón hortícola de Ushuaia.

Cuadro N° 5

**TABLA SÍNTESIS DE LA GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, APTITUD Y LIMITACIONES MAS IMPORTANTES DEL VALLE DEL RIO CANDELARIA EXPRESADAS POR UNIDADES CARTOGRÁFICAS EN HECTÁREAS**

UCN	SUP (ha)	GEOMORFOLOGIA	DOMINANCIA	SUELOS INTEGRANTES	APTITUD RIEGO DE PASTURAS	P/ LIMITACIONES MAS IMPORTANTES
1	130	planicie de inundación	D	Criumbreptes acuico	baja	Drenaje muy pobre
			S	Criumbreptes entico	baja	
2	60	Terrazas bajas	D	Crioboroles tipicos	moderada	Drenaje moderado Prof. efectiva Frag. gruesos
			S	Criumbreptes enticos	moderada	
3	900	Terrazas bajas	D	Criumbreptes acuico	moderada	textura fina drenaje moderado texturas finas a muy finas
			S	Crioboroles tipicos	moderada	
4	40	Terrazas bajas	D	Crioboroles tipicos	moderada	texturas finas idem anterior
			S	Criumbreptes tipicos	moderada	
5	990	Terrazas bajas	D	Criacueptes humicos	no evaluada	textura fina drenaje imperf.
			S	Criacueptes Hístico		
6	185	Terrazas intermedias	D	Crioboroles tipicos	baja	prof efec, drenaje frag gruesos, tex. drenaje imperf. pendiente.
			S	Criumbreptes Tipico	moderada	
7	125	Terrazas intermedias	D	Criacueptes tipicos	moderada	pendiente severa
			S	Criumbreptes Enticos	moderada	
8	225	Plano inclinado entre terrazas y lomas	D	Borosapristes tipicos	no apta	drenaje imperf. y pobre texturas finas pendientes severa
			S	Criacueptes humicos	baja	

D.: dominante o principal  
S: subordinado arealmente

Cuadro N° 6

**PRINCIPALES LIMITACIONES DE LOS SUELOS DEL VALLE DE ANDORRA**

Símbolo de la zona	superficie (ha)	limitaciones
1	14	Abundante pedregosidad superficial y subsuperficial, disección
2	11	Restricciones topográficas acentuadas (pendientes y disección)
3	68	Drenaje restringido.
4	28	Drenaje restringido; limitaciones por topografía
5	26	Profundidad efectiva limitada (grava subsuperficial no cementada). Se desconoce extensión de limitación.
6	42	Profundidad efectiva limitada (grava subsuperficial); drenaje restringido; pendiente; topografía.

Cuadro N° 7

**LIMITACIONES PRINCIPALES DE LOS SUELOS DEL VALLE DEL RIO PIPO**

Símbolo (UC)	superficie (ha)	clase de aptitud actual para hortalizas	limitaciones
1	20	no apto	mal drenaje
2	13	baja	drenaje deficiente
3	14	alta	sin limitaciones
4	4	baja	drenaje deficiente
5	17	alta	sectores con pendiente de 5 % de inclinación
6	12	alta	sectores sujetos a avenidas de agua chorrillos.
7	20	no apta	escasa profundidad efectiva (40-20cm); alta acidez.

Cuadro N° 8

**LIMITACIONES DE LOS SUELOS DEL AREA PROXIMA A TOLHUIN**

Símbolo (UC)	superficie (ha)	clase de aptitud actual Hortalizas	limitaciones
1	23	baja	Escasa profundidad efectiva (40-20cm); abundantes pedregosidad.
2	14	baja	Escasa profundidad efectiva (40-20cm) fuerte acidez
3	27	baja	Escasa profundidad efectiva (40-20cm); niveles tóxicos de aluminio, bloqueo de fósforo y oligoelementos, bajo potasio y calcio.
4	14	no apto	Mal drenaje;(turberas).

**2.2 Aguas**

Las fuentes de aguas relevadas para riego de cultivos hortícola, son las que utilizan los productores de los tres cinturones verdes en estudio. Existen otras fuentes de las que no se obtuvo información, estas provienen de afluentes subterráneos (agua de pozo), que son individuales de cada productor.

La información provino del CADIC, que realiza determinaciones de aguas con fines de consumo humano.

Se obtuvieron datos de calidad de aguas de: Río Grande, Río Candelaria, del Arroyo Grande, del Río Pipo, y del lago Fagnano(cuadro N° 9, 10, 11 y 12).

Cuadro N° 9

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL ARROYO GRANDE**

<i>Parámetro</i>	<i>Fechas</i>			
	18/03/83	30/09/83	2/11/84	13/08/97
Color	40	45		40
Olor				inod
Turbiedad	3,4	1,1	3,5	1,2
Ph	7,0	6,9	7,1	7,4
Residuo			75	93
Materia orgánica				4
Alcalinidad total	17	37	25	
Dureza	37	43	40	36
Alcalinidad de carbonatos	0	0	0	0
Alcalinidad de bicarbonatos	17	37	25	72
Cloruros	3	8	4	5
Sulfatos	+	17	15	9
Nitratos	0	0		0,1
Nitritos				0,01
Amonio		0,05		0,1
Hierro	0,1	0,25	0,1	0,1
Calcio			28	20
Magnesio			2,9	1,6
Flúor				
Sodio				115
Potasio				
Conductividad eléctrica	90	60	70	
Institución	CADIC			

Cuadro Nº 10

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL RÍO PIPO**

Parámetro	Fechas		
	18/03/83	30/09/83	19/08/04
Color	50	40	
Olor			
Turbiedad	6,1	1,7	
Ph	6,9	6,8	6,7
Residuo			
Materia orgánica			
Alcalinidad total	18	30	
Dureza	42	37	82,5
Alcalinidad de carbonatos	0	0	0
Alcalinidad de bicarbonatos	18	30	
Cloruros	3	5	4,8
Sulfatos	+	18	420
Nitratos	0	0	0,9
Nitritos			
Amonio		0,05	
Hierro	0,1	0,4	
Calcio			24,3
Magnesio			5,3
Flúor			
Sodio			5,8
Potasio			0,1
Conductividad eléctrica	45	45	131,5

Institución CADIC

Cuadro Nº 11

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL RÍO CANDELARIA**

Parámetro	Fechas					
	06/03/81	10/03/81	24/04/97	28/05/97	09/5/98	02/11/98
Color			50	70	10	10
Olor						
Turbiedad			7,2	11,5	13	13
Ph	7,5	7,7	7,5	7,5	7,2	7,5
Residuo	130	150	111	179		
Materia orgánica						
Alcalinidad total	56	57			74	82
Dureza total			70	110	68	78
Alcalinidad de carbonatos						
Alcalinidad de bicarbonatos	68	70	140	193		
Cloruros	22	26			30	
Sulfatos	17	12	7	10	2	5
Nitratos			0,1	0,2	0,9	0,9
Nitritos					0,01	0,01
Amonio			0,12	0,4		
Hierro			0,5	0,6		
Calcio	10,2	14,2	17	21	60	60
Magnesio	3	4	6	7	8	18
Flúor						
Sodio	15,4	18,8	16	20		
Conductividad eléctrica	145	177	133	210		
Potasio	0,6	0,8	2,4	2,3		

Institución CADIC

Cuadro N° 12

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL LAGO FAGNANO**

	<i>Fecha</i>
<i>Parámetro</i>	11/83
Color	
Olor	
Turbiedad	
Ph	7
Residuo	
Materia orgánica	
Alcalinidad total	
Dureza	
Alcalinidad de carbonatos	0
Alcalinidad de bicarbonatos	33
Cloruros	7,2
Sulfatos	5,6
Nitratos	5
Nitritos	
Amonio	10
Hierro	0,1
Calcio	10,2
Magnesio	1,1
Flúor	
Sodio	3
Potasio	0,4
Conductividad eléctrica	74

Institución

3- Determinación de las variedades más aptas de los cinco cultivos seleccionados, cuyas ventajas se deberían promover.

Para realizar esta tarea se consulto a productores de las zonas en estudio. El total de productores consultados alcanza aproximadamente el 70 % del total de la provincia.

Todos los productores coinciden que los cultivares más adaptados son los indicados en la cuadro N° 13, que son las especies mas utilizadas. Pero no se puede asegurar que estos cultivares sean los de mayor productividad y calidad para la zona.

Estos productores utilizan estos cultivares hace aproximadamente 5 años.

Cuadro N° 13

**CUTIVARES HORTICOLAS MAS ADAPTADOS EN LAS TRES PRINCIPALES CIUDADES\***

<u>Parámetro</u>	<u>Ushuaia</u>	<u>Río Grande</u>	<u>Tolhuin</u>
<u>cultivares zonal</u>			
lechuga	Grand rapid	idem anterior	idem anterior
frutilla(híbridas)	Selva, Seascape, Aroma, Diamante	idem anterior	idem anterior
acelga	Bressane, Lyon, LRDG.	idem anterior	idem anterior
tomate	--	Rodas, Cacique, Antillas, Valentin	--
espinaca	bolero, puma, viroflay,	idem anterior	idem anterior

\*este tema será más desarrollado en manejo de cultivos.

#### 4- Para cultivos forzados con y sin suelos:

##### 4.1 Determinación de las tecnologías de producción para cada uno de los cultivos seleccionados

La encuesta a los tres grupos de productores también se utilizó, para determinar la tecnología de producción para cada uno de los cultivos seleccionados. Los grupos corresponden a ciudades distintas en la provincia (Río Grande, Ushuaia y Tolhuin; cuadro N° 14).

En la encuesta se tuvieron en cuenta las especies más cultivadas, y los parámetros agrotécnicos más importantes para luego diagnosticar el sistema hortícola de la isla. Las especies más cultivadas son: Lechuga, frutilla, acelga, tomate y espinaca, en este orden de importancia. Hay otras especies como brócoli, perejil, apio, puerro, cebolla de verdeo y rabanito, etc que no tienen importancia cuantitativa en la isla.

El total de productores comerciales encuestados en la provincia de Tierra del Fuego fueron 16, seis en la ciudad de Río Grande, cuatro en Tolhuin y seis en Ushuaia.

Cuadro N° 14

**CARACTERÍSTICAS TÉCNOLÓGICAS DE LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA  
DE LAS TRES PRINCIPALES CIUDADES DE TIERRA DEL FUEGO**

<u>Parámetro</u>	<u>Ushuaia</u>	<u>Río Grande</u>	<u>Tolhuin</u>
<b>Superficies (m2):</b>			
<u>cultivada total</u>	5250	7100	8200
<u>de cultivo sin suelo</u>	800*	600**	no poseen
<u>por cultivos (m2)</u>			
lechuga	1850	4600	2000
frutilla	3400	700	6000
acelga	S/D	600	200
tomate	S/D	1200	S/D
<u>de forzados</u>	4950	6900	8200
<u>de intemperie</u>	350	200	-----
<b>Características de cultivos:</b>			
<u>formas de inicio</u>	plántula	plántula	plántula
<u>densidades de plantación (pl/m2)</u>			
lechuga	24	idem anterior	idem anterior
frutilla	5	idem anterior	idem anterior
acelga	18	idem anterior	idem anterior
tomate	3	idem anterior	idem anterior

Cuadro Nº 14 (continuación)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA  
DE LAS TRES PRINCIPALES CIUDADES DE TIERRA DEL FUEGO**

<u>abonos o fertilizantes</u>			
cama de pollo	si	si	si
fertilizantes		urea, triple 15, Nitrofoska.	triple 15
<u>rendimientos(Kg/m2)</u>			
lechuga	3	idem anterior	idem anterior
frutilla	1	idem anterior	idem anterior
acelga	12	idem anterior	idem anterior
tomate	7,5	idem anterior	idem anterior
<u>cosechas por año</u>			
lechuga	4 o 5*	3 o 4	3 o 4
frutilla	tres floraciones	floración continua	floración continua
acelga	S/D	cuatro deshojes	dos deshojes
tomate		S/D	
<b>Plagas y enfermedades:</b>			
	Pulgones verdes, Oidios, arañuelas,	pulgones verdes, trips, arañuelas, botritis, tipburn, mildew.	Babosas y pulgones verdes

\*Cultivos sin suelo de lechuga en NFT y frutilla en columnas verticales.

\*\* Cultivo sin suelo en tomate.

S/D: sin determinación.

Otra característica técnica de los productores encuestados, es la ausencia en la utilización de determinaciones analíticas de suelo y aguas de apoyo a la producción. Ninguno de los productores encuestados elabora costos de producción.

4.2 Selección y conformación de grupos de productores que integren el programa de desarrollo hortícola provincial.

La organización de los grupos de productores, se realizó con la ayuda de funcionarios provinciales.

Se confeccionó un grupo de productores por ciudad con importancia hortícola. Los grupos no debían ser menor de 3 personas, y la superficie no menor de 500 m2 de cultivos por establecimiento.

En la primer reunión realizada en cada ciudad fueron comentadas las características técnicas de la capacitación, por ejemplo: tipos de clases, número de charlas, contenidos, nombre de los expositores etc. También se los consultó sobre los temas técnicos que limitaban sus producciones para incorporarlos o hacer hincapié en los contenidos.

Por último se acordó la fecha de la primer clase teórico-práctica y se intercambiaron direcciones.

En el primer encuentro los grupos de productores fueron formados por los siguientes personas:

Grupo de Ushuaia

Dario Berguman  
Luis Piñedo  
Ricardo Gonzales  
Cristian Herrera  
Leonardo Magi  
Oscar Biancioto

Río Grande

Jorge Andreo  
Juan Herrera  
Miguel Ibarra  
Forneron

Tolhuin

Mario Eiriz  
Juan Carlos Sanches  
Octavio Vasquez

4.3 Tecnología de la producción

3.1 Capacitación

a – Plantinera

En la encuesta se consultó sobre la tecnología de iniciación de cultivo, obteniendo las siguientes respuestas:

- la gran mayoría de los productores producen plantines para sus cultivos,
- quedan pocos productores que todavía siembran directo.
- carecen de infraestructura e insumos para el cultivo de plantines, por ejemplo: invernaderos especializados, calefacción, sustratos controlados física y químicamente, sembradoras de bandejas, etc.
- no hay comercialización de plantines en la zona.

Se determinó el establecimiento hortícola en que se realizará la capacitación práctica de cada grupo de productores.

#### a-1 Conceptos, utilidades, lugar, formas y tamaños

Todo establecimiento hortícola moderno, deberá tener un lugar para el nacimiento de semillas, crecimiento y desarrollo de plántula a escala, o sea un espacio de producción de plántulas relacionado con el tamaño de la capacidad productiva del establecimiento.

¿Cuál será el **concepto** en la **utilización** de la plantinera?

¿Por qué se necesita germinar semillas, crecer y desarrollar plantas en espacios reducidos?

Realicemos un simple análisis: un cultivo de lechuga en invernadero tiene una densidad de plantas de 8 pl/m<sup>2</sup>, y en plantinera de 460 pl/m<sup>2</sup>, o sea se aumenta el número de plantas en 58 veces aproximadamente.

Ahora pensemos técnicamente en el aprovechamiento de los recursos de un cultivo con plántulas en invernáculo con respecto a una plantinera.

¿Cómo sería la eficiencia en el uso de los nutrientes, el agua, la luz, las semillas, el fertilizante, el invernadero, la cobertura plástica, el equipo de riego, el tiempo etc.?

Es claro que cuando una planta es pequeña y la densidad es baja, la eficiencia en el uso de los recursos mencionados es baja, o sea hay gran cantidad de recursos que la plántula no aprovecha.

Un ejemplo técnico podrá ilustrar mejor la idea: una semilla de tomate hasta que llega a ser plantada, con una densidad de 2 pl/m<sup>2</sup>, ocupa un volumen promedio de raíz de 0,2 lts, que llevado a hectárea será de 4000 lts. El volumen de la capa arable es de 2.000.000 de litros. En síntesis estos 20.000 "plantines"/ha de tomate utilizan el 0,2 % de los recursos edáficos de un invernadero desde la siembra hasta la supuesta plantación.

Pensemos ahora económicamente: realicemos un cálculo simplificado de costos fijos de un invernáculo en condiciones de producir, pero sin cultivo.

El valor a nuevo de un invernadero de madera con cobertura y riego por goteo sería el siguiente:

Valor a nuevo de la estructura(VNe) del invernadero sin cobertura 90000 \$/ha.

Valor a nuevo de la cobertura plástica (VNc) 12800 \$/ha.

Valor a nuevo de mangueras de riego por goteo (VNr) 11640 \$/ha

Valor a nuevo = VNe + VNc + VNr

VN = 90000 + 12800 + 11640 = 114440 \$/ha

O sea un invernadero de madera de eucaliptos de 4 m de altura en las cumbreras de 100 por 100 metros de lado, con plástico de 150 micrones, larga duración térmica y un equipo de riego por goteo completo cuesta aproximadamente 114440 \$.

Realicemos los costos; gastos de reparaciones y amortizaciones.

Necesitamos ahora los años de vida útil de los distintos ítems mencionados para calcular las amortizaciones, que son los siguientes:

- 7 años de vida útil del invernadero (de eucalipto saligna).
- 3 años de vida útil de la cobertura.
- 5 años de vida útil de mangueras de riego por goteo.
- Gastos de conservación y reparaciones totales 15 % del VN por año (GCRet).

Estamos en condiciones de calcular los gastos y las amortizaciones. Los gastos de conservación y reparaciones totales(GCRet), abarcan la estructura del invernadero, la cobertura y el equipo de riego.

Las amortizaciones anuales están discriminadas como: amortización de la estructura (AI), de la cobertura (AC) y del equipo de riego por goteo(AR).

$$\text{Costo fijo anual} = \text{GCRet} + \text{AE} + \text{AC} + \text{AR}$$

$$\text{Costos fijo anual} = 17166 \$ + 12857 \$ + 4266 \$ + 2328 \$ = 36617 \$/\text{año ha}$$

Este simple cálculo de costos fijo de la infraestructura de invernadero, indica el peso económico que tienen esta técnica de cultivacion en el costo de producción.

En síntesis, un productor tiene que afrontar un costo anual fijo adicional por hectárea de 36617 \$ por producir bajo cobertura.

La forma de mejorar los márgenes de las actividades en estas estructuras, es aumentar la productividad en el espacio y en el tiempo. La plantinera es las formas de aumentar la productividad en el tiempo, porque con ésta, se acortan los ciclos de producción de las especies. *La clave en el manejo de una plantinera, es la de producir la mayor parte posible del ciclos cultivos en espacios reducidos, para aumentar el número de ciclos en los invernaderos.* Por lo tanto se debe ser eficiente en el uso de los recursos técnicos para diluir el costo fijo de infraestructura

Los puntos de recomendación para la **ubicación y las dimensiones de la plantinera** de un establecimiento de producción de hortalizas son los siguientes:

- Acceso del personal
- Calidad de agua
- Topografía del terreno
- Reparo a los vientos dominantes
- Acceso a luz directa
- Orientación
- Superficie expuesta
- Altura
- Pendiente del techo
- Aberturas

*Aclaración: el contenido de estos puntos de recomendación para la ubicación y las dimensiones de una plantinera, son iguales al punto e.6, instalaciones del invernaderos, por consiguiente el tema se desarrolla en este punto.*

-Acceso del personal

Es importante que la plantinera este ubicada en un lugar de fácil acceso o sea en el centro del conjunto de invernaderos o cultivos a campo. El invernadero de la plantinera es el de mayor utilización porque es el lugar de crianza de plantas de todo sistema de producción.

Es fundamentalmente un lugar de reparo natural o artificial de los invernaderos a los vientos dominantes (en el punto 7 se ampliará el tema).

-Acceso a luz directa

El acceso a luz directa es de vital importancia para la producción, el 80 % o más de la energía que entra en los invernaderos deriva de esta.

-Calidad de aguas

Debe garantizarse cantidad y calidad de agua necesaria para riego antes de la construcción de los invernaderos, este punto será tratado más intensivamente en calidades de agua para riego.

-Topografía del terreno

La plantinera no debe encontrarse en lugares cóncavos por problemas de inundación, ni en altas pendientes, las cuales la escorrentía puede producir grandes daños.

-Reparos a los vientos dominantes

e deberá calcular según la topografía, la vegetación de altura, otras estructuras (por ejemplo invernaderos cercanos) y las estaciones del año la ubicación de los invernaderos. Es muy importante observar que durante el día el invernadero reciba luz directa (tema en el punto e 3).

-Orientación

En la práctica, cuando se proyecta la construcción de una plantinera, existen tres puntos a tener en cuenta en la orientación de las estructuras. La forma de la parcela, la dirección y velocidad de los vientos y la captación de energía.

El orden de importancia de estos puntos depende de las características de la zona.

Por ejemplo en una zona de 40 ° de latitud con velocidades de viento extremos de 20 Km/hs, la ubicación deberá ser escogida de manera que permita la máxima captación de energía durante los meses de invierno (meses limitantes), que son los momentos de mayor importancia para producir, la orientación este-oeste supera a la norte-sur con respecto a este objetivo.

Ahora si con las condiciones planteadas, esta estructura se encuentra en zonas de alta velocidades de viento, la captación de energía no sería más importante que los vientos de velocidades extremas.

-Superficie expuesta

Cuando se proyecta la construcción de una plantinera, es necesario tener en cuenta la relación largo-ancho que juega un rol importante en el microclima que se genera. De esta relación, dependen las superficies expuestas del invernadero, o sea los metros cuadrados que contactan con el exterior.

Las pérdidas de calor son directamente proporcionales a la superficie expuesta, cuando mayor sea esta, más se perderá, por consiguiente más se enfriará la estructura.

Un ejemplo aclarará la idea:

Dos plantineras que cubran una superficie de suelo de 1000 m<sup>2</sup>, tienen una altura de pared de 2,5 m. La diferencia esta en los largos de los lados. La plantinera A tiene un largo de lados de 10 por 100 y la B 20 por 50 (en ambas la superficie cubierta es la misma).

La superficie del techo, cualquiera sea el numero de capillas y las pendientes de estas, siempre supera levemente la superficie de suelo cubierta, por consiguiente no modifica la relación establecida por las paredes.

Cuadro N° 15

**DIFERENCIAS DE SUPERFICIES EXPUESTAS DE PLANTINERAS CON IGUAL SUPERFICIE DE SUELO**

	PLANTINERA A	PLANTINERA B
Frentes	$2 \cdot 10 \cdot 2,5 = 50 \text{ m}^2$	$2 \cdot 20 \cdot 2,5 = 100 \text{ m}^2$
Laterales	$2 \cdot 100 \cdot 2,5 = 500 \text{ m}^2$	$2 \cdot 50 \cdot 2,5 = 250 \text{ m}^2$
Superficies	550 m <sup>2</sup>	350 m <sup>2</sup>

Como podemos apreciar en el cuadro N° 15 la diferencia en superficies expuestas es de 200 m<sup>2</sup>, un 36 % más en la plantinera A que en la B. Además se requerirá un 36 % más de polietileno.

Esto indica que la plantinera A será más fría, o sea necesitará mayor cantidad de calor para lograr igual temperatura que la B.

En síntesis, si el largo es mayor de 50 m la superficie expuesta aumenta notablemente, si el ancho es menor de 10 m es sumamente difícil conservar el calor

- Altura de la plantinera

Las plantineras de alturas bajas, producen microclimas no adecuados para el crecimiento y desarrollo de plantas.

Una característica que definiría el clima de la plantinera es el volumen específico del invernadero, que es el cociente entre el volumen interior(m<sup>3</sup>) y la superficie de suelo cubierta(m<sup>2</sup>). Cuando mayor sea el cociente, mayor será la inercia térmica de la plantinera, o sea se calentará y enfriará más lentamente. Si el cociente es muy bajo

(valores menores a 2) se producirá un microclima muy drástico en el invernadero, por lo tanto se calentará y enfriará rápidamente alcanzando temperaturas extremas.

Se aconseja que el volumen específico del invernadero no sea inferior a 3. Lo más apropiado para obtener valores altos del cociente, es aumentar la altura de la estructura.

#### - Aberturas

La ventilación natural es el método más económico de refrigeración, además de actuar sobre la humedad relativa y favorecer la renovación de gases (dióxido de carbono y oxígeno)

Para asegurar una ventilación eficiente, las aberturas deben de tener una relación adecuada con la superficie del suelo cubierto. Para esto utilizaremos esta formula:

$$\text{Abertura de la plantinera (\%)} = \frac{\text{Área de ventanas}}{\text{Área de suelo cubierto}} \cdot 100$$

Mediciones realizadas en diferentes situaciones sugieren que las aberturas de estas estructuras deben representar como mínimo el 25 % de la superficie de suelo cubierto para garantizar una correcta ventilación natural.

a-2 Materiales: bandejas de siembras, sembradoras de bandejas, semillas.

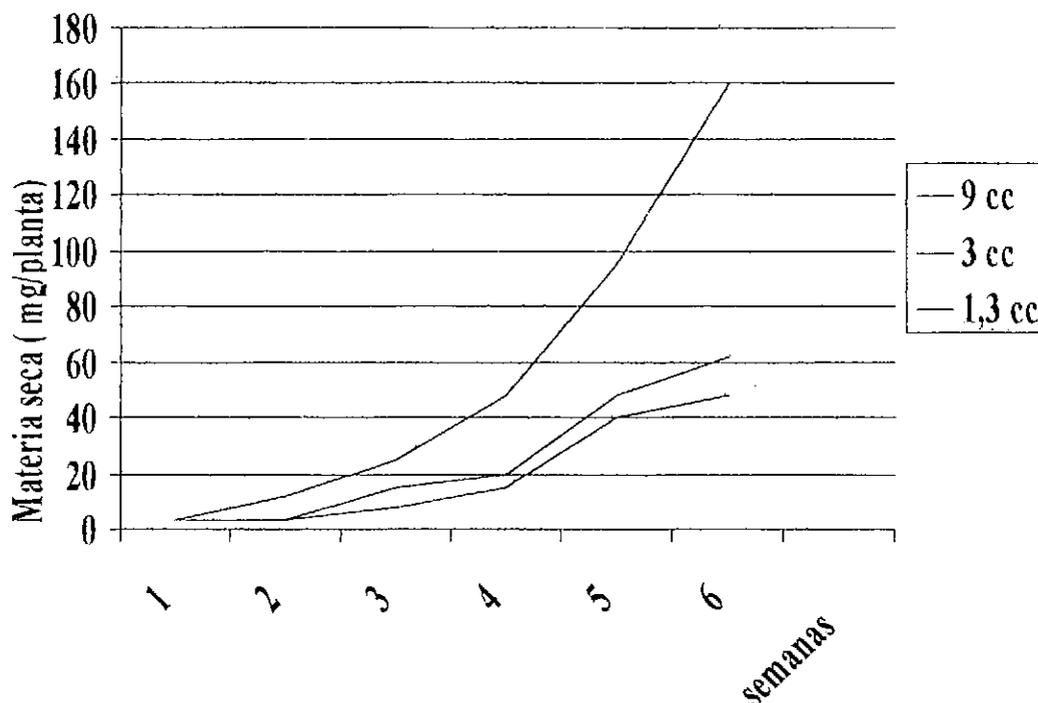
#### -Bandejas de siembra

Numerosas experiencias indican que cuando mayor volumen tenga en la bandeja de siembra el lugar donde crecen y desarrollan las raíces, mayor posibilidad existirá para obtener un plantín de alta calidad. Mejoraría tanto el crecimiento de las raíces como el de la parte aérea, mayor precocidad tendrán las plantas en el cultivo y habrá menor peligro de envejecimiento prematuro por retraso de la plantación.

El sistema radicular en plántulas de tomate, se desarrolla antes del cuarto racimo, por consiguiente envejecer plantas en macetas de tamaño insuficiente, puede afectar de forma irreversible el crecimiento de las raíces. Para transplantar con el primer racimo desarrollado, necesitamos una maceta de 14 cm de diámetro por 10 cm de altura, con menos de 7 cm no aparecerá el primer racimo antes del trasplante.

También mayores volúmenes radiculares nos permite mejorar el cuajado del primer raci

Grafico N° 1



**Influencia del volumen de las celdas de bandejas de siembra en la ganancia de materia seca de plántulas de tomate (Marr y Jirk 1990)**

En el gráfico N° 1 se aprecia las diferencias de ganancia de materia seca en plantulas de tomate con distintos volúmenes de exploración radical. En macetas de 9 cm<sup>3</sup>, la pendiente de la curva de ganancia de materia seca se hace más pronunciada desde el primer mes.

El mayor contenido de materia seca de un plantín mejora la supervivencia al transplante.

Existen gran variedades de envases para la producción de plantines en el mercado, las bandejas pueden ser planchas de poliestireno expandido, las más comunes son de 135, 170 y 223 celdas. Son muy practicas para el transporte y realizar el transplante. Existen también bandejas de plástico termo formadas de una amplia variedad de volúmenes de celdas (redondas de 3 y 4 cm de diámetro y cuadradas de 4 cm de lado), aptas para producir todo tipo de especies.

Las bandejas de plástico son más económicas que las de telgoport pero más frágiles, aunque sus paredes lisas facilitan la extracción del plantín.

El uso de bandejas es una alternativa muy práctica, pero muchas veces ofrecen poco volumen de exploración radicar a los plantines.

Si queremos mejorar estas condiciones debemos pensar en otro tipo de envase como las macetitas de polietileno, el tamaño ideal para tomate y pimiento es de un diámetro de 7 a 8 cm por 10 cm de altura. El inconveniente de estas macetitas es su llenado que es mucho más trabajoso. Para solucionar este problema se pueden utilizar macetas de soplado que son rígidas.

El inconveniente de las macetitas es el transporte, generalmente se vuelcan y se dañan los plantines.

- Sembradoras de bandejas

Existen en el mercado varios tipos de maquinas sembradoras de bandejas, las manuales, las semiautomáticas, las automáticas y las totalmente automatizadas. Las primeras constan de una barra que succiona la semilla, y pulsando un botón finaliza la succión soltándola donde el operador lo requiera. Las segundas realizan la misma función pero automáticamente, solamente hay que acompañar la bandeja en una mesada. Las automatizadas y totalmente automatizada realizan todas las labores comentadas casi prescindiendo de los operarios, con la diferencia que la última además incorpora el sustrato en las bandejas.

- Semillas: almacenamiento germinación y calidad

Muchos son los errores que cometen los productores al momento de adquirir semillas. Los agricultores deben observar las etiquetas adheridas a los envases de semillas, que especifiquen las características técnicas del lote. Las características más importantes de un lote de semillas son: el tipo de variedad o híbrido, la pureza, el porcentaje de germinación, la energía germinativa, el vigor, la fecha de cosecha, la humedad de almacenamiento y el peso de 1000 semillas. El conocimiento de estos indicadores técnicos son los que permiten predecir la calidad de las semillas. Calidad de semilla puede abarcar todos estos parámetros técnicos, pero la discusión central debe estar orientada en la germinación y la calidad de la plántula. La germinación para los fisiólogos significa la emergencia de la raíz, en los análisis de semillas se extiende a la calidad de plántula. O sea el resultado de un test de germinación es porcentaje de plántulas normales y anormales. Con el resultado de un test de germinación y el año de cosecha del lote de semillas, el productor tendrá dos datos de suma importancia para juzgar la calidad. Pero estos dos indicadores no determinan la calidad final del lote, sino que también depende de las condiciones de almacenamiento de las semillas.

El período desde cosecha de un lote de semilla hasta su siembra, puede variar desde pocos meses hasta varios años. Durante este tiempo la calidad de la semilla definida como la capacidad para germinar (porcentaje de plántulas normales y anormales), puede declinar.

La longevidad de un lote depende:

- 1-de la especie (cuadro N° 16)
- 2-de la temperatura de almacenamiento (cuadro N° 17)
- 3-de la humedad de la semilla en almacenamiento (cuadro N°18)
- 4-de la germinación inicial en almacenamiento (cuadro N° 19)
- 5-de la humedad de almacenamiento (cuadro N° 20)

Cuadro N° 16

**Periodos medios de viabilidad (P50) en años de diferentes semillas hortícolas**

Semilla	Genero y especie	P50*	P50**
Asparagus	Asparagus officinalis	3,92	-----
Bean lima	Phaseolus lunatus	13,12	-----
Bean, runner	Phaseolus coccineus	7,99	-----
Bean, snaps	Phaseolus vulgaris	15,97	46
Beet	Beta vulgaris	16,51	43
Cabbage	Brassica oleracea	7,51	-----
Carrot	Daucus carota	6,63	35
Celery	Apium graveolens	4,11	-----
Corn	Zea mays	9,6	
Cucumber	Cucumis sativus	4,92	45
Eggplant	Solanum melongena	-----	54
Leek	Allium porrum	5,3	-----
Lettuce	Lactuca sativa	6,43	-----
Muskmelon	Cucumis melo	-----	61
Okra	Abelmoschus esculentus	-----	125
Onion	Allium cepa	5,43	29
Parsley	Petroselinum crispum	3,43	-----
Parsnip	Pastinaco sativa	4,04	-----
Pea	Pisum sativum	15,86	130
Pepper	Capsicum annum	-----	27
Radish	Raphanus sativus	13,82	-----
Spinach	Spinacia oleracea	12,76	37
Tomato	Lycopersicum esculentus	24,52	124
Watermelon	Citrullus lanatus	-----	43

Wien, H.C. (1999) The physiology of vegetable crops. Book

P50\* valores obtenidos desde condiciones de almacenamiento abierto (Priestley 1985)

P50\*\* valores obtenidos desde condiciones de almacenamiento semicontroladas (Roos and Davidson, 1992)

Las muestras originales desde almacenamiento abierto en Cheyenne, Wyoming, donde más tarde fueron transferidas a National Seed Laboratory in 1962 y almacenadas a 5°C y con menos de 40 % de humedad relativa. En 1977 la mayoría de las muestras fueron almacenadas a - 18 °C.

Cuadro N° 17

**Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla\* según temperatura de almacenamiento durante cinco años.**

Años/Temperatura	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Primer año	90	70	30	3
Segundo año	70	40	3	0
Tercer año	45	15	0	
Cuarto año	30	0		
Quinto año	20			

Wien, H.C. (1999) The physiology of vegetable crops. Book

\*La humedad inicial de la semilla almacenada fue de 9,5% y la germinación inicial del lote un 90 %.

Cuadro N° 18

**Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla\* según contenido de humedad de semilla(% en peso fresco) en almacenamiento durante cinco años.**

Años/contenido humedad de semilla	6,5 %	8 %	10 %	12 %
Primer año	90	70	30	3
Segundo año	70	40	3	0
Tercer año	45	15	0	
Cuarto año	30	0		
Quinto año	20			

Wien, H.C. (1999) The physiology of vegetable crops. Book

\*La temperatura de almacenamiento de la semilla fue de 25 °C y la germinación inicial del lote un 90 %.

Cuadro N° 19

**Valores en porcentaje de germinación de semilla de cebolla\* según germinación inicial del lote en almacenamiento durante cinco años.**

<b>Años/Germinación inicial</b>	<b>99 %</b>	<b>85 %</b>	<b>70 %</b>	<b>55 %</b>
Primer año	98	70	45	30
Segundo año	87	40	25	15
Tercer año	70	25	10	5
Cuarto año	40	2	3	
Quinto año	25			

Wien, H.C. (1999) The physiology of vegetable crops. Book

\*El contenido de humedad de almacenamiento de la semilla fue de 6,5 % y la temperatura de almacenamiento del lote un 15 °C.

Cuadro N° 20

**Contenidos de humedad de semillas (en % de peso fresco) de hortalizas en equilibrio con el medio a varias humedades relativas ( % ) y a una temperatura de 25 °C.**

<i>Especie/Humedad relativa del medio</i>	10	20	30	45	60	75	80
<b>Bean, lima</b>	4,6	6,6	7,7	9,2	11,0	13,8	15
<b>Bean, snap</b>	3,0	4,8	6,8	9,4	12	15	16
<b>Beet, garden</b>	2,1	4,0	5,8	7,6	9,4	11,2	15
<b>Cabbage</b>	3,2	4,5	5,4	6,4	7,6	9,6	10
<b>Cabbage, chinensis</b>	2,4	3,4	4,6	6,3	7,8	9,4	-----
<b>Carrot</b>	4,5	5,9	6,8	7,9	9,2	11,6	12,5
<b>Celery</b>	5,8	7,0	7,8	9,0	10,4	12,4	14
<b>Corn</b>	3,8	5,8	7,0	9,0	10,6	12,8	14
<b>Cucumber</b>	2,6	4,3	5,6	7,1	8,4	10,1	14
<b>Eggplant</b>	3,1	4,9	6,3	8,0	9,8	11,1	-----
<b>Lettuce</b>	2,8	4,2	5,1	5,9	7,1	9,6	10
<b>Onion</b>	4,6	6,8	8,0	9,5	11,2	14	14
<b>Pea</b>	5,4	7,3	8,6	10,1	11,9	15	15,5
<b>Pepper</b>	2,8	4,5	6,0	7,8	9,2	11	12
<b>Radish</b>	2,6	3,8	5,1	6,8	8,3	10,2	-----
<b>Spinach</b>	4,6	6,5	7,8	9,5	11,1	14	14,5
<b>Squash</b>	3,0	4,3	5,6	7,4	9,0	10,8	-----
<b>tomato</b>	3,2	5,0	6,3	7,8	9,2	11,1	12
<b>Turnip</b>	2,6	4,0	5,1	6,3	7,4	10,4	-----
<b>Watermelon</b>	3,0	4,8	6,1	7,6	8,8		11

Fuente: Justice, O.L, Bass, L.N. (1978) Principles and Practices of Seed Storage. Handbook N°506

### a-3 Sustratos: tipos, caracterización, composición, propiedades físicas y químicas

#### - Tipos

Durante los últimos años, hubo un espectacular desarrollo en los cultivos en macetas y contenedores o bandejas. El medio de cultivo ha ido evolucionando desde los primeros sustratos basados en suelos minerales, hasta las actuales mezclas, con proporciones mayoritarias de componentes orgánicos tipo turba, cortezas de pino y semejantes. Es claro que estos nuevos sustratos proporcionan resultados superiores a los basados en tierra, siempre que se conozcan y comprendan sus características físicas, químicas y las necesidades de las plántulas. La razón fundamental del cambio por el uso de sustratos se

debe al peso específico de sus componentes, que es aproximadamente diez veces menor que el de la tierra. Esto facilita el transporte y conservación de los contenedores.

En la cuadro N° 21 se indica algunos de los más importantes materiales utilizados para sustratos de origen urbano e industrial. En muchos casos estos materiales resultan útiles y rentables, contribuyendo con materia orgánica y nutrientes; en otros acarrear problemas de contaminación con microorganismos patógenos y metales pesados. En cualquier caso la decisión final debe estar basada en un adecuado control de calidad de los ingredientes que se ofrecen al productor.

Cuadro N° 21

**Diversos subproductos y residuos empleados como ingrediente de sustratos**

ORIGEN	PRODUCTOS
Industria de la madera	Corteza, aserrín, viruta.
Residuos urbanos	Hojasca, residuos de jardinería, basuras,
Industria textil	Residuos de lino, lana y algodón.
Bioindustria	Gallinaza, estiércol de porcino, paja.
Industria alimentaria	Desechos de soja, residuos de frutas, café, lúpulo, paja, fibra de coco, cascarilla de arroz.
Industria del tabaco	Polvo y restos de hoja de tabaco.
Suelos	Turbas
Industria del papel	Corteza y lodos de depuración.
Industria siderúrgica	Escoria de fundición.

Fuente: Ansorena Miner, J. (1994) Sustratos. Libro

- Caracterización

En la tarea diaria en un laboratorio agropecuario, muchas veces existe confusión en la interpretación de los resultados de los análisis de suelos entre técnicos y agricultores. En el caso de la caracterización de los sustratos hortícola, el desconcierto llega a afectar en ocasiones a los propios laboratorios.

Para que los resultados de la caracterización de un sustrato tengan valor práctico es importante que cada determinación este acompañada por el método con que se realizó o el autor que la inventó. De esta forma los resultados estandarizados por el método serán comparables y utilizables.

*Aclaración: este tema se ampliará en la sección a 6*

- Composición

Los sustratos además de servir de anclaje para las plantas tienen que suministrar a las raíces una cantidad equilibrada de aire, agua y nutrientes minerales. Si las proporciones de estos componentes no son adecuadas, el crecimiento de la planta podrá verse afectado por:

- Asfixia debida a falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que afectan el sustrato;
- Deshidratación por falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta;
- Exceso o carencia de nutrientes minerales, o desequilibrio entre sus concentraciones, que limitan el crecimiento de las plantas.
- Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque.

Las proporciones de las *fases líquida, sólida y gaseosa* en un medio de cultivo varían con la naturaleza del medio y con las condiciones exteriores. En el cuadro N° 22 se compara la composición media de suelo natural con la de un sustrato orgánico promedio, luego de haber sido saturados con agua y dejados drenar libremente.

Cuadro N° 22

Comparación de la composición en porcentajes de un suelo mineral y sustrato orgánico

Componentes	Suelo mineral	Sustrato orgánico
Aire	12	25
Agua	38	53
Materia orgánica	5	18
Fracción mineral	45	4

Fuente: Ansorena Miner, J. (1994). Sustratos. Libro.

Lo más sobresaliente es la proporción muy inferior de la fase sólida del sustrato respecto del suelo (implica elevada porosidad), lo que indica que en un volumen determinado de sustrato habrá más espacio disponible para agua y aire que en el mismo volumen de suelo. Esto explica que las plantas puedan desarrollarse en volúmenes de sustratos tan reducidos como las celdas de los contenedores, a causa de sus mejores propiedades físicas.

En general la fase *sólida* de los sustratos está compuesta por ingredientes orgánicos (turba, estiércol, compostajes, cortezas, lodos, etc), esto se debe a los costos ya que son más económicos que los componentes inorgánicos (perlita, lana de roca, vermiculita etc).

La materia orgánica de los sustratos es descompuesta por los microorganismos y experimenta una serie de cambios en su composición hasta que alcanza una cierta estabilidad biológica. En el caso de las turbas su estabilidad es elevada por consiguiente su descomposición es muy baja. Otros materiales como corteza de pino y la mayoría de subproductos y residuos orgánicos, han sufrido la descomposición microbiana en el proceso de compostaje. Si el compostaje no se realiza en estos últimos componentes mencionados, se producirán fenómenos de fitotoxicidad y de inmovilización de nitrógeno. No es el caso de la turba que es muy estable a la descomposición.

Las relaciones carbono nitrógeno altas de los componentes de los sustratos indican la fertilización inorgánica de nitrógeno por posibles deficiencias de este elemento. Es conveniente para esto conocer las relaciones C/N de los distintos ingredientes orgánicos (cuadro N° 23) para procesarlos, o sea para disminuir las relaciones a valores aceptables (20-25).

Cuadro N° 23

**Valores de la relación C/N en diferentes materiales orgánicos**

Tipo de material	C/N
Estiércol vacuno	28
Estiércol ovino	23
Estiércol de cultivo de setas	19
Basura fresca	30
Compostaje urbano	14
Turba parda francesa	20-26
Turba rubia rusa	54
Turba alemana	49
Corteza de pino marino no compostada	300
Corteza de pino silvestre compostada	92
Lodos	11

Fuente: Lemaire y col 1989

Los productos de fácil degradación (no es el caso de la turba) producen luego del compostado, partículas menores de 2 micrones que poseen carga eléctrica. Estas partículas llamadas coloides del suelo tienen capacidad de retener agua y nutrientes. La capacidad de retener nutrientes se mide en miliequivalentes en 100 g de suelo o sustrato (meq/100g). En los sustratos los coloides que prevalecen son los orgánicos, que tienen mayor capacidad de retener agua y nutrientes que los inorgánicos (cuadro N° 24). Las plantas toman nutrientes del medio en forma de iones, y estos se encuentran fácilmente disponibles en la solución del sustrato.

Existen tres vías para la absorción de nutrientes:

- 1- Interceptación por raíces
- 2- flujo masal
- 3- difusión

De estos tres mecanismos, el más importante en la toma de nutrientes es el flujo masal, le sigue la difusión y por último interceptación de raíces.

Cuadro N° 24

**Valores de la CIC de algunos componentes del suelo**

Coloide	CIC (meq/100g)
Arena y limos	3
<b>Arcillas:</b>	
caolinitas	5
illita	30
montmorillonita	100
<b>Oxidos de hierro:</b>	
PH 6	0
pH 9	Algo
<b>Humus:</b>	
pH 5	120
pH 7	160
pH 8	210

Fuente: Ansorena Miner, J. (1994). Sustratos. Libro

Además de nutrientes, la fase sólida del cultivo debe ser capaz de retener suficiente cantidad de agua. Los sustratos en bandejas deben de tener elevada capacidad de retención de agua, ya que el volumen del medio es pequeño, en relación con la pérdida elevada por evapotranspiración.

Algunos materiales orgánicos por ejemplo turbas y cortezas son difíciles de humedecer, y más aun, si se los han secado en el contenedor. Para ellos se utilizan soluciones humectantes o 30 % de arena en la mezcla.

La *capacidad de campo* de un sustrato es la máxima cantidad de agua que puede retener luego que cesar el drenaje.

Las plantas necesitan un suministro adecuado de *aire*, para mantener su metabolismo y crecimiento. También los microorganismos del medio consumen oxígeno para respirar, en un sustrato orgánico es muy superior la población microbiana, las plantas en este tipo de medio necesitan el doble de oxígeno que un suelo mineral.

Los poros más grandes son los que intervienen en el intercambio gaseoso y los más chicos los que retienen el agua.

La compactación de un sustrato, produce un cambio en la distribución de poros en detrimento de los más grandes y aumento de los más pequeños.

- Propiedades físicas

En la práctica se debe tener presente que las propiedades físicas de un sustrato no es simplemente la suma de las propiedades de sus ingredientes, sino el resultado de las interacciones de todos los materiales empleados.

Cuadro N° 25

Valores medios de porosidad (%) total de distintos componentes

Componentes	Porosidad
Suelos compactados	30
Suelos de praderas	50
Sustratos en macetas rango	95 – 85
Turba rubia	92
Turba negra	88
Arena gruesa	88
Grava	42,2
Tierra arcillosa	45
Lana de roca	95
Perlita	96
Vermiculita	95

Fuente: Lemaire y col 1989

Algunas partículas tienen espacios internos que pueden conectarse al exterior o no, estos poros son también parte de la porosidad total del medio. Porosidad efectiva para las raíces es el espacio inter partícula y los poros internos que se conectan con el medio. En el cuadro 25 podemos apreciar la porosidad de algunos componentes naturales.

La porosidad de un medio es el porcentaje de su volumen que no se encuentra ocupado por fase sólida, es decir, el cociente entre volumen de poros y el volumen total. Así, una porosidad del 40 % significa que en 1 litro de sustrato 400 ml están ocupados por poros y los restantes 600 ml por la fase sólida.

La porosidad total se calcula a partir del parámetro de *densidad aparente*, con la cual se encuentra inversamente relacionada. La densidad aparente se define como la masa seca sobre el volumen del cuerpo. La densidad partícula no tiene en cuenta el espacio intra e inter partículas. La densidad de aparente y de partícula se expresa en gramos /centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>)

El cuadro 26 muestra algunas densidades aparentes de distintos componentes según el tamaño de partícula.

Cuadro N° 26

**Densidad aparente en g/cm<sup>3</sup> de algunos ingredientes de sustratos, e influencia en el tamaño de partícula**

Componente	Tamaño partícula (mm)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Turba de musgo</b>		0,03-0,14
		+ 0,1
<b>Corteza de pino</b>	2-5	0,12
	0,5-1	0,21
	-0,4	0,30
	Mezcla	0,25-0,27
<b>Aserrín de eucaliptos</b>		0,23
<b>Arena</b>	0,5-0,1	1,28
<b>Arcilla</b>		1,2
<b>Diatomea</b>		0,42
<b>Atapulgiña calcinada</b>	0,5-0,1	0,53
<b>Lignito</b>	0,5-0,1	0,47
	0,1-0,5	0,46
<b>Vermiculita exfoliada</b>	1-2	0,11
<b>Perlita</b>	2-5	0,21
<b>Escoria</b>	0,5-2	0,85

Fuente: Handreck y Black 1991.

Si un sustrato no posee un nivel nutricional adecuado, puede mejorarse añadiendo abonos, o lavando con agua para eliminar el exceso de sales; pero si su estructura física es inadecuada, difícilmente se pueda mejorar en el contenedor, lo que obliga a un manejo muy cuidadoso de su estructura. Es imposible modificar el medio de cultivo en un contenedor, por lo tanto las propiedades físicas son irreversibles, mientras que las químicas no lo son. Aquí la importancia de valorar correctamente los componentes de un sustrato en su elaboración.

#### - Propiedades químicas

La reacción del medio o el *pH* es una de las propiedades químicas más importantes de los sustratos. Lo que mide el *pH* es el balance entre protones (H<sup>+</sup>) y oxidrilos (OH<sup>-</sup>) de un medio acuoso.

El *pH* es muy importante para crecimiento y desarrollo de las especies, e influye en forma directa e indirectamente.

Las distintas especies requieren para un máximo crecimiento un cierto rango de *pH* (cuadro N° 27), es la forma directa de acción.

El *pH* también influye sobre la asimilabilidad de los nutrientes(forma indirecta).

La *salinidad* es también de suma importancia cuando se elabora un sustrato. Lo que mide la salinidad son las sales disueltas que tienen un sustrato. La unidad de medición es mg/l, ppm o más comúnmente DS/m (deciSiemens sobre metro) que es una medida de conductividad eléctrica. Cuanto mayor es la salinidad mayor será la conductividad eléctrica. En un contenedor la concentración de nutrientes en la solución es elevada, porque se utilizan altos porcentajes de materiales orgánicos que contienen de 5 a 10 g de minerales cada 100 g de materia seca. Sumado a esto, los contenedores se riegan con aguas subterráneas que tienen conductividades eléctricas mucho altas que el agua de lluvia. Si la materia orgánica es lábil, o sea fácilmente mineralizable, los minerales pasan a la solución acuosa y aumentan la salinidad del medio. Esto puede reducir el nacimiento de la semilla y en el rendimiento de los cultivos.

Cuadro N° 27

**Valores de pH óptimos para el crecimiento de las especies.**

<b>Especie</b>	<b>pH</b>
<b>Apio</b>	6-7
<b>Acelga</b>	6,5-7,5
<b>Berenjena</b>	5,5-7
<b>Cebolla</b>	6-7
<b>Lechuga</b>	6-7
<b>Melon</b>	6-7,5
<b>Hortensia</b>	4,5-5,5
<b>Papa</b>	4,5-7,2
<b>Remolacha</b>	7-8
<b>Tomate</b>	6,2-7
<b>zapallo</b>	6-7

Cuadro N° 28

**Disminución del 50 % del rendimiento y emergencia de varios cultivos por concentraciones salinas**

Especies	50 % del rendimiento DS/m	50 % de la emergencia DS/m
cebada	18	16-24
Algodón	17	15
Remolacha azucarera	15	6-12
Sorgo	15	13
Cartamo	14	12
Trigo	13	14-16
Acelga	9,6	13,8
Alfalfa	8,9	8-13
Tomate	7,6	7,6
Repollo	7,0	13
Maíz	5,9	21-24
Lechuga	5,2	11
Arroz	3,6	18
Poroto chaucha	3,6	8
cebolla	4,3	5,6-7,5

Fuentes: cuadro N° 27 Tesi, R.(1985). Colture Protette. Libro y N° 28 Maas 1986

El complejo de cambio está formado por los coloides del suelo, tanto orgánicos como inorgánicos, con la capacidad de retener iones. El complejo de cambio se mide a través de la suma de las bases (calcio, magnesio, sodio y potasio) y la acidez de cambio (hierro, manganeso, aluminio y protones) como resultado se obtiene la capacidad de intercambio cationico (CIC) del suelo o del sustrato. La unidad de medida de las bases, la acidez y la CIC es el miliequivalente por litro (meq/100 g de suelo)

La composición del *complejo de cambio* de un sustrato es diferente a la de un suelo mineral. En general el complejo de cambio de un sustrato contiene más aluminio y protones intercambiables, que un suelo mineral, como se observa en el cuadro N° 29. Cuando se utilizan como único componente del sustrato turbas muy ácidas, que disminuyen demasiado el pH, aparecen cationes provenientes de bases débiles (hierro, aluminio y manganeso) en forma fácilmente asimilable, que según la concentración pueden producir fitotoxicidad. En este caso se puede predecir falta de abastecimiento de bases de cambio y otros nutrientes.

Cuadro N° 29

**Composición del complejo de cambio de dos suelos orgánicos ácidos**

Complejo de cambio								
			Acidez			Bases		
Suelos	pH	MO	Al	H	Ca	Mg	K	% Al
Histosoles	3,8	59	1,3	8,9	0,48	2,0	0,07	13
histosoles	3,9	54	3,9	0,45	1,4	1,6	0,4	50

Fuente: Mombiela (1984)

Los valores de la materia orgánica están expresados en %.

Los valores de los cationes de cambio están expresados en meq/100g.

En el suelo y el sustrato también existen complejos de cambio que retienen aniones por ejemplo fosfatos, sulfatos y nitratos. Los aniones mas retenidos son los fosfatos, luego los sulfatos y por ultimo los nitratos que casi no tienen retención al complejo. Este complejo se llama capacidad de intercambio aniónico (CIO) y tiene la misma unidad de medida que la CIC.

**a-4 Plantines: condiciones para el crecimiento, ciclos, practicas de almacigo y calidad.**

La producción de plantines de calidad es el primer paso para lograr un cultivo exitoso, los esfuerzos en esta etapa serán importantes para todas las siguientes. Varios son los parámetros agrotécnicos que debemos respetar, para obtener plántulas de calidad.

La temperatura es un parámetro de relevancia (sobre todo que las plantineras en general carecen de infraestructura activa de climatización) porque cada especie tiene su óptimo para el crecimiento y el desarrollo. Los ciclos primavera-estivales, implica producir plantines en invierno donde la temperatura y la luz son insuficientes para las plantas. Los ciclos tardíos, exigen producirlos en verano, donde la excesiva radiación y temperatura son inconvenientes. Por lo tanto, el lugar donde se producirá los plantines debe estar provisto de las comodidades necesarias para poder superar estas dificultades. El crecimiento de las especies hortícola se detiene en general por debajo de los 10 °C (salvo especies como remolacha, espinaca y acelga) y por encima de los 35 °C, con un óptimo de 25 °C. Es necesario mantener una temperatura ambiental y del sustrato adecuada durante la germinación (cuadro N° 30) y fases posteriores para promover un rápido desarrollo y evitar el ataque de agentes patógenos. También con respecto a esto último, es necesario un monitoreo semanal de personas expertas en agentes adversos como trips, ácaros, isocas, nematodos, hongos, virus etc.

El control ambiental en la etapa posterior a la germinación, es muy importante porque define la relación hoja/raíz que pueda tener un plantín para una buena implantación. Lo ideal es contar con un invernadero específicamente acondicionado para plantines, que no sea utilizado para otro fin, y que cuente con una infraestructura necesaria para ser calefaccionado en invierno y refrigerado de verano.

Todas las inversiones que se realicen redundarán en beneficio inmediato sobre el resultado de nuestro cultivo. Las instalaciones de mallas de sombreado, mallas anti-insectos (sobre todo las que impiden el paso de trips), equipos de calefacción con eliminación de gases de combustión hacia el exterior, son ejemplos de recursos que podemos utilizar para mejorar la calidad de nuestros plantines.

La higiene del lugar es muy importante, para evitar la producción o recicle de enfermedades.

Cuando los plantines se producen en invierno es fácil encontrar equilibrios entre la temperatura ambiental donde se desarrolla la parte aérea y la del sustrato donde se desarrollan las raíces. Al aumentar la temperatura del sustrato aumenta la permeabilidad de las células radiculares, facilitando la absorción de agua y nutrientes, por lo tanto aumenta el área foliar y la materia seca del plantín. Muchas especies reaccionan positivamente cuando la temperatura de la noche es muy inferior a la del día, sobre todo las más sensibles al frío.

Para proteger a las plantas de las bajas temperaturas se utilizan métodos pasivos de calefacción como túneles o doble techo. Estos sistemas son efectivos en inviernos benignos, no lo son si se producen heladas severas. Por otra parte reducen la radiación incidente, provocando etiolación de los tallos y haciéndolos más susceptibles al ataque de enfermedades. El método más seguro aunque demande más inversión es el de instalar un sistema de calefacción activa, por medio de aire o agua caliente. Los invernaderos diseñados especialmente para producción de plantines, tienen mesadas dentro de las cuales circula agua caliente que nunca debe superar 50 °C, producida por una caldera que también provee de aire caliente al ambiente. Para ser más eficiente en el uso de la energía se provee de pantallas aluminizadas, que actúan como doble techo o doble pared en invierno, cerrándose cuando la temperatura baja de cierto límite, de esta manera se evita el estrés de frío a los plantines.

Una medida eficaz para asegurar la emergencia en los meses más fríos es cubrir los almacigos luego de la siembra con un polietileno cristal o una tela llamada pao pao, luego de la emergencia se retira para evitar fungosis.

La temperatura suministrada en la etapa de plantín influye con posterioridad en el cultivo, cuando los plantines de tomate crecieron con temperaturas de 11 °C, se obtuvieron aumentos de un 50 % en el rendimiento comercial de primicia y un 18 % en el rendimiento total, comparándolos con plantines a 7 °C.

La suplementación con luz artificial es una técnica muy utilizada en los países más avanzados, no solamente actúa en el crecimiento del plantín, sino uniformiza la emergencia en especies de semillas muy pequeñas como el apio y la lechuga que tienen pocas reservas y dependen rápidamente de la fotosíntesis.

Es importante planificar la siembra de los contenedores, para no arriesgarse a plantar plantas envejecidas o muy tiernas (escaso contenido de materia seca). Si no se planifican los problemas de cada zona, implicaría pérdidas de plantas y bajas productividad de cultivo. Un ejemplo son los productores del cinturón de Buenos Aires, que inician sus cultivos en junio, estos están sujetos a la variable de frío del invierno que deben de manejar. No hay que olvidar que la inversión inicial y el esfuerzo que implica la producción intensiva de hortalizas es demasiado grande para dejarla sujeta al azar.

La planificación de verano es una situación distinta, la radiación y las temperaturas excesivas son un impedimento para una buena germinación, por lo tanto es común utilizar mallas de sombreado para ayudar a mantener la temperatura hasta la emergencia, que luego serán retiradas para evitar la etiolación. Los invernaderos modernos usan las mallas aluminizadas tanto en verano como en invierno, en invierno para evitar pérdida de calor y en verano para proteger plantines de baja exigencia térmica como: lechuga, repollo, coliflor, espinaca, apio etc.

Los plantines con un buen sistema radicular y alto contenido de materia seca, superan más fácilmente el estrés ocasionado por el trasplante.

La luz actúa sobre la fotosíntesis y la morfogénesis. En especies como tomate y pimiento, está demostrado que suministrar luz al plantín modifica su metabolismo a posteriori en la utilización de la energía radiante, cambios que se evidencian en mayores rendimientos del cultivo. Específicamente la luz y la temperatura, reaccionan en forma directa, aumentando la materia seca y disminuyendo el tiempo de emergencia a trasplante en plántulas de tomate. En plantines de apio suplementados con luz (8 W/m<sup>2</sup>) y con un régimen térmico de 16 °C se redujo la floración prematura de un 94 a 4 %, comparados con una temperatura de 20 °C y una intensidad de luz natural.

En plantines de melón, con temperaturas de 24 °C y una luminosidad de 16hs anticipan la floración y aumentan el porcentaje de flores femeninas.

Cuadro N° 30

**Temperatura del sustrato en °C, porcentaje de germinación (%) y tiempo promedio de emergencia (días) para distintas especies.**

Condiciones	Minimas			Maximas			Optimas		
	° C	%	Dias	° C	%	Dias	° C	%	Dias
<b>Sandia</b>	16	40	14	40	90	3	28	94	4
<b>Brocoli</b>	7	78	20	35	63	5	29	93	6
<b>Zanahoria</b>	8	70	18	35	74	9	25	96	6
<b>Coliflor</b>	10	58	20	30	45	5	25	90	6
<b>Lechuga</b>	6	99	15	25	80	4	20	99	5
<b>Pimiento</b>	15	70	25	30	95	8	24	98	8
<b>Tomate</b>	14	82	22	30	83	6	24	97	6
<b>Apio</b>	10	70	6	25	65	7	20	97	7

Fuente: Mancini 1991

a-5 Factores adversos de origen parasitario y no parasitario

Este tema se tratara en patologia vegetal.

a-6 La importancia de las determinaciones analíticas de los sustratos

En la practica, para valorar la calidad de un sustrato no-basta con conocer las propiedades generales de sus principales componentes, sino que es necesario determinar cada una de las partes o mezcla en particular, ya que las variaciones pueden ser muy importantes. Por ejemplo las propiedades de una turba no solo dependen de que sea rubia o negra, sino que varie en gran medida en función del origen y condiciones de extracción. Por consiguiente es imprescindible recurrir a las determinaciones fisicoquímicas para una adecuada caracterización y una eficiente utilización. Desgraciadamente, los sustratos que demandan los productores no se les realiza los análisis de rutina para un adecuado control de calidad. Estas determinaciones analíticas (que luego serán comentadas) deberían ser exigidas por los agricultores en el momento de ser adquiridos estos materiales.

En general los agricultores realizan determinaciones de sustratos cuando los problemas en sus plantineras son irreversibles. Algunos ejemplos servirán para ilustrar el caso.

Un productor de la zona platense elaboró su propio sustrato que consiste, como único componente, de cama de gallinas ponedoras. Lo utilizó para la siembra de lechuga, el resultado fue un 30 % de emergencia en las bandejas de siembra y un 15 % del total de plantas esperadas. Realice la extracción de la muestra del sustrato y determine salinidad en el extracto; el resultado fue de 6,4 DS/m. Con este dato hubiese sido fácil predecir lo ocurrido.

Otro ejemplo: un productor de la zona de Hudson Prov de Bs As, adquirió un sustrato para producir plántulas de tomate, empezó a notar luego de 25 días de la siembra que las

plantas no crecían, su primer intento fue agregar fertilizante, no tuvo respuesta. Realice la extracción de la muestra del sustrato y el resultado de la determinación de pH fue de 3,9, la recomendación fue agregar sales en los riegos, que contengan aniones débiles que liberen oxidrilos por consiguiente eleven el pH.

Los ejemplos citados ponen de manifiesto la inexistencia de control de sustratos de las empresas productoras y de los osados productores.

Otro tema importante, es que los resultados de los análisis de sustratos dependen en gran medida de los métodos utilizados, que son muy variados, lo que deberá ser tenido en cuenta al comparar sus propiedades. La ausencia de métodos oficializados de análisis hace que el productor pueda confundir la calidad de los materiales que adquiere.

## b- Manejo de aguas y suelos

### b 1 Aguas.

La agricultura de regadío depende tanto de la cantidad como de la calidad de agua. No obstante, los aspectos calidad y cantidad han sido descuidados debido a que en el pasado las fuentes de agua, por lo general, fueron de buena calidad, cantidad y de fácil utilización. Esta situación esta cambiando en muchos lugares. El uso intensivo de todas las aguas de buena calidad, implica que tanto los nuevos proyectos como los antiguos requieran aguas suplementarias, que poseen una inferior calidad. Para evitar problemas consecuentes, debería existir una planificación que asegure el mejor uso posible de aguas de inferior calidad.

El objetivo de la capacitación, es explicar los efectos de la calidad de agua de riego sobre los cultivos y los suelos, y ayudar en la selección de la alternativa de manejo, para afrontar los problemas de calidad que puedan ocasionar una disminución en el rendimiento de los cultivos y en la degradabilidad de los suelos.

El concepto de calidad de agua se refiere a la relación entre el uso y sus necesidades. No hay aguas buenas ni malas, sino bien o mal manejadas. Esta premisa (que puede suscitar controversia) indica que las aguas dependen para que se las utilicen. La evaluación de la calidad de aguas para riego se determina química y físicamente en laboratorios.

La situación ideal es contar con varias fuentes de aguas de diferentes calidades y seleccionar la más adecuada. En general se cuenta con agua de una sola calidad, por consiguiente su aplicación esta supeditada (en cierto rango) al manejo de adaptabilidad que se le pueda dar.

### b 1.1 Problemas de la calidad del agua

Los problemas resultantes del uso de aguas varían en tipo e intensidad; dependen del suelo, el clima, y de la habilidad y conocimiento en el manejo del sistema agua-suelo-cultivo.

Los cuatro problemas más relevantes para el uso de aguas para riego son:

- 1- Salinidad
- 2- Infiltración
- 3- Toxicidad de iones específicos
- 4- Problemas varios

1- Las sales del suelo y del agua reducen la disponibilidad hídrica a las plantas, a tal a tal punto que afecta los rendimientos

2- Contenidos relativos altos de sodio, o bajos de calcio en el suelo y agua reducen la velocidad con que el agua de riego atraviesa la superficie del suelo. Esta reducción puede alcanzar tal magnitud que las raíces de los cultivos no reciban suficiente agua entre los riegos.

3- Ciertos iones (sodio, cloro y boro) contenidos en el suelo o agua, se acumulan en los cultivos en concentraciones suficientemente altas para causar daños y reducir los rendimientos.

4- Los excesos de nutrientes reducen los rendimientos y/o la calidad de los cultivos. Las manchas en las frutas o en el follaje perjudican la comercialización de los productos. La corrosión excesiva de los equipos de riego aumenta los costos de mantenimiento y reparación.

Ciertos cationes (hierro y manganeso) y aniones (bicarbonatos, carbonatos y fosfatos) pueden precipitar (a determinados pH) ocasionando obturaciones en mangueras de riego por goteo.

### b 1.2 Salinidad

*Aclaración : la salinización de los suelos por aguas de riego, se produce en climas áridos, semiáridos o en invernaderos. Existe otro tipo de salinización que se produce por capa freática en climas húmedos.*

Las plantas compiten por el agua de la solución del suelo con las sales disueltas, por lo tanto el exceso de sales produce un estrés hídrico aunque el suelo contenga suficiente agua. Si la extracción de agua por las plantas se reduce, los rendimientos también.

Las sales que contribuyen a crear un problema de salinidad son las solubles, por consiguiente transportadas fácilmente por el agua. Durante los riegos las sales se acumulan hasta donde llega el mojado del perfil, formando al finalizar este, un frente salino. Luego de los riegos, el agua se evapora y gran parte de las sales queda en la profundidad de mojado. La acumulación alcanza un punto que supera la sensibilidad del cultivo, lo que comienza a provocar caída de rindes por estrés hídrico. Este estrés al comienzo es asintomático (igual bajan los rendimientos), luego cuando el aumento de la salinidad en la zona radicular se va incrementando los síntomas se visualizan.

El contenido de las sales en la zona radicular varía con la profundidad. Poco después de un riego, el contenido de sales cerca de la superficie del suelo, es aproximadamente igual a la del agua de riego y mucho más elevado en el fondo de la zona radicular (en general sucede esto, pero depende de la lamina de riego). La concentración de sales aumenta con la profundidad, debido a que el agua de riego evapotranspirada por el cultivo puede dejar sus sales en la zona radicular. Este frente salino puede ser desplazado por riegos subsecuentes a mayores profundidades, esto depende de la cantidad de agua aplicada (lamina de riego). La profundidad del frente salino que puede coincidir en el lugar donde se alojen las raíces depende en síntesis del manejo del agua.

Una parte de las sales acumuladas en el suelo por los riegos anteriores, puede ser desplazada (lixiviada o lavada) por debajo de la zona radicular, siempre y cuando se aplique una mayor cantidad de agua que la consumida por el cultivo durante su periodo vegetativo. El proceso de lixiviación o lavado de sales es la operación fundamental para disminuir la salinidad. Para evitar que las sales se acumulen en la zona radicular en concentraciones peligrosas, es necesario lixiviar una cantidad de sales igual o mayor a la aplicada con el agua de riego en un periodo de tiempo. La cantidad de agua requerida para lixiviar las sales depende de su calidad y de la tolerancia de los cultivos a la salinidad.

Inmediatamente después de un riego, el agua más fácilmente aprovechable se encuentra en la capa superior de la zona radicular, que es la capa de menor salinidad. Cuando esta agua se agota, el suelo paulatinamente va aumentando su contenido hídrico a mayores profundidades, en estas zonas la salinidad es mayor, por consiguiente a la planta le cuesta más la extracción. Debido a esto, la frecuencia de riego es muy importante para mantener el agua del suelo en las zonas de menor salinidad o sea de mayor disponibilidad y así reducir los problemas relacionados con la extracción de agua por las plantas. Consecuentemente, para lograr buenos rendimientos, será tan importante mantener alta disponibilidad de agua en el suelo como lixiviar las sales acumuladas en la zona radicular, antes que sus concentraciones excedan la tolerancia de las plantas.

Las aguas de alta salinidad requieren una mayor cantidad de agua para lixiviar sus sales acumuladas, haciéndose prácticamente imposible mantener por largo plazo la agricultura con riego sin un adecuado sistema de drenaje. Si el drenaje es suficiente, el control de la salinidad requiere simplemente un buen manejo para asegurar el

agua necesaria para los cultivos; y la lixiviación de las sales dentro de los límites de tolerancia de las plantas.

### b 1.3 Infiltración

El problema de infiltración ocurre cuando la velocidad de entrada de agua al suelo (tanto de lluvia como de riego) se reduce. Esto muchas veces depende de la calidad del agua de riego. En un suelo con buena infiltración, la cual fue reducida por el agua de riego, los factores de calidad del agua que pudieron influir fueron:

- 1- contenido de sales totales (salinidad)
- 2- contenido de sodio en relación con los contenidos de calcio y magnesio (relación de absorción de sodio, RAS)

Una alta salinidad aumenta la velocidad de infiltración, una baja o una proporción alta de sodio sobre calcio mas magnesio la disminuye.

Los problemas de infiltración ocasionados por la mala calidad del agua ocurren en los primeros centímetros de suelo (consecuencia de las relaciones entre las sales totales y el RAS) y están ligados con la estabilidad estructural. Por ejemplo cuando los cultivos son regados con aguas de alto contenido de sodio y baja salinidad (mas adelante se verán mas alternativas), este elemento se acumula en el perfil y produce dispersión de los agregados en los primeros centímetros. La dispersión produce desprendimiento de partículas de los agregados, esto tiene dos aspectos, el primero es el taponamiento de poros y el segundo disminución del tamaño de agregados. Estos dos aspectos provocan disminución de infiltración y permeabilidad del suelo.

### b 1.4 Toxicidad

Los problemas de toxicidad surgen cuando ciertos iones del suelo o del agua, en concentraciones altas, son absorbidos por las plantas provocando daños y reducción de rendimientos. La magnitud de los daños depende de la concentración del ion en el suelo y la susceptibilidad de las plantas. Los daños en los cultivos más sensibles, ocurren a concentraciones iónicas relativamente bajas. En general los cultivos perennes son más sensibles que los anuales.

Los iones de mayor importancia son: el cloro, el sodio y el boro.

### b 1.5 Varios

Existen otros problemas relacionados con la calidad del agua de riego que aparecen con suficiente frecuencia como: excesivo crecimiento vegetativo, retraso en la maduración de los cultivos provocados por las altas concentraciones de nitrógeno en el agua de riego; manchas en las hojas y en frutos, provocados por depósitos de sales aplicadas con

el agua de aspersión con alto contenido de bicarbonatos, yeso o hierro; e irregularidades frecuentes asociadas con aguas de pH anómalos.

#### b 1.6 Procedimiento para evaluar la calidad del agua

Para prever un problema relacionado con la calidad del agua, se debe evaluar las posibilidades de que el agua cree condiciones en el suelo que pueda restringir su uso, y evaluar la necesidad de emplear técnicas de manejo especiales para mantener rendimientos aceptables. La evaluación debe realizarse teniendo en cuenta: condiciones locales, capacidad de manejo del usuario y las directrices para interpretar la calidad de agua para riego (cuadro N° 31). Las cuatro categorías de problemas examinadas anteriormente (salinidad, infiltración, toxicidad y problemas varios) se utilizan en las directrices para interpretar la calidad de aguas para riego. Las directrices están acompañadas de sugerencias sobre alternativas de manejo para solucionar estos problemas. Las directrices tratan por separado cada uno de los problemas (en la realidad siempre están combinados) con su solución, de tal manera que permita evaluar, para cada una de las categorías, un cierto número de factores, tales como:

- tipo y concentración de sales que provocan el problema,
- interacciones en la relación agua-suelo-planta que pueda ser causa del problema,
- gravedad prevista del problema después del uso del agua a largo plazo
- opciones de manejo disponibles para prevenir, corregir o retrasar el problema.

Las directrices tienen un carácter práctico y han sido utilizadas con éxito en la agricultura bajo riego, para evaluar los componentes del agua superficial, aguas subterráneas, aguas de drenaje, efluentes de desagües y otras aguas residuales.

Cuando se utilizan aguas con valores menores a los correspondientes al grado de restricción ninguna (ver cuadro N° 31), no se identifican problemas en los cultivos o en el suelo. En el caso de "ligera o moderada" se requiere un cuidado mayor en la selección de los cultivos y de las alternativas de manejo, para alcanzar el potencial máximo de rendimiento. La restricción "severa" implica la aparición de problemas de suelo y de cultivo; caída de los rendimientos y necesidades de contar con un manejo hábil y efectivo. Además de elaborar un plan de operaciones específicamente adaptado a la calidad de aguas con esas limitantes.

Los análisis de laboratorio requeridos para el uso de las directrices técnicas aparecen en el cuadro N° 32, la exactitud recomendada es  $\pm 5\%$ . En los procedimientos de laboratorio se deben utilizar los métodos más apropiados, teniendo en cuenta: el equipo disponible, número de muestras necesarias y los presupuestos disponibles.

Cuadro N° 31

**Directrices para interpretar la calidad de las aguas para riego\***

Problema potencial	unidades	Grado de la restricción de uso		
		ninguna	Ligera a moderada	Severo
<b>Salinidad**</b>				
ECa o	DS/m	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
TSS	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
<b>Infiltración***</b>				
RAS = 0 - 3 y Eca =		> 07	0,7 - 0,2	< 0,2
= 3 - 6 =		> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
= 6 - 12 =		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
= 12 - 20 =		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
= 20 - 40 =		> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
<b>Toxicidad de iones sodio (Na)****</b>				
riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
riego por aspersión	meq/l	< 3	> 3	
<b>cloro (Cl)****</b>				
riego por superficie	meq/l	< 4	4 - 10	> 10
riego por aspersión	meq/l	< 3	> 3	
<b>Boro (B)*****</b>	mg/l	< 0,7	0,7 - 3	> 3
<b>Varios</b>				
Nitrógeno (NO <sub>3</sub> - N)*****	mg/l	< 5	5 - 30	> 30
<b>Bicarbonatos (HCO<sub>3</sub>)</b>				
aspersión foliar únicamente	meq/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
<b>pH</b>				
Aptitud normal		6,5 - 8,4		

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. "La calidad del agua en la agricultura". FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

\*Fuente universidad de California comité de consulta 1974

\*\*ECa es la conductividad eléctrica del agua, expresada en decisiemenes por metro a 25 ° C. TSS, es el total de sólidos solubles en solución, expresado en miligramos por litro.

\*\*\* RAS es la relación de absorción de sodio.

\*\*\*\* La mayoría de los cultivos arbóreos y plantas leñosas son sensibles al sodio y al cloro, usar los valores de esta tabla para el caso de riego por superficie. La mayor parte de los cultivos anuales no son sensibles para ellos, estos son datos orientativos. Para la tolerancia de los frutales al cloro, estos son datos orientativos.

En el caso de riego por aspersión sobre follaje, y humedad relativa por debajo de 30 %, el sodio y el cloro pueden ser absorbidos por las hojas de cultivos sensibles; para ellos estos son datos orientativos.

\*\*\*\*\* Para las tolerancias de boro, estos son datos orientativos.

\*\*\*\*\* NO<sub>3</sub> – N es el nitrógeno en forma de nitrato, expresado en terminos de nitrógeno elemental (en el caso de aguas residuales incluir el NH<sub>4</sub> – N y el N-orgánico).

CuadroN° 32

**Análisis de laboratorio necesarios para evaluar las aguas de riego**

Parámetro	Símbolo	Unidad*	Valores normales en aguas de riego
<i>Salinidad</i>			
<b>Contenido de sales</b>			
Conductividad eléctrica	ECa	DS/m	0 – 3
Total de sólidos solubles	TSS	mg/l	0 - 2000
<i>Cationes y aniones</i>			
Calcio	Ca <sup>++</sup>	meq/l	0 – 20
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	meq/l	0 – 5
Sodio	Na <sup>+</sup>	meq/l	0 - 40
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	meq/l	0 – 0,1
Bicarbonatos	CO <sub>3</sub> H <sup>+</sup>	meq/l	0 – 10
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	meq/l	0 – 30
sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	meq/l	0 - 20
<i>Nutrientes**</i>			
Nitrato – nitrógeno	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0 – 10
Amonio – nitrógeno	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0 – 5
Fosfato – fósforo	PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0 – 2
Potasio	K <sup>+</sup>	mg/l	0 – 2
<i>Varios</i>			
Acidez o basicidad	pH		6 – 8,5
Relación de absorción de sodio***	RAS		0 – 15
Boro	mg/l	mg/l	0 - 2

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. “La calidad del agua en la agricultura”. FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

\*DS/m = DeciSiemens/metro en unidades S.I.

mg/l =miligramos por litro = partes por millón( ppm).

meq/l = miliequivalente / litro (meq/l = mg/l dividido peso equivalente).

\*\* NO<sub>3</sub>-N significa que el laboratorio deberá determinar el nitrato del agua y expresarlo en términos de nitrógeno químicamente equivalente, idem para NH<sub>4</sub>-N y PO<sub>4</sub>-P.

\*\*\* El RAS se calcula a partir del Na, Ca y Mg en expresados en meq/l, a través de la fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\frac{(\text{Ca} + \text{Mg})1/2}{2}}$$

#### b 1.7 Problemas de salinidad

Existe un problema de salinidad cuando las sales se acumulan en la zona radicular a una concentración tal que ocasionan pérdidas en la producción. Estas sales, cuando se trata de suelos no salinos, provienen de las aguas de riego o de las aguas de una capa freática alta.

En esta parte del trabajo, se trata el efecto de la calidad del agua de riego, en la acumulación de sales en el suelo y se explica como estas sales pueden reducir la disponibilidad hídrica para los cultivos. Se estudia las prácticas de manejo, como la lixiviación y selección de cultivos que permitan el control de la salinidad y el uso de aguas de inferior calidad.

#### b 1.8 Aumento de la salinidad de los suelos

La fracción del agua de riego que atraviesa y percóla la zona radicular se conoce como la fracción de lixiviación (FL) o fracción de lavado, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{FL} = \frac{\text{Lx}}{\text{Lr}}$$

Donde FL = fracción de lixiviación

Lx = lamina de lixiviación, o lamina de agua que percóla fuera de la zona radicular.

Lr = lamina de riego para satisfacer la evapotranspiración del cultivo (Etc).

La relación suelo-planta requiere dos lámina de riego, la lámina para abastecer de agua el cultivo (ETc) y para lixiviar o lavar las sales del suelo (Lx). Por ejemplo si un cultivo requiere evapotranspirar en su ciclo 1000 mm y la fracción de lixiviación es de 0,15, la lámina total será de:

$$\text{LT} = \text{ETc} / (1 - \text{FL})$$

$$\text{LT} = 1000 \text{ mm} / (1 - 0,15) = 1176 \text{ mm}$$

$$\text{Lx} = 176 \text{ mm}$$

Luego de varios riegos la concentración de sales llega a un equilibrio que depende de:

- fracción de lixiviación y
- salinidad del agua de riego

Una fracción de lixiviación alta ( $FL = 0,5$ ) provoca menor acumulación de sales que una baja ( $FL = 0,1$ ).

Si se conocen la salinidad del agua de riego y la fracción de lixiviación, se podrá estimar la salinidad del agua de drenaje que percóla por debajo de la zona radicular y la salinidad promedio de la zona radicular. La siguiente ecuación aclarará el concepto.

$$ECd = \frac{ECa}{FL} \quad (1)$$

Donde:

$ECd$  = salinidad del agua de drenaje, agua que percóla por debajo de la zona radicular, se considera igual a la salinidad promedio del agua contenida en la zona radicular en el momento de iniciarse la lixiviación ( $ECzr$ )

$ECa$  = salinidad del agua de riego.

$FL$  = fracción de lixiviación.

Un ejemplo aclarara mejor los conceptos:

El agua de riego tiene una conductividad eléctrica de ( $Eca$ ) de 1 DS/m. La fracción de lixiviación ( $FL$ ) es de 0,15 (se estima que el 85 % del agua aplicada corresponde a la evapotranspiración del cultivo). Determine la salinidad del agua o de la zona radicular ( $ECd$ ).

Datos:

$$ECa = 1 \text{ DS/m}$$

$$FL = 0,15$$

Solución:

La salinidad media del agua contenida en la zona radicular ( $ECzr$ ), es igual a la salinidad del agua de drenaje ( $ECd$ ) que percóla fuera de la zona radicular a mayores profundidades. De esta forma y según ecuación 1:

$$ECd = ECzr = Eca/FL$$

$$ECd = 1/0,15 = 6,7$$

La salinidad de la zona radicular es de 6,7 DS/m.

Pero este ejemplo no es real (solo útil como ejemplo de cálculo), pues el patrón de extracción del agua del suelo normal por las plantas es de 40, 30, 20 y 10 %; esto quiere decir que las raíces extraen el 40 % del agua que les llega en el primer cuarto de profundidad, en el segundo cuarto el 30% y así sucesivamente. Por consiguiente cambian las fracciones de lixiviación en los cuartos de extracción y las salinidades en cada cuarto son distintas. Por lo tanto la ecuación (1) puede ser utilizada realizando los cálculos de todos los cuartos y promediándolos. La fracción de lixiviación deseada se utiliza en el último cuarto de extracción.

Realizando los cálculos de todos los cuartos, el resultado es que la salinidad de la zona radicular ( $EC_d$  o  $EC_{zr}$ ) con una fracción de lixiviación de 0,15 es aproximadamente 3,2 veces más elevada que la salinidad del agua de riego ( $EC_a$ ). Para una fracción de lixiviación de 0,20, la  $EC_{zr}$  sería de 2,7 veces mayor.

En las directrices de la tabla N° 32 se supone una fracción de lixiviación de 0,15 a 0,20, con patrones de extracción de agua por los cultivos mencionados; lo que resultaría en promedio en salinidad en la zona radicular aproximadamente 3 veces mayor que la salinidad del agua de riego.

La salinidad promedio del agua contenida en la zona radicular ( $EC_d$  o  $EC_{zr}$ ) es la salinidad que debe ser tolerada por las plantas y es difícil de medir directamente. Una medida de la salinidad del suelo es la conductividad eléctrica del extracto de saturación ( $EC_x$ ). La concentración de sales solubles medida en el extracto de saturación, es aproximadamente igual a la mitad del valor de la concentración del suelo. Entonces, es posible estimar la salinidad promedio del agua del suelo en la zona radicular ( $EC_{zr}$ ) y la salinidad del extracto de saturación ( $EC_x$ ), utilizando la salinidad del agua de riego ( $EC_a$ ), con una fracción de lixiviación de 0,15 a 0,20, por las siguientes ecuaciones:

$$EC_{zr} = 3,0 EC_a$$

$$EC_{zr} = 2,0 EC_x$$

Si en la práctica la fracción de lixiviación es diferente, es necesario calcular el factor de concentración correcto, mediante valores estimados de la FL real y con los patrones de extracción de agua de los cultivos.

#### b 1.9 Efecto de la salinidad sobre los cultivos

La comprensión del proceso del agua de riego sobre la salinidad de los suelos, permite encontrar formas de evitar sus efectos y disminuir la probabilidad de reducir los rendimientos.

Las plantas extraen el agua del suelo, cuando las fuerzas de succión de las raíces son superiores a las fuerzas de succión del agua retenida por el suelo. A medida que el agua del suelo es extraída, el agua restante es retenida con mayores fuerzas de succión. Cuando la fuerza de succión de la planta es superada por la del agua suelo, comienza el

estrés hídrico. Las sales producen fuerzas de succión mayores, comparando suelos con iguales contenidos hídricos y distinto contenidos salino (cuadro N° 33).

Cuadro N° 33

**Retención de agua (bares) de un suelo franco arcilloso a varios niveles de salinidad**

Porcentaje de agua de suelo(%)	Conductividad eléctrica del extracto de saturación (DS/m).				
	1	4	8	12	16
17,5	-10	-12	-13	-15	-18
22	-5	-7	-9	-10	-12
27	-2	-4	-6	-8	-10

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. "La calidad del agua en la agricultura". FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

Por todo lo expresado, se supone que la salinidad reduce la disponibilidad de agua en forma similar para todo tipo de cultivos, sin embargo algunos cultivos son más tolerantes que otros. En el cuadro N° 34 se observa grupos de tolerancia a la salinidad de cultivos. La causa de esta diferencia no es bien conocida, no obstante ciertos cultivos poseen niveles de tolerancia de 8 a 10 veces más que los sensibles.

Cuadro N° 34

**Tolerancia a la salinidad por grupos de cultivos**

GRUPOS DE TOLERANCIA	SALINIDAD UMBRAL*
Sensibles	< 1,3 DS/m
Moderadamente sensibles	1,3 – 3,0 DS/m
Moderadamente tolerantes	3,0 – 6,0 DS/m
Tolerantes	6,0 – 10 DS/m
Muy tolerantes	> 10 DS/m

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. "La calidad del agua en la agricultura". FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

b 1.10 Problemas de infiltración

El problema de infiltración se evidencia, cuando el agua de riego no atraviesa la superficie del suelo a una velocidad lo suficientemente rápida como para permitir la

renovación del agua consumida entre riegos por el cultivo. Cuando la reducción de la infiltración se debe a la calidad de agua aplicada, el problema ocurre por lo general en los primeros centímetros de suelo, aunque ocasionalmente, puede ocurrir a mayores profundidades. El efecto final es similar al de la salinidad, es decir reducción al suministro de agua por los cultivos, pero por causas diferentes. Mientras que un problema de infiltración reduce la cantidad de agua que penetra a la zona radicular, la salinidad reduce la disponibilidad del agua que se encuentra almacenada en el suelo.

Infiltración se refiere a la facilidad con que el agua atraviesa la superficie del suelo, y se mide en velocidad. Permeabilidad se refiere a la conductividad hidráulica, dependiendo de la geometría de poros y el contenido de agua del el suelo.

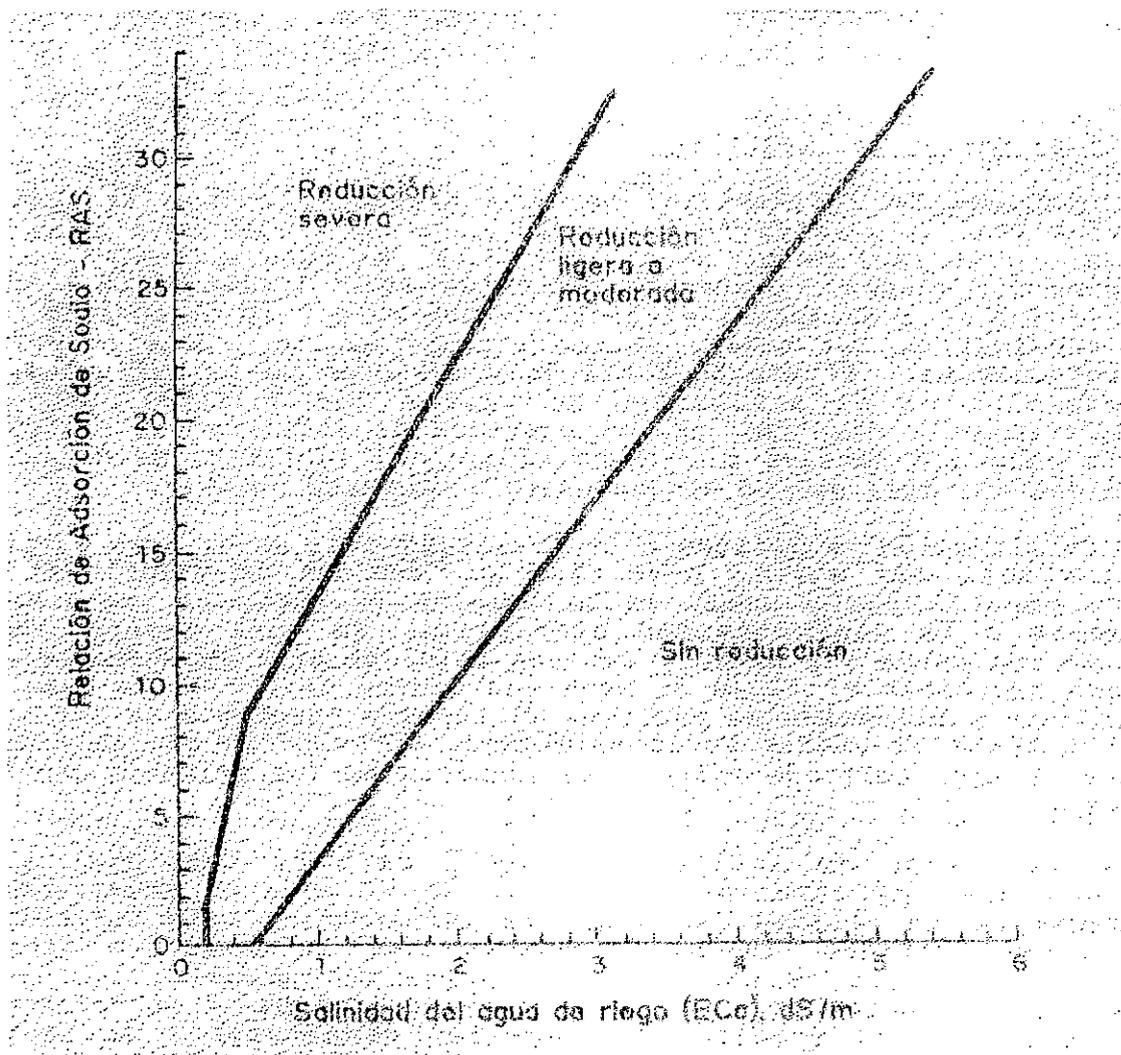
Una velocidad de infiltración de 3 mm/hs se considera baja, mientras que una de 12 mm/hs es alta. Además de la calidad del agua, la infiltración esta determinada por las características físicas y químicas del suelo como: textura, tipo de mineral de arcilla, cationes de cambio, porcentaje de materia orgánica.

Las directrices del cuadro 32 se refieren a los problemas de infiltración que resultan directamente de cambios desfavorables de la química de suelos, provocados por la calidad del agua de los riegos incluyendo tanto su salinidad como su proporción relativa de sodio.

El grafico N° 2 muestra que tanto la salinidad del agua (ECa) como su relación de absorción de sodio (RAS), afecta la velocidad de infiltración. Esta figura puede utilizarse para los problemas de infiltración, pudiendo remplazar los valores numéricos del cuadro N° 31.

Grafico N° 2

**Reducción relativa de la infiltración, provocada por la salinidad y la relación de adsorción de sodio.**



Fuente: Rhoades 1977, Oster y Schroer 1979

La infiltración, en general aumenta con la salinidad y disminuye con reducción de la misma, o aumento en el contenido de sodio en relación con el calcio y el magnesio (RAS). Por lo tanto, para evaluar el efecto final de la calidad del agua, se deben considerar estos dos factores (salinidad y RAS).

Un agua corrosiva (de salinidad menor que 0,5 DS/m o por debajo de 0,2 DS/m), lava las sales y minerales solubles, incluyendo el calcio, e influenciando sobre la estabilidad de los agregados, por consiguiente la estructura del suelo. Las partículas se dispersan,

obstruyen espacios porosos y sellan la superficie del suelo. Se producen costras superficiales y surgen los problemas de emergencia de plántulas.

Independientemente del valor del RAS las aguas de muy baja salinidad ( $< 0,2$  ds/m), invariablemente causan problemas de infiltración. Las lluvias tienen muy baja salinidad por consiguiente causan los efectos mencionados.

La dispersión de los suelos y la destrucción de su estructura se produce cuando el contenido de sodio supera el de calcio en proporción 3: 1. Este contenido relativo de sodio provoca los mismos problemas que una muy baja salinidad del agua.

El sodio es parte importante de la salinidad, permanece siempre soluble y se encuentra en equilibrio con el sodio intercambiable del suelo. La solubilidad o precipitación de este, no depende de los factores externos. El sodio se encuentra concentrado en la solución del suelo, por la extracción de agua por las plantas (estas extraen poco sodio, pues es un micro nutriente), diluido por efectos de riego o lixiviado fuera de la zona radicular. El calcio, por el contrario, no se mantiene completamente soluble o en cantidades constantes, sino que cambia continuamente hasta alcanzar un equilibrio.

El tratamiento de estos problemas puede ser químico o físico. Los tratamientos químicos incluyen la adición de enmiendas, como el yeso para modificar la composición química del suelo o del agua; la mezcla de dos o más aguas de distintas calidades; el agregado de abonos orgánicos y de ácidos fuertes. Los físicos incluyen las prácticas de cultivos para mejorar la infiltración, o mantenerla dentro de los límites aceptables.

#### b 1.11 Problemas de toxicidad

El problema de toxicidad es diferente al de salinidad y de infiltración. La toxicidad ocurre internamente en la planta y no es provocada por la falta de agua. La toxicidad normalmente resulta cuando ciertos cationes, absorbidos por la planta con el agua del suelo, se acumulan en las hojas durante la transpiración en cantidades suficientes como para provocar daños en la planta. Los daños pueden reducir los rendimientos y su magnitud depende del tiempo, concentración de los iones y sensibilidad de las plantas. Los iones tóxicos como fue mencionado son: cloro, sodio y boro; los daños pueden ser provocados individualmente o en combinación.

Los iones cloro y sodio pueden además ser absorbidos directamente a través de las hojas cuando estas se mojan por el riego por aspersion y, sobre todo durante los periodos de altas temperaturas y baja humedad. La absorción foliar acelera la acumulación del ion tóxico en la planta y es muchas veces la fuente principal de toxicidad.

Además del cloro, sodio y boro, muchos oligoelementos son tóxicos para las plantas, aun en pequeñas concentraciones. Afortunadamente las aguas de riego contienen estos elementos en concentraciones sumamente bajas por consiguiente no constituyen peligro.

Cloro

La toxicidad más frecuente es la provocada por el cloro contenido en el agua de riego. Este anión no es retenido ni adsorbido por las partículas del suelo, es absorbido por las raíces y traslocado a las hojas, en donde se acumula por transpiración. Los síntomas de los daños que se producen son: necrosis y quemadura de las puntas de las hojas, que luego se extienden a lo largo de los brotes. Luego de una necrosis excesiva se produce defoliación.

En cultivos sensibles, estos síntomas se alcanzan con una concentración de 0,3 a 1,0 % de cloro basándose en el peso seco de las hojas.

Se utilizan análisis foliares para confirmar la toxicidad. La toma de la muestra para la determinación analítica depende del cultivo y del procedimiento de interpretación utilizado. El cuadro N° 35 indica los niveles de tolerancia de los cultivos.

Cuadro N° 35

Tolerancia al cloro de los cultivos hortícola.

Cultivo	Concentración máxima de Cl- sin disminución de rendimiento (mol/m <sup>3</sup> )*	Porcentaje (%) de disminución del rendimiento por unidad de mol/m <sup>3</sup>
Frutilla	10	3,3
Poroto chaucha	10	1,9
Cebolla	10	1,6
Zanahoria	10	1,4
Rábano	10	1,3
Lechuga	10	1,3
Pimiento	15	1,4
Papa	15	1,2
Repollo	15	1,0
Apio	15	0,6
Espinaca	20	0,8
Pepino	25	1,3
Tomate	25	1,0
Brócoli	25	0,9
Remolacha	40	0,9

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. "La calidad del agua en la agricultura". FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

\* Concentración de cloruros medidos en el extracto de saturación del suelo, muestras extraídas en la zona radicular.

Sodio

La toxicidad del sodio es más difícil de diagnosticar que la del cloro, pero ha sido identificada como resultado de una alta proporción de sodio en el agua (alto sodio o RAS).

Los síntomas de toxicidad aparecen en forma de quemaduras o necrosis a lo largo de los bordes de las hojas y luego se extienden hacia el centro del limbo en el área internerval.

Entre los cultivos sensibles se encuentran: frutales de hojas caducas, cítricos, frutales de nueces, los aguacates y los frijoles.

En el cuadro N° 31 se utiliza el RAS como indicador potencial de sodio contenido en los riegos por superficie. En el cuadro N° 36 se clasifica la tolerancia de varios cultivos, utilizando tres niveles de porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Cuadro N° 36

**Tolerancia relativa de algunos cultivos al sodio intercambiable\***

<b>Sensibles PSI &lt; 15**</b>	<b>Semitolerantes** 15 &gt; PSI &lt; 40</b>	<b>Tolerantes PSI &gt;40**</b>
Palto	Zanahoria	Alfalfa
Frijoles	Lechuga	Cebada
Algodón (germinación)	Caña de azúcar	Remolacha azucarera
Maíz	Avena	Algodón
Arveja	Rábano	Gramma rhodes
Pomelo	Arroz	Agropiro crestado
Naranja	Centeno	Agropiro alargado
Durazno	Espinaca	
Mandarina	Tomate	
Lenteja	Trigo	
Garbanzo	Mostaza	

\*Fuente FAO- UNESCO (1973), Pearson (1960) y Abrol (1982)

\*\*Los cultivos están colocados en orden descendente en cuanto a sus tolerancias al sodio. Las tolerancias son relativas debido a que los factores de nutrición y condiciones adversas del suelo, por lo general, paralizan el crecimiento antes de alcanzar estos niveles de PSI. Los suelos con PSI por encima de 30, no tienen estructura adecuada para producir buenas cosechas. En la mayoría de los casos se establecieron las tolerancias previa estabilización de la estructura del suelo.

## Boro

El boro es un elemento esencial para la estructura de la planta.

En algunos cultivos el umbral crítico de boro en el agua de riego es de 0,2 mg/l, con concentraciones entre 1 a 2 mg/l comienza las toxicidades. Las aguas superficiales rara vez contienen niveles tóxicos de boro, pero los brotes de agua y las aguas de pozo pueden contener concentraciones tóxicas principalmente en las cercanías de fallas sísmicas y áreas geotérmicas.

Principalmente las toxicidades ocurren por el boro contenido en el agua de riego, y no en el del suelo.

Los síntomas aparecen en las hojas más viejas, como manchas amarillas o secas en el borde y en el ápice. A medida que el boro se acumula, los síntomas se extienden a las áreas internervales hacia el centro de la hoja.

Los síntomas de toxicidad en la mayoría de los cultivos aparecen cuando la concentración foliar excede 250 o 300 mg de boro por kilogramo de materia seca.

Alguno cultivos no acumulan boro en las hojas como los frutales de hueso y algunas pomáceas por consiguiente el análisis foliar no permite un diagnóstico final. En estos casos, hay que confirmar la toxicidad mediante análisis de agua y suelo.

En el cuadro N° 37 podemos observar concentraciones de boro máximas en el agua del suelo, sin disminución del rendimiento de los cultivos y porcentaje de disminución por unidad de concentración del boro.

Cuadro N° 37

**Límites de tolerancia de boro para distintos cultivos**

Especie	Umbral g/m3*	Disminución del rendimiento en % por g/m3**
Cebolla	0,75 - 1	
Poroto chaucha	1,0	12
Brócoli	1,0	1,8
Pimienta	1,0 - 2,0	
Arveja	1,0 - 2,0	
Zanahoria	1,0 - 2,0	
Papa	1,0 - 2,0	
Pepino	1,0 - 2,0	
Lechuga	1,3	1,7
Repollo	2,0 - 4,0	
Maíz	2,0 - 4,0	
Coliflor	4,0	1,9
Remolacha	4,0 - 6,0	4,1
Tomate	5,7	3,4
Apio	9,8	3,2
Esparrago	10,0 - 15,0	

Fuente: Ayers R.S., Westcot D.W. "La calidad del agua en la agricultura". FAO (1987) Riego y drenaje. 29 (1)

\* Concentración máxima permisible en el agua del suelo sin reducción de los rendimientos. La tolerancia de boro pueden variar y dependen del clima, suelo y las variedades.

\*\* Tolerancias basadas en la reducción del crecimiento vegetativo.

#### b 1.12 Determinaciones químicas de aguas su importancia

La provincia de tierra de fuego no cuenta con laboratorios para realizar determinaciones analíticas de agua para riego. Los laboratorios de análisis de aguas, son de gran importancia para la producción hortícola bajo cubierta o en zonas con baja precipitación. Solamente se realizan determinaciones de agua por intermedio del CADIC, que esta ubicado en la ciudad de Ushuaia y la planta potabilizadora de agua de la ciudad de Río Grande. Estas dos instituciones, realizan análisis con fines no agronómicos, o sea para consumo humano. Las determinaciones de estas dos instituciones han sido incluidas en el primer informe y serán utilizadas para estimar algunos parámetros agronómicos de importancia para riego. En los cuadros 38, 39, 40. y 41 se pueden apreciar los datos analíticos de aguas estimados para uso agronómico.

En todos los casos se estimo la conductividad eléctrica por la suma de cationes, porque las determinaciones de cationes en general son más seguras que las de aniones.

Igualmente la suma de cationes debería coincidir con la de aniones, aunque en todos los análisis que se relevaron en la provincia no coinciden. Por consiguiente las estimaciones son muy aproximadas, pero para los fines de la capacitación tiene utilidad.

La conductividad eléctrica de los datos originales en todos los caso(salvo en el Arroyo Grande) no coincide con la suma de cationes o aniones.

Cuadro N° 38

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL ARROYO GRANDE CON ESTIMACIONES PARA USO AGRONÓMICO**

	Datos originales *		Datos agronómicos **	
	Unidades		Unidades	
<i>Parámetro</i>				
Color	40			
Olor	ind			
Turbiedad	1,2			
Ph	7,4		7,1	
Residuo	93			
Materia orgánica	4			
Alcalinidad total				
Dureza	36	mg/l		
Alcalinidad de carbonatos	0		0	
Alcalinidad de bicarbonatos	72	mg/l	1,2	meq/l
Cloruros	5	mg/l	0,14	meq/l
Sulfatos	9	mg/l	0,18	meq/l
Nitratos	0,1	mg/l	0,0016	meq/l
Nitritos	0,01	mg/l		
Amonio	0,07	mg/l		
Hierro	0,14	mg/l	0,005	meq/l
Calcio	20	mg/l	0,99	meq/l
Magnesio	1,6	mg/l	0,14	meq/l
Fluor				
Sodio	115	mg/l	5	meq/l
RAS			6	
Potasio				
Conductividad eléctrica	73	MS/m	0,6	DS/m aprox***

Institución CADIC

\*Datos de agua del 13/8/97

\*\*Datos agronómicos estimados por el autor del trabajo.

\*\*\*Dato de conductividad eléctrica estimado por suma de cationes de cambio.

Cuadro Nº 39

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL RÍO PIPO CON ESTIMACIONES PARA USO AGRONÓMICO**

<i>Parámetro</i>	<b>Datos originales*</b>	<b>Datos agronomicos**</b>
	<b>Unidades</b>	<b>unidades</b>
Turbiedad		
pH	6,7	
Residuo		
Materia orgánica		
Alcalinidad total		
Dureza	82,5 mg/l	
Alcalinidad de carbonatos	0	
Alcalinidad de bicarbonatos		
Cloruros	4,8 mg/l	0,14 meq/l
Sulfatos	420 mg/l	8,7 meq/l
Nitratos	0,9 mg/l	0,016 meq/l
Nitritos		
Amonio		
Hierro		
Calcio	24,3 mg/l	1,2 meq/l
Magnesio	5,3 mg/l	0,43 meq/l
Flúor		
Sodio	5,8 mg/l	0,25 meq/l
Potasio	0,1 mg/l	0,0026 meq/l
RAS		0,27
Conductividad eléctrica	131,5 MS/m	0,19 DS/m*
Institución	CADIC	

\*Datos de agua del 19/8/04

\*\*Datos agronómicos estimados por el autor del trabajo.

\*\*\*Dato de conductividad eléctrica estimado por suma de cationes de cambio

Cuadro N° 40

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL RÍO CANDELARIA CON ESTIMACIONES PARA USO AGRONÓMICO**

<i>Parámetro</i>	<b>Datos originales*</b>		<b>Datos agronomicos**</b>	
	<b>Unidades</b>		<b>Unidades</b>	
Color	70			
Olor				
Turbiedad	11,5			
Ph	7,5			
Residuo	179			
Materia orgánica				
Alcalinidad de carbonatos				
Alcalinidad de bicarbonatos	193	mg/l	3,2	meq/l
Cloruros				
Sulfatos	10	mg/l	0,20	meq/l
Nitratos	0,2	mg/l	0,003	meq/l
Nitritos				
Amonio	0,4	mg/l		
Hierro	0,6	mg/l	0,015	meq/l
Calcio	21	mg/l	1,04	meq/l
Magnesio	7	mg/l	0,55	meq/l
Flúor				
Sodio	20	mg/l	0,86	meq/l
Conductividad eléctrica	210	MS/m	0,25	DS/m***
Potasio	2,3	mg/l	0,06	meq/l
RAS			0,96	

Institución CADIC

\*Datos de agua del 28/5/97.

\*\*Datos agronómicos estimados por el autor del trabajo.

\*\*\*Dato de conductividad eléctrica estimado por suma de cationes de cambio.

Cuadro N° 41

**DATOS ANALÍTICOS DE AGUA DEL LAGO FAGNANA CON ESTIMACIONES PARA USO AGRONÓMICO**

Parámetro	Datos originales*		Datos agronomicos**	
	Unidades		unidades	
Color				
Olor				
Turbiedad				
Ph		7		
Residuo				
Materia orgánica				
Alcalinidad total				
Dureza				
Alcalinidad de carbonatos		0		
Alcalinidad de bicarbonatos	33	mg/l	0,54	meq/l
Cloruros	7,2	mg/l	0,2	meq/l
Sulfatos	5,6	mg/l	0,11	meq/l
Nitratos	5	mg/l	0,081	meq/l
Nitritos				
Amonio	10	mg/l		
Hierro	0,1	mg/l	0,003	meq/l
Calcio	10,2	mg/l	0,50	meq/l
Magnesio	1,1	mg/l	0,09	meq/l
Flúor				
Sodio	3	mg/l	0,14	meq/l
Potasio	0,4	mg/l	0,01	meq/l
Conductividad eléctrica	74	MS/m	0,07	DS/m
RAS			0,25	

Institución

\*Datos de agua del 11/83

\*\*Datos agronómicos estimados por el autor del trabajo.

\*\*Dato de conductividad eléctrica estimado por suma de cationes de cambio



b 2. Suelos

El suelo es el medio donde crecen y desarrollan las raíces de las plantas. Un agricultor le costará más producir en forma eficiente y competitiva si no logra controlar la fertilidad de sus suelos. Para controlar la fertilidad es necesario conocer las propiedades físicas y químicas de los suelos. Un suelo fértil, lo es desde el punto de vista químico y físico. En la horticultura moderna la fertilidad de los suelos con el sistema de riego por goteo, posibilita una fertilización muy precisa.

La horticultura de los cinturones que rodean las grandes ciudades es una actividad muy intensiva con respecto al suelo, en una misma parcela se realizan de 4 a 8 cultivos anuales. Los cultivos hortícolas son más exigentes en la extracción de nutrientes que los cereales (cuadro N° 42).

En terrenos dedicados a la horticultura por muchos años, se considera que el suelo es solamente un soporte físico, siendo imprescindible un manejo adecuado para lograr sustentabilidad.

Las propiedades físicas y químicas de los suelos hortícolas, resultan más alteradas que la de la actividad extensiva, justamente por el intenso laboreo y el alto nivel de extracción de nutrientes anual a que son sometidos. Si el nivel de extracción de nutrientes de un cultivo hortícola lo multiplicamos por el número de cultivos por año, se llega rápidamente a niveles de concentración en el suelo limitantes.

Los horticultores en general aplican todo tipo de enmiendas en forma empírica, cuyas dosis no siempre son las más adecuadas económica y técnicamente. En general las aplicaciones no se basan en determinaciones analíticas de suelo que sería lo más aconsejable.

Es importante señalar que la fertilización en horticultura no debe referirse solamente a los tres elementos mayores, sino que debe ser contemplado la aplicación de calcio, magnesio y algún micro elementos. Estas consideraciones dependen fundamentalmente de las condiciones locales.

Cuadro N° 42

**Rendimientos medios de distintas hortalizas y de algunos cereales correlacionado con la extracción de nutrientes**

Especies	Rendimiento medio (tn/ha)	Nutrientes absorbidos (Kg/ha)					
		N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Cebolla	25	63	30	88	31	29	23
Coliflor	25	250	100	315	270	30	21
Lechuga	30	65	30	135	42	7	
Zanahoria	30	115	45	165	105	22	9,3
Tomate	30	210	50	280	220	40	50
Maíz	5	115	45	120	25	25	25
Trigo	3,5	95	45	120	35	15	30

Fuente: Fritz y Venter, 1968

**b 2.1 Propiedades físicas, químicas y biológicas.**

*Aclaración: los puntos b 2.2 y b 2.3 b 2.4, (aguas de suelo parámetros de interés y nutrientes primarios, secundarios y micro nutriente respectivamente) serán tratados en propiedades físicas y químicas de los suelos.*

La parte sólida de un suelo esta constituida por el material mineral y el orgánico. Los componentes de un suelo mineral promedio son los siguientes:

- 50 a 60 % de material mineral
- 15 a 35 % de aire
- 25 a 35 % de agua
- 2 a 6 % de materia orgánica

Las **características físicas** más importantes de un suelo son las siguientes:

- textura
- estructura
- color
- aireación
- agua
- profundidad
- drenaje

**- Textura**

La textura representa la composición granulométrica de las partículas elementales del suelo.

La textura de un suelo es una característica permanente del mismo.

El material mineral de un suelo esta formado por tres componentes arena, limo y arcilla. Estas partículas llamadas primarias pueden ser macro o microscópicas (cuadro N° 43)

Cuadro N° 43

**Tamaño de partículas primarias del suelo**

<b>Clasificación americana*</b>	<b>Diámetro en mm</b>
<b>Arena muy gruesa</b>	2,00 – 1,00
<b>Arena gruesa</b>	1,00 – 0,50
<b>Arena media</b>	0,50 – 0,25
<b>Arena fina</b>	0,25 – 0,10
<b>Arena muy fina</b>	0,10 – 0,05
<b>Limo</b>	0,05 – 0,002
<b>Arcilla</b>	< 0,002

\*Esta es la clasificación americana utilizada en el país.

Dado que el mayor o menor predominio de las fracciones gruesas o finas en un suelo marcan una serie de tendencias de gran interés, se vio la necesidad de clasificar los suelos de acuerdo al tamaño predominante de sus partículas primarias inorgánicas.

Las clases texturales arcillosas o finas corresponden a los suelos plásticos llamados pesados, difíciles de trabajar y con fuerte poder adhesivo; mientras que las texturas más gruesas arenosas, características de los suelos ligeros, faltos de cohesión, fáciles de trabajar y con tendencia a la acidez.

Las clases texturales indican varios parámetros práctico para uso agrícola de los suelos. Algunos de estos indicadores son: momento de laboreo, rango de tiempo para el laboreo, fertilidad potencial (CIC), porosidad, distribución de poros, retención hídrica, permeabilidad, drenaje etc. Por ejemplo en el cuadro N° 45 se aprecia los valores de agua disponible en un suelo según clases texturales, y en el 44 la relación entre la textura y la CIC.

Cuadro N° 44

**Relación entre la CIC y la textura del suelo**

<b>Textura</b>	<b>CIC meq/100g</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Arenosa</b>	0 - 5	muy baja
<b>Franca arenosa</b>	5 - 10	baja
<b>Franca y franca limosa</b>	10 - 25	moderadamente baja
<b>Franca arcillosa</b>	25 - 30	alta
<b>arcillosa</b>	> 30	muy y alta

Fuente: curso de postgrado UBA (1987)

Cuadro N° 45

**Volumen de agua disponible en porcentaje (%) en el suelo según clases texturales**

<b>Tensión de humedad en el suelo/clases texturales.</b>	<b>0,2 bares</b>	<b>0,5 bares</b>	<b>2,5 bares</b>	<b>16 bares</b>
<b>Arcilloso - pesado</b>	18	15	8	0
<b>Arcilloso - limoso</b>	19	17	10	0
<b>Francos</b>	20	15	7	0
<b>Franco - limoso</b>	25	19	5	0
<b>Franco - arcilloso- limoso</b>	16	12	7	0
<b>Franco - arcilloso- arenoso</b>	14	11	6	0
<b>Franco - arenoso</b>	13	8	3	0
<b>Arenoso - fino - limoso</b>	14	11	5	0
<b>Arenoso - fino - medio</b>	6	3	2	0

Fuente: FAO, Necesidades de agua de los cultivos 1977

Existen dos métodos para determinar textura en laboratorio, el de Bouyoucos y el de la pipeta. El más sencillo y menos costoso es el de la Bouyoucos.

- Estructura

La estructura puede definirse como la reunión de las partículas primarias inorgánicas más las orgánicas del suelo. La reunión de las partículas forman agregados, que son la fuente de la fertilidad física de los suelos.

La cantidad, la forma, el tamaño y la estabilidad de los agregados es de suma importancia para predecir la fertilidad física de los suelos. O sea que buena estructura (es decir buena cantidad, tamaño, forma y estabilidad de agregados) significa buena fertilidad física.

Los suelos que poseen partículas primarias mayores de 0,5 mm(arenas gruesas), tendrán una buena estructura permanente, porque el tamaño de la partícula primaria funcionaria como estructura.

En el cuadro N° 46 apreciamos la clasificación de los agregados por su forma.

Cuadro N° 46

**Clasificación de los agregados**

**Forma :** Laminar, prismática, columnar, bloques angulares y subangulares, granular migajosa, masiva.

**Tamaño:** muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso.

**Dureza:** débil, moderado y fuerte.

Varias interpretaciones agronómicas se pueden realizar con la clasificación de los agregados. Por ejemplo en el cuadro 47 apreciamos algunos indicadores.

Cuadro N° 47

**Indicadores agronómicos de la estructura del suelo**

Forma de estructura	Problemas
Laminar	infiltración
Columnar	permeabilidad
Angulares y subangulares	deterioro de estructura superficial
Columnares	dispersión sódica
Tamaños muy finos y finos	de infiltración
Débil	Planchado, infiltración.
Masiva	Infiltración.

La estructura optima o ideal de un suelo es la granular o migajosa, porque posee una adecuada distribución de poros y agua.

La determinación de laboratorio que se realiza es la estabilidad estructural, que predice la persistencia del agregado.

- Color

Es una característica que se utiliza para clasificar los suelos y sus horizontes.

Los colores de los suelos pueden ser los siguientes: pardos, rojos, grises, amarillos, negros, azulados o verdosos. En el cuadro N° 48 podemos apreciar interpretaciones agronómicas del color de los suelos.

Cuadro N° 48

Interpretaciones generales agronómicas del color de los suelos

Color	Significado
<b>Blanco</b>	Gran cantidad de arena
<b>Rojo</b>	Zona oxidación
<b>Pardo</b>	Humus + coloide
<b>Azul-verdoso</b>	Zona reducción
<b>Negro</b>	Materia orgánica digerida

El método para determinación de color de los suelos más conocido es por medio del llamado sistema Munsell, que compara directamente el suelo con una tabla que posee patrones de colores.

- Aireación

Una óptima aireación de un suelo consiste en la velocidad de renovación de la atmósfera del suelo. El elemento gaseoso más importante en el suelo y en la naturaleza es el oxígeno. El oxígeno es un elemento muy importante para el metabolismo del suelo y las raíces. En el cuadro N° 49 observamos la necesidad de aireación del suelo, sobre determinados cultivos.

En el suelo existen tres tamaños de poros, macroporos (> de 100 micrones), mesoporos (entre 0,2 y 100 micrones) y microporos (< de 0,2 micrones). Los que cuantitativamente producen el mayor intercambio gaseoso son los macroporos llamados poros de aireación. Estos últimos son los que posibilitan la mayor velocidad para el intercambio gaseoso.

Cuadro N° 49

**Acción de la aireación sobre los cultivos**

Cultivo	Porcentaje aireacion
Sudan grass	6 - 10
Trigo	10 - 15
Avena	10 - 15
Espinaca	20-25
Tomate	20- 25

**- Agua**

La cantidad y el estado energético del agua del suelo, influyen sobre las propiedades físicas del suelo y las plantas.

El agotamiento del agua en los suelos por las plantas, es debido a cinco factores climáticos que intervienen en la evapotranspiración de los cultivos. Estos factores son: la temperatura, la duración del día, la nubosidad, la humedad relativa y el viento. Con estos factores se puede calcular por distintos métodos las necesidades de agua de los cultivos, o sea la cantidad de agua de riego en determinado tiempo.

Hay varios parámetros de importancia con respecto al contenido de agua de los suelos. Estos parámetros serán indicados en el cuadro N° 50.

Cuadro N° 50

**Parámetros de agua de suelo**

Parámetro	Significado
<b>Agua no disponible</b>	Agua en poros menores de 0,2 micrones, muy retenida. No utilizables por las plantas.
<b>Agua disponible</b>	Agua en poros entre 0,2 a 100 micrones, utilizable para las plantas. Entre poros de 0,2 a 100 micrones.
<b>Agua percolada</b>	Agua en poros mayores de 100 micrones, no-retenida. No utilizable por las plantas.
<b>Capacidad de campo</b>	Máxima cantidad de agua que puede retener un suelo (0,3 bares).
<b>Punto de marchitez permanente</b>	Agua retenida muy retenida (15 bares).

Cuadro N° 51

**Niveles de agotamiento de aguas del suelo, expresados como tensiones de humedad del suelo, tolerados por distintos cultivos para que la evapotranspiración del cultivo se mantenga a niveles óptimos y se obtengan altos rendimientos**

Zanahoria	0,5 – 0,7 bares	Cebolla	0,4 – 0,7 bares
Coles	0,6 – 1 bares	Arveja	0,3 – 0,8 bares
Pepino	1,0 – 3,0 bares	Papas	0,3 – 0,7 bares
Uva	0,4 – 1 bares	Frutilla	0,2 – 0,5 bares
Lechuga	0,4 – 0,6 bares	Remolacha	0,6 – 0,8 bares
Maíz	0,5 – 1,5 bares	Tomates	0,5 – 1,5 bares
Melón	0,3 – 0,8 bares	Trigo	0,8 – 1,5 bares
Poroto	0,6 – 1,0 bares	alfalfa	0,8 – 1,5 bares
Banana	0,3 – 1,5 bares	Soja	0,2 – 0,5 bares

#### - Profundidad

En la clasificación de suelos por capacidad de uso de las tierras la profundidad es un factor de calidad.

La profundidad efectiva de un suelo, es la profundidad del perfil hasta donde existen condiciones favorables para el desarrollo de las raíces. La profundidad a que desarrollan las raíces varía con las especies (cuadro N° 52). Cuando la profundidad de las raíces del cultivo no se encuentran en un rango óptimo, el rendimiento se verá afectado.

Cuadro N° 52

**Profundidad efectiva de las raíces en la fase de maduración, en suelos profundos y homogéneos.**

Especie	Profundidad radicular (cm)	Especie	Profundidad radicular (cm)
Cítricos	120 – 150	Poroto	
Crucíferas	30 – 60	Soja	60 – 125
Curcubitráceas	75 – 125	Caña de azúcar	75 – 180
Berenjena	75 – 125	Tabaco	45 – 90
Uva	75 – 180	Alfalfa	90 – 180
Maíz	75 – 160	Cartamo	90 – 180
Cebolla	30 – 75	Olivo	100 – 150
Pimiento	40 – 100	Pastos general	60 – 100
Papas	30 – 100	Espinaca	20 – 45
Frutilla	25 – 35	Acelga	30 – 95
Tomates	40 - 100	Remolacha	60 – 125

La limitante de la profundidad puede ser capas compactadas de origen antrópico o genético del suelo.

En el cuadro N° 53 observamos distintas calidades de suelo según profundidad del perfil.

Cuadro N° 53

**Calidad de suelos según profundidad del perfil**

Calidad muy buena	> de 90 cm
Calidad buena	Entre 50 y 90 cm
Calidad regular	Entre 25 y 50 cm
Calidad mala	< de 25 cm

La forma de determinar profundidad del perfil es realizar calicatas y observar posibles compactaciones de origen natural o antrópico.

**- Drenaje**

Los factores que determinan las condiciones de drenaje del suelo son fundamentalmente las relacionadas con el escurrimiento y la permeabilidad, refiriéndose entonces a condiciones generales del área (relieve) y del suelo (estructura, textura y porosidad de los horizontes del perfil)

El exceso de la humedad del suelo, o las inundaciones limitan su aprovechamiento y son productos del mal drenaje del suelo y del área.

Varios son los indicadores de mal drenaje, las coloraciones grises verdosos o azuladas en el perfil, corresponden al cation hierro en estado reducido (el estado oxidado se expresa con colores parados amarillos a rojizos).

Otros indicadores del mal drenaje son los moteados y concreciones de hierro y manganeso. El carbonato de calcio que se producen en general en la zona de fluctuación de la napa freática, es otro indicador de mal drenaje.

Un horizonte A2 o E también representa un problema de drenaje.

Los suelos limitan los rendimientos de los cultivos por problemas de drenaje. En el cuadro N° 54 se observa la calidad de los suelos con relación al drenaje.

Cuadro N° 54

### Clases de drenaje en relación con la capacidad de uso de los suelos

Clase de drenaje	Clase de capacidad de uso
Muy pobremente drenado	VII y VIII
Pobremente drenado	VI
Imperfectamente drenado	III y IV
Moderadamente bien drenado	I y II
Bien drenado	I
Algo excesivamente drenado	II y III
Excesivamente drenado	IV a VIII

La calidad de los suelos clasificado por drenaje decrece de I a VIII.

Las distintas clases de drenaje se determinan por indicadores morfológicos (moteados, concreciones, colores del suelo y horizontes diagnósticos) en el perfil del suelo.

En los suelos las **características químicas** en general están acompañadas por las físicas.

Las características químicas de un suelo más importantes son las siguientes:

- pH
- salinidad y sódicidad
- carga eléctrica de los materiales (físico-química)
- nutrientes primarios y secundarios
- micronutrientes

**- pH**

La reacción del suelo es una propiedad fundamental de los mismos. Es, a la vez, causa y efecto de una serie de factores. No existe proceso físico, químico y biológico, que no este influenciado por el carácter de acidez o alcalinidad de los suelos.

La formula de pH es la siguiente:

$$\text{pH} = - \log ( \text{H}^+ )$$

Se pueden determinar tres tipos de pH del suelo, el actual, el potencial y el total.

El pH actual, es la expresión internacional edafológica de la acidez actual, y hace referencia a condiciones standards de relación suelo-agua utilizada.

Se mide pH de una suspensión suelo-agua en relación 1:2,5. Los laboratorios deben mencionar en los informes de los análisis a que tipo de pH se refieren, en el cuadro N° 55 observamos una clasificación de suelos según su pH actual y potencial.

Cuadro N° 55

**Clasificación de los suelos según pH actual y potencial**

<b>pH actual</b>	<b>Clasificación</b>	<b>pH potencial</b>	<b>Clasificación</b>
< 4,6	muy fuertemente ácido	< 4,0	Extremadamente ácido
4,7 – 5,2	Fuertemente ácido	4,0 – 4,9	Fuertemente ácido
5,3 – 5,8	Ácido	5,0 – 5,9	Medianamente ácido
5,9 – 6,7	Débilmente ácido	6,0 – 6,9	Ligeramente ácido
6,8 – 7,2	Neutro	7	Neutro
7,3 – 7,6	Débilmente alcalino	7,1 – 8,0	Ligeramente alcalino
7,7 – 7,9	Alcalino	8,1 – 9,0	Medianamente alcalino
8,0 – 8,5	Fuertemente alcalino	9,1 – 10	Fuertemente alcalino
> 8,6	Muy fuertemente alcalino	> 10,1	Extremadamente alcalino

Se observan diferencias entre el pH actual y potencial (cuadro N° 55), por consiguiente es importante aclarar a que tipo de determinación se refiere en los informes de análisis de suelo.

El pH actual se refiere a los protones en solución (H<sup>+</sup>) que son los que más influyen en la fertilidad de los suelos.

El pH potencial valora los protones, el aluminio, el hierro y el manganeso que esta absorbido por el complejo de cambio.

El pH total es la suma del potencial y el actual.

Con la determinación de pH del suelo se pueden inferir varios procesos de importancia agronómica, por ejemplo:

- el grado de saturación del complejo de cambio, es de 100 % a pH 7.
- a pH ácidos se produce gran acumulación de materia orgánica y pobre liberación de nutrientes.
- existen óptimos de pH para la actividad de distintos grupos de microorganismos (cuadro N° 56)

Cuadro N° 56

### Óptimos de pH para distintos grupos microbianos

Grupos microbianos	Rangos de pH óptimos
celulolíticos	7 - 8
amonificadores	7 - 8,5
nitrificadores	7 - 8
fijadores asimbióticos	7 - 7,8
fijadores simbióticos	5 - 6

Según Troug cada elemento se halla en cantidades y formas químicas adecuadas para los vegetales dentro de ciertos valores de pH (cuadro N° 57).

Cuadro N° 57

### Cantidad de nutrientes asimilables según pH del suelo

Nutriente	Rango optimo
Nitrógeno	6 - 8
Fósforo	5,5 - 7
Potasio - azufre	6 - 8,5
Calcio - magnesio	7 - 8,5
Hierro - manganeso	4,5 - 6
Boro - cobre - zinc	5 - 7
molibdeno	7 - 8,5

**- Salinidad y sódicidad**

Los suelos salinos se encuentran principalmente en zonas de climas áridos y semiáridos. En condiciones húmedas las sales solubles originalmente presentes en los materiales del suelo y formadas por meteorización de minerales, generalmente son llevadas a las capas inferiores, hacia el agua subterránea y finalmente transportadas a los océanos. Por lo tanto los suelos salinos no existen en las regiones húmedas, excepto cuando el suelo a estado expuesto al agua de mar o a drenajes imperfectos.

Existen tres tipos de suelos salinos, los salinos, los salinos sódicos y los sódicos. Estos se pueden caracterizar según la cuadro 58.

Cuadro N° 58

**Caracterización de suelos salinos y sódicos**

	Conductividad eléctrica*	pH	PSI**
<b>Suelo salino</b>	> 4	< 8,5	< 15
<b>Suelo sódico - salino</b>	> 4	< 8,5	> 15
<b>Suelo sódico</b>	< 4	> 8,5	> 15

Fuente: Allison (1974) Diagnostico rehabilitación de suelos salinos y sódico.

\*La salinidad esta expresada en DS/m, y se refiere a la del extracto de saturación.

\*\*El PSI es el porcentaje de saturación de sodio intercambiable.

La salinidad como fue mencionado produce estrés hídrico a las plantas. Cuando un cultivo se desarrolla en suelos salinos, presenta generalmente achaparramiento, el follaje es de color verde azul profundo y se observan manchones sin plantas. En el cuadro N° 59 se aprecia los valores umbrales y el porcentaje de perdida del rendimiento de distintas especies hortícolas.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) produce dos efectos en las plantas, directo e indirecto. El directo es la fitotoxicidad como fue mencionado en puntos anteriores, el indirecto el sodio destruye la estructura del suelo, y por consiguiente afecta la fertilidad física.

Cuadro N° 59

**Tolerancia a las sales de los cultivos**

Cultivo	Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo	
	Umbral DS/m	Disminución del rendimiento por DS/m
Pepino	1,1	6,9
Berenjena	1,6	7
Lechuga	1,7	12
Cebolla	1,2	
Arveja	1,5	14
Pimiento	1,7	12
Papa	1,7	
Espinaca	3,2	16
Frutilla	1,5	11
Tomate	0,9	9
Rabanito	2,0	7,6

Fuente: Maas (1986)

**- Carga eléctrica de los materiales**

Los coloides orgánicos e inorgánicos en superficie presentan cargas eléctricas positivas o negativas. Los cationes poseen cargas positivas y los aniones negativas, por consiguiente son atraídos por la superficie de los coloides. La fuerza con que son retenidos los iones por los coloides del suelo, depende de la concentración de carga de los iones (radio y cantidad de cargas).

Los iones (cationes y aniones) en solución están en equilibrio con los iones adsorbidos por los coloides del suelo. La mayor cantidad de iones están retenidos por las partículas del suelo, estos pueden ser desplazados por otros iones. Este fenómeno de intercambio es reversible (se efectúa con gran rapidez) y determina un parámetro llamado capacidad de intercambio catiónico o aniónico (CIC y CIO respectivamente). Este proceso es de suma importancia para los suelos. Los suelos con alta capacidad de retener iones son suelos con alta fertilidad química.

Los materiales de retención de iones más importantes son los siguientes:

- materia orgánica
- materiales arcillosos
- óxidos e hidróxidos de hierro, aluminio y manganeso

La materia orgánica con capacidad de retener iones se forma por el proceso de humificación, dando como resultado coloides orgánicos.

Los materiales arcillosos y los óxidos e hidróxidos se forman por el proceso de meteorización del suelo, dando como resultado coloides inorgánicos.

En el cuadro N° 60 observamos la capacidad de retener cationes de algunos materiales.

Cuadro N° 60

**Capacidad de intercambio cationico de algunos materiales**

<b>Humus</b>	100 – 500 meq/100gr
<b>Montmorillonita</b>	80 – 120 meq/100gr
<b>Vermiculita</b>	100 – 150 meq/100gr
<b>Illita</b>	20 – 50 meq/100gr
<b>Caolinita</b>	3 – 15 meq/100gr
<b>Oxidos</b>	10 - 25 meq/100gr

Fuente: curso de postgrado en ciencia de suelo UBA (1987)

En el cuadro 44 observamos las clases textuales en relación con la CIC.

La capacidad de retener iones en los suelos, se puede interpretar como la diferencia entre un suelo agrícola y no agrícola.

- Nutrientes primarios y secundarios

Los nutrientes primarios y secundarios pertenecen a los macro y meso nutrientes respectivamente, estos son llamados de este forma por la gran cantidad con que son absorbidos por las plantas.

Los macro y meso nutrientes son:

- nitrógeno
- fósforo
- potasio
- azufre
- calcio
- magnesio

- Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas y requerido en grandes cantidades. Es necesario para la síntesis de clorofila, sustancia vital para el proceso de la fotosíntesis. La escasez de nitrógeno reduce la cantidad de clorofila, por lo tanto se reduce la eficiencia en la toma de energía lumínica. Esto produce menores rendimientos. El nitrógeno es el sustrato para formación de proteínas, vitaminas y enzimas.

Es uno de los elementos más ampliamente distribuido en la naturaleza. La mayor parte se encuentra en forma fijada en la corteza terrestre.

Es un elemento muy dinámico que circula por la atmósfera el suelo y los organismos vivos.

Existen tres formas de nitrógeno del suelo:

- orgánico
- inorgánico
- elemental

El nitrógeno orgánico representa el 85 –95 % del nitrógeno total del suelo.

El nitrógeno elemental (N<sub>2</sub>) esta presente en forma gaseosa en la atmósfera del suelo y disuelto en la solución del mismo, es importante en los sistemas simbióticos. Las plantas lo absorben como ion nitrato (NO<sub>3</sub>), que es muy móvil en el suelo.

El nitrógeno inorgánico representa el 10 % aproximadamente del total y es el más importante en la nutrición vegetal. Las dos formas de nitrógeno inorgánico que son tomadas por las plantas son los nitratos (NO<sub>3</sub>) y el amonio (NH<sub>4</sub>).

El proceso más importante de aporte de nitrógeno inorgánico asimilable para los vegetales, es el de la mineralización de la materia orgánica.

El proceso de mineralización de nitrógeno orgánico (comprende tres etapas, amonificación, nitrificación y nitratación) es de gran importancia para la producción de nitrógeno inorgánico, el cual es la fuente nitrogenada para las plantas.

El conocimiento de las etapas de este proceso, o sea del ciclo de nitrógeno es relevante para el manejo de este elemento por los productores.

El esquema N° 1 muestra todas las interconexiones del ciclo del nitrógeno, comentaremos las más importante desde el punto de vista agronómico.

La entrada de nitrógeno atmosférico al suelo, es por medio de descargas eléctricas, fijación industrial, fijación simbiótica y asimbiótica.

La mayor entrada de nitrógeno al suelo, es por medio de los restos vegetales.

Una pérdida de nitrógeno del suelo a nivel radicular es por medio de la lixiviación (los nitratos, nitritos y amonio se lavan) La denitrificación (los nitratos se pierden por la atmósfera) es la pérdida de nitrógeno desde el suelo a la atmósfera.

En el suelo el nitrógeno orgánico es oxidado en varias etapas, la amonificación (paso del N- orgánico a amonio), la nitrificación (paso del amonio a nitrito), la nitratación (paso de los nitritos a nitratos). La inmovilización de los nitratos es una etapa de reducción (paso de nitratos a nitrógeno orgánico).

Las condiciones que afectan la nitrificación se pueden observar en el cuadro N° 61.

Cuadro N° 61

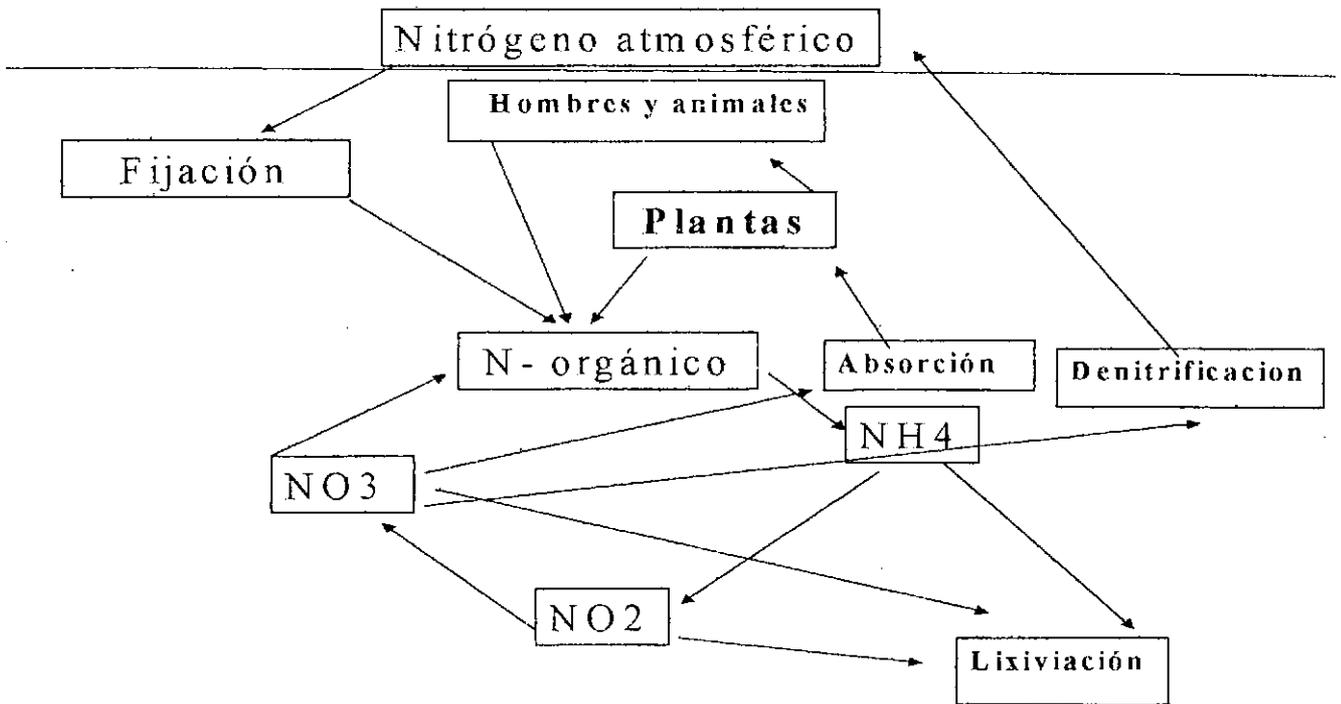
**Condiciones que afectan la nitrificación.**

<b>pH</b>	Optimo 7,8 – 8,8; < de 5 es muy lenta
<b>Aeración</b>	Sin oxígeno no hay producción de NO <sub>3</sub>
<b>Temperatura</b>	Optima 34 – 37 ° C, límites 5 y 50 °C.
<b>Humedad</b>	Bacterias más sensibles al exceso que a la sequía.

Fuente: guía de trabajos prácticos de edafología UBA.

Esquema N° 1

**Ciclo del nitrógeno**



Fuente: Fassbender, química de suelo(1978)

Conociendo el ciclo de mineralización del nitrógeno, las condiciones a que es sometido y el tipo de fertilizante nitrogenado que se utiliza podemos predecir la velocidad de absorción de nitratos.

La velocidad de la mineralización del nitrógeno depende, de cuanto se acerquen los parámetros involucrados a los valores óptimos(cuadro N° 61). En el cuadro N° 62 observamos que cuanto más aireación tiene el suelo (según texturas) mayor nitrógeno orgánico se mineralizará.

Este ciclo es un ciclo microbiológico, en su gran mayoría gobernado por bacterias.

Cuadro N° 62

**Relación entre la textura del suelo y el porcentaje (%) de nitrógeno total que puede liberar el suelo en una estación o ciclo de cultivo**

Textura del horizonte superficial	% del nitrógeno total mineralizado
Arcillosa a franco arcilloso	1,25 – 2,5
Franca a limosa	1,5 – 3
Franca a franco arcilloso	3,0 – 4
Arenosa franca a arenosa	4 - 6

Fuente: Smith G.E (1952)

**- Fósforo**

En suelos minerales la riqueza del fósforo proviene de los minerales primarios tales como la apatita (rocas ígneas), en los hortícolas proviene de los abonos orgánicos.

Es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas. Forma parte de compuestos orgánicos muy importantes como fitina, colina y ácidos nucleicos. Cuantitativamente es uno de los macro elementos menos absorbidos por las plantas.

Es absorbidos por las plantas en forma de fosfatos ácido y monoácidos ( $H_2PO_4$  y  $HPO_4$ ).

Es un elemento poco móvil en el suelo.

Debido a la tendencia del fósforo a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para las plantas, es que debe considerársele uno de los elementos más críticos.

El fósforo soluble (tomado por las plantas) es producido por el fósforo orgánico e inorgánico del suelo. En el esquema N° 2 se aprecia la dinámica del fósforo en el suelo. Los fosfatos diácidos y monoácidos ( $H_2PO_4$  y  $HPO_4$ ) pueden precipitar como fosfatos de hierro y aluminio a pH ácidos, o como fosfatos de calcio a pH alcalinos. Estos precipitados son formas insolubles de fósforo, las cuales no son absorbidas por las plantas (inmovilización de fósforo a formas inorgánicas).

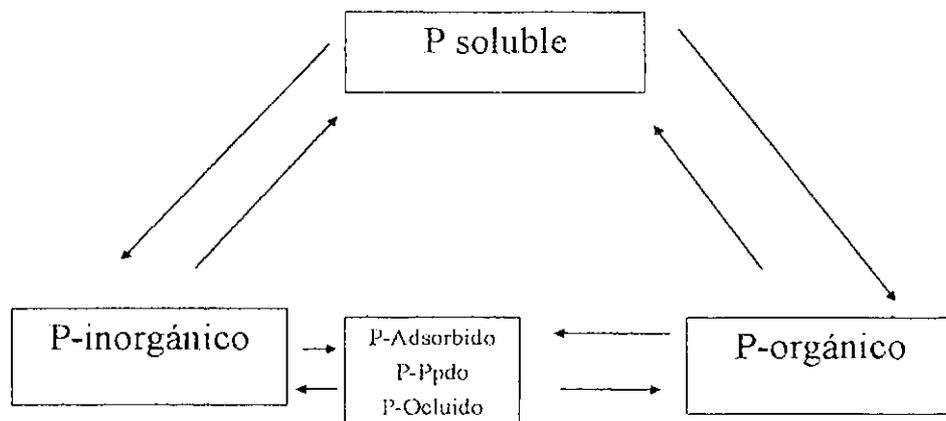
Existen dos formas más de inmovilización, la de absorción por las plantas y la de inmovilización por los microorganismos del suelo (paso inverso será la mineralización del fósforo).

La mineralización del fósforo orgánico es similar a la del nitrógeno, participan aproximadamente 30 especies de microorganismos, entre ellos bacterias, levaduras y hongos.

Las condiciones óptimas para este proceso son: temperaturas entre 25 a 45 °C, pH altos y humedad intermedia.

Esquema N° 2

**Formas de fósforo en el suelo**



Potasio

La mayoría de los suelos contienen miles de kilos de potasio, pero solo una pequeña parte está disponible para las plantas, probablemente menos del 2 % del potasio total es asimilable por el cultivo.

La función más importante del potasio en las plantas es la metabólica, participa activamente en la síntesis de proteínas y juega un rol importante en la fotosíntesis (cuadro N° 63). Las plantas deficientes en potasio fotosintetizan menos y aumentan su respiración nocturna, además regulan mal la resistencia estomática (cuadro N° 64).

Existen en el reino vegetal más de 50 enzimas las cuales dependen enteramente o son al menos estimuladas por el ion potasio.

Las plantas que crecen en suelos deficientes en potasio, poseen poca resistencia a sequía, presentan tallos débiles y son más susceptibles a helarse.

El potasio es absorbido por las plantas en grandes cantidades, siendo superado a veces por el nitrógeno y otras por el calcio. Entre los macro nutrientes es el que menor problema de disponibilidad presenta en el país, ya que la provisión de potasio de los suelos es aceptable.

Su energía de retención en los coloides del suelo es baja, lo que implica mayor facilidad de ser absorbido.

El potasio es absorbido por las plantas como cation en la solución del suelo.

La dinámica del potasio presenta una naturaleza completamente diferente a la de los demás nutrientes aniónicos (esquema N° 3). El potasio no se combina con moléculas orgánicas, por lo tanto los procesos dinámicos son menos complicados y numerosos.

Cuadro N° 63

**Influencia del potasio sobre la fijación de CO<sub>2</sub> en cloroplastos aislados de espinaca**

Tratamiento	Tasa de fijación de CO <sub>2</sub> micromol/mg clorofila/hora	% de incremento sobre testigo
Control o testigo	23,3	
100 micromoles de K agregado	79,2	340

Fuente: Pfluger y Cassier (1977)

Cuadro N° 64

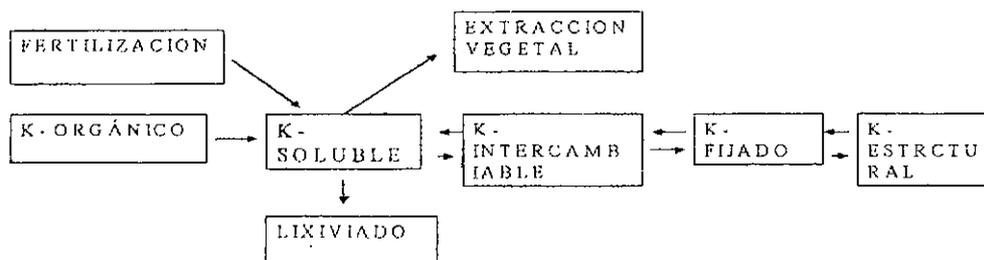
**Relaciones entre el nivel de potasio en hojas de alfalfa, la tasa de fotosíntesis, la tasa de respiración y la resistencia estomática**

Potasio en hojas mg/g peso seco	Resistencia estomática seg/cm	Fotosíntesis mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> /hr	Fotorrespiración dpm/dm <sup>2</sup>	Respiración nocturna mg/CO <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup> /hr
12,8	9,3	11,9	4,0	7,6
19,8	6,8	21,7	5,9	5,3
38,8	5,9	34,0	9,0	3,1

Fuente: Bottrill et al (1970) y Peoples y Koch (1979)

Esquema N° 3

**Dinámica de potasio en el suelo**



Al absorber potasio las plantas en la solución del suelo, este debe ser repuesto por el potasio intercambiable, o por el potasio orgánico (del orgánico será la reposición más rápida).

Cuando un abono orgánico se incorpora al suelo, el potasio se solubiliza rápidamente. Una parte es tomada por los vegetales, otra es lixiviada o adsorbida por los coloides del suelo.

- Azufre, calcio y magnesio

Estos tres nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, se los denomina también meso-nutrientes, por ser absorbidos en cantidades menores que el nitrógeno, el fósforo y el potasio, y mayores que los micro nutrientes (Na, B, Cu, Mn, Mo, Zn, Cl y Co)

Junto con los nitratos y fosfatos, el ion sulfato es uno de los de mayor importancia, siendo su grado de lixiviación intermedia con respecto a los nombrados. Es esencial para la síntesis de aminoácidos como cisteína, cistina y metionina, y es de gran importancia en ciertas vitaminas y enzimas.

El **azufre** esta presente en el suelo en formas orgánicas e inorgánicas. Las formas orgánicas constituyen el 90 % del total, alrededor del 5 – 6 % se encuentra como anion sulfato. Por supuesto, el 90 % de azufre orgánico esta en la materia orgánica que se mineraliza a iones sulfatos.

El ion sulfato es débilmente retenido por los coloides del suelo debido a su carga negativa, por lo tanto fácilmente lixiviado.

Existe una relación C/N/S/P bastante constante en el suelo, 150/10/1,25/0.66.

Una fuente de azufre importante proviene de la atmósfera, ya que el azufre es precipitado al suelo por las lluvias.

El balance de azufre en el suelo, se aprecia en el cuadro N° 65.

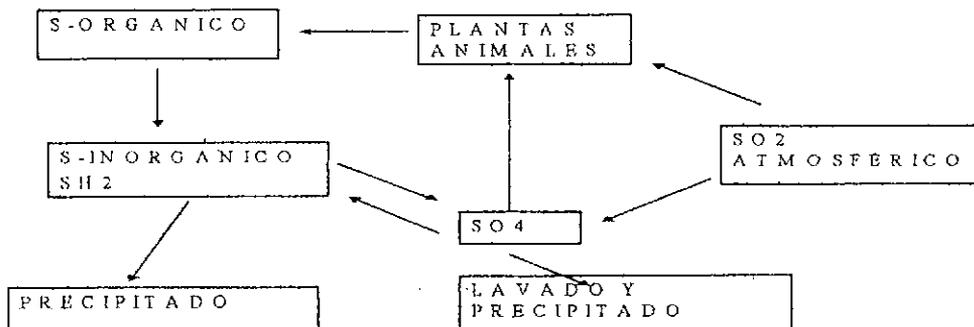
Cuadro N° 65

**Aportes y pérdidas de azufre en el suelo**

Aportes	Pérdidas
S02 atmosférico	Extracción por cosechas
Lluvias	Lixiviación
Aguas de riego	Erosión
Residuos de animales y vegetales	
Fertilizantes	

Esquema N° 4

**Ciclo del azufre**



Las plantas absorben sulfatos, algunos aminoácidos y a veces S02 atmosférico por difusión gaseosa a través de las hojas, sintetizando proteínas y otros compuestos azufrados(esquema N° 4).

Los microorganismos especializados mineralizan el azufre orgánico, produciendo sulfuro de hidrógeno (SH2) y sulfatos que pueden ser lavados o precipitados (esquema N° 3).

El **calcio** desde el punto de vista de la nutrición mineral, tiene una importancia secundaria, aunque en algunos cultivos es absorbido en grandes cantidades.

Es absorbido por las plantas como cation calcio ( $\text{Ca}^{+}$ ) desde la solución del suelo. También se adsorbe como cation a los coloides del suelo. En general la riqueza de calcio de un suelo depende de la naturaleza del material original (roca madre).

Es un cation de difícil lavado en el suelo.

El calcio difiere del fósforo y el potasio en que al ser agregado al suelo no es fijado, permanece en forma asimilable para las plantas hasta que estas lo absorben o es eliminado por precolación. El único mecanismo de fijación sería en el caso de combinación con fosfatos a pH alcalinos.

El calcio estimula el desarrollo de las raíces y las hojas y forma parte de las laminillas medias de los tejidos de las células vegetales, es decir fortalece la estructura de sostén de los vegetales. La proporción de pectato de calcio en las paredes celulares es de fundamental importancia a la susceptibilidad del tejido vegetal a las infecciones fúngicas. En ausencia de calcio el crecimiento radicular se detiene.

Juega un rol fundamental desde el punto de vista de la estructura del suelo, siendo el cation que predomina en el complejo coloidal de gran parte de los suelos.

El calcio y el magnesio nativos del suelo (en la roca madre), se meteorizan aportando calcio y magnesio a la solución del suelo, estos pueden ser absorbidos (por plantas), lixiviados o pasar al complejo de cambio (esquema N° 5). La materia orgánica por mineralización aporta calcio y magnesio a la solución del suelo (esquema N° 5).

El **magnesio** es el componente esencial en la molécula de clorofila y cofactor de muchas enzimas que activan el proceso de fosforilación. Es el segundo elemento en orden de importancia de los cationes adsorbidos en el complejo de cambio.

La riqueza de este elemento en el suelo depende del contenido de magnesio en la roca madre. La cantidad de magnesio soluble, depende del grado de meteorización y lixiviación del suelo. La dinámica de este elemento como fue mencionado es igual que la del calcio (esquema N° 5).

Las leguminosas son más exigencia que las gramíneas en magnesio del suelo. Las pérdidas por lixiviación en regiones templadas son de 10 a 50 Kg/ha/año y en regiones tropicales con suelos desnudos 274 Kg/ha/año.



La materia orgánica es un gran reservorio de elementos menores.

Cuadro N° 66

**Contenido aproximado de macro y micronutrientes en la capa arable**

Nutriente	Contenido total en suelo (kg/ha)	
	1	2
<b>Nitrógeno</b>	450	10000
<b>Fósforo</b>	100	2450
<b>Potasio</b>	11000	55000
<b>Calcio</b>	6600	66000
<b>Magnesio</b>	2200	66000
<b>Azufre</b>	1100	25000
<b>Hierro</b>	10000	100000
<b>Manganeso</b>	44	6600
<b>Zinc</b>	20	600
<b>Boro</b>	4	440
<b>Cobre</b>	2	90
<b>Molibdeno</b>	1	10

1- valor mínimo, 2- valor máximo

Fuente: Darwich (1989) manual de fertilidad de suelos

El **hierro** es un catalizador que ayuda a la formación de la clorofila y actúa como portador de oxígeno. La deficiencia de este elemento causa un color verde amarillento (clorosis férrica). Este elemento es absorbido como catión.

La deficiencia en general se produce por un pH alto (7,4 – 8,5), debido a que en estas condiciones no se encuentra asimilable.

El anegamiento de los suelos solubiliza cationes ferrosos.

El **manganeso** existe en el suelo en tres estados de oxidación, es esencial para la fotosíntesis y actúa como reductor de nitratos. El estado menos oxidados ( $Mn^{2+}$ ) o sea el manganeso se encuentra adsorbido o en solución del suelo, en este estado de oxidación es el absorbido por las plantas.

En los suelos ácidos o mal drenados el manganeso se puede encontrar en concentraciones tóxicas para las plantas. La máxima disponibilidad ocurre a pH inferiores a 6,5, en casos de extrema acidez y concentración resulta fitotóxico.

El **boro** existe en el suelo de cuatro formas: en rocas, adsorbido sobre superficie de arcillas e hidróxidos de hierro y aluminio, combinado con la materia orgánica y como ácido bórico en solución del suelo.

El boro es un elemento esencial para la germinación de grano de polen, el crecimiento del tubo polínico, formación de proteínas y construcción de las paredes celulares.

Valores de pH superiores a 6,3 – 6,5 restringe la absorción de boro por las plantas. La turmalina y la materia orgánica son fuentes importantes de boro en el suelo.

Los factores que condicionan la disponibilidad de **zinc** para las plantas son: el pH, la temperatura y la aireación. A pH 5 a 7 la disponibilidad de zinc es máxima. Con temperaturas altas la disponibilidad de zinc es óptima. Las deficiencias de zinc son comunes en suelos anegados.

Las funciones que cumple son las siguientes: activador de sistemas enzimáticos, en la síntesis de clorofila y formación de carbohidratos.

El **cobre** se encuentra atrapado en ciertos minerales primarios y secundarios, en sitios de intercambio catiónico en las arcillas y en la materia orgánica. Es absorbido como catión bivalente ( $\text{Cu}^{++}$ ) en la solución del suelo.

A pH menores de 7 el cobre se encuentra soluble en la solución. En la mayoría de los suelos entre el 20 y 50 % del cobre total se encuentra en forma de complejos orgánicos. Suelos de textura gruesa en general presentan deficiencias de cobre.

La mayor parte del **cloro** proviene de sales contenidas en la roca madre. Es absorbido en forma de anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) por las plantas. En el suelo se encuentra generalmente en forma muy solubles y está sujeto a pérdidas por lixiviación.

Las deficiencias se encuentran en condiciones muy extremas. En suelos costeros pueden ocurrir toxicidades.

El anión cloruro es muy débilmente retenido por la mayoría de los suelos a pH ligeramente ácidos o neutros, mientras que a pH mayores de 7 la fuerza de retención desaparece.

Referirnos a las **características biológicas** de un suelo es pensar en la materia orgánica. Entre los procesos que tiene lugar en el suelo, existen tres (de los cuales dos interviene la materia orgánica) que son exclusivos del mismo:

- formación de minerales arcillosos secundarios
- formación de humus
- formación de complejos húmicos arcillosos

La materia orgánica en sentido general comprende micro y meso organismos que pueblan el suelo, raíces de plantas, todo material proveniente de organismos muertos y sus productos de transformación, descomposición y resíntesis sobre y en el suelo.

En sentido estricto, se refiere a la materia orgánica en sentido general, excluyendo la materia orgánica viviente (organismos vivos y raíces), que constituyen alrededor del 15 % del total.

El humus es el producto de transformaciones, descomposiciones y resíntesis de restos orgánicos en los cuales no queda vestigios microscópicamente visibles de los tejidos o células de origen.

Los restos vegetales son los aportes cuantitativamente más importante de la materia orgánica del suelo.

La composición elemental de la materia orgánica es la siguiente:

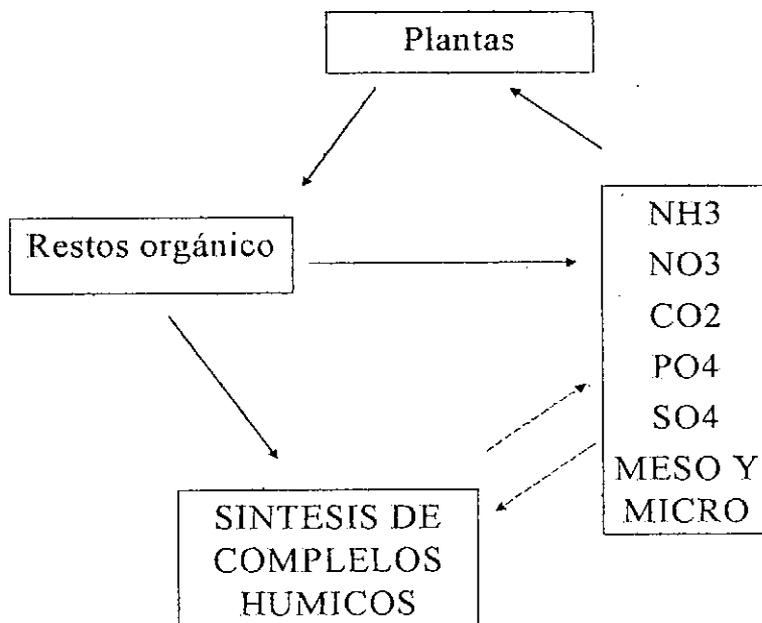
- carbono 55 %
- oxígeno 40 %
- nitrógeno 5 %
- hidrógeno 5 %

En el esquema N° 6 se aprecia como restos orgánicos tiene dos vías de descomposición una llamada mineralización rápida y la otra humificación. En general los porcentajes de descomposición de cada vía dependen del clima. En climas templados fríos (llanura pampeana) el 75 % se mineraliza rápidamente y 25 % se humifica, en climas cálidos (misiones) la relación mineralización rápida – humificación es de 97 % - 3 % respectivamente y en fríos como Tierra del Fuego es a la inversa que en cálidos.

La mineralización lenta de los complejos húmicos es de gran importancia en climas templados fríos. La mineralización lenta es la que produce nutrientes para los cultivos de grano de invierno y verano en la pampa húmeda. El sustrato de la mineralización lenta es el humus del suelo. El humus en esta zona (Mull), de alta actividad biológica e incorporado al complejo húmico arcilloso, está protegido no solo por su compleja estructura molecular, sino por su combinación con las arcillas. El humus en zonas frías y húmedas es de baja actividad biológica y poco descompuesto y no incorporado a las arcillas del suelo. Este último forma capas de humus sobre el suelo, como por ejemplo la turba (cuadro N° 67).

Esquema N° 6

**Transformaciones de la materia orgánica del suelo**



Cuadro N° 67

**Clasificación de humus**

Actividad biológica	Medio aireado	Medio húmedo + o - aireado	Medio temporalmente saturado de agua (capa flotante)	Medio saturado permanentemente (capa superficial)	Comentarios
> actividad biológica	Mull (eutrofica)	Hidromull			Humus incorporado al complejo húmico arcilloso
a	Moder (oligotrofica)	Hidromoder	Anmor		Mezcla incorporada sin complejo húmico arcilloso
< actividad biológica	Mor (distrofica) humus ácido	Hidromor	Hidromor	Turba	Humus superpuesto (horizontes O, Ao)

**b 2.5 Determinaciones químicas y físicas de suelo e interpretación de datos.**

El rendimiento potencial de un cultivo esta gobernado por cuatro factores: genética del híbrido o cultivar, manejo del productor, clima y suelo. El factor suelo en horticultura moderna posee muchas variables físicas y química manejables. Debemos conocer la variable física y química para poder gobernarlas (sino nos gobiernan ellas). El conocimiento extensivo y analítico es el método de manejar estas variables de suelo.

En la primer comision realizada se relevaron datos de suelo de las zonas con horticultura y aledaños. Estos datos tienen utilidad para el futuro horticultor pero no para el que tiene pocos años produciendo. Esto es debido, como fue comentado en la parte de suelos de este trabajo, a la alteración física y química que produce la horticultura en los suelos.

Las limitantes de los suelos en las zonas del valle del Río Candelaria, Río Pipo, Valle de Andorra y áreas próximas a Tolhuin, que nuclean a los productores de los tres cinturones verdes de importancia hortícola se describirán a continuación.

En el valle del Río Candelaria de las 2655 ha se identificaron 990 ha correspondientes a turberas. De las 1665 ha restantes, 1200 ha resultaron con moderada aptitud, 330 ha con

baja aptitud y 135 no aptas. Dentro las 1200 ha de aptitud moderada, 1000 ha tienen cierto potencial hortícola, aunque igualmente presentan limitantes como: textura finas, drenajes moderados, profundidad efectiva, fragmentos gruesos, pH bajos y posible alta relación C/N.

En el valle de Andorra de las 189 ha relevadas, 164 ha tiene posibilidad hortícola con escasa profundidad efectiva y drenaje restringido.

En las áreas próximas a Tolhuin, existen 64 ha con aptitud hortícola. Las limitantes son las siguientes: pH bajos, posibles toxicidades de aluminio, baja concentración de potasio y calcio, y problemas de profundidad efectiva. En Tolhuin fueron relevadas 78 ha totales.

En el valle del Río Pipo de las 100 ha relevadas 60 tienen aptitud hortícola, con las siguientes limitaciones: drenaje deficiente, pH bajos, posibles altas relaciones C/N y alta concentración de arcilla en superficie.

Estas consideraciones marcan un rumbo que limitan los suelos desde un punto de vista hortícola, pero no son concluyentes. El dictamen final, para evaluar suelos de aptitud hortícola debería constar de una visita al lugar, en la cual se realizaría una calicata, toma de muestras, observación geomorfológica y un estudio sobre posibles suministros de agua para riego.

La provincia de Tierra del Fuego carece de laboratorio de análisis de suelo, lo cual desde el punto de vista del manejo de los suelos hortícola es una gran complicación, sobre todo que más del 95 % de la producción se encuentra bajo invernaderos.

Las determinaciones analíticas de suelo más comunes se pueden apreciar en el cuadro N° 68. En el mismo se pueden observar los métodos de determinación más utilizados, los niveles por debajo de los cuales se producen deficiencias (niveles críticos) y las toxicidades más comunes.

Cuadro N° 68

**Determinaciones analíticas de suelo: métodos, relaciones, niveles críticos y toxicidad de elementos.**

Determinación	Método*	Nivel crítico – rangos óptimos.**	Toxicidad***	Comentarios
<b><u>Física:</u></b>				
textura	Pipeta	Francas		
	Bouyoucos	Francas		
	Tacto	Francas		
densidad aparente	Cilindro	0,8 – 1,4gr/cm <sup>3</sup>		> de 1,3 comienza problemas de permeabilidad e infiltración
	A campo			
capacidad de campo	Porcentaje de saturación	10 – 20 %		Depende del tipo de riego
punto de marchites permanente	Porcentaje de saturación			
agua disponible	Porcentaje de saturación	5 – 10 %		Depende del tipo de riego
<b><u>Químicas:</u></b>				
pH	relación 1.2,5	5 - 8		
salinidad	pasta	> 1 DS/m.		Se trabaja en el extracto de saturación.
	extracto de saturación	> 2		Niveles críticos dependen de las especies
carbono total	Walkley y Balck****	2,5 – 3,5 %		
nitrógeno total	Kjeldahl	0,25 – 0,35 %		La relación C/N óptima es de 10 20
nitratos	Bremer y Keeney	30 – 60 ppm		De nitratos
amonio	Bremer y Keeney	> 15 ppm	toxicidad	> de este valor comienza la toxicidad

Sigue cuadro N° 68

**Determinaciones analíticas de suelo, métodos, relaciones, niveles críticos toxicidad de elementos en el suelo**

<b>calcio</b>	Acetato de amonio pH 7	5 meq /100 g		Relacion Ca/Mg < 1 deficiencia de calcio; > 10 deficiencia de magnesio
<b>magnesio</b>	Acetato de amonio pH 7	0,7 – 1,5 meq /100 g		Relación K/Mg >1,6 deficiencias
<b>sodio</b>	Acetato de amonio pH 7	> 3,5 meq/ 100 g	toxicidad	PSI depende del cultivo
<b>potasio</b>	Acetato de amonio pH 7	0,8 meq/100 g		Relación K/Mg < 0,5 deficiencias
<b>acidez de cambio</b>	Acetato de bario pH 8,1			
<b>fósforo</b>	Kurtz y Bray	20 ppm		

<b>azufre</b>	Con cloruro de calcio.	6 - 10ppm		
<b>boro</b>	Curcumina	0,5 ppm	toxicidad	> 0,5 toxicidad
<b>hierro</b>	D.T.P.A.	2,5 ppm		
<b>cobre</b>	D.T.P.A.	0,5 ppm		
<b>manganeso</b>	D.T.P.A.	0,1 ppm		
<b>zinc</b>	D.T.P.A.	0,5 ppm		

\* Estos no son los únicos métodos, solo lo mas conocidos.

\*\* Los niveles crítico son una aproximación, pues estos dependen de las especies.

\*\*\* Algunos elementos son más propensos a producir toxicidad, estos están señalados

\*\*\*\* Por este método se oxida el 77 % del carbono total, o sea el valor multiplicado por 1,3 es el carbono total. El contenido de carbono en la materia orgánica es el 58 %, esto implica que el carbono total multiplicado por 1,72 es igual a la materia orgánica del suelo.

Dentro de los errores que se cometen en el diagnostico de fertilización de los suelos, el de mayor importancia es sin duda el muestreo. La alícuota que se utiliza para las determinaciones de suelo en laboratorio, varía de 0,2 a 25 g (según determinación). En general en horticultura se extrae una muestra compuesta por invernadero, esta alta relación muestra /superficie se debe a que los distintos cultivos, manejos y años de producción, producen grandes variaciones en el espacio en los parámetros de suelo. Las superficies promedio de los invernaderos del cinturón de Buenos Aires son aproximadamente de 4000 m<sup>2</sup>, o sea el estrato donde crecen las raíces (aproximadamente 35 cm de profundidad) pesa 1820000 Kg. La determinación de mayor alícuota (25 g), es la 73000000 avas parte del universo a muestrear, esto indica la importancia que tiene un muestreo representativo.

c- Patología vegetalc 1 Diagnostico de enfermedades de las plantas

Existen métodos rápidos y otros que requieren hasta 2 semanas o más para lograr un diagnostico en patología vegetal.

En caso de muestras que requieren cultivos especiales en laboratorio, o estudios cuidadosos para identificar el hongo o el nematodo parásito, el informe puede demorar varios días. Si se hace necesario realizar pruebas de patogenicidad, el tiempo puede alcanzar hasta una o dos semanas.

El diagnostico rápido es especialmente importante, cuando el agricultor aún está a tiempo para adoptar medidas inmediatas para controlar o corregir la situación.

*Aclaración: esta parte del trabajo versará sobre los métodos de diagnostico fitopatológicos rápido de especies hortícola.*

c 1.1 Métodos

Los organismos causales de las enfermedades de las plantas se constataron siguiendo los postulados de Koch. Estos postulados se detallan a continuación.

- 1- Ciertos organismos siempre están asociados a la enfermedad.
- 2- Ese organismo debe aislarse en cultivos puros a partir de tejidos enfermos
- 3- El cultivo puro obtenido debe usarse para inocular plantas sanas de la especie susceptible y reproducir los síntomas típicos de la enfermedad.
- 4- El organismo se debe reaislar a partir de la planta inoculada y compararse con el aislamiento original.

Solo una vez cumplido estos requisitos, el organismo en estudio puede considerarse como la causa comprobada de la enfermedad. Se trata de un procedimiento que puede requerir semanas y aun meses, y se debe contar con técnicos con entrenamiento adecuado.

En este trabajo se explica el uso de métodos rápidos y sencillos, adecuados para el diagnostico de muchas patologías. Por supuesto que estos métodos deben estar apoyados por un laboratorio de patología con instrumental básico.

Aparte el técnico de campo debe contar con un equipo mínimo: una lupa desplegable de mano de 10 aumentos, una navaja de bolsillo filosa, bolsas de polietileno y una pala.

Muchas muestras que los productores extraen de sus cultivos, pueden ser utilizadas por el fitopatologo, pero no son bien elegidas. Lógicamente, esto se debe a la falta de conocimiento de los productores en la toma de muestras. La optima toma de muestras no solamente puede identificar mejor el agente causal, sino acelerar el diagnostico. Por ejemplo en una muestra muy pequeña existe más posibilidades que no se muestreen los síntomas de la enfermedad principal involucrada, por consiguiente esto conduce a un diagnostico equivocado. También la muestra extraída puede no contener el signo de la

enfermedad, por consiguiente se debe reproducir en el laboratorio, lo que implica mayor tiempo en el diagnóstico.

Los requisitos para obtener una muestra óptima son los siguientes:

- 1- Tener tantos estadios de la enfermedad como aparezcan en el campo.
- 2- Muestrear el sitio real de la enfermedad. Muchas veces se muestrean síntomas foliares que se deben a problemas vasculares o radiculares. Por consiguiente es necesario revisar raíces, troncos y ramas en búsqueda de las causas verdaderas de la patología.
- 3- La muestra debe estar protegida contra el deterioro debido a la exposición al calor o sequedad, mediante el uso de bolsas de polietileno y almacenamiento en heladeras plásticas.
- 4- Las muestras deben enviarse tan pronto como sea posible, calculando que no transcurra mucho tiempo para ser analizadas.

Las notas de campo que se toman simultáneamente a la muestra son de gran importancia en el diagnóstico y la recomendación final. Estas notas deberán versar sobre los siguientes ítem:

- Planta huésped
- Número de plantas afectadas
- Enfermedad súbita o lenta
- Profundidad y naturaleza del suelo
- Riegos, cuando y durante cuanto tiempo
- Funguicida, insecticidas y herbicidas utilizados, dosis y momento de aplicación
- Fertilizantes, tipo, dosis y durante cuanto tiempo
- Síntomas, en follaje, brotes, tronco, tallo, ramas, flores, frutos o raíces
- Síntomas o signos con 10 aumentos, detalles de la lesión, evidencia de esporas, cuerpos fructíferos, exudados (color, consistencia), insectos, ácaros, daños mecánicos.

### c 1.2 Enfermedades de origen no parasitario

En general en regiones semiáridas, donde las condiciones de humedad no son favorables para infecciones de los tejidos de la parte aérea de las plantas, más de la mitad de los problemas sanitarios no se deben a hongos, bacterias, virus, nematodos ni plantas parásitas. Aunque las enfermedades no parasitarias son también abundantes en regiones de lluvias moderada a fuertes.

Para hacer frente a estos problemas se requiere una observación muy prolija de los síntomas y de las condiciones de crecimiento, puesto que no habrá estructuras de microorganismos que ayuden a identificar el problema.

Con frecuencia los tejidos de plantas muertas se ven invadidos por microorganismos secundarios, lo que complica la determinación de la causa verdadera. Raíces de plantas

muertas por cualquier situación adversa, sea por exceso de agua, sales, gases o productos químicos, resultan invadidas por *Fusarium*, *Rhizoctonia* o bacterias.

### c 1. 2 .1 Deficiencia de elementos

Por lo general el **nitrógeno** es el elemento que más a menudo esta en carencia, pues tiene altos requerimientos y es rápidamente lixiviado. Los síntomas más comunes consisten en un retardo en el crecimiento y un color verde pálido uniforme, pero estos síntomas pueden deberse también a otras causas. Si las determinaciones de materia orgánica y nitratos son altas, es factible que otro sea el problema o se este manejando inadecuadamente el riego.

La deficiencia de **hierro** en regiones de suelos alcalinos, puede observarse predominantemente en tejidos nuevos, con un amarillamiento en la región internerval. Los síntomas van desde leves a severos y son fáciles de reconocer:

- Clorosis leve. Las hojas jóvenes presentan un color verde pálido o verde amarillo entre las nervaduras, que conservan el color normal.
- Clorosis moderada. Las hojas nuevas presentan las áreas internervales bien amarillas, pero las nervaduras, aun más pequeñas retienen su color normal.
- Clorosis severa. Las hojas nuevas son de color amarillo pálido a pajizo, la nervadura principal puede o no ser de color verde. Pueden aparecer manchas castañas cuando la temperatura es alta, o se puede secar toda la planta o parte de ella y caer las hojas.

Las deficiencias de **cinc** son muy importantes en plantas leñosas y presenta varios síntomas. Hojas pequeñas, angostas cloróticas en el extremo de los tejidos nuevos, formando rosetas en almendro, damasco, manzano, vid y ciruelo. Hojas moteadas en cítricos en general.

Los síntomas de deficiencia de **manganeso** son parecidos a los de hierro pero las nervaduras, aun las más pequeñas permanecen verdes, lo mismo que el área a lo largo de la nervadura.

Los síntomas de deficiencia de **magnesio** en algunas hortalizas son una clorosis internerval parecida a la falta de hierro.

Solo una mínima concentración de boro es necesario para la mayoría de las plantas para producir fitotoxicidad. Los nabos, remolachas y coliflores carentes de boro aparecen achaparrados, con manchas oscuras o cavidades en raíces carnosas. La lechuga y la espinaca muestran sus hojas terminales ennegrecidas o deformadas. Los pecíolos del apio y ruibarbo desarrollan grietas y estrías marrones, y las hojas de apio muestran manchas castañas.

### c 1.2.2 Exceso de sustancias químicas

Es normal el uso excesivo de fertilizantes en cultivos comerciales de frutas y hortalizas. Esto es debido en gran medida, a la falta de un asesoramiento correcto.

Una mala distribución del **nitrógeno** en algunos casos, más que una cantidad excesiva por hectárea, es la causa más común de daño a las raíces o al follaje. Si al aplicarlo cae sobre el follaje partículas de fertilizante, producirán manchas necróticas. Si el fertilizante se amontona cerca de las raíces, al estar en contacto directo con el fertilizante morirán.

Un exceso considerable de **fósforo** puede interferir con la absorción de nitrógeno.

Un **exceso de sales** como fue tratado en otro capítulo de este trabajo puede causar los siguientes síntomas:

- 1- Baja germinación de semilla
- 2- Plántulas débiles, raquíticas y cloróticas
- 3- Crecimiento retardado, escaso y estrés hídrico.
- 4- Muerte prematura de hojas adultas

Los funguicidas, nematocidas, insecticidas y herbicidas si se aplican con cuidado y las dosis recomendadas rara vez causan daños a las plantas.

Los efectos inmediatos de la **temperatura de congelación** son en general fáciles de reconocer en las plantas, pero alguno de sus efectos retardados son menos conocidos. El tipo de daño por frío depende de la estación en que se produce.

- 1- Daños por heladas de otoño. Estas heladas encuentran los cultivos suculentos (no adaptados al frío), esto implica daños severos.
- 2- Heladas de invierno. Ciertas hortalizas de invierno soportan mejor las heladas por crecer en condiciones frías.
- 3- Heladas de primavera. Cuando se reanuda el crecimiento las plantas crecen rápidamente, lo cual una helada tardía puede producir grandes daños.

Las **altas temperaturas** causan daños en plántulas, hojas y frutos. En plántulas se produce una plasmolisis al trasplante, que en general es un momento crítico. En hojas se producen desecaciones parciales las cuales terminan con manchas amarillas anaranjadas. En frutas se producen desecaciones parciales que terminan en manchas blancas.

Los **suelos anegados** son responsables de podredumbres radicales o de cuello en muchas hortalizas, las cuales terminan con la vida de la planta. Las raíces más pequeñas son las primeras en morir siguiéndoles las de mayor tamaño.

Los síntomas de **daños por sequía** en hortalizas pueden ser poco definidos. En general se produce un pobre crecimiento y color, pero estos síntomas pueden ser producidos por patógenos vasculares, nematodos etc.

c 1.3 Enfermedades de origen parasitario

Las enfermedades de origen parasitario se diferencian de las no parasitario en el agente causal. Las enfermedades de origen parasitario los agentes causales pueden ser hongos, bacterias, virus, o nematodos. En estas enfermedades rigen los postulados de Koch, o sea en todos los casos se puede aislar e identificar el causal de la patología.

c 1.3.1 Síntomas y signos

-Síntomas

El **síntoma** es la manifestación por la planta de alteraciones morfofisiológicas producidas por la reacción al agente causal.

El **signo** es la expresión visible del agente causal sobre el hospedante.

- Clasificación de los síntomas

I - *Desintegración de tejidos*

**A. Destrucción de parénquima en órganos carnosos**

1- Podredumbre húmeda: desintegración de tejido con exosmosis de líquido celular, ablandamiento.

Podredumbre húmeda de la batata (*Rizopus stolonifera*)

2- Podredumbre seca: contracción y colapso de tejido.

Podredumbre seca del gladiolo (*Stromatina gladioli*)

**B. Necrosis y destrucción de la corteza y floema**

1- Cancro: lesión necrótica, localizada, deprimida.

Cancrosis del álamo (*Mycosphaerella populorum*)

2- Antracnosis: lesión necrótica, localizada sobre hojas tallos y flores.

Antracnosis de la vid (*Elsinoa ampelina*)

3- Necrosis del tejido cortical en la base del tallo

Damping off (*Fusarium*, *Pythium*, *Sclerotinia* y *Rhizoctonia*)

4- Podredumbre de la base del tallo y/o raíces. Desintegración de floema.

Vuelco de la lechuga (*Sclerotinia sclerotiorum*)

**C. Necrosis y destrucción del follaje**

1- Mancha foliar: Lesión necrótica localizada.

Viruela de la acelga (*Cercospora beticola*)

2- Tizón: manchas variables en forma y tamaño, que no respeta nervaduras y termina por oscurecerse y extenderse a todo el follaje.  
Tizón tardío del tomate (*Phytophthora infestans*)

#### **D- Muerte de Xilema.**

Caries de los árboles: podredumbre seca de la madera de árboles forestales y frutales.  
Podredumbres castaña

### *II –Crecimiento afectado*

#### **A- Crecimiento afectado manteniendo relaciones normales de tamaño**

1- Epinastia: cuando desarrollándose en mayor grado el lado superior de una rama o de un peciolo se produce un encorvamiento hacia abajo como consecuencia de un crecimiento desigual.  
Marchitamiento de la arveja (*Fusarium oxiporum*)

2 – Enrulamiento y distorsión:

Hipertrofia: tamaño exagerado de las células.

Hiperplasia: aumento incontrolado de la división celular.

Hipoplasia: disminución del número de células.

#### **B- Cambios amorfos.**

1- Limitados: hipertrofia de células.

Hernia de los coles (*Plasmodiophora brassicae*)

2- No limitados: aumento de tamaño y número de células.

Agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

### *III – Reproducción afectada*

#### **A. Destrucción de flor** permaneciendo bractees florales

Caries del trigo

#### **B. Destrucción total de la flor**

Carbón desnudo de la avena

#### Otros tipos síntomas

Metaplasias: variaciones anormales en el contenido celular.

Viruela de la acelga y la remolacha (*Cercospora beticola*)

- Signos

Oidios: se manifiestan como eflorescencias blanquecinas, constituidas por micelio y estructura del hongo.

Oidio de los cereales (*Erysiphe graminis*)

Mideus: se manifiesta como un fieltro grisáceo constituido por estructura asexuales del hongo, ubicado en la cara de abajo de las hojas.

Mideu de la vid (*Plasmopara viticola*)

Roya blanca: pústulas blancas constituidas por fructificaciones de hongos.

Roya blanca de las crucíferas (*Albugo candida*)

Royas: pústula constituidas por fructificaciones de las uredinales.

Roya del lino (*Melampsora lini*)

Carbones: Aglomeraciones de esporas de color oscuro.

Carbón cubierto del sorgo (*Sphaceloteca sorghi*)

Esclerotos: cuerpo duro formado por gran número de hifas entrelazadas.

Vuelco de la lechuga (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Fumagina: polvo oscuro constituido por el micelio de hongos saprofitos.

Géneros, *Capnodium* y *Limacinia*

c 1.3.2 Diagnostico de enfermedades producidas por hongos, bacterias, virus

En la mayoría de los casos para identificar **hongos fitopatógenos** es necesario la macroscópica, que incluyen los síntomas producidos en la planta huésped y el crecimiento del micelio o cuerpos fructíferos visibles a ojo desnudo o con la ayuda de una lupa de mano. La microscópica a veces también es necesaria (cuando falla la microscopia), para determinar los caracteres que distinguen al hongo en observación de todos los demás. Estos detalles se localizan mejor mediante el estudio de lesiones con una lupa de mano con aumento 10 X, pero deben investigarse con la lupa binocular, 15 X A 20 X, o de 50 X a 150 X y finalmente al microscopio 1000 X.

Las características del micelio tienen un valor muy limitado, pero la presencia de tabiques es importante, pues solo un grupo los ficomicetes no lo poseen. La mayor parte de los basidiomicetes presentan ganchos de conexiones en su micelio, con excepción de royas y carbones. Estos crecimientos miceliales se producen en los tabiques conectando dos células adyacentes.

La *identificación se basa fundamentalmente* en el tamaño, forma, color y número de esporas asexuada (conidios) o sexuales (oosporas, zigosporas, ascosporas o basidiosporas) y las características de los cuerpos fructíferos. Esto puede observarse con

bastante claridad en montajes temporarios o permanentes sobre portaobjetos, con microscopio. En caso de que no haya cuerpos fructíferos, hay que inducirlos, generalmente sin entrar en detalles, en cámara humedad.

La clasificación de hongos incluye muchas formas saprófitas. Del total de especies de hongos descritos (200000), el 5 % es parásitos de plantas, y menos del 1 % tiene importancia económica.

Los hongos **imperfectos o deuteromicetas** (se desconoce el estado sexuado), tienen micelio tabicado, todos producen esporas, excepto unos pocos géneros (por ejemplo *Rhizoctonia* y *Sclerotinia*). Los demás imperfectos originan conidios (espora asexuales) en abundancia. Muchos hongos de este grupo son parásitos muy importantes en horticultura. Con el tamaño, forma, color, número de conidios y las características de los cuerpos fructíferos que se producen, en este grupo se puede llegar al género de hongo fitopatógeno. Con la obtención del género llegamos a identificar el hongo. En el cuadro N° 69 apreciamos las claves para identificar géneros de hongos fitopatógenos del grupo de deuteromicetas.

Cuadro Nº 69

**Clave abreviada de los principales hongos imperfectos ( parte 1)**

Formas celulares de los conidios	I	I	II	II
	Sphaeropsidales Conidios en picnidios	Sphaeropsidales Conidios en picnidios	Melanconiales Conidios en acervulas	Melanconiales Conidios en acervulas
	claro	oscuro	claro	oscuro
<b>unicelulares</b>	Phyllosticta	Sphaeropsis	Colletotrichum	Melanconium
	Phoma	Coniothyrium	Gloeosporium	
	Phomopsis		Sphaceloma*	
	Cytospora			
	Dothiorella			
	Macrophomina			
	Macrophoma			
<b>Bicelulares</b>	Ascochyta	Diplodia		
	Darlucua***			
<b>3 o más células</b>	Stagnospora	Hendersonia	Septogloeum	Coryneum
	Aschersonia****	Hendersonula		Pestalotia*
<b>Filiforme, 1 o más células</b>	Septoria		Cylindrosporium	Entomosporium*

\* poca importancia

\*\* saprofito

\*\*\* parásito sobre royas

\*\*\*\* parásito sobre cochinillas

Continúa cuadro N° 69

**Clave abreviada de los principales hongos imperfectos ( parte 2)**

Formas celulares de los conidios	III Moniliales (conidios sobre conidioros simples o ramificados)	III Moniliales (conidios sobre conidioros simples o ramificados)	IV Stilbáceas (conidios en coremios)	V Tuberculariáceas	VI Micelio esteril (sin esporas)
<b>Unicelulares</b>	Oidium	Moniliochaetes	Graphium	Tubercularia	Sclerotium
	Monilia	Periconia		Tuberculina***	
	Ovularia	Nigrospora		Sphacelia	Rhizoctonia
	Geotrichum	Torula**			
	Botrytis	Hormiscium			
	Phymatotrichum				Ozonium
	Verticillium	Endosporae			
	Aspergillus	Thielaviopsis			
	Trichoderma	Chalara			
<b>Bicelular</b>	Cephalothecium	Cladosporium			
	Rhynchosporium	Fusicladium			
		Scolecotrichum*			
		Polythrincium*			
<b>3 o más células</b>	Ramularia	Helminthosporium		Fusarium	
	Piricularia	Curvularia		Epicoccum** (oscuro)	
		Heterosporium			
		Stigmina*			
<b>Filiforme 1 o más células</b>	Cercospora	Cercospora			
<b>Muriforme* (tabiques sobre ambos ejes)</b>		Alternaria			
		Macrosporium			
		Stemphyllium			
		Fumago**			

\* poca importancia

\*\* saprofito

\*\*\* parásito sobre royas

\*\*\*\* parásito sobre cochinillas

Dentro de los hongos **inferiores o ficomicetes** (micelio no tabicado) existen especies de importancia hortícola. En algunos casos muy fáciles de identificar por el huésped y el síntoma, en otros se debe utilizar ayuda del microscopio.

Los Plasmodioforales incluyen dos parásitos hortícola bastante importantes: *Plasmodiophora brassicae* y *Spongospora subterranea*. La primera enfermedad llamada hernia de los coles cuyos síntomas son agallas numerosas en las raíces de las crucíferas, y la segunda sarna polvorienta de la papa cuyas lesiones son agallas radicales y verrugas en los tubérculos. Las dos fácilmente identificables por la relación síntoma – huésped.

En las Peronosporaceas los mildiús son casos de fácil identificación, como el mildiús de la lechuga (*Bremia lactucae*) con una eflorescencia blanquecina en la cara de abajo de la hoja, mildiús de la vid (*Plasmopara viticola*) eflorescencia grisácea en la cara de abajo de la hoja y mildiús en la hoja de la cebolla (*Peronospora destructor*) eflorescencia grisácea en la hoja. En la cebolla se podría confundir con una botrytis, para ello usaremos la siguiente clave para observaciones microscópicas (cuadro N° 70)

Cuadro N° 70

### Claves para mildiús

Oomicetas – Peronosporaceas - mildiús
<i>Plasmopara</i> : conidioforos monopodiales, con ramificaciones en ángulo recto.
<i>Peronospora</i> : conidioforo con ramificaciones dicotómicas, apices agudos.
<i>Pseudoperonospora</i> : conidioforo con ramificaciones subdicotómicas en ángulo agudo con ápice subagudos.
<i>Bremia</i> : conidioforo con ramificaciones dicotómicas, con ápice en forma de disco.
<i>Sclerospora</i> : conidioforos gruesos con ramificaciones fuertes agrupadas.

Dentro de las Pitiaceas se encuentran los generos *Phytophthora* y *Pythium*. *Phytophthora* ataca muchísimas plantas cultivadas. Las dos especies hortícolas más importantes afectadas son: el tomate y la papa. Los síntomas en ambas especies son tizones. Estas enfermedades se determinan por huésped – síntoma. *Pythium* necesita ayuda microscópica, aparte de la relación huésped síntoma para ser identificado.

En la Albuginaceas se encuentra el genero *Albugo* que produce la roya blanca de las crucíferas, cuyo síntoma es pústulas blancas muy fáciles de identificar.

En las Zigomicetaceas encontramos al genero *Rhizopus* que causa podredumbres blandas de hortalizas almacenadas. Con ayuda microscópica se puede observar grupos de esporangios y rizoides globosos y negruscos.

Como ultimo para este grupo encontramos el género *Chaenophora* que causa podredumbre de frutos jóvenes en curcubitáceas.

En los **Ascosmicetes** los generos más importantes para horticultura son *Uncinula* y *Meliola* (Oidios claros y oscuros respectivamente); encontrándose en muchas especies. Son de fácil identificación por el signo, que son fieltros blanquecino o negrusco sobre el huésped.

En los **Basidiomisetes** el genero mas importante para horticultura que es *Uredinales* que son las royas, muy fáciles de identificar por sus pústulas de colores amarronados y amarillos.

Muchas **bacterias fitopatógenas** invaden el tejido vascular causando marchitamiento de plantas en especies como tomate, papa, poroto etc. Estos síntomas son medianamente fáciles de identificar realizando un corte longitudinal en los tallos se observa una coloración amarronada del floema, cuyo signo (zooglea) despide un olor desagradable. Aparte se observa marchitamiento, al principio en las puntas de las hojas y luego en el total de la planta.

Las manchas foliares tienen ciertas características en común, se presentan translucidas al principio, luego se opacan y oscurecen, esto es muy representativo en poroto.

Las pústulas bacterianas son claras de observar en tomate y pimiento, se forman puntos corchosos de 1 a 2 mm en relieve.

Existen 6 géneros bacterianos fitopatogenos:

- *Agrobacterium*
- *Erwinia*
- *Corynebacterium*
- *Pseudomonas*
- *Xantomonas*
- *Streptomyces*

En la horticultura los últimos cinco tienen importancia fitopatológica.

Realizaremos una síntesis de los síntomas bacterianos más importante para horticultura. Existen 8 síntomas bacterianos de importancia para identificar la enfermedad, estos son los siguientes:

I - Síntoma principal: Agallas

*Corynebacterium fascines* - Agalla en tallos de arvejilla.

*Xanthomonas beticola* - agalla con cavidades bacterianas en la corona de la acelga y la remolacha.

II - Síntomas principal: invasión primaria del sistema vascular causando marchitamiento.

*Corynebacterium flaccumfaciens* - Marchitamiento bacteriano del poroto.

*Corynebacterium michiganensis* - Marchitamiento bacteriano del tomate.

*Pseudomonas solanacearum* - Marchitamiento bacteriano de las solanaceas.

III - Síntomas principal: exudación o zooglea (mucosidad bacteriana)

En las tres enfermedades causada por marchitamiento también aparecen los signos (zoogreas).

Xanthomonas campestris - mancha angular de las crucíferas.

IV - Síntomas principal: Tizones y cancrisis

Pseudomonas phaseolicola \_ tizon con halo del poroto.

V - Síntomas principal: Podredumbre dura

Xantomonas vesicatoria - Mancha bacteriana del tomate y pimiento

VI - Síntomas principal: Podredumbre blanda

Erwinia corotovora - podredumbre blanda de las Hortalizas (olor desagradable)

VII - Síntomas principal: Manchas foliares

Pseudomonas apii Tizón - bacteriano del apio (Manchas pequeñas e irregulares)

VIII - Síntomas principal: Superficies costrosas y áreas deprimidas

Streptomyces scabie - sarna común de la papa.

Las partículas de los **virus** son tan pequeñas que solo pueden verse a microscopio electrónico, que no es una herramienta practica de diagnostico en la rutina de identificación. La presencia de virus en las plantas solo se puede detectar por síntomas o por métodos de transmisión pero esto llevaría mas tiempo.

Desde el punto de vista de las sugerencias al productor la repuesta es la misma: la planta virosica no se puede curar y es mejor destruirla para evitar la diseminación a plantas sanas. Solamente se puede evitar la infección con el uso de variedades resistentes. La medida a tomar en el cultivo implantado no es solamente eliminar las plantas enfermas, sino controlar los vectores que diseminan los virus.

Los síntomas más comunes de las **enfermedades virales** son los siguientes:

I – Mosaicos

- clorosis de la nervadura (lechuga)
- mosaico anillado (pimiento)
- mosaico (tomate y pimiento)

- moteado (tomate y lechuga)

## II- Síntomas de necrosis

- necrosis del ápice (tomate)
- necrosis de floema (remolacha)

## III – Reducción del crecimiento y muerte de planta.

- enanismo (tomate)
- detención del crecimiento (tomate)
- caída prematura de hojas (repollo)

## IV – Deformaciones

- hoja con textura rugosa (papa)
- lamina foliar reducida (tomate)
- hojas curvadas hacia arriba (remolacha y tomate)
- hojas curvadas hacia abajo (poroto)

### c . 1.3.3 Insectos, ácaros y nematodos.

Varios son los **insectos** de importancia hortícola, describiremos los más importantes.

En maíces dulces la isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) es una de las más importante, ya que desmerece el valor comercial de los choclos. Esta puede atacar penetrando por un costado de la espiga o por la punta de esta.

Otra plaga en maíz es el barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*), la infección se produce desde el exterior hacia el interior del tallo.

En las crucíferas encontramos dos isocas de importancia, la de los coles (*Tatochila autodice*) y isoca medidora (*Rachiplusia nu*).

En acelga encontramos *Spilosoma virginica*, oruga que ataca las hojas.

En arveja *Heliotis* sp que es una isoca, que ataca tardíamente al cultivo.

También podemos mencionar la polilla del tomate que produce galerías en las hojas (*Scrobipalpula absoluta*) y el gorgojo del apio (*Conotrachelus critatus*) que es un coleoptero que ataca las raíces. Otro gorgojo importante es el del tomate (*Phirденus muriceus*) que también ataca raíces.

En tomate, pimiento, habas etc, la mosca minadora de la hoja (*Liriomiza* sp) es una plaga de relevancia.

Una plaga polífaga, común en invernadero y muy difícil de combatir es la mosca blanca (*Aleurotrixus floccosus*), muy parecida a esta pero menos invasiva y transmisora de virus es *Bemesia* sp.

Muchas especies tienen en común los gusanos cortadores que cortan plantas al nivel de cuello, el más conocido es *Agrostis ipsilon*.

Las especies de pulgones más importantes en horticultura son: el afido del duraznero (*Myzus persicae*) que es polífago, el común de la papa (*Macrosiphus euphorbiae*), estos dos son vectores de los principales virus que atacan el cultivo de papa, el pulgón del repollo (*Brevicoryne brassicae*), el pulgón del cardo (*Brachicaudus cardui*), el pulgón del melon (*Aphis gossypii*) etc.

Los trips producen raídos en hojas y son trasmisores de virus, los encontramos fundamentalmente en: lechugas, tomate, pimiento, ajo, cebolla y puerro. En las tres primeras especies transmiten virosis, en las ultimas producen síntomas de plateado de hojas. Los géneros más importantes son: *Frankiniela* sp en lechugas, tomate y pimiento y *Thrips tabaci* en ajo, cebolla y puerro

Algunas cinchas tienen cierta importancia en el cultivo de tomate como: *Phitia picta* y *Edessa mediatubunda*.

En las curcubitáceas son muy comunes la vaquita de los melones y de San Jose (*Epilachna paenulata* y *Diabrotica speciosa* respectivamente).

Los **ácaros** más importantes son: *Rhizoglyphus echinopus* (acaro del ajo y cebolla), *Tetranychus telarius* (arañuela roja), este último es muy polífago causando daños a muchos cultivos hortícolas.

Los **nematodos** producen daños a casi todos los cultivos hortícolas. Los síntomas más relevantes son las agallas, que existen de 5 tipos.

Tipo 1: en cultivos suculentos de crecimiento rápido como tomates, melones, calabazas etc, desarrollan agallas tipo esférico (1 o mas centímetros de diámetro). Estas contienen una abundante población de hembras, visibles a ojo desnudo o mejor con lupa de mano. Este es el tipo de agalla es la más común y la forman los nematodos productores de nudos.

Tipo 2: agallas leñosas, duras de color oscuro, grandes en algunos huéspedes. En general se producen en plantas leñosas.

Tipo 3: muy pequeñas en forma ahusada. La frutilla presenta este tipo de agallas que por ser muy pequeñas pueden ser inadvertidas. Las hembras de estos nematodos a veces están fuera de la raíz sin formar agallas.

Tipo 4: agallas de la punta de la raíz. En general suceden en palmeras.

Tipo 5: puntos pequeños elevados verrugosos. En general se produce en los tubérculos de papa.

Varios son los nematodos parásitos en el país, por ejemplo: *Heterodera* sp, *Ditylenchus* sp, *Melodogone* sp, *Nacobbus* sp, *Pratylenchus* sp, *Rotylenchus* sp etc.

Lo más importante para lograr un cultivo sin nematodos, es la prevención. Para ello se debe realizar determinaciones de nematodos antes de plantación. Es relevante señalar

que para una adecuada determinación y conteo de nematodos, la correcta toma de muestra juega un rol fundamental.

### c – 2 Terapéutica vegetal

Este tema se tratará desde los principios de lucha contra las enfermedades.

Suelen considerarse cinco principios de lucha contra las enfermedades: exclusión, erradicación, terapéutica, protección y principios biológicas.

La exclusión evita que el patógeno penetre y se establezca en el área infectada. La erradicación es la eliminación del patógeno después del establecimiento en el área.

La terapia es la cura de la planta enferma. La protección es la acción destinada a impedir la infección. Los principios biológicos comprenden el hiperparasitismo, la protección cruzada y el cultivo de tejidos meristemáticos.

Podemos mencionar algunos ejemplos que suceden en un establecimiento hortícola haciendo referencia a los principios comentados.

-Adquirir semilla importada de acelga (que tiene certificado de sanidad de embarque) es excluir ciertos patógenos que provienen de otras zonas por el tratamiento fúngico que tiene la semilla. En este caso se puede excluir por ejemplo *Cercospora beticola*.

- La eliminación de hernia de los coles (*Plasmodiophora brassicae*) en un lote con infestación, por rotaciones de 4 a 5 años sin especies de la familia de las crucíferas, es un caso de erradicación la enfermedad.

- Con quimioterapia se puede dar un gran número de casos de curación de plantas, por ejemplo la oidiopsis del pimiento (*Leveillula taurica*).

- Muchos funguicidas protectores como los ditiocarbamatos impiden el ingreso de enfermedades.

- Muchos hongos y bacterias (bacteriofagos) tiene antagonistas fitopatógenos. Los cultivos meristemáticos son para impedir el ingreso de virus en plantas de frutilla.

Muchas de las resistencias y tolerancias a enfermedades que adquieren las especies cultivadas son debido a los trabajos de cruzamiento y selección.

c 2.1 Herbicidas, funguicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento

El uso de **herbicidas** en los invernaderos no es tan frecuente por la utilización de cobertura de suelo (mulching)

Los herbicidas más utilizados se pueden apreciar en el cuadro N° 71

Cuadro N° 71

**Herbicidas utilizados en horticultura**

Principio activo	Modo de acción	Dosis por ha	cultivo	Malezas que controla	Momento de aplicación cultivo	Momento de aplicación malezas	Residualidad
Bromoxinil (bromial)	Post Emergencia Contacto y tranlocacion	1500 g	Cebolla Arveja chaucha	Verdolaga Manzanilla Nabo Capin Ortiga Mostacilla Enredadera Yuyo sapo nabon	Con 2 hojas verdaderas	Al aparecer	6 semanas
Ioxinil (totril)	Post Emergencia De contacto	200 g	Cebolla puerro	Yuyo colorado Nabo Verdolaga Sanguinaria Quinoa capiqui	Cebolla 3 hoja Transplante Cuando este bien arraigada la planta	Temprano estado de desarrollo	No tiene
Lenacil (venzar)	preemergen cia	1250 g	Acelga Frutilla Remolacha espinaca	Pasto cuaresma Cola de zorro Quinoa Yuyo colorado	Después de transplante	Antes que aparezcan las malezas	3 meses
Metribuzin (sencorex)	Pre y post emergencia	500 g	tomate	Malva nabon Ortiga chamico apio cimarron	Transplante: aplicar 10 días después. Siembra directa: 4 a 6 hojas	Apenas aparezcan las malezas	4 meses
	Contacto y traslocacion	300 g	Zanahoria arveja		3 hojas	Apenas aparezcan las malezas	

	Pre post Emergencia Contacto y traslocación	1500 a 2000 g	Zanahoria Cebolla Apio Arveja puerro	Yuyo colorado Nabo Verdolaga Sanguinaria Quinoa Capiqui Cola de zorro	Siembra directa: Después de la siembra. Contres hojas o más Transplant e luego del arraigo.	Cuando han aparecido	3 o 4 meses.
Methabenzthiazuron (tribunil)	Pre post emergencia de contacto	2800 g	Cebolla zanahoria	Quinoa Ortiga Manzanilla Capin verdolaga Mostacilla capiqui	Después del trasplante En preemergencia	Primeros estadios de las malezas	6 meses
Oxidiazon (rhodia, ronstar)	Pre post emergencia de contacto	2000 g	cebolla	Quinoa Ortiga Manzanilla Capin verdolaga Mostacilla capiqui	Siembra directa: cuando aparecen las primeras hojas Transplant e: 10 días después	Primeros estadios de las malezas	1 a 3 meses
Oxifluorfen (koltar)	Pre post emergencia de contacto	700 a 1000 g	cebolla	Quinoa Ortiga Manzanilla Capin verdolaga Mostacilla capiqui	Siembra directa: cuando aparecen las 3 primeras hojas Transplant e: 10 días después	Primeros estadios de las malezas	3 meses

Pendimet alin	Presiembra y preemergencia	3 Kg	Zanahoria Arveja cebolla	Quinoa Ortiga Manzanilla Capin verdolaga Mostacilla Yuyo colorado cola de zorro	Presiembra y preemergencia	Durante la emergencia y en pleno crecimiento	Persistencia prolongada
Prometrina (gesagard)	Pre y post Emergencia sistémico	1250 g 600 g	Zanahoria arveja  Apio perejil	Quinoa Ortiga Manzanilla Capin verdolaga Mostacilla Yuyo colorado cola de zorro	Presiembra y preemergencia	Durante la emergencia y en pleno crecimiento	2 a 3 meses
Propizamid (Kerb)	Pre y post Emergencia por traslocación	3 Kg	Lechuga escarola	Quinoa Manzanilla verdolaga Yuyo colorado cola de zorro	Después de la siembra	Antes que aparezcan	3 meses
Trifluralina (treflan)	Presiembra preemergencia preplantación por absorción	1700 g  2000 g	Lechuga Escarola Cebolla Coliflor perejil Repollo  Tomate Pimiento Brócoli Apio Coliflor repollo	Quinoa Manzanilla verdolaga Yuyo colorado cola de zorro	Presiembra y hasta el momento del trasplante  Aplicar antes del trasplante incorporar	Antes que aparezcan	3 meses
Sethoxydim (poast)	Post-emergente sistémico	3000 g	Tomate Lechuga y cebolla	Sorgo de alepo	Cuando están bien arraigadas	Altura mínima entre 15 y 20 cm	10 días en adelante
Dinitramina (cobex)	Presiembra y pre - trasplante de contacto	1500 - 2000 g	Lechuga zanahoria arveja lenteja	Quinoa verdolaga Yuyo colorado cola	Pre-siembra pre-trasplante	No debe haber malezas	Varios meses

			apio perejil hinojo coliflor repollo brócoli	de zorro capiqui pasto cuaresma			
Cloridaz on (pyramin)	Pre emergencia pre trasplante transplante de contacto	3000 a 4000 g	Acelga  espinaca remolach a	Campanilla capiqui nabo nabon bolsa de pastor ortiga verdolaga quínoa yuyo colorado	Pre emergente  Pre emergente post emergente con 2 hojas	No mas tres hojas o cuatro hojas	3 mes
Naptalan (alanap)	Pre emergencia por absorción	7 a 20 lts	Melón sandia pepino zapallo espárrago s	capiqui nabo nabon capin verdolaga quínoa yuyo sapo	Pre emrgencia post emergencia	Pre emergenc ia	5 a 8 serr
Fenmedif an (betanal)	Post emergencia	6 lts	espinaca	Mastuerzo albahaca verdolaga pasto de invierno	4 hojas verdaderas	plantula	
Fluazifop -butil (H1 super)	Post- emergencia sistémico	500 a 1000 cm3	latí foliadas	gramíneas	Post- emergencia	4 a 6 hojas	1 me
Paraquat (gramoxo ne)	Post emergente de contacto	1,5 lts	Herbicid a general	todas	No debe tocar el cultivo	Post emergent e	
Gilfosato (round up)	Postemergenci a contacto y sistemico	3 - 5 lts	Acción general	todas	presiembr a	postemer gencia	

Los funguicidas más frecuentemente utilizados en los invernaderos hortícolas se pueden apreciar en el cuadro N° 72.

Cuadro N° 72

**Fungicidas más utilizados en horticultura.**

Principio activo	Enfermedades más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Azosxistrobina (amistar)	Cladosporium fulvus	80/100	7	Tomate y pimiento
Benomil	Botritis cinerea	60/100	15	frutilla
Bromuro de metilo	Funguicida nematocida insecticida	50 grs/m2		Esterilizante de suelo
Captan (captan)	Ramularia sp	200/100	14	frutilla
Carbendazim 50% (bavistin)	Funguicida de suelo y cuellos	120 cm3/100	7	Tomate pimiento
Clorotalonil 50 % (tizonal)	Alternaria solani y Phytophthora infestans	4 lts /ha	7	Tomate y pimiento
Folpet + foseil aluminio (mikal)	Botritis cinerea	80/100	7	Lechuga
Mancozeb 80 % (dithane)	Funguicida preventivo	150/100	7	Todas las horticolas
Metalaxil (aprón gold)	Tizon tardio	150 cm3/ 100	7	Tomate y pimiento
Oxicloruro de cobre 84 % (cupravit)	Funguicida, bacteriostático preventivo	300/100	14	Todas las horticolas
PCNB (terraclor 75)	Funguicida de suelo	10 kg/ha		Todas las horticolas
Penconazole (topas)	Oidio sp	50 cm3/100	15	Todas las horticolas
Procimidone (sumilex 50)	Sclerotinia sclerotiorum	100 cm3/100	7	Todas las horticolas
Tebuconazole (folicur 43)	Roya y viruela	50 cm3/100	7	Todas las horticolas

Continúa cuadro N° 72

Principio activo	Enfermedades más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Tolifluanid (euparen multi 50)	Botritis cinerea, sclerotinia minor	250/100	5	Lechuga, cebolla, frutilla
Triadimefon (bayleton)	Royas	50/100	7	Todas las horticolas
Trifenil acetato de estaño (brestan)	Viruelas (Cercospora beticola, Septoria lycopersici)	500g /ha	14	Tomate, acelga
Zineb	Funguicida protector	200/100	14	Todas las horticolas

Los insecticidas más frecuentemente utilizados en horticultura se pueden apreciar en el cuadro N° 73.

Cuadro N° 73

**Insecticidas mas utilizados en horticultura**

Principio activo	Plaga más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Abamectin (vertimec)	acaros	80cm3/100	7	Todas las horticolas
Azociclotin 50 (peropal)	acaros	50 cm3/100	7	Todas las horticolas
Beta ciflutrina (beta baytroid 5)	isocas	50 cm3/100	14	Todas las horticolas
Buprofezin (applaud)	Larvas y ninfas de moscas blancas	50 cm3/100	4	Todas las horticolas
Carbofuran (curater 10 %)	Insectos de suelo	20 kg/ha	60	Todas las horticolas

Continua cuadro N° 73

Principio activo	Plaga más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Cartap (padan)	Scrobipalpula absoluta	60/100	14	tomate
Cipermetrina 25 %	Isocas en general	20 cm3/100	21	Todas las hortícolas
Cipermetrina + clorpirifos (Lorsban)	Trips de la cebolla	150 cm3/100	21	Liliaceas
Clofentezine (Acaristop)	Acaros en general	30 cm3/100	28	Todas las hortícolas
Clorfenapir (sunfire)	Scrobipalpula absoluta	60/100	7	Tomate
Clorfluazuron (ishipron)	Scrobipalpula absoluta	100 cm3/100	3	Tomate
DDVP (devetion 1009)	amplio espectro	100 cm3/100	2	Todas las hortícolas
Dimetoato 50 % (rogord L)	amplio espectro	100 cm3/100	20	Todas las hortícolas
Endosulfan 50 % (endosulfan 35)	Insecticida amplio espectro	70/100	15	Todas las hortícolas
Formetanato clorhidrato (dicarzol 50)	Acaros y trips en general	20/100	7	Todas las hortícolas
Imidacloprid 70 % (confidor 35)	Pulgones, trips y mosca blanca	25 cm3/100 por hojas 750 cm3/ ha por goteo	3	Todas las hortícolas
Metidiaton (Supracid wp)	amplio espectro	100 cm3/100	20	Todas las hortícolas
Metiocarb (gladiador 50)	Específico para trips	160 cm3/100	7	Todas las hortícolas
Metomil (Lannate)	amplio espectro	60/100	10	Todas las hortícolas
Piridaben (sanmite)	Acaricida residual	100/100	20	Todas las hortícolas

Continuación cuadro N° 73

Principio activo	Plaga más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Pirimicarb (afidicida)	pulgones	60/100	7	Todas las horticolas
Teflubenzuron (Nomolt)	Scrobipalpula absoluta	50/100	7	Todas las horticolas
Triflumuron (Alsystin 48)	Scrobipalpula absoluta	30/100	7	Todas las horticolas

En el cuadro 74 se aprecian algunos reguladores de crecimiento y bactericidas más usados en horticultura.

Cuadro N° 74

**Reguladores de crecimiento y bactericidas**

Principio activo	Uso más importante	Dosis ( grs/lts)	Tiempo de carencia (días)	Cultivo más importante
Cloromecuato (cycocel 75)	Reducción de internodios	100 cm <sup>3</sup> /100		Tomate
Estreptomicina + oxitetraciclina	Enfermedades bacterianas	60 /100	7	tomate
Giberelina (activol)	Promotor de crecimiento	50/100	20	Todas las horticolas
Naa sodico 80 % (apponon)	Inductor de floracion	7,5 g /1000 lts	7	Pepino, pimiento, poroto y tomate
Paclobutrazol (crestan)	Disminuye el crecimiento vegetativo	2 a 3 lts /ha	60	pimiento

d – Manejo de los cultivos

Se describirán los manejos de los cinco cultivos más importantes en la zona: tomate, lechuga, frutilla, acelga y espinaca.

## Tomate

d 1 Breve descripción botánica.

Es una especie perenne que pertenece a la familia de las solanáceas, al género *Lycopersicum* y a la especie *esculentum*.

El tallo primero es herbáceo, frágil, redondo y erecto; luego se torna decumbente, semileñoso, con pelos glandulares que le confieren el olor característico. A partir de la primer inflorescencia, la ramificación se hace simpodial.

Las hojas son compuestas, alternas, con folíolos dentados o lisos con pelos glandulares. La inflorescencia son racimos o cimas de flores con cinco pétalos amarillos, cinco sépalos largos y cinco estambres en columnas que rodean el estilo. El cáliz es persistente.

El fruto es una baya bi o plurilocular de color rojo o amarillo.

La raíz es profunda, alcanzando 1,5 m de profundidad; la mayor parte se encuentra en los primeros 50 cm. Comienza con una raíz pivotante que en general se destruye en el trasplante, dando lugar a un sistema radicular fibroso.

En relación con el crecimiento, las plantas se dividen en dos tipos, determinadas e indeterminadas. Las primeras poseen una inflorescencia por hoja, las segundas cada dos hojas. Las determinadas son más precoces y de porte bajo, las indeterminadas son más altas y tardías.

d 2 Calendario de siembras

Es una planta sensible a heladas, lo cual las siembras y plantaciones están supeditadas a esta característica climática.

d 3 Fisiología de la producción

Las semillas de tomate no poseen periodo de dormición y conserva su poder germinativo (según condiciones de almacenamiento) aproximadamente cuatro años.

La emergencia se produce una semana después de la siembra con temperaturas de 23 – 25 °C en el suelo.

El tomate es una planta indiferente al foto periodo con relación a la fructificación. Es termo dependiente ya que necesita para fructificar normalmente fluctuaciones diurnas y nocturnas de 23 y 17 °C respectivamente.

Una temperatura continua durante el ciclo no permitirá un normal cuajado de los frutos.

Las temperaturas menores a los 10 °C aumentan el número de flores fasciadas en la mayoría de los híbridos modernos, dando origen a frutos florones.

Un foto periodo largo mejora el rendimiento con respecto a un foto periodo corto.

Las temperaturas nocturnas inferiores a 14 °C provocan caídas de flores, este proceso externo puede evitarse con el agregado de reguladores de crecimientos (auxinas), que inducen la formación de frutos partenocárpicos. Las temperaturas nocturnas elevadas también provocan la caída de flores debido a la escasa provisión de carbohidratos, lo cual no se soluciona con auxinas exógenas.

En la maduración de los frutos se produce un aumento de pH, sólidos solubles, color rojo, sustancias pécticas, ácido ascórbico y sales minerales. El regulador de crecimiento ethephon y las temperaturas medianamente elevadas (25 °C) aceleran la madurez.

La madurez de los frutos una vez cosechados puede retrasarse con temperaturas bajas, el tiempo para alcanzar la madurez depende del estadio del fruto cosechado (verde, pinton, rojo).

#### d 4 Clima y suelo

El tomate necesita para su cultivo un mínimo de 4 meses libres de heladas. Requiere para su desarrollo climas templados a cálidos. Con temperaturas menores de 10 °C puede tardar un mes en emerger, ya que prácticamente a esta temperatura detiene su crecimiento.

La temperatura media mensual máxima es de 26 °C, la óptima de 21 – 24 °C y la mínima de 18 °C.

La temperatura máxima del suelo que soporta es de 38 °C, la óptima de 26 °C y la mínima de 10 °C.

El rango de temperatura para que los frutos tomen color se ubica entre 20 y 30 °C.

Los mejores suelos para su implantación son los francos porque en estos aumenta precocidad y rendimientos. En los pesados se aplica estercolado para mejorar la estructura.

El pH óptimo del suelo fluctúa entre 5,5 a 6,8, siendo esta especie tolerante a la acidez, aunque es sensible a la salinidad y alcalinidad.

Esta especie requiere suelos profundos (por su sistema radicular) y bien drenados.

#### d 5 Semillas y plantines

La semilla de tomate requiere tres factores ambientales para germinar: agua, temperatura y oxígeno. Los requerimientos de humedad para la emergencia se ubican alrededor del 75 % de capacidad de campo. En general la germinación es muy lenta por debajo de los 10 °C, aunque existen fenotipos adaptados para germinar con bajas temperaturas.

La siembra se puede realizar en speedling, macetas de polietileno, bandejas de plástico o de cartón. Es recomendable tener en cuenta el volumen del recipiente donde crecerán las raíces y el momento de plantación, esto es relevante para transplantar una planta balanceada (óptima relación tallo/raíz) y para un uso eficiente de la relación plantinera/ invernáculo (explicado en el tema plantinera). No hay que olvidar que el crecimiento de las raíces de tomate se detiene con una densidad de 20 mg/cm<sup>3</sup> de suelo.

Es recomendable transplantar una plántula lo antes posible una vez que se ha logrado su tamaño máximo radicular, que es la parte de la planta donde se producen limitaciones físicas de crecimiento por los contenedores. Hay que recordar que en la anthesis del tomate (aproximadamente a los 60 a 70 días con temperaturas óptimas) se produce una abrupta caída en la tasa de crecimiento radicular, hasta este momento es deseable que la raíz no encuentre limitantes para desarrollarse.

El trasplante es el momento de modificaciones traumáticas en el patrón de crecimiento, esta situación es más estresante cuando la planta es más grande o desequilibrada por mal manejo en la almaciguera.

Otros problemas de fallas en el establecimiento de plantas, pueden deberse a hongos o pérdidas de cotiledones al emerger (por rozamiento con el suelo), condiciones hídricas no adecuadas, bajas temperaturas, en todos los casos las semillas envejecidas potencian estos problemas.

#### d 6 Siembra y plantación

Después de la siembra la semilla absorbe gran cantidad de agua, el peso de la materia seca aumenta y luego de 7 a 9 días emergen los cotiledones. En la emergencia se produce el proceso de enverdecimiento, en el cual se desarrollan los cloroplastos y con ello la planta se transforma en autótrofa. Este proceso es regulado por el fitocromo, el cual es inducido por la presencia de luz de 660 nm. Cuando los cotiledones están totalmente expandidos aparecen las hojas verdaderas, 2 o 3 de las cuales estaban diferenciadas en el embrión. El tamaño de la semilla, tiene importancia en el desarrollo en altura, como también en la acumulación de materia seca en los primeros estadios.

Al momento del trasplante, el 80 % del peso de la materia seca de la planta lo constituye la parte aérea y el 20 % el sistema radicular, con abundantes raíces laterales. La aparición de raíces laterales y adventicias pueden ser inducidas por cortes de ápice radicular, subirrigación o aporques.

Cuando la planta se estableció es importante que tenga un equilibrio entre la parte aérea y el sistema radicular, hay factores que actúan sobre esta relación, luz, temperatura y disponibilidad hídrica. Poca luminosidad, alta densidad de plantas, produce aumento proporcional de la luz roja lejana (730 nm) en relación con la roja (660 nm). Por lo tanto el fitocromo inducirá las plantas a que aumente el crecimiento de entrenudos. Un fenómeno similar suele ocurrir cuando la temperatura es elevada.

El estrés hídrico produce síntesis de ácido absísico, en el mesófilo foliar (se cierran estomas) esto produce inhibición del crecimiento de la parte aérea y aumento del crecimiento radicular.

Con respecto a la densidad de plantas un valor óptimo en invernadero es de 2 pl/m<sup>2</sup>. El tamaño de fruto se ve sensiblemente afectado por la densidad. La densidad puede variar de acuerdo a la luminosidad incidente, que cambia según la latitud y la época del año.

La primera antesis se produce cuando se han acumulado alrededor de 600 unidades de calor.

La producción de fotoasimilados hasta la antesis floral se particiona entre raíces, tallos ápice, brotes laterales y hojas jóvenes. La mayor demanda de las hojas se produce a los 10 a 12 días desde que ha comenzado la expansión, y a los 25 días antes de alcanzar su tamaño máximo comienzan a exportar asimilados. Las hojas inferiores exportan al sistema radicular, y las superiores al ápice y hojas jóvenes.

Los factores que afectan la partición de asimilados son: luz, temperatura, estrés hídrico, y nitrógeno.

La temperatura es el factor que más afecta la partición de asimilados. Los asimilados se mueven en el floema por flujo masal. Cuando más producen las fuentes (hojas) y más consumen los destinos (zonas de crecimientos) mayor es el flujo por floema. Cuando el destino está a mayor distancia mayor es la resistencia, las conexiones directas favorecen al transporte. Cuando la temperatura del aire es alta (30 a 35 °C), la planta responde alargando entrenudos lo que hace aumentar la cantidad de fotoasimilados hacia el crecimiento del tallo en perjuicio de la raíz.

La luz afecta el transporte por dos motivos: calidad y cantidad. La calidad se refiere a la proporción de luz de 660 nm y 730 nm que inciden sobre algunos destinos. A mayor densidad de plantas mayor proporción de luz de 730 nm en estratos inferiores. Esto implica que el fitocromo inducido por esta longitud de onda (730 nm), produce alargamiento del tallo.

La cantidad de luz afecta por intensidad y duración. Los foto periodos cortos provocan aparición de la primera inflorescencia con menos hojas que los largos. Al disminuir la intensidad de luz se produce una mayor relación tallo/raíz.

La mayor intensidad y duración de luz actúan sobre la fotosíntesis o sea sobre las fuentes, provocando mayor cantidad de fotoasimilados para repartir.

La planta sufre estrés hídrico, cuando el potencial agua foliar disminuye a valores de -9 bares, desencadenándose la producción de ácido absísico; esta hormona detiene el crecimiento del tallo y las yemas laterales, por lo tanto hay mayor cantidad de fotoasimilados para el crecimiento radicular o establecimiento de flores.

Esta posible técnica de producir un estrés hídrico a la planta, es útil durante la etapa vegetativa, porque luego de esta etapa el crecimiento radicular cesa, por lo tanto no se puede de aplicar convenientemente.

El nitrógeno en exceso provoca un aumento del área foliar, esto aumenta la transpiración que no es correspondida por un aumento en la absorción de agua. La planta entra en estrés hídrico aunque el suelo se encuentre en capacidad de campo.

d – Labores culturales

Al momento de producirse la antesis de la primera flor en la planta, el destino de asimilados es el siguiente:

- el 8 % hacia las raíces,
- el 60 % hacia hojas,
- el 31 % hacia órganos de crecimientos y
- el 1 % hacia estructuras reproductivas.

En tomate se pueden practicar varios tipos de podas: desbrotes, deshojes, desflores y capados. Todas intentan mejorar el flujo de asimilados hacia los frutos.

Sobre el lomo de plantación se colocan coberturas plásticas (mulching) de color naranja para mejorar la calidad de luz. El mulching en general no solo se coloca para este fin, sino para realizar esterilizaciones de suelo y controlar patógenos de raíces, cuello, tallo y hojas.

La fertirrigación se realiza por goteo, de esta forma se supe de agua al cultivo y se maneja la fertilidad química del suelo.

Se puede aumentar la luz fotosintéticamente activa, al utilizar materiales plásticos que transforman la luz verde en roja.

Si la intensidad lumínica es alta durante el crecimiento vegetativo la floración se produce antes.

Las temperaturas altas de día y de noche, disminuyen el tiempo necesario para llegar a la floración.

A menor temperatura y mayor intensidad de luz mayor números por racimo. Para lograr esto se colocan plantas recién germinadas a temperaturas de 10 a 12 °C.

Varios son los factores que estimulan la caída de flores: temperaturas extremas, falta de viento, luminosidad escasa, estrés hídrico, exceso de nitrógeno.

Si la causa es la baja temperatura lo ideal es aplicar auxinas. Por ejemplo aplicar ácido naftalen glicólico una vez por semana a todas las flores abiertas. También se utiliza el cloruro de clorocolina (CCC), este se debe aplicar sobre las hojas para disminuir la caída de flores.

El tamaño de los frutos, esta relacionado con la cantidad de asimilados que ellos disponen y su capacidad de asimilarlos. La capacidad de utilización de destino de los frutos depende del tamaño potencial y la actividad de los mismos.

El tamaño potencial del fruto queda definido entre otras cosas, alrededor de diez días después de la antesis cuando la división celular cesa. El tamaño potencial también depende de la posición en el racimo, esto produce una dominancia en el racimo.

La cantidad de asimilados esta en función de la tasa fotosintética y la competencia entre los destinos en la planta. Todo factor ambiental que limite la fotosíntesis limitará el crecimiento de frutos (déficit hídrico, baja luminosidad, escasa área foliar etc).

En el momento de la floración disminuye mucho el flujo de foto asimilados hacia raíz esto produce un menor crecimiento radicular, por consiguiente disminuye la absorción activa de sales. Esta detención del crecimiento radicular se manifiesta más en cultivares determinado que indeterminados. En los últimos, las raíces comienzan a crecer a partir del onceavo racimo floral, esto es muy importante, porque el manejo de agua y nutrientes debe ser ajustado en consecuencia.

En materiales indeterminados los foto asimilados que recibe la inflorescencia provienen de las tres hojas inferiores, y en mayoría de la hoja inmediatamente debajo del racimo con la misma filotaxis. Por consiguiente cualquier cosa que impida una correcta fotosíntesis de esta hoja se verá afectado el llenado de frutos.

El deshoje debe realizarse cuando el tamaño de fruto alcanza su tamaño máximo.

El desflore es importante para un correcto llenado de frutos, cuando estos superan en general los seis por racimos.

#### d 8 Cosecha

La utilización de aguas de riego de alta salinidad mejora considerablemente la firmeza del fruto (aumenta los sólidos solubles), esto se contrapone al tamaño de fruto y la productividad general del cultivo.

El aumento de la salinidad del agua de riego mejora la firmeza del fruto, pero aumenta la podredumbre apical. La podredumbre apical es una enfermedad que disminuye la cantidad de fruto de calidad, pues en la parte distal se produce un ennegrecimiento. Esto se debe a la falta de calcio en el suelo, competencia en la absorción con otros cationes ( $\text{NH}_4$  y  $\text{K}$ ), tasa transpiratoria baja, o por dificultades en traslocación de agua. El calcio solo se mueve por xilema, debido a que los frutos transpiran poco el agua llega a ellos mayormente por floema. De esta forma, el calcio entra a los frutos cuando el potencial agua del suelo es alto y las hojas transpiran poco.

Otro disturbio fisiológico denominado blotchy ripening, que es la aparición de zonas verdosas en frutos maduros, ocasionado por exceso de calcio y asociado a genotipos de susceptibles.

Otro problema es el rajado, de frutos o cracking, en general esto es debido a problemas hídricos dentro de la planta como resultado de riegos poco frecuentes.

Se reconocen cuatro grados de madurez:

- verde maduro
- virado
- rosado
- rojo firme

El verde maduro presenta un color blancuzco en el extremo distal, el virado comienza a tomar color rosado, el rosado el color rosa se generaliza en todo fruto y por último el rojo firme.

El momento de la cosecha depende del destino y de la distancia al mercado. Las variedades de crecimiento indeterminado tienen cosecha escalonada, las de crecimiento determinado cosecha mecánica (generalmente).

#### d 9 Comercialización

En la Argentina el envasado se hace en galpones, colocando el producto en cajones tipo torito cuyo peso es de 22 a 25 Kg, dependiendo del tamaño del fruto. El tomate se clasifica por variedad, tamaño, calidad y madurez.

La máxima oferta en general ocurre en los meses estivales, y la mínima en los invernales.

#### d 10 Factores adversos

Los factores adversos fueron comentados en el tema patología vegetal, en este punto solo se mencionará los más importantes.

Plagas animales:

- Polilla del tomate (*Scrobipalpa absoluta*)
- Gorgojo del tomate (*Phiridenus muriceus*)
- Mosca blanca (*Aleurotrixus floccosus*)
- Trips (*Frankiniela* sp)
- Chinchas, ácaros, pulgones y gusanos cortadores.

Enfermedades fisiogénicas:

- Rajaduras concéntricas y radiales
- Podredumbre apical
- Enrullamiento foliar
- Fasciación floral
- Quemadura de sol

Enfermedades bacterianas:

- Cancrosis (*Corynebacterium michiganense*)
- Mancha bacteriana (*Xantomonas vesicatoria*)
- Mota bacteriana (*Pseudomonas tomatum*) etc.

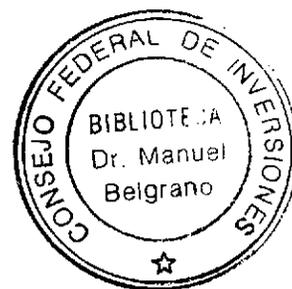
Enfermedades de hongos:

- Tizón tardío
- Tizón temprano
- Marchitamiento por *verticillium*
- Marchitamiento por *fusarium*
- Viruela (*Septoria lycopersici*)

- Podredumbre del tallo y del fruto (Sclerotinia sclerotiorum)
- Rhizoctonia solani

Enfermedades por virus:

- Peste negra (Spotted Wilt Virus)
- Mosaicos del tabaco, del pepino etc.
- Curly top, etc.



#### d – 11 Oportunidades zonales

En las ciudades más importantes de la isla no se produce esta especie, por más que los precios son durante todo el año muy altos (promedio 6 \$/Kg que es el precio de góndola). El motivo es que es una especie muy sensible al frío.

Las oportunidades de cultivo son adecuadas siempre que se cultive con calefacción activa o pasiva.

Lechuga
---------

#### d – 1 Breve descripción botánica

La lechuga es una especie anual, que pertenece a la familia de las compuestas, genero Lactuca, especie sativa, variedad capitata o acephala.

La raíz es pivotante y la mayoría de las raíces laterales se desarrollan en la capa superior del suelo.

El tallo es muy corto y lleva una roseta de hojas que varían en tamaño y forma, como también en textura y color, según los cultivares. Durante la floración el tallo se alarga, alcanzando 1 m de altura en algunos cultivares.

Las flores son pequeñas y están agrupadas en capítulos.

El fruto comúnmente llamado semilla, es un aquenio de color blanco o negro. Es pequeño de forma alargada de 3 mm de longitud terminando en punta y achatado lateralmente.

Cada gramo de semillas posee 500 a 1000 frutos.

#### d – 2 Calendario de siembra

Esta especie salvo en climas muy fríos se puede sembrar todo el año, para casi todas las condiciones existen variedades y cultivares.

### d – 3 Fisiología de la producción

La semilla recién cosechada presenta un estado de dormición, esto implica que no germina en forma adecuada durante algunos meses.

La temperatura para la germinación sería

- mínima 1,6 °C
- óptima 18 - 20 °C
- máxima 23 °C

La germinación de la semilla de lechuga es inhibida por las altas temperaturas. Cuando la semilla se coloca a temperatura óptima y a 1 cm de profundidad, la plántula tarda de 2 a 3 días en emerger.

Las altas temperaturas y los foto períodos largos favorecen la floración, aunque hay variedades que difieren en la respuesta a este fenómeno.

La temperatura elevada es la principal causa de la floración prematura en la mayoría de las especies.

### d 4 – Clima y suelo

Esta especie es de clima templado, las temperaturas para un adecuado crecimiento y calidad del producto son las siguientes:

- promedio mensual máximo 21- 24 ° C
- promedio mensual óptimo 15 – 18 ° C
- promedio mensual mínimo 7 ° C

Las condiciones óptimas de producción son días templados y noches frescas.

Las temperaturas elevadas generan sabor amargo, falta de firmeza en las cabezas y floración prematura. Además, favorece la aparición de tipburn o quemadura del borde de la hoja.

Las temperaturas bajas, incluso las heladas suaves, no dañan las plantas pero la tasa de crecimiento es baja.

Si las heladas ocurren al estado de madurez comercial, las hojas resultan dañadas y constituyen una puerta de entrada para microorganismos patógenos.

La temperatura es el factor más importante y frecuentemente limitativo para la producción de lechuga.

Todo lo anteriormente citado en relación con los parámetros de adaptación climática, varían con los cultivares.

La lechuga puede ser cultivada sobre diversos tipos de suelos, estos deben ser bien drenados, con alta capacidad de retención hídrica y con alta cantidad de materia orgánica. Es muy sensible a estrés hídrico (umbral de agua del suelo 0,4 - 0,5 bares), no tolera pH debajo de 5. Tiene buena respuesta a la fertilización nitrogenada, cuando la

concentración de nitratos es menor de 40 ppm, y cuando las condiciones del suelo no son adecuadas para el óptimo funcionamiento del ciclo del nitrógeno (mala aireación, pH bajos, temperaturas extremas).

El 70 % del total de nutrientes se absorbe tres semanas antes de la cosecha.

Es un cultivo de ciclo corto lo que posibilita realizar 4 o 5 cultivos por lote/año, esto implica mucho laboreo que produce gran deterioro de las propiedades físicas del suelo.

#### d – 5 Semillas y plantines

En la Argentina en la actualidad el cultivo se inicia de dos formas, siembra directa y plantación.

Las opciones botánicas para cultivar son muchas, esto se aprecia en una gran diversidad de: calidad, sabor, forma, color y resistencia al transporte.

Los cultivares se pueden agrupar en 5 tipos:

- 1- lechuga latina
- 2- cabeza de hojas crespas
- 3- cabeza de hojas mantecosas
- 4- cabeza de hojas sueltas
- 5- coso romana

Las lechugas **tipo latinas** forman una cabeza de hojas flojas de 20 cm de diámetro. La hoja es de lamina crespa con abolladuras entre las nervaduras. Posee regular resistencia al transporte y semillas negras.

Los subcultivares latinas son los siguientes:

- gallega
- criolla verde
- criolla blanca
- crimor

El subcultivar gallega es una lechuga de invierno con facilidad a la floración. La criolla verde y la blanca son de primavera – verano. La lechuga crimor es de siembras estivales y con gran resistencia a la floración prematura.

Las lechugas de **cabezas de hojas crespas** forman una cabeza esférica compacta.

Existen muchos subcultivares los más conocidos son: grandes lagos, batavia, imperial 101, climax, coolguard, coologren, raiders etc. La característica más importante es su gran resistencia al transporte.

Las lechugas de **cabezas de hojas mantecosas** son de cabezas flojas poco resistentes al transporte y texturas suaves. Existen infinitos subcultivares, los más importantes son: lores, prima, divina, patty, maravilla de invierno, maravilla de las cuatro estaciones, nadege, elsa, elisa, etc.

Las **lechugas de hojas sueltas** son otra variedad botánica (var acephala); forman una rosetas de cabeza suelta rizada de textura y sabor regular. Su característica más importante es su rápido crecimiento.

Las **lechugas cos o romanas** forman cabezas alargadas, blandas y grandes. Casi no se comercializan en la Argentina.

#### d 6 - Siembra y plantación

La siembra directa es la forma de iniciación del cultivo cuantitativamente más importante en la Argentina. Esta puede ser al voleo o en líneas con distintas modalidades de cultivos:

- tablones separados por pequeños lomos (el riego se efectúa por inundación)
- al voleo sobre cantero sobreelevado para evitar el exceso de humedad (generalmente no se riega)
- en doble línea a 30- 35 cm, sobre cantero de 50 – 60 cm (riego por surco)
- en líneas a nivel con distancias de 35 cm (riego por aspersión).

La densidad de semillas depende del tipo de siembra y la época del año. En general en verano por los problemas de termodormición de semillas se siembran altas densidades (5 a 8 Kg).

La plantación es un sistema de iniciación que requiere más trabajo y posee más seguridad de cosecha, mejora la eficiencia en el tiempo de los sistemas de producción. En general el sistema de plantación se utiliza en invernadero con mulching, a distancia entre plantas y entre hileras de 35 a 40 cm. Con este sistema se evita la termodormición de semillas.

#### d 7 - Labores culturales

El control de malezas es un aspecto importante debido al bajo porte del cultivo. Normalmente se utiliza métodos químicos y mecánicos. Los químicos se basan en la aplicación de los siguientes herbicidas:

- trifluralina
- dinitramida
- propizamida

Los mecánicos se basan en dos carpidas, y en general se combinan con los químicos para ahorrar mano de obra.

Para un crecimiento óptimo, la lechuga requiere un constante y abundante contenido de agua en el suelo. Si las plantas detienen la absorción de agua por alguna razón, disminuyen su calidad ya que aumenta la proporción de fibra.

Los métodos de riego que se utilizan son: por goteo, aspersión y gravimétrico. El mejor de los tres para una óptima tasa de crecimiento es el de goteo, le sigue el de aspersión y por último el gravimétrico. Esto es debido a la frecuencia de riego, o sea a la posibilidad de mantener el suelo cercano a capacidad de campo para lograr una tasa de crecimiento alta.

Cuando la siembra es directa, se realizan dos raleos de plantas para evitar la competencia.

#### d 8 – Cosecha

Es una especie de cosecha destructiva.

Se cosecha la planta al estado vegetativo, formada por un conjunto de hojas.

En el caso de lechugas tipos latino, la cosecha se puede realizar desde que las plantas alcanzan un tamaño de comercialización que es aproximadamente la mitad de su desarrollo hasta el máximo. El momento de cosecha de estas lechugas dependen del rendimiento (bultos/por área) y el precio. Aunque en muchas ocasiones el momento de cosecha esta determinado por el precio del mercado

El tamaño máximo de las cabezas se alcanza a los 60 días en verano y 100 en invierno aproximadamente.

Las lechugas capuchinas se cosechan cuando la cabeza esta firme. El tamaño de comercialización se alcanza a los 70 días en verano y 110 en invierno aproximadamente.

Las lechugas de hojas sueltas y las latinas subcultivar criollas son de ciclos muy cortos, con temperaturas optimas a los 45 días se puede cosechar.

La cosecha es manual, se corta la planta al nivel del cuello a cuchillo y se eliminan las hojas exteriores sucias. Existen maquinas de cosechadoras.

En las lechugas capuchinas se realiza más de una pasada pues no todas las cabezas se encuentran en momento optimo para ser cosechadas.

#### d 9- Comercialización

Una vez efectuado el corte se procede al embalaje en jaulas de madera, que pesan 10 a 12 Kg en lechugas criollas y 15 a 18 Kg en capuchinas.

Antes de enviar al mercado se introducen las jaulas con las lechugas en piletas para bajar la temperatura en verano, disminuyendo la perecebilidad del producto.

d 10 – Factores adversos

Las plagas animales más importantes son: pulgones, trips y mosca blanca. Los pulgones transmiten el virus del mosaico de la lechuga, y los trips el virus de la peste negra.

Las enfermedades más importantes son:

- Quemadura del borde (tipburn),
- Mosaico de la lechuga (Marmor lactucae),
- Peste negra (Spotted wilt virus),
- Caída o marchitamiento causado por Sclerotinia sclerotiorum.

d 11- Oportunidades comerciales

La provincia de tierra del fuego solo produce el cultivar Grand rapid, esto implica que no tiene diversidad mercado.

Se debe aumentar la oferta de cultivares para encontrar otros segmentos de comercialización, que puden dejar mejor margen total al productor y un mercado más amplio.

Frutilla
----------

d 1 - Breve descripción botánica

Pertenece la familia de las Rosáceas, subfamilia Rosoideas, género Fragaria.

Las frutillas modernas híbridas aparecieron como consecuencia de cruzamientos accidentales entre Fragaria chiloensis y Fragaria virginiana, Dúchense la llamó Fragaria X ananassa

Es una planta herbácea de porte bajo perenne pero se la cultiva como anual o plurianual. El sistema radicular es superficial, en forma de cabellera muy ramificada.

El tallo presenta entrenudos muy cortos, que constituyendo la corona que se alarga lentamente.

Posee tres tipos de yemas:

- que ramifican en tallos,
- que producen estolones,
- que producen flores.

Los estolones poseen dos entrenudos largos, el segundo nudo emite hojas y raíces que constituyen la nueva planta.

La flor es hermafrodita, puede ser solitaria o en inflorescencias cimosas, posee 5 pétalos, numerosos sépalos y estambres.

La polinización es entomófila.

El fruto es un poli aquenio, la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado de la flor. La forma del fruto es esférica, cónica o irregular; y el color es blanco, rosado, rojo o violáceo.

#### d 2 - Calendario de siembras

En general las épocas de plantaciones del país son las siguientes:

- zona norte, en febrero-marzo y abril- mayo.
- zona intermedia, en abril-mayo, junio-julio y agosto- septiembre.
- zona sur, septiembre-noviembre.

#### d 3- Fisiología de la producción

En el ciclo anual de la planta se distinguen dos estados: el vegetativo y el reproductivo.

Las variedades estándares requieren foto periodos cortos para la inducción de los primordios florales, las reflorescentes pueden necesitar largo, corto o ser reguladas exclusivamente por la temperatura (indiferentes al foto período).

En las variedades estándares se necesitan 6 a 14 días cortos, de 6 a 12 horas-luz para iniciación de las yemas florales, lo cual ocurre también bajando la temperatura. En general en estas variedades las plantas se pueden mantener en estado vegetativo con foto periodos largos y altas temperaturas.

Las variedades reflorescentes necesitan bajos requerimientos de frío, ausencia de descanso invernal para lograr una floración más continua, que depende del largo del día (reflorescentes de foto periodos cortos o largos).

Las reflorescentes de día neutro se diferencian de las clásicas reflorescentes por las siguientes características:

- 1- producen siempre abundantes estolones,
- 2- la producción de fruta es constante a partir de los tres meses de transplante,
- 3- entran en dormición cuando baja la temperatura y no cuando disminuye la longitud del día,
- 4- la morfología de las inflorescencias va evolucionando a lo largo del año y en las distintas latitudes,
- 5- tienen altísimo potencial de rendimientos.

Las modernas variedades de frutilla producen exclusivamente flores hermafroditas, lo que asegura una buena polinización y fecundación de los pistilos. La fecundación es entomófila, los insectos que intervienen con más frecuencia son abejas, himenópteros o moscas de las familias de los sirfidos. Se ha comprobado que los aquenios producen hormonas que estimulan el crecimiento del receptáculo en su área de influencia.

#### d 4 - Clima y suelo

En general la frutilla, es una especie de climas frescos a templados frescos, aunque hay variedades que se adaptan bien a zonas cálidas.

Las heladas tardías ocasionan problemas en floración; con temperaturas de menos  $-1^{\circ}\text{C}$  se producen daños parciales en la flor y con menos  $-3^{\circ}\text{C}$  los daños son totales. La muerte de la corona ocurre con  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Se adapta a una gran variedad de suelos, pero los sueltos con buen drenaje son los preferidos.

Los suelos deben tener un buen porcentaje de agua aprovechable.

Es una especie muy sensible a la salinidad y al estrés hídrico.

El pH de suelo óptimo varía entre 5,5 a 6,5.

El exceso de nitrógeno afecta los frutos tornándolos insípidos, de mala conservación.

#### d 6 - Semillas y plantines

El órgano de iniciación del cultivo es la plántula. Estas plántulas son producidas por los estolones de la planta madre.

Las variedades (híbridos) son las siguientes:

- variedades derivadas de *Fragaria* X *ananassa*, de fruto grande.

Comprenden cuatro subdivisiones:

- 1- Reflorescentes de día largo: Gento, Trisa, Revada, Saint claudé etc.
- 2- Reflorescentes de día corto con dos cosechas: Talismán, Abundance, climax etc.
- 3- Reflorescentes de día neutro: Brighton, Hecker, Aptos, Selva, Seascape etc.
- 4- No reflorescentes o estándar: florecen con días cortos. Comprende la mayoría de las variedades comerciales. Se dividen en dos clases:
  - 4.1 - Con requerimientos de frío para llegar a su plena productividad: Hood, Acadien, Redcoat, Surecrop etc.
  - 4.2 - Sin requerimientos de frío para llegar a su plena productividad: Tioga, Vista, Pájaro, Florida 90, Aiko, Camarosa, Chandler, Swet charly etc.

## 6 – Siembra y plantación

En general, debe utilizarse en las plantaciones comerciales para la producción de fruta, solamente plantines con abundante sistema radicular color claro, coronas vigorosas, aunque el follaje sea reducido. Hay que eliminar las plantas viejas que hayan fructificado.

Los plantines producidos en los viveros son de dos categorías, “en dormición” y “en brotación”.

Los plantines en dormición son los que dominan la producción mundial, correspondientes a los viveros de las regiones templadas y frías, con temperaturas invernales que provocan la dormición.

Si los viveros son de regiones frías, los plantines pueden ser arrancados y plantados directamente, o con breve conservación, en las plantaciones de invierno de las zonas templadas. En este caso las plantas crecen lentamente y llegan a fructificar en la primavera inmediata, con rendimientos bajos.

Las plantaciones de verano que duplican los rendimientos de las de invierno, se realizan con plantines arrancados en invierno y conservados en frío, a  $-2^{\circ}\text{C}$ , durante 5 a 7 meses.

Si los plantines son de regiones templadas, deben recibir un refuerzo artificial de frío.

Los plantines en brotación son los únicos disponibles en regiones tropicales y subtropicales que no llegan al estado de dormición. Son plantines más delicados, cuyo follaje puede ser eliminado en parte, cuando poseen pecíolos muy largos. Puede arrancarse a raíz desnuda o con pilón de tierra. En general es más segura la plantación con pilón de tierra.

Las plantaciones comerciales se realizan con plantines con pilón de tierra o a raíz desnuda. Tanto la arrancada como el hoyo de plantación se realiza con una herramienta tipo sacabocado, de 5 a 8 cm de diámetro, o con cuchara transplantadora.

Las raíces deben quedar bien distribuidas verticalmente en el suelo, para lo cual se abre un hoyo con más de 15 cm de profundidad, se coloca la planta honda y seguidamente se tira de la corona hasta que esta queda al nivel del suelo y luego se comprime la tierra lateralmente, no en sentido vertical que provoca el arqueamiento de las raíces.

## d 7 - Labores culturales

Es una especie muy exigente en humedad, cuando la tensión de agua en el suelo disminuye de 0,4 a 0,5 bares se afecta el rendimiento, por consiguiente el riego deberá ser de alta frecuencia.

Si en el cultivo no se utiliza mulching se debe realizar carpidas para combatir las malezas. Otra forma es utilizar control químico de malezas con herbicidas como pirifenop (posemergente) y metribuzin (posemergente), en preemergencia se utiliza

lenacil. El primero es gramínicida, el segundo latifolicida y el tercero de amplio espectro de control.

Otra labor cultural es la eliminación de estolones que se realiza para estimular la formación de flores. La época para realizar esta labor depende mucho de las variedades. El raleo o la eliminación del follaje, se recomienda para mejorar el transporte de fotoasimilados a los frutos. Esta labor se realiza cuando el follaje es excesivo.

También se realiza eliminación de flores para mejorar el tamaño de fruto en la inflorescencia.

#### d – 8 Cosecha

Se efectúa manualmente, evitando los golpes y el exceso de manipuleo.

Debido al carácter altamente perecedero de la frutilla, es conveniente cosecharla en las primeras horas de la mañana.

El fruto debe estar casi totalmente pigmentado y debe presentar todas sus cualidades organolépticas, ya que luego de cosechado no aumenta los azúcares ni los sólidos solubles, y el grado de acidez permanece constante.

Para mercados lejanos debe cosecharse cuando la fruta tiene tres cuartos de su superficie coloreada. La frutilla para la industria se cosecha con un grado de maduración mayor.

En la Argentina se cosecha en canastos revestidos con tela; también suele usarse bandejas plásticas.

La capacidad de estos envases cosecheros es de 3 a 4 Kg.

La periodicidad de las recolecciones depende de la época, estado del cultivo y lluvias, realizándose desde una cosecha semanal al iniciarse la temporada, hasta una diaria en plena producción.

#### d-9 Comercialización

La frutilla se lleva a galpones donde se embala en cajas de madera o cartón de aproximadamente 3 a 4 Kg o en cajitas de 0,5 a 1 Kg.

También se utilizan cajas de cartón corrugado de 300 g, y a veces envases plásticos.

#### d 10 Factores adversos

Enfermedades de fruto:

- Moho gris (*Botrytis cinerea*),
- Podredumbre seca (*Rhizoctonia* sp),

- Podredumbre de los frutos (*Rhizopus nigricans*),
- Podredumbre (*Sclerotinia sclerotiorum*),
- Podredumbre acuosa (*Phytophthora cactorum*),
- Podredumbre negra (*Verticillium sp.*)

Enfermedades de hojas:

- Viruela (*Micosphaerella fragariae*),
- Quemadura (*Diplocarpon aerliana*),
- Tizón (*Dendrophoma obscurum*).

Enfermedades de raíz:

- Podredumbre radicular (*Rhizoctonia solani*).

Enfermedades virales:

Producen pérdidas de vigor, menor tamaño de fruta y decaimiento de la productividad.

Plagas animales:

- Pulgón amarillo verdosos de la frutilla,
- Pulgón verde del duraznero,
- Arañuela roja,
- Gusanos de suelo,
- Gusanos cortadores,
- Nematodos,
- Hormiga podadora.

#### d 11 Oportunidades zonales

La demanda más importante es debida al turismo en los meses de primavera, verano y otoño. La oferta siempre es superada por la demanda en esta época, esto es claramente indicado por los ingresos unitarios altos de los productores.

Es un producto muy difícil de importar del continente por lo perecedero, se estima a esta actividad como una de las de mayor posibilidad económica.

Las tres ciudades más importantes de la provincia de tierra del fuego producen frutillas en el periodo de diciembre a abril con precios de 8 a 10 \$/Kg. En este periodo se producen tres floraciones por ciclo de cultivo y los rendimientos oscilan entre 0,8 a 1,2 Kg/m<sup>2</sup> año aproximadamente.

Las variedades más utilizadas en estas tres ciudades son: selva, seascape, diamante, aroma y swet charly. Las cuatro primeras son variedades reflorescentes indiferentes al foto periodo, la variedad swet charly es estándar o de día corto.

La productividad en la isla es mayor con variedades indiferentes al foto periodo que con variedades de día corto (según observación personal).

El manejo del cultivo, es en general de riegos ineficientes, deshojes y cortes de estolones a destiempo lo que implica una mala relación fuentes y destinos.

La frutilla es muy exigente en parámetros de suelo, los cuales son desconocidos por no realizar determinaciones analíticas.

Los rendimientos máximos anuales de frutilla en los países más avanzados oscilan entre 10 y 18 Kg/m<sup>2</sup> con las variedades reflorescentes indiferentes al foto período. Es claro que la isla esta muy lejos de estos niveles.

## Espinaca

### d 1 Breve descripción botánica

La espinaca es una especie anual, que pertenece a la familia de las quenopodiáceas, género Spinacea, especie oleracea.

La planta forma en la primera etapa una roseta de hojas con tallo muy corto. Las hojas de color verde son más o menos erectas, alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variada de acuerdo con el cultivar.

Con respecto a la forma de las hojas, existen variedades de hojas redondas o lanceoladas y de borde liso o aserrados.

En una segunda etapa la planta emite una vara floral de aproximadamente 1 m de altura. De las axilas de las hojas o directamente del cuello, surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias en las que pueden desarrollarse flores.

Las semillas lenticulares son restos de flores de aspecto coriáceo, membranoso, inerme o espinoso, de color gris verdoso (lo que en realidad se vende como semilla es un fruto o aquenio).

### d 2 Calendario de siembras

Varios son los factores a tener en cuenta para una adecuada fecha de siembra, los más importante son:

- cultivares
- largo del día
- temperatura
- resistencia a mildew vellosa

Existen cultivares adaptados a altas temperaturas y a foto períodos mayores de 14 horas, como por ejemplo: híbrido N° 7, matador, amador INTA, puma, bolero.

Las espinacas híbridas de última generación son las que poseen más resistencias (siete razas de resistencia) al mildew veloso como sprinfiel, spartak, chivas, vivos etc.

### d 3 Fisiología de la producción

La floración en la espinaca es foto y termo dependiente; requiere días en alargamiento de más de 14 hs de luz y temperaturas de más de 15 a 18 °C.

Las temperaturas de 5 a 15 °C durante su ciclo favorece tanto su precocidad y rendimiento, aunque esto depende de los cultivares.

La limitante climática actual de este cultivo es la alta temperatura, pues el problema de inducción floral por largo del día fue mejorado genéticamente. Así desde hace algunos años se produce espinaca en verano acondicionando el cultivo para bajar temperaturas.

### d 4 Clima y suelo

Es una especie de clima templado frío, las temperaturas medias para el crecimiento son las siguientes:

- óptima 15 a 18 °C
- máxima 24 °C
- mínima 5° C

La espinaca resiste temperaturas por debajo de 0 °C, hay variedades como la viroflay que soporta temperaturas de 5 a 7 °C bajo cero. Es la especie hortícola que más tolera las heladas sin dañar las características organolépticas del producto. Las heladas producen en la planta manchas blanquecinas irregulares sobre el limbo.

La espinaca puede cultivarse en gran cantidad de suelos, es una de las especies que más soporta la salinidad del suelo.

Es muy sensible al anegamiento o a la falta de drenaje.

### d 5 Semillas y plantines y d 6 siembra y plantación.

La semilla de espinaca requiere temperaturas bajas para germinar (menos de 15 ° C), por esto fracasan siembras de verano. El tiempo a emergencia varía con la temperatura y esta comprendido entre 7 y 10 días según la energía germinativa de la semilla.

En general la espinaca es un cultivo que se inicia por semillas, aunque se comienza a realizar en bandejas para plantación. El sistema de inicio del cultivo es en general siembra directa a chorrillo.

La densidad de semillas utilizada en las zonas de producción es alta (10 Kg/ha), los precios de las semillas híbridas importadas también son altos, lo que implica altos costo al inicio del cultivo.

d 7 Labores culturales

En general el control de malezas no se realiza con herbicidas, sino en forma mecánica. La primera carpida se realiza al mes de la siembra, 20 días después se hace la segunda; los momentos de desmalezado dependen de la tasa de crecimiento de las malezas y el cultivo.

En general el control sanitario más común es para pulgones y mildew veloso.

Es una especie de corto sistema radicular, esto implica que en los primeros centímetros de suelo el contenido hidrico no debe ser inferior de un 70 % de capacidad de campo, para lograr altos rendimientos en el espacio y en el tiempo.

Se realiza en general dos raleos para obtener un buen tamaño de planta y así disminuir el costo de cosecha.

d 8 Cosecha

Es una especie de cosecha destructiva.

Puede realizarse en forma manual o mecánica, desde que la planta tenga 5 o 6 hojas.

Para consumo fresco la cosecha es manual, cortando la raíz debajo de la roseta de hojas o arrancando toda la planta.

Para la industria la cosecha puede mecanizarse.

d 9 Comercialización

La comercialización del producto se efectúa en manojos o atados de plantas, siendo los envases utilizados, jaulas o toritos de 7 a 5 Kg de producto fresco respectivamente.

d 10 Factores adversos

Plagas animales:

Pulgones y ácaros

Enfermedades:

Fusarium, Pythium, Peronospora.

d 11 Oportunidades zonales

Los precios de la espinaca en la isla son muy similares a los de lechuga o mayores. Este cultivo se realiza en la tercera parte del tiempo que la lechuga. En el tiempo que se realiza un cultivo de lechuga se puede realizar casi tres cultivos de espinaca. Los rendimientos en peso son similares a los de lechuga.

Es una especie altamente resistente a heladas, con un cero de crecimiento debajo de los 0 grados centígrados.

Muy resistente salinidad quizás la especie hortícola más resistente.  
Posee buena capacidad de industrializar.

Los comentarios citados nos indican que esta especie tiene grandes oportunidades para la provincia de Tierra del Fuego.

## Acelga

### d 1 Breve descripción botánica

La acelga es una especie anual, que pertenece a la familia de las quenopodiáceas, genero Beta, especie vulgaris, var cicla.

En la primera etapa la planta produce una roseta de hojas; estas son de tamaño grande, verdes (el color depende del cultivar), con pecíolos ensanchados (el ancho y el color dependen del cultivar), tallo corto y raíz pivotante.

El fruto es glomérulo pluriseminado.

En la segunda etapa la planta emite una vara floral de 1 a 1,5 m de altura. En esta etapa en las axilas de las hojas las yemas fructifican dando los glomérulos mal llamados semillas.

### d 2 Calendario de siembras

Es una especie que puede ser sembrada todo el año en casi todas las latitudes, solo deben ser atendidas las condiciones de inducción floral para prolongar la cosecha. Existen cultivares con diferente comportamiento a la floración prematura.

### d 3 Fisiología de la producción

La inducción floral en acelga se produce por interacción de dos factores, el largo del día y la vernalización. En general los cultivares nacionales con 200 horas de frío aproximadamente y con 10 horas de luz se inducen a floración, los importados necesitan 350 a 450 hora de frío y más de 12 horas de luz.

Es importante una buena elección del cultivar de acuerdo con la fecha de siembra para evitar problemas de floración prematura o cosechas cortas, lo que disminuye la rentabilidad del cultivo.

En varios ensayos realizados en latitudes mayores de 28 ° se concluyó que:

- en siembras otoñales e invernales, los cultivares importados prolongan más su ciclo y por lo tanto producen mayores rendimientos que los nacionales,
- en siembras primaverales no existen diferencias en la floración prematura, pero los cultivares nacionales rindieron más por poseer mayor tasa de crecimiento.

#### d 4 Clima y suelo

Las temperaturas medias de crecimiento son las siguientes:

- óptima 15 a 18 ° C
- máxima 35 ° C
- mínima 5 ° C

Es en general una especie que requiere condiciones de suelo similares a la espinaca y remolacha.

#### d 5 Semillas y plantines, d 6 siembra y plantación.

En general la semilla emerge a los 5 o 6 días de sembrada con temperaturas óptimas. Para que la germinación sea exitosa deben ser lavadas las sustancias que posee la semilla que inhiben la germinación.

Existen varios tipos de cultivares: de hojas verde claro con pencas anchas blancas, de hojas verde oscuro con pencas anchas blancas, de hojas verde claro con pencas finas verdes, de hojas verde oscuro con pencas anchas verdes y de hojas verde oscuro con pencas finas blancas. Se dispone de semilla de origen nacional o importado, en general en el mercado argentino las acelgas de pencas angostas y verdes son las nacionales; y las de pencas anchas y blancas son las importadas (ver cuadro 75).

El sistema de siembra más común es el directo a voleo, desde hace poco tiempo se esta cambiando a siembras en bandejas en almácigo. Se siembra a voleo sobre canteros con densidades de 12 Kg/ha, o en líneas con 7 Kg/ha. Cuando la siembra es en bandejas se utiliza 1,5 kg/ha o menos.

Cuadro N° 75

**Cultivares de acelga**

Cultivar	Resistencia a floración	Color de hoja	Tipo de hoja	Largo de hoja	Tamaño de penca	Color de penca	Comentarios
<b>Bressane</b>	++++++	Verde oscuro	Arrugada	+++	+++	Blanco	Variedad muy resistente al bolting.
<b>Ampuis</b>	++	Verde	Lisa	++++	++++	Blanco brillante	Hojas grandes y atractivas
<b>Verca</b>	++	Verde muy oscuro	Levemente arrugada	+++	+++	Blanco	Cabezas densas muy verdes
<b>Orca</b>	++++	Verde amarillento	Levemente arrugada	++	+++	Crema	Cultivar grande y vigoroso
<b>Pais*</b>	+	Verde	Lisa	+++	+++	Verde	Alta tasa de crecimiento con temperaturas bajas y altas.
<b>Large ribet dark green</b>	++++	Verde	Levemente arrugada	+++	++++	Blanco crema	Cultivar poco quebradizo a cosecha.

\* Existen otros subcultivares en el país de hojas más claras.

**d 7 Labores culturales**

Cuando la siembra es a voleo se efectúa el raleo de plantas y el desmate, cuando se planta y se separan las plantitas del fruto (semilla) no se realiza esta labor.

El control de malezas puede ser mecánico o químico, en el ultimo caso se utilizan herbicidas de preemergencia como pyramin, venzar y dual.

Es una especie con cierta resistencia a sequía, pero cuando la tensión de agua en el suelo baja de 1,5 bares comienza a sufrir deficiencias de agua.

#### d 8 Cosecha

La cosecha no es destructiva, sino que se van cortando las hojas más grandes (externas) en varios momentos, el número de cortes dependen de la variedad y la fecha de siembra.

#### d 9 Comercialización

La acelga se comercializa en atados de hojas (10 a 15 hojas por atado depende del tamaño), los que se colocan en jaulas (10 a 15 atados por jaula) de 10 a 14 Kg aproximadamente.

#### d 10 Factores adversos

Plagas animales:

- Chinche verde
- Oruga norteamericana
- Hormigas

Enfermedades:

- Cercospora beticola o viruela
- Beta virus 1
- Curly top

#### d 11 Oportunidades zonales

Es la primer quenopodiácea hortícola en consumo con 15 Kg/ ha año per capita, luego del tomate y la lechuga es la tercera en importancia hortícola intensiva.

Los niveles de rendimiento si el cultivo esta bien manejado puede llegar a 2000 jaulas por corte, pudiendo alcanzar de 5 a 7 cortes por hectárea. Esto muestra los altos rendimientos y la posibilidad de obtener márgenes muy altos.

El problema más importante en la isla es el bolting, lo que produce bajos rindes y márgenes. Para mejorar esta situación, se debe realizar ensayos de interacción variedad - fecha de siembra y interacción variedad - fecha de siembra - reguladores de crecimiento.

e – Invernaderos.

e 1 - Cultivo protegido

Los cultivos protegidos son aquellos que se les creó un clima diferente del circundante, un ejemplo es el invernadero.

Los componentes de un cultivo protegido son: el clima exterior, el hombre, el clima interior, el cultivo y el suelo. El comportamiento del cultivo protegido depende de las interacciones de todos estos factores.

Los objetivos de estos sistemas protegidos son:

- maximizar beneficios económicos,
- aumentar productividad,
- mejorar calidad de productos y
- disminuir riesgos climáticos.

Los inconvenientes para cumplir los objetivos son:

- desconocimiento de los fundamentos tecnológicos del sistema,
- desconocimiento costos de instalación,
- desconocimiento de costos de mantenimiento (gastos, amortizaciones e intereses) y
- desconocimiento agronómico de las especies de cultivo.

e 2 Balance energético

La fuente de energía madre que llega a la tierra es el sol, esta energía es la que se debe manejar en los sistemas protegidos.

La luz solar llega a la tierra en forma de radiaciones electromagnéticas, en el esquema N° 7 se observan todas las longitudes de onda que recibe la tierra.

Cada longitud de onda posee funciones distintas en los sistemas protegidos por ejemplo:

- rango de longitud de onda de 0,44 a 0,68 micrones interviene en la fotosíntesis activa. Es parte de la longitud de onda, que se debe manejar, o sea permitir transmitirse por la cobertura hacia adentro del sistema.
- rango de longitud de onda de 0,2 – 0,36 micrones (U.V) interviene en el crecimiento

anormal de plantas. Esta es conveniente filtrar.

- rango de longitud de onda 0,76 – 2,5 micrones (infrarroja de onda corta) interviene en el calentamiento de los sistemas protegidos. Es parte de la longitud de onda que se debe manejar, o sea permitir en determinado porcentaje transmitirse por la cobertura hacia adentro del sistema.
- rango de longitud de onda 2,5 – 70 micrones (infrarrojos de onda larga) emitidos por el suelo, plantas y estructura. Es parte de la longitud de onda que se debe manejar, o sea impedir en determinado porcentaje transmitirse por la cobertura hacia afuera del sistema.

Esquema N° 7

**Espectro electromagnético**

<b>Luz visible</b>							
<b>UV</b>	<b>Violeta</b>	<b>Azul</b>	<b>Verde</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Rojo</b>	<b>Infrarrojo Cercano</b>	<b>Infrarrojo Lejano Radiación terrestre (onda larga) 2,5-70</b>
0,01-0,3	0,36-0,4	0,42-0,49	0,49 – 0,57	0,57- 0,60	0,6 – 0,76	0,76- 2,5	
<b>Actividad fotosintética</b> 0,44 – 0,68							

Es importante distinguir en el espectro electromagnético los distintos segmentos de energía que pueden entrar a los sistemas protegidos, para poder incidir sobre estos.

Si se considera un abrigo como agente modificador del ambiente para producir un cultivo, se debe eficientizar la captación y la pérdida de energía. Para esto es importante tener en cuenta los siguientes factores:

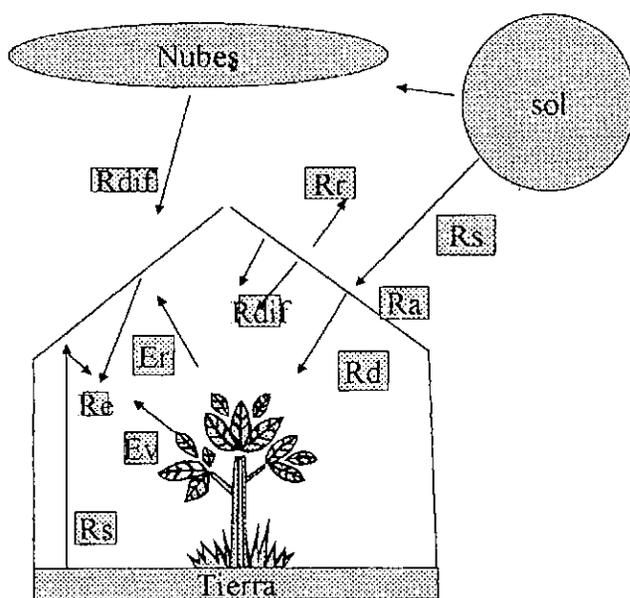
- material de cobertura o abrigo,
- ángulo de incidencia de los rayos solares,
- orientación de la estructura,
- ventilación de la estructura y
- superficie expuesta

Estos cinco factores son los básicos para balancear la radiación electromagnética del infrarrojo que es la que produce el calentamiento de las plantas dentro de los sistemas protegidos, o sea balancear este segmento de la radiación solar es el objetivo para acondicionar de los sistemas.

En el esquema N° 8 se aprecia la entrada y la distribución del infrarrojo de onda corta por la fuente (el sol) a estos sistemas, y también la reflexión y la pérdida del infrarrojo lejano (onda larga).

Esquema N° 8

**Balance de radiaciones infrarrojas**



Rs: radiación solar  
 Rr: radiación reflejada  
 Ra: radiación absorbida  
 Rd: radiación directa o solar  
 Rs radiación del suelo

Er: radiación reflejada por las plantas  
 Ev: energía emitida como vapor  
 Rdif radiación difusa  
 Re radiación reflejada por el polietileno

e- 3 Factores que modifican la captación de energía: material de cubierta, ángulo de incidencia y orientación

Los factores que modifican la captación de energía son:

- 1- Material de cobertura
- 2- Ángulo de incidencia
- 3- Orientación

1- Los materiales de cobertura deben cumplir con las siguientes características.

- a- máxima transparencia a la radiación de onda corta (entre 0,36 – 2,5).
- b- máxima impermeabilidad a la radiación de infrarroja de onda larga emitida por el suelo plantas y estructuras (> de 2,5 mic).

La energía que llega a la cubierta puede ser transmitida, reflejada o absorbida. Todas las longitudes de onda no son absorbidas, reflejadas o transmitidas de manera uniforme por los diferentes materiales, esto produce un efecto sobre la calidad de la luz que llega al interior del abrigo. Es importante evitar que las longitudes de onda necesarias para el crecimiento de las plantas sean reflejadas o absorbidas por la cobertura.

En el cuadro N° 76 se observan las distintas transmitancias de los distintos materiales de cobertura. El polietileno es el mejor transmisor seguido del vidrio y policarbonato.

Cuadro N° 76

**Transmisibilidad de los distintos materiales de cobertura a la luz directa**

Material	Transmisibilidad %*
Polietileno	88
Policarbonato	80
Vidrio	87
Polietileno doble capa	74

\* medido al mediodía

Cuando estos materiales se los incluyen en una estructura, la transmisión disminuye, en el cuadro N° 77 se observa la característica citada.

Cuadro N° 77

**Transmisividad de los distintos materiales de cobertura a la luz directa incluyendo el efecto de la estructura de soporte del material.**

Material	Transmisividad %*
Polietileno	71
poli carbonato	70
Vidrio	75
Polietileno doble capa	61

\* medido al mediodía

**2- Ángulo de incidencia**

Cuando más pequeño es el ángulo de incidencia mayor es el pasaje de luz, por otra parte si este ángulo aumenta la reflexión aumenta y por consiguiente el pasaje disminuye (cuadro N° 78).

Cuadro N° 78

**Coefficiente de transmisión, reflexión y absorción del vidrio según ángulo de incidencia de la luz ( 3 mm de espesor)**

Angulo de incidencia (*)	Transmisión (%)	Reflexión (%)	Absorción (%)
5	88	7,8	4,5
50	84	11	5,3
80	35	58	6,5

En el cuadro 78 apreciamos la importancia del ángulo de incidencia en la captación solar directa.

**3 - Orientación**

La correcta orientación de un invernadero varia con:

- la latitud
- la época del año

La latitud tiene relación directa con el ángulo de incidencia de la luz, y por lo tanto con la radiación que atraviesa la cobertura. La latitud cambia el ángulo que el sol que forma con la tierra, aparte en una determinada latitud este ángulo varia con las estaciones, por consiguiente el ángulo de incidencia con la cobertura también varia.

La logística es, si las condiciones locales poseen estaciones muy marcadas el ángulo de la cobertura (ángulo que se orienta el techo del invernadero para captación solar) debería acompañar la altura del sol, o sea lograr un ángulo de incidencia bajo para que la reflexión sea mínima en los momentos de mayor requerimientos de calor.

La mayoría de la producción intensiva de contra estación se realiza durante invierno – otoño y primavera, en estas estaciones es conveniente que el eje de la cumbre se oriente E – O (cuadro N° 79) y las líneas de cultivo en dirección norte sur. Esta orientación mejora la entrada de radiación al cultivo.

Cuadro N° 79

**Transmisión de luz directa en un invernadero de polietileno en distintas épocas del año (21 de diciembre, 21 de marzo y 21 de junio, hemisferio norte, latitud 42°).**

Época	Transmisividad (%)*	
	Orientación N - S	Orientación E - O
21 de diciembre (invierno)	65	71
21 de marzo (primavera)	75	76
21 de junio (verano)	79	77

\* la transmisividad

diurna promedio.

La temperatura del aire es la resultante de un equilibrio energético, entre la energía entrante proveniente del sol y la que impide dejar escapar la cobertura.

El balance energético es resultante de los aportes y pérdidas de energía calórica.

e 4 Materiales de cubierta : tipos, características.

- tipos y características

Se han desarrollado diferentes tipos de materiales con características específicas, que se adaptan a distintos usos, en los cultivos protegidos.

Se describirán las características de los siguientes materiales: vidrio y plásticos.

- Vidrio

La durabilidad es muy alta, su mayor ventaja radica que es un material de alta transparencia a las radiaciones solares y muy opaco a la radiación emitida por el suelo y las plantas. Es por lo tanto, un buen aislante térmico, y esta propiedad la mantiene a lo largo de toda su vida, pues en nada lo altera las radiaciones solares.

Este material es transparente al 90 % del conjunto de las radiaciones solares y es impermeable a las radiaciones de onda larga (infrarrojo largo) que emite el suelo y producen el aumento de temperatura de los abrigos.

Los inconvenientes de este material son:

- Alto peso específico (2,4 g/cm<sup>3</sup>), esto obliga a usar estructuras de elevado costo.
- Gran fragilidad por su poca resistencia al impacto
- Alto costo de mantenimiento
- Elevado costo de amortización porque resulta elevado el precio del invernadero.

- Materiales plásticos

El material plástico es un derivado del petróleo.

Los plásticos están formados por una mezcla de moléculas de gran tamaño, que pueden contener o contienen aditivos tales como plastificantes, estabilizantes térmicos, antioxidantes, absorbentes de UV, colorantes, cargas minerales, etc.

Las unidades básicas de polimerización molecular que se usan en la agricultura son dos: **etileno** y el **propileno**.

Materiales derivados del **etileno** se dividen en:

- 1 - Polietileno de baja densidad
- 2 - Polietileno de alta densidad

Las características generales de los plásticos de baja densidad se resumen en el cuadro N° 80

Cuadro N° 80

**Características del polietileno de baja densidad**

<b>Polietileno baja densidad</b>	<b>Resistencia a UV</b>	<b>Retención térmica</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Usos</b>
<b>Normal o cristal</b>	+	poca (escapa 65%)	< 1	Almácigos, túneles, doble techo.
<b>Negro</b>	+++ (agregado negro de humo)	Absorbe radiación no transmite	2	Mulching, regulador del foto periodo.
<b>Bicapa (blanco/negro)</b>	+++	Refleja radiación	2	Mulching reflexión de luz
<b>Larga duración</b>	+++++	poca (escapa 65%)	>2	Invernadero
<b>térmico</b>	+++++	> 80%	>2	Invernadero

Los polietilenos de alta densidad son materiales mas rígidos, se utilizan en tubería, envases, redes para cortinas rompevientos etc.

Los materiales del **propileno** son: policloruro de vinilo (PVC) flexible o rígido, polipropileno, polimetacrilato de metilo y poliéster.

El policloruro de vinilo agregándole plastificante se flexibiliza. También se le agregan aditivos como antirayos UV, antioxidantes y colorantes para volverlos selectivos al crecimiento de los cultivos. Son poco utilizados por su alto costo.

El polipropileno es un tejido plástico que se utilizan para cubierta de invernaderos, bolsas, cajas para recolección, redes antigranizo etc, tienen una duración de tres años.

El polimetacrilato de metilo, cuyo material similar es el policarbonato de alta resistencia al impacto, tiene escasa degradación al UV y es opaco a las radiaciones de onda larga. Escaso uso en agricultura por su alto costo.

Poliéster es muy poco utilizado en agricultura.

En el cuadro N° 81 se aprecia la transparencia de los distintos materiales a las radiaciones solares.

Cuadro N° 81

**Transparencia de los distintos materiales a las radiaciones solares**

<b>Materiales</b>	<b>UV ( &lt; 360 nm)</b>	<b>Visible (360 – 760 nm)</b>	<b>Infrarrojo cercano (760 – 2500 nm)</b>	<b>Infrarrojo lejano ( &gt; 2500 nm)</b>
<b>Vidrio de 3 mm</b>	53 %	90 %	88 %	0 %
<b>Polietileno normal 0,1 mm</b>	68 %	80 %	83 %	60 %
<b>Polietileno térmico 0,2 mm</b>		83 %		14 %
<b>Polimetacrilato de metilo de 3 mm</b>	68 %	92 %	80 %	
<b>Poliéster de 1 mm</b>	15 %	76 %	80 %	0,5 %
<b>PVC de 0,25 mm</b>	72 %	88 %	90 %	20 %
<b>EVA de 0,15 mm</b>		78 %		25 %

**e 5 Cultivos protegidos: tipos y características****- tipos y características**

Entre los tipos de sistemas protegidos distinguimos: cultivos semiforzados y forzados. La diferencia entre los distintos sistemas es que en los forzados el cultivo esta protegido por una estructura fija durante todo su ciclo, mientras que en los semiforzados la estructura es temporal y abarca una parte del ciclo.

Dentro de los semiforzados existen distintos tipos:

- 1- Cajoneras – vidrieras, se utilizan para proteger plantas antes del transplante (plantineras), están construidas de hormigón o madera.
- 2- Barandillas, son estructuras verticales de postes unidos con alambre sobre el que disponen cañas o varillas inclinadas formando un ángulo de 60 °, para proteger de las heladas a los cultivos.
- 3- Barraca cubierta, son casillas de cañas que forman una carpa cubiertas de polietileno, para obtención de primicias.
- 4- Mantas flotantes, son mantas que se colocan directamente sobre el cultivo (pao – pao) para protegerlos de las heladas.

- 5- Acolchados de suelo o mulching, en general son materiales plásticos que tiene por finalidad proteger a los cultivos, preservando la calidad de los frutos y evitando la evaporación del suelo. También se utiliza para incorporar bromuro de metilo y desinfectar los suelos.
- 6- Túneles bajos, son estructuras simples para crear un volumen reducido de microclima adecuado para el crecimiento y desarrollo de especies vegetales. En general se arman con arcos de hierro clavados en la tierra cubiertos con polietileno de distintas características.

La estructura de los sistemas forzados es el invernadero, cuyos materiales de construcción son maderas o metales. Estos materiales son el soporte de una cubierta de polietileno o vidrio.

Las estructuras de forzado (en menor medida semiforzado) tienen como objetivo incrementar la productividad, mejorar la calidad y desestacionalizar la producción.

La elección del tipo de estructura de producción debe acondicionarse a las condiciones climáticas y económicas del lugar. Por ejemplo, en climas con estaciones muy marcadas y producción en los meses de invierno se debe tener en cuenta la superficie expuesta, la orientación y el ángulo de incidencia para eficientizar el uso de la energía.

Los tipos de estructuras de invernaderos más conocidos son los siguientes:

- 1- tipo parral (techo plano)
- 2- capillas o a dos aguas
  - techo a una agua, dientes de sierra
  - techo a dos aguas en desnivel
  - techo con doble desnivel
  - techos a dos aguas asimétrica
- 3- semicilíndricos o macro túneles
- 4- parabólicos arco rebajado

Algunas de estas estructuras como dientes de sierras, se colocan en tandem o baterías para formar los invernaderos múltiples. Los cuales posibilitan una estructura más económica que permite mejorar el aprovechamiento del espacio, aunque presentan mayores problemas de ventilación, de evacuación de agua y sombreo.

#### e 5 Instalaciones del invernadero: ubicación, dimensiones y orientación

*Este punto fue ampliamente expuesto en el tema a 1. Plantinera: conceptos, lugar, forma y tamaño.*

e 7 Climatización del invernadero: control de bajas y altas temperaturas

El Control de baja temperaturas se realiza con:

1- Sistemas pasivos: comprenden los sistemas que producen incremento de temperatura sin empleo de combustible. Por ejemplo:

- doble pared
- pantalla termina
- mangas plásticas
- energía solar pasiva (colectores solares, paneles solares)

2- Sistemas activos: producen un incremento de temperatura mediante el uso de combustible. Comprende los distintos sistemas de calefacción.

Sistemas de calefacción

La calefacción del invernadero puede realizarse a través de:

- la atmósfera del invernadero
- del suelo del invernadero
- del suelo y la atmósfera.

Tipos de calefactores

Se pueden dividir los tipos de calefactores según el sistema que utiliza para transmitir la energía calórica al medio a calefaccionar.

1 Sistema por agua caliente

1.1 Tuberías radiantes. Es el más tradicional, una caldera calienta el agua que circula por los tubos ramificados distribuidos por el invernadero al nivel del suelo.

Son instalaciones costosas, por lo tanto usadas en cultivos de alto margen.

Las tuberías de emisión de calor más usadas son la del sistema de calefacción por loza radiante de los edificios.

1.2 Aerotermo. Es un sistema esencialmente convectivo, toma el calor del agua por un sistema de radiadores que luego es distribuido por deflectores. Se coloca suspendido en el interior del invernadero.

1.3 Acolchado radiante. Esta compuesto por mangas de plástico flexible dispuestas en la superficie del suelo entre las líneas de cultivo. Por el interior de la manga circula agua caliente que procede de diversas centrales térmicas.

1.4 Mangas de plástico. Son sistemas de captación solar integrados en el invernadero. Esta compuesta por tubos de polietileno llenos de agua y dispuestos en las líneas del cultivo.

## 2. Sistemas por aire caliente.

### 2.1 Generadores de aire caliente. Consta de:

- Intercambiador de calor, tiene una serie de aletas que se calientan por combustión y entre las circula el aire impulsado.
- Ventilador que hace circular el aire del exterior – interior o en sentido contrario.
- Quemador de combustible de gas oil, gas, leña etc.
- Cámara de combustión la cual calienta el cambiador de calor.

2.2 Combustión directa: de distintos combustibles (leña, carbón, aserrín) es un sistema artesanal poco regulables, se realiza en los pasillos de los cultivos.

## 3 Sistemas por radiación

Consiste en tubos radiantes que contienen un gas inerte en su interior y una pantalla refractaria, que emite rayos infrarrojos al invernadero. Es muy caro, no requiere gastos de combustible

La elevada temperatura del invernadero en época estival es un problema frecuente en casi cualquier latitud y difícil de controlar.

Las técnicas de **control de altas temperatura de verano** son las siguientes:

- 1- Reducción de la radiación incidente. Consiste en el sombreado del invernadero, los más comunes son encalados del techo, mallas de sombreado, materiales con propiedades ópticas selectivas, cortinas móviles, riego de la cubierta etc.
- 2- Ventilación. En el caso de ventilación natural es importante el efecto de chimenea que produce la apertura cenital con la ayuda de las cortinas laterales que facilita la eliminación del aire caliente. Los factores más importantes que inciden en la eliminación del aire caliente son: disposición de ventanas (laterales y cenitales), porcentaje de estas con respecto a la superficie cubierta y ancho del invernadero. La ventilación forzada permite un control más preciso de la temperatura. Con 40 a 60 renovaciones del aire del invernadero por hora, se consigue un salto térmico de alrededor de 5° C.
- 3- Refrigeración por evaporación de agua. Cuando el agua pasa del estado líquido a vapor toma calor del aire del invernadero, como consecuencia la temperatura

baja y la humedad sube. Un sistema de humectación de un invernadero es capaz de reducir la temperatura en 10 °C. Existen dos sistemas, pantalla evaporadora y nebulizador. En el primero, el aire caliente pasa por una pantalla saturada en agua esta la evapora y se enfría el medio. En el segundo se distribuyen gotas de agua muy pequeñas (< 20 micrones) de fácil evaporación, que enfrían el invernadero.

e – 8 Indicaciones practicas de trabajo con respecto al clima del invernadero: temperatura y humedad relativa.

Tanto la temperatura como la humedad en un invernadero son factores determinantes de la producción de los cultivos. Se debe medir a lo largo del día estos parámetros para determinar la ventilación de los cultivos bajo cobertura. Por consiguiente la temperatura y la humedad de los invernaderos son parámetros de manejo diario para una adecuada producción. Por supuesto que estos parámetros deberán estar condicionados a la especie. Para modificarlos según necesidades de las especies, será necesario disponer de instrumentos de medición externos e internos en los invernaderos. Es muy útil que estos instrumentos puedan graficar (termo hidrógrafo) las condiciones diarias para una mejor observación de las causas de los posibles problemas.

Con el conocimiento de estos datos climáticos a lo largo del ciclo del cultivo se puede prevenir gran parte de los problemas, y aumentar la productividad conociendo los umbrales críticos específicos de cada especie.

f Gestión y planeamiento de la empresa

Este trabajo intenta introducirse en el conocimiento del proceso administrativo de la empresa agropecuaria.

En el segmento de gestión se desarrolla el análisis de resultado y el de patrimonio, ambas partes son de vital importancia para diagnosticar la situación de la empresa.

En el segmento de planeamiento se desarrollan los conceptos, condiciones y etapas para la planificación de la empresa.

f 1 Conceptos y utilidades de gestión

El proceso administrativo de una empresa agropecuaria abarca fundamentalmente el planeamiento y la gestión, o sea el futuro y el pasado económico, técnico y social de una empresa. En el esquema N° 9 se aprecia los puntos más relevantes del proceso administrativo, y en el esquema N° 10 los más importantes del análisis de gestión de la empresa agropecuaria

Luego de planificar, ejecutar y controlar las acciones de un ejercicio económico se debe realizar un análisis de lo ocurrido. Planificar, programar, decidir y ejecutar,

corresponden al segmento de planeamiento, recopilar datos, controlar y analizar el pasado al de gestión de la empresa.

El planeamiento se efectúa para determinar acciones en el futuro. El producto del planeamiento es el plan y el programa. Las decisiones referentes al plan son reservadas a la dirección y las del programa a mandos intermedios.

El presente corresponde a la ejecución de las decisiones del plan y el programa. Una vez en el pasado se obtienen resultados que se recogen en la contabilidad de la empresa, esta es la información primaria (sin elaborar). Los resultados son de vital importancia pues permiten el control y el análisis de la empresa.

El análisis (gestión) se efectúa con la información primaria existente (la certeza en la obtención de datos es fundamental para realizar una adecuada gestión), que luego de elaborar estos datos, permite el diagnóstico de la empresa y aporta valiosos elementos para futuros planeamientos.

En el análisis de gestión de la empresa existen tres documentos económicos importantes para lograr un diagnóstico de la empresa:

- estado y análisis de resultados
- balance patrimonial
- estado de origen y aplicación de fondos

El estado de resultados resume y ordena los resultados parciales permitiendo obtener una visión global de la evolución de la empresa durante el ejercicio. En el cuadro N° 82 se aprecia el estado de resultados de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense.

En el documento estado de resultado se puede apreciar que descontando los gastos directos de las actividades a las ventas totales de la empresa se obtenga el Margen total.

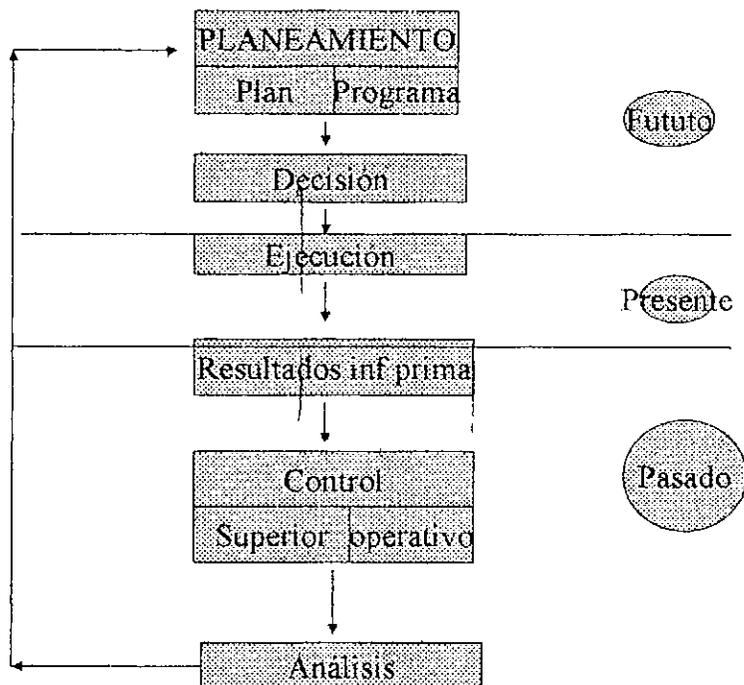
Cuadro N° 82

**Estado de resultados de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense (ejercicio 2000/2001, valores monetarios expresados septiembre 2001).**

	\$ x 1000	\$/ha x 1000	Porcentaje del total	
			Ingresos	Costos
Superficie física 12 ha				
Valor de la producción	659,6	54,96	100	
Gastos directos	355,3	29,6	53,8	65,05
Margen total	304,3	25,36		
Gastos de administración	112,9	9,4	17,1	20,6
Resultado operativo	191,4	15,95		
Amortizaciones totales	78,3	6,5	11,8	14,3
Resultado de la explotación	113,1	9,4		
Otros resultados	0			

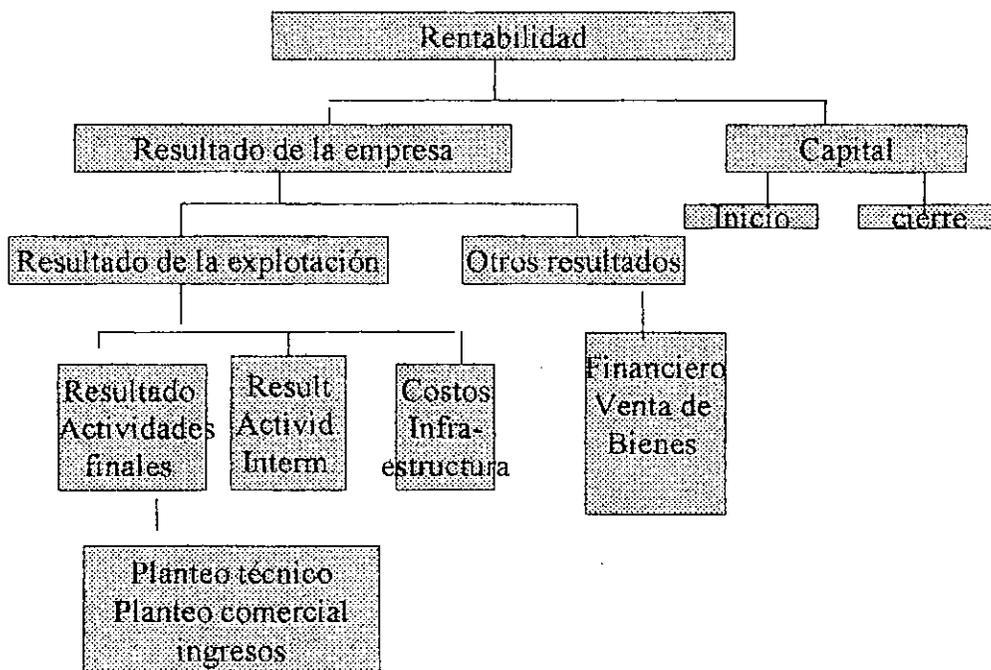
Esquema 9

**El proceso administrativo de la empresa.**



Esquema N° 10

**Análisis de resultados**



Al Margen total se le descuenta los Gastos indirectos (gastos que no provienen de las actividades) se obtiene el Resultado operativo.

Al Resultado operativo se le descuenta las Amortizaciones totales se obtiene el resultado de la explotación. Al Resultado de la explotación se suman o restan otros resultados como ventas de bienes de uso, financieros etc, y se obtiene el Resultado de la empresa.

El análisis de resultados comprende todas los márgenes brutos de las actividades, por ejemplo el de lechuga, tomate, pimiento etc. En este segmento se realiza un cuadro de aportes de los márgenes brutos de las actividades al margen bruto total, observando la contribución de cada actividad al resultado total y por consiguiente posibilitado la elección de cultivos (cuadro N° 83).

El segundo documento, el balance patrimonial, indica el estado financiero de la empresa. El balance no es más que la descripción sistemática del activo, pasivo y patrimonio neto de la empresa en determinado momento. El activo es la totalidad de los recursos que controla la empresa, el pasivo es la contribución de recursos de terceros y el patrimonio neto refleja la contribución de capital propio. El activo es igual al pasivo más el patrimonio neto (formula N° 1).

$$\text{Activo} = \text{Pasivo} + \text{Patrimonio neto} \quad (1)$$

$$\text{Patrimonio neto} = \text{Activo} - \text{Pasivo} \quad (2)$$

La comparación de los balances expresados en moneda constante a través del tiempo permite evaluar el crecimiento de la empresa. Se define como crecimiento al incremento del patrimonio neto. Si se verifica un aumento del patrimonio neto la empresa crece. Lo que importa para definir crecimiento de la empresa es el patrimonio neto, no el activo.

En el esquema N° 11 se aprecia un balance patrimonial de una empresa, entre el inicio y el cierre del ejercicio, creció el activo y el pasivo, y disminuyó el patrimonio neto. El diagnostico será que la empresa aumentó sus activos financiados por deudas (pasivo), por consiguiente se encuentra en una situación económica menos sólida que en el ejercicio anterior.

El crecimiento del patrimonio neto proviene (en general) de la inversión neta de resultados. Se entiende por inversión neta un incremento de activos que supere el monto calculado de las amortizaciones.

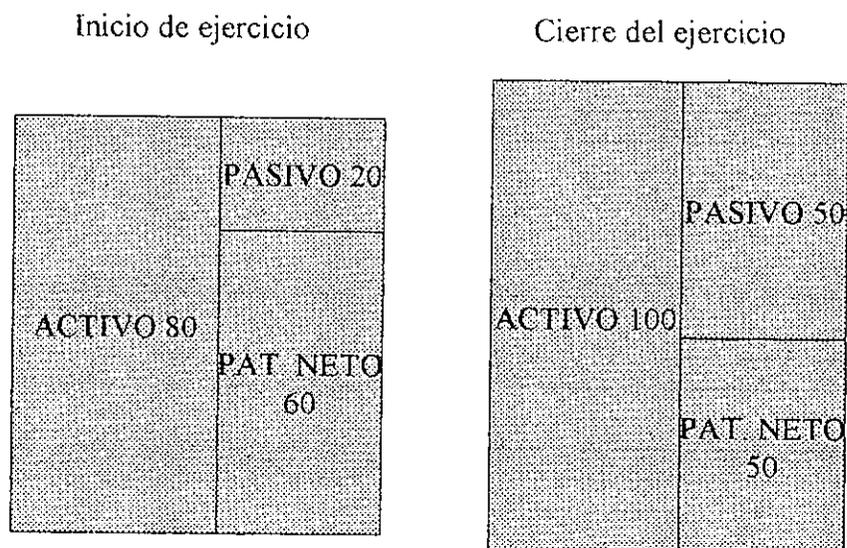
El primer paso hacia el crecimiento proviene de generar resultados de la empresa positivos, esto se puede apreciar en el documento estado de resultados. El segundo paso es decidir a cerca del destino de esos resultados: consumo o reinversión.

Si los resultados son retirados en su totalidad, la empresa permite mantener un determinado nivel de vida inmediato pero no crece. Si se retira más de lo que la empresa puede generar, la consecuencia será una disminución del patrimonio neto, financiándose

ese exceso de consumo mediante una descapitalización de los activos o mediante un incremento de pasivos.

Esquema N° 11

**Balance patrimonial**



El tercer documento es el estado de origen y aplicación de fondos que es otro de los documentos básicos empleados para analizar la gestión de la empresa. Resume las consecuencias patrimoniales de las decisiones de asignación de fondos adoptados durante el ejercicio. Muestra donde se origina o consume ese fondo y donde se aplica.

f2 Costos: conceptos, tipos y clasificación

El costo se compone de la suma de los gastos, las amortizaciones y los intereses (formula 3). El costo es una suma de dinero no necesariamente gastada en efectivo y no es sinónimo de gasto, dado que este es una parte del costo.

$$C = G + A + I \quad (3)$$

Donde C es el costo, G es gasto, A las amortizaciones e I intereses.

Se entiende por gasto la parte del costo que comprende las erogaciones en bienes o servicios que se extinguen totalmente con el acto productivo. Estas erogaciones no necesitan efectuarse forzosamente en efectivo, pueden ser erogaciones imputadas.

La amortización es la depreciación de valor que sufren los bienes por su desgaste u obsolescencia. En contabilidad y en costos esta depreciación se compensa mediante la cuota de amortización.

El interés del capital invertido es otro componente del costo, y aun en el caso de un costo real se trata de un valor estimativo en lo que se refiere a la tasa de interés. Se puede decir que el interés es la retribución del factor capital.

Existen diversas clases de costo. El costo de producción establece lo que le cuesta al productor un determinado producto. El costo operativo puede definirse como el costo de un determinado servicio tomado aisladamente en el proceso productivo. Por ejemplo costo de una determinada operación (una labor).

Los costos también se pueden clasificar en costos reales y estimativos. El costo real es aquel que efectivamente se ha incurrido. Es un costo pasado, y por lo tanto exacto como son los datos empleados en su cálculo. Es importante que los cálculos de los costos reales se efectúen en moneda constante. Se emplean básicamente para el análisis de gestión.

Los costos estimativos son la predicción de una situación futura o sea una suposición del costo en el cual se incurrirá, solo puede constituir una aproximación de la realidad y no una cifra exacta y cierta. Se emplean en general para planeamiento.

El costo total, es el costo de todas las unidades de producción y el costo medio el de una unidad de producción. El costo de un bulto de lechuga es 1,5 \$ (costo medio) y el de 1000 bultos es de 1500 \$ (costo total).

El costo fijo es el costo que no varía al incrementarse o disminuir la producción. El costo variable varía con la producción.

Los costos directos son dependientes de las actividades productivas, por ejemplo la actividad producción de tomate tiene x costo directo, al desaparecer la actividad tomate desaparece el costo directo. Los costos indirectos son los costos independientes de las actividades. La diferenciación de un costo directo de un indirecto, es de fundamental importancia para la elaboración de los márgenes brutos.

### f 3 Resultados: margen bruto, margen neto, resultado de la explotación y de la empresa.

El grupo de cuentas de resultado de las actividades comprende una cuenta por cada una de las actividades que integran la empresa como por ejemplo: lechuga, cebolla, acelga tomate, pimiento, berenjena, remolacha, etc. En estas cuentas deben ser incluidos tantos ciclos de actividades como se produzcan dentro del definido ejercicio económico, o sea los establecimientos hortícola intensivos que rodean las grandes metrópolis deben ser analizados no solamente en el espacio sino también en el tiempo.

El margen bruto (formula 4) es la diferencia entre el ingreso bruto y los costos directos (gastos mas amortizaciones mas intereses imputados sobre el capital invertido). El margen bruto de cada actividad permite obtener una idea como esta contribuye a los objetivos del empresario. Se analizan actividades tanto individualmente (analizando su

potencial mejora) como en conjunto, con el objetivo de valorar la contribución individual en la integración para el siguiente planeamiento.

$$MB = VBP - CD \quad (4)$$

MB = margen bruto, VBP = valor bruto de la producción, CD = costos directos

Dentro del costo los intereses se deben incluir a manera de compensación del capital inmovilizado en la actividad. Desde el punto de vista de la comparación de actividades por los márgenes brutos los intereses deben ser incluidos en el cálculo, sino el resultado de la elección de las actividades no será correcto. Cuando se calcula la rentabilidad de la empresa los intereses deben ser eliminados antes de la suma de los márgenes brutos.

El margen neto es el valor bruto de producción menos los costos directos más los indirectos (formula 5). El margen neto evalúa si la actividad es capaz de solventar parte de los costos indirectos. Es difícil prorratear los costos indirectos para cada actividad en forma equitativa para obtener un margen neto lo más real posible, por consiguiente estos resultados no son exactos sino estimados.

$$MN = VBP - (CD + CI^*) \quad (\text{formula 5})$$

MN = margen neto, VBP = valor bruto de producción, CD = costos directos CI\* = costos indirectos prorrateados.

El resultado de la explotación (formula 6) resume los resultados provenientes de aquellas actividades de la producción y de servicios que hacen al fin específico de la empresa agropecuaria.

Los factores determinantes del resultado de la explotación son:

- la integración del planteo, o combinación de actividades
- el grado de eficiencia económica con que se han llevado las actividades de producción.
- el grado de eficiencia económica con que se hayan llevado adelante las actividades de apoyo de la producción (producción de plantines por ejemplo)
- el grado de eficiencia técnica en el espacio y en el tiempo (productividad espacial y temporal).
- El peso de costos de administración y estructura

}

$$\text{Rex} = \text{MBT} - \text{CI} \quad (6)$$

Rex = resultado de la explotación, MBT = sumatoria de todos los márgenes de brutos de las actividades, CI = costos indirectos totales de la empresa.

Es importante entender que una empresa puede generar resultados de la Explotación positivos y aun en esta situación descapitalizarse. Esto sucede si no hay relación entre los resultados de la empresa y las demandas que se ejercen del resultado.

Para llegar al resultado de la empresa (7) antes del computo impuesto a las ganancias es necesario tener en cuenta los resultados generados a partir de operaciones que no correspondan a actividades de la producción, o sea el resultado no proveniente de la explotación agropecuaria. Se agrupan bajo esta denominación el resultado (Rnex) por ventas de bienes de uso, resultados financieros, ganancias o pérdidas extraordinarias, ventas de bienes en existencia.

$$\text{Remp} = \text{MBT} - \text{CI} + - \text{Rnex} \quad (7)$$

Remp = resultado de la empresa, MBT = sumatoria de márgenes brutos, Rnex = resultados no provenientes de la explotación.

La presentación de todos estos resultados (salvo el resultado la empresa y margen neto) se puede apreciar en el cuadro N° 86, que muestra las superficies afectadas, la productividad, los valores brutos de producción totales y por hectárea, los costos directos totales y por hectáreas de las actividades, los márgenes brutos totales y por hectáreas, los porcentajes sobre el total del valor bruto de producción y gastos, el porcentaje de aporte de cada margen bruto y el margen relativo.

El índice de rotación (IR cuadro 86) indica la eficiencia temporal del uso de la superficie, dato muy importante en horticultura.

Cuadro N° 83

**Presentación de los resultados de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense (ejercicio 2000/2001 expresado en moneda septiembre 2001)**

AC	Sup ha	Prod Bt/ha 1000	VBP \$/x 1000	Ctos \$/x 1000	MB \$/x 1000	VBP \$/ha	Ctos \$/ha	MB \$/ha	Porcentaje s/total			
									VBP %	Ctos %	Aporte MBT %	MB rellt
Le	7,5	1	22,5	18,9	3,6	3	2,5	0,48	3,4	4,6	1,4	0,16
Co y Br	2,5	2	16,5	11	5,5	6,6	4,4	2,2	2,5	2,7	2,1	0,24
Rep bco	0,6	2,4	5	3,2	1,8	8,3	5,3	3	0,75	0,78	0,7	0,08
Rep roj	0,6	2	6,3	3,6	2,7	10,5	6	4,5	0,95	0,88	1,1	0,12
Esp	0,6	3,9	4,6	3,3	1,3	7,6	5	2,2	0,69	0,8	0,5	0,06
Pu y ceb	3,8	3,6	193	102,3	91,3	50,8	26,9	24	29,2	25	35,8	4,2
Pe	0,13	3	3,5	1,7	1,8	22,9	13	13,8	0,53	0,41	0,7	0,08
Ra	4,2	2	28,1	12,9	15,2	6,7	3,1	3,6	4,2	3,1	5,9	0,68
Ac	2,6	4,2	45,5	3,5	42	17,5	1,3	16,1	6,9	0,85	16,5	1,9
Pi i	0,93	10,8	64,3	47,9	16,4	69	51,5	17,6	9,7	11,7	6,4	0,74
Le i	1,96	5	47	36,2	10,8	23,9	18,4	5,5	7,1	8,8	4,2	0,49
Esp i	1,45	3,9	28,7	19,7	9	19,7	13,6	6,2	4,3	4,8	3,5	0,40
Ap i	0,27	13,3	14,3	10,7	3,8	52,9	38,8	14	2,2	2,57	1,5	0,17
Be i	0,16	5	11,8	8,2	3,6	73,7	51	22,5	1,8	2,1	1,4	0,16
Ch i	0,29	10	14,8	10,2	4,3	50	35	14,8	2,2	2,5	1,7	0,19
To	2,2	7,7	154	112,5	42	70	51,2	19	23,3	27,5	16,5	1,9
Total*	29,8	84,8	659,6	405,6	255,1	22,1	13,8	8,6	100	100	100	
Total**	12					54,9	33,8	21,3				
IR	2,48*	2,42**	2,5***									

AC actividades, Le lechuga, Co coliflor, Br brócoli, Rep bco repollo blanco, Rep roj repollo rojo, Esp espinaca, Pu puerro, Ceb cebolla de verdeo, Pe pereji, Ra rabanito Ac acelga, Pi i pimiento de invernadero, Le i lechuga de invernadero, Esp i espinaca d invernadero, Ap i apio de invernadero, Be i berenjena de invernadero, Ch caucha de invernadero, To i tomate de invernadero, IR índice de rotación, \* índice de rotación total, \*\* índice de rotación de la superficie de invernadero, \*\*\* índice de rotación de la superficie de campo, Sup superficie, Prod Bt/ha producción en bultos por hectáreas, VBP valor bruto de la producción, Ctos dir costos directos, MBT margen bruto total, total de ha de producción, total\*\* total de ha físicas.

f 4 Rentabilidad

La rentabilidad se define como el resultado de una explotación sobre el capital invertido (8).

$$R = \text{Resultado} / \text{Capital invertido} \cdot 100 \quad (8)$$

R = rentabilidad.

Tanto resultado como capital invertido se expresan en unidades monetarias, por lo que R es \$/\$ invertido, es decir comparable a una tasa de interés.

El resultado es la sumatoria de los valores brutos de la producción de las actividades (VBP)\* menos la sumatoria de los costos de cada actividad (G + A)\*\* (9)

$$\text{Resultado de la explotación} = \text{VBP}^* - (\text{G} + \text{A})^{**} \quad (9)$$

G = gastos, A = amortizaciones.

Tanto G como A pueden diferenciarse entre directos (D) e indirectos (I).

Entonces :

$$\text{Resultado de la explotación} = \text{VBP} - (\text{GD} + \text{AD} + \text{GI} + \text{AI})$$

La rentabilidad real de una empresa hortícola intensiva del cinturón bonaerense en el periodo 2000/2001 se refleja en la ecuación 10.

$$\text{Rentabilidad \%} = \frac{113100 \$ \cdot 100}{591452} = 19,1 \quad (10)$$

3.2 Seguimiento y asistencia técnica

Dentro de los sistemas que existen en el área agrícola, los hortícola intensivos que rodean las grandes metrópolis son los de mayor complejidad agropecuaria.

La causa de la complejidad de estos sistemas se debe a la diversidad botánica, 10 familias, 22 géneros, y 34 especies que convivan en un promedio de 10 has, complican el manejo productivo.

Los requerimientos agropecuarios de cada especie son distintos, o sea que en estos sistemas coexisten 34 requerimientos de labores, de riego, de fertilización, de clima, de cosecha, de poscosecha, de mercado etc. Estos requerimientos deben ser de atendidos para obtener rendimientos óptimo.

Otra situación que complejizó más estos sistemas es el invernadero, el cual producen condiciones de clima y suelo distintas que se debe atender.

De los comentarios anteriores, se deduce la importancia de un asesoramiento técnico y económico regular de estos complejos sistemas. El asesor debe tener en cuenta la

situación particular de cada establecimiento para una correcta asistencia técnica, económica y social. Esta integración de conocimiento debe obtenerse de un minucioso análisis de gestión (el cual deberá superar lo económico y técnico). Luego se debe planificar con la información de la gestión y con el conocimiento de los mercados locales y foráneos.

Las visitas regulares al establecimiento aseguran las metas del plan y programa, y corrigen errores técnicos del momento.

Es difícil entender que estos sistemas tan complejos en general estén en gran porcentaje desprovistos de asistencia técnica seria.

#### 5- Para cultivos al intemperie

Las tecnologías de producción de los cultivos a campo, son similares a la de los forzados. Los insumos en común que se utilizan son: riego por goteo, mulching, abonos orgánicos e inorgánicos, funguicidas e insecticidas etc. La única diferencia en estos sistemas de producción es la cobertura plástica de los cultivos.

Cabe mencionar que la superficie sembrada, según se observa en la encuesta, es en general menor de un 5 % del área bajo cubierta (cuadro N° 14 superficies).

El objetivo en general de las superficies de cultivo destinadas a campo por productores es para consumos personales de las hortalizas.

La causa más importante del escaso desarrollo del cultivo a campo, son las temperaturas. En los cuadros N° 3 y 4 se observan que las temperaturas medias de los meses más cálidos (diciembre, enero, febrero y marzo) son de 8,6 °C y 9,8 °C para las ciudades de Ushuaia y Río Grande respectivamente.

Otra causa climatológica adversa son las heladas, en los meses estivales aunque con la frecuencia baja hay registros de heladas (cuadros N° 3 y 4). Los comentarios de los productores son que durante la noche se producen heladas con mayor frecuencia de lo indicado por los servicios meteorológicos oficiales.

Otro punto relevante en la producción de cultivos a campo, son las velocidades de vientos máximas. Estas son altas tanto en Ushuaia como en Río Grande (sobre todo en Río Grande), y en los meses estivales son más altas que en los meses invernales (cuadros N° 3 y 4).

Desde un punto de vista teórico, la mayoría de las especies hortícola detiene su crecimiento vegetativo debajo de los 10 °C. Dentro de la familia de las quenopodiáceas hortícola, la espinaca, la acelga y la remolacha son las especies que crecen con menor temperatura (cero de crecimiento es de 5 °C).

El problema no solamente responde a la baja tasa de crecimiento dada por la temperatura, sino a las heladas y los vientos que producen daños organolépticos severos que dificultan la competencia con productos del continente de mayor calidad.

Por estos motivos, la potencialidad de los cultivos mencionados a la intemperie es muy limitada y se recomienda la producción de cultivos bajo plástico.

#### 6- Infraestructura y requerimientos:

La infraestructura de la horticultura de la provincia, según la encuesta, nos indica que la mayoría de los productores producen hortalizas bajo invernaderos parabólicos (generalmente son macrotúneles) y de techo a dos aguas. Las dimensiones de los invernaderos son en general pequeños, no más de 400 m<sup>2</sup> (salvo los invernaderos de la Misión Salesiana y el de la ciudad de Río Grande), de formas rectangulares, alturas bajas (3 m en la parte cenital aproximadamente), sin ventilaciones cenitales (ni otras formas de ventilaciones, ni pasiva ni activa) y muchas veces sin cortinas (cuadro N° 84).

Los materiales con que están contruidos los invernaderos son maderas de la zona y metales como hierro (macrotúneles) y hierro galvanizado (invernaderos de marca conocidas), las coberturas son de polietilenos de larga duración térmica.

En general las estructuras están contruidas por los productores. Los productores poseen escasas herramientas de labores de suelo salvo excepciones, los trabajos de la tierra se realizan con pala y en escasos casos con motocultivadores.

Tampoco poseen galpones de empaque, ni realizan manejos poscosecha de sus productos.

Como se mencionó en el punto de plantinera (3.1.a), los horticultores de la zona tienen escasos elementos para las practicas del manejo de las plántulas.

El tipo de riego utilizado en la isla es por goteo, aunque algunos riegan por gravedad a campo. No se utiliza riego por microaspersión en plantineras.

Los productores que poseen perforaciones para uso de aguas subterráneas son los de Tolhuín y parte de los de Río Grande, con caudales de extracción limitados.

En general para transportar sus productos utilizan camionetas o vehículos más pequeños.

En el cuadro N° 84 apreciamos algunos rubros más de la infraestructura zonal.

Cuadro N° 84

**INFRAESTRUCTURA DE LOS ESTABLECIMIENTOS HORTICOLAS DE LAS TRES PRINCIPALES CIUDADES DE TIERRA DEL FUEGO**

<u>Parámetro</u>	<u>Ushuaia</u>	<u>Río Grande</u>	<u>Tolhuin</u>
<u>tipo de invernadero</u>	Parabólicos capilla	idem anterior	planos capilla parabólicos
<u>característica importante</u>	sin ventilación cenital sin cortinas	idem anterior sin cortinas	idem anterior sin cortinas
<u>maquinas de cura</u>	manuales	idem anterior	idem anterior
<u>sembradoras de bandejas</u>	no poseen	no poseen	no poseen
<u>galpones</u>	no poseen	idem anterior	idem anterior
<u>vehículos</u>	Camionetas	idem anterior	idem anterior
<u>tractores</u>	no poseen	idem anterior	idem anterior
<u>otras herramientas</u>	motocultivadores	motocultivadores	motocultivadores
<u>riegos</u>	por goteo	por goteo	por goteo

6.1- Requerimientos mínimos para cultivos en invernadero.

Los activos generales necesarios para la producción hortícola de las ciudades referidas, considerando condiciones locales son los siguientes:

- Invernaderos tipo parabólico o trapezoidal con ventilación lateral y cenital para producción de plantines.
- Invernaderos tipo parabólico o trapezoidal con ventilación lateral y cenital para producción de cultivos.
- Cobertura plástica de 150 micrones LDT o 200 micrones LDT o 200 con tramado interno de alta resistencia a rotura.
- Cobertura plástica para suelo (mulching).
- Calefacción de la plantinera.
- Riego por micro aspersion de la plantinera.
- Cortina rompevientos múltiples.
- Equipo de riego por goteo para invernaderos de producción de cultivos (bomba, filtros y mangueras)
- Pulverizador tipo mochila.
- Galpón multiuso (empaques, guardería de maquinaria, maduradero de productos etc.)
- Pileta de lavado de productos.
- Camioneta para transporte de mercadería.
- Motocultivador.
- Rastra de discos.
- Carpidores manuales.

## 6.2 -Requerimientos en activos de trabajo

Los requerimientos de insumos en activos de trabajo necesarios para la producción hortícola para las ciudades referidas, considerando condiciones locales son los siguientes:

-Semillas:

Es difícil proponer cultivares o híbridos nuevos sin realizar ensayos previos, las especies que serán “recomendadas” son las utilizadas por los productores (cuadro N° 13)

-Fertilizantes:

La fertilidad de los suelos desde una visión sintomatológica clínica es buena en los cultivos visitados en la isla, no se realizan determinaciones de suelo por consiguiente no se conocen limitantes químicas subclínicas. Esto implica no poder realizar recomendaciones de fertilización

-Herbicidas:

Los herbicidas necesarios para los distintos cultivos son los siguientes:

lechuga, cobex, trifluralina y propizamida  
frutilla, venzar,  
acelga, pyramin y venzar  
tomate, sencorex y linurex

-Funguicidas:

lechuga, zineb, mancozeb, captan etc.  
Frutilla, benomil, cercabin, bogard, cercobin, zineb  
acelga, brestan, mancozeb  
tomate, zineb, benomil, bogard, ridomil etc.

-Insecticidas:

lechuga, dimetoato, pirimicarb, sevin, metomil, ddvp, etc.  
Frutilla, dimetoato, pirimicarb  
Tomate, dimetoato, pirimicarb, sevin, metomil, ddvp, etc.  
Acelga, dimetoato

-Reguladores de crecimiento:

tomate, tomatosa, cicocel, etefon, giberelina y crestan  
frutilla, giberelina, cicocel.

-Determinaciones químicas, físicas y biológicas:

Suelos

Ph, nitratos, conductividad eléctrica de la pasta y extracto, carbono fácilmente oxidable, nitrógeno total, calcio, magnesio, potasio, sodio, PSI, fósforo asimilable, boro, porcentaje de saturación, capacidad de campo, punto de marchites permanente, agua disponible.

Aguas

Ph, salinidad, sales totales, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, boro, carbonato de sodio residual, Ras.

Biologicas

Hongos fitopatologicos y nematodos

## 7 - Invernadero experimental de la ciudad de Rio Grande.

### 7.1- Determinacion y descripcion de las limitantes de produccion del invernadero

El invernadero es de origen israelí, con todos sus sistemas automatizados: calefacción, riego por goteo, micro aspersión, ventilación, sombreado y una estación meteorológica con de recopilación de datos automatizada preparada para calcular necesidades de riego de los cultivos.

Tiene las siguientes dimensiones: 84 m de largo por 42 de ancho. Constituido por diez capillas asimétricas, cada una mide 8,4 m de ancho por 42 m de largo. Estos módulos tienen en la parte más alta 6,6 m.

La pared desde el suelo hasta la base que forman las capillas asimétricas mide 4,2 m, esta forma un ángulo de 80 grados con la base del invernáculo, a esta altura nacen las ventanas cenitales, que miden 1,47 m de alto y en sus comienzos eran de apertura automática. La pared mencionada era en su origen de apertura automática, luego se la transformó en manual y por último se la fijó.

Ocho capillas están destinadas a la producción de hortalizas, las restantes a la producción de plántines.

El invernadero está ubicado en la zona de "playa", donde termina la meseta patagónica, o sea sobre el nivel del mar.

El eje longitudinal del invernadero está orientado en posición noroeste-sudeste, paralelo a la ruta 3, a 500 m de la costa del mar argentino.

Posee una barrera rompevientos de 8 m de altura (en sus inicios fue de 4 m y luego se la extendió a 8 m), construida con tubos de hierro de 3 pulgadas de diámetro (tubos "tubi" de petróleo), la separación entre tubos es de 2 m y la distancia al invernadero es de 5 m. Esta barrera ocupa las cuatro caras del invernadero.

La limitante más importante es la rotura de la cobertura plástica. La frecuencia de rotura es alta; de tres temporadas que tiene el invernáculo se cambió la cobertura del techo tres veces. En el último cambio se utilizó un plástico especial (de altísimo costo, importándose especialmente de EEUU), de 200 micrones con trama de hilo interna y una red de sujeción para disminuir el movimiento.

Hay zonas de mayor frecuencia de rotura, por ejemplo en la pared sudoeste cerca la arista sur, en este lugar se repuso diez veces la cobertura. En la parte cenital de esta

zona también la frecuencia de rotura es alta. Otro sitio de alta rotura son las ventanas cenitales (las cuales eran totalmente automatizadas).

El causal de todas estas roturas es el viento, observando la tabla N° 1 y 4 indican velocidades máximas extremas y máximas diarias mensuales de 100 Km/hs aproximadamente y direcciones oeste-noroeste, que globalmente coinciden con los lugares de rotura del plástico.

La rotura del invernadero se encuentra en la zona sudoeste, tanto de techo como de pared, si embargo el lugar de rotura debería ser oeste-noroeste por la dirección de los vientos. Lo que sucede es que la zona de rotura está desplazada hacia el sur. Entre el invernadero y la meseta se forma un corredor de viento con alta turbulencia. En la tabla N° 2 se puede apreciar este fenómeno, con las mediciones realizadas de velocidades máximas y mínimas de la mitad al final de la cara sudoeste. Observamos que en todas las mediciones de la cara sudoeste las velocidades mínimas son la mitad de las máximas, esto implica una alta turbulencia, por consiguiente alta frecuencia de rotura de la cobertura plástica.

Otra situación a observar, es que la meseta que supera en varios metros la altura del invernadero, forma en la zona sudoeste una loma, que produce mayor turbulencia en la parte cenital sudeste del invernadero. La justificación práctica de lo teóricamente explicado, también se puede apreciar con las mediciones de velocidades mínimas y máximas de viento en el perímetro del invernadero en el cuadro N° 2.

El invernadero de la ciudad de Río Grande, cuyas dimensiones fueron descritas, posee una estructura deficiente, para resistir la magnitud de los vientos imperantes en la zona. Estos invernaderos israelíes fueron construidos para otras condiciones climáticas menos severas. Igualmente la ubicación del invernadero en la geografía de esta ciudad no fue bien elegida.

La **recomendación** en esta instancia (debido a los bajos costos) es la de modificar la barrera rompevientos en los lados noroeste y sudoeste, preservando el lugar, las dimensiones y el perímetro establecido. En los lados restantes no se recomienda modificación, salvo agregar el tejido rompevientos faltante hasta los 8 m de altura. El tejido rompevientos nunca fue colocado en su totalidad, hay zonas que carecen de malla y en otras que llega hasta los 4 m de altura.

## 7.2 – Determinación de las reformas que permitan corregir las deficiencias

La modificación constaría de dos partes:

A - aumentar la altura de la barrera rompevientos, 2 m verticalmente y 1 m en forma oblicua con un ángulo de 45 ° hacia el invernadero y (la barrera quedaría de 10 m de altura por 1 m en forma oblicua),

B- agregar dos barreras más iguales a la anterior en la cara noroeste y sudoeste solamente, en forma paralela a la existente, una 3 m antes y la otra a 2,5 m después.

Se debería usar tejido rompevientos en las tres barreras y hasta la altura final de cada una de ellas. La trama del tejido a utilizar debería ser al 50 % para la primera y segunda barrera, y 70 % para la última.

Se recomienda que los diámetros de los tubos (tubi de petróleo) de las barreras sean de 5 pulgadas los primeros 4 m, 3 pulgadas los siguientes 4 m y 2 pulgadas los restantes.

Será importante colocar tensores de sujeción para sostener la barrera (aproximadamente 1 cada 9 m).

En el esquema N° 12 se aprecia en planta la modificación de la barrera rompevientos propuesta.

La recomendación se deberá realizar dentro de los dos meses posteriores al primer informe de avance (18/12/05), con el objeto de repetir las mediciones de viento, en los próximos viajes en el perímetro del invernadero señalado en el cuadro N° 2, para evaluar la respuesta de la barrera modificada versus la original, y formular en última instancia la reforma estructural del invernadero.

*Aclaración: los estudios realizados indican, como fue mencionado, que el invernadero tiene severas deficiencias estructurales para la zona. Debido al alto costo, que implica en primera instancia modificar la estructura de este invernadero se sugiere la recomendación citada.*

La modificación de la barrera no se realizó en el tiempo fijado indicado en el primer informe de avance, por consiguiente no se realizaron las mediciones en la comisión del 24/1/05.

Si se hubiese comparado las mediciones de viento realizadas de la barrera original versus la modificada, se podría predecir la duración de la cobertura (cuadro N° 85) con la reforma realizada y evaluar una reforma estructural.

Las etapas de la logística de la reforma general del sistema invernadero- barrera rompevientos, deberán ser primero modificación de la barrera rompevientos y segundo reforma estructural del invernadero. Si fuese a la inversa se perderá la posibilidad de bajos costos que implica la modificación de la barrera solamente.

*La evaluación de la barrera rompevientos por medio de las mediciones, es el método prioritario para decidir sobre la reforma estructural del invernadero. Reformar la estructura del invernadero sin la modificación de la barrera rompevientos propuesta, no es recomendable.*

En caso de no realizar mediciones en los plazos propuestos del trabajo, el modelo de simulación de longevidad de la cobertura del cuadro 85 podría ser de utilidad.

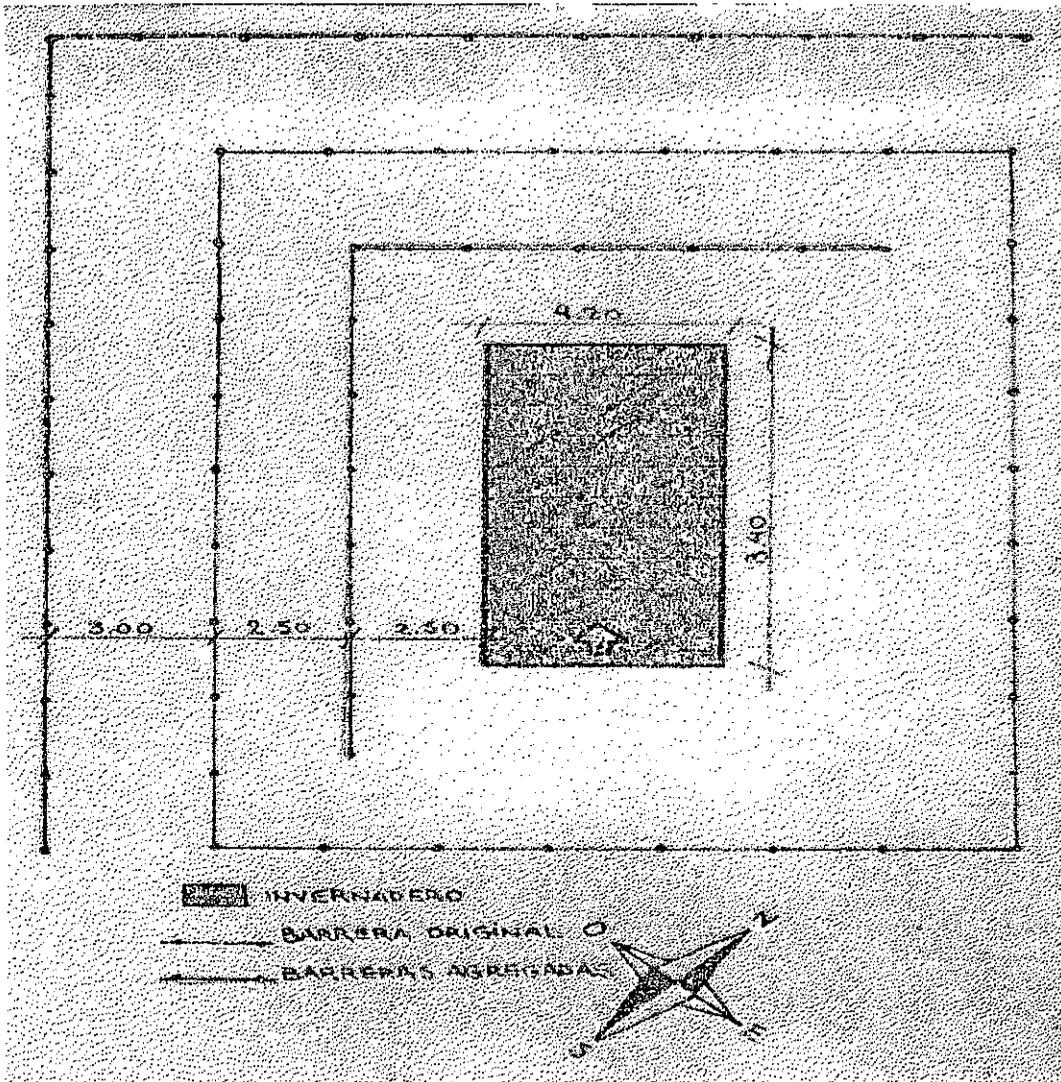
Cuadro N° 85

**Modelo de simulación de rotura de plástico según velocidad del viento**

<b>Velocidad del viento que choca en el plástico (Km/hs)</b>	<b>Estimación de vida útil del plástico ( años)</b>
10 a 25	3 a 5
25 a 40	2 a 4
> 40	< 2

Esquema N° 12

**Modificación de la barrera rompevientos del invernadero de la ciudad de Río Grande**



Las recomendaciones anexas, en el caso de no realizar las actividades de mejora propuestas son las siguientes:

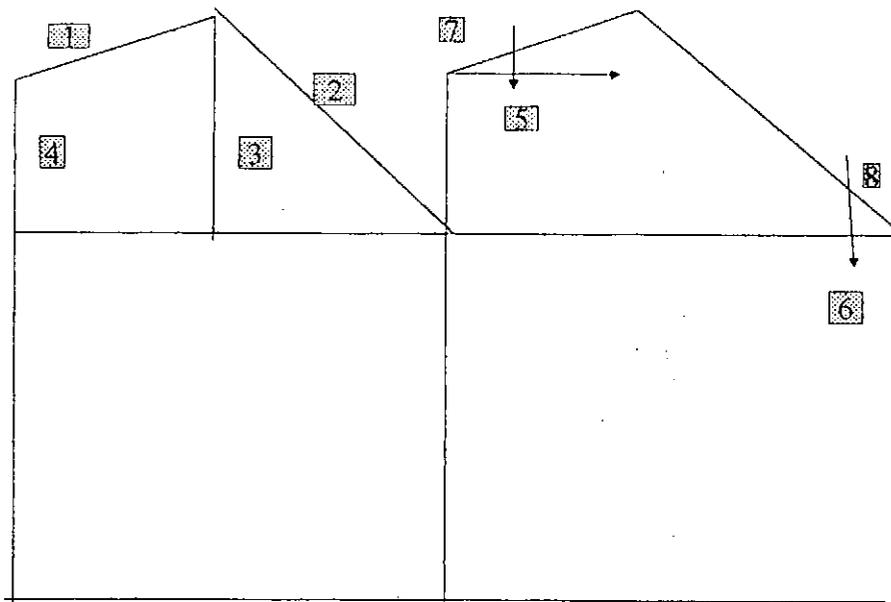
Luego de la modificación de la barrera rompevientos y las mediciones de las velocidades de viento sobre el invernadero como indica la tabla N° 2, se podrían modificar las cabriadas. Al modificarlas se eliminan las ventanas cenitales (de alta frecuencia de rotura), disminuyendo el efecto de turbulencias sobre el techo y se reduce la altura 0,5 metro en la parte cenital del invernadero.

El invernáculo posee dos tipos de cabriadas en los nueve módulos posteriores a la entrada, una de 3,61 m y otra de 5,21 m de largo. La cabriada corta se ubica a 4,75 m y la larga a 3,45 m de altura del suelo. Los ángulos que forman las cabriadas con la horizontal son de 28 y 35 grados, para las cabriadas corta y larga respectivamente (esquema 13).

La reforma constaría en bajar la cabriada corta a la altura de la larga, con un ángulo de 30 grados aproximadamente con la horizontal para ambas. Cortar el parante vertical que sostiene la cabriada corta y la canaleta final aproximadamente 1,4 m y la canaleta cortada colocarla en la terminación del corte (esquema 14).

Esquema N° 13

**Estado original de la parte cenital del invernadero (vista de dos módulos) de la ciudad de Río Grande.**

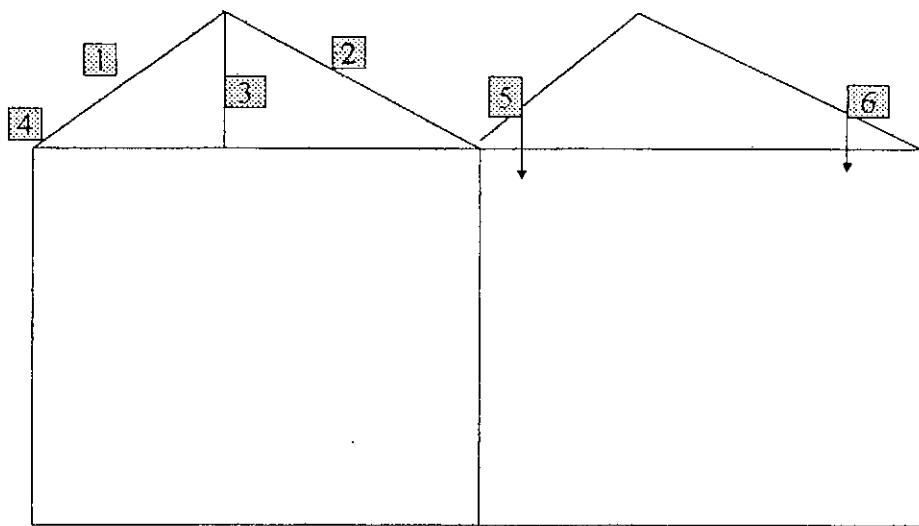


1- Cabriada corta, 3,61 m de largo

- 2- Cabriada larga, 5,21 m de largo
- 3- Altura desde el travesaño a la cabriada, 3 m.
- 4- Ventana cenital, 1,47 m.
- 5- Angulo de la cabriada menor, 28 grados.
- 6- Angulo de la cabriada mayor, 35 grados.
- 7- Canaleta alta.
- 8- Canaleta baja.

Esquema N° 14

**Estado modificado de la parte cenital del invernadero (vista de dos módulos) de la ciudad de Río Grande**



- 1- Cabriada 5,1 m de largo.
- 2- Cabriada 4,0 m de largo
- 3- Altura del travesaño a las cabriadas, 2,5 m
- 4- Doble canaleta (baja mas alta).
- 5- Ángulos de 30 grados.

Comparando los esquemas 13 y 14 se aprecia la eliminación de la ventana cenital y la reducción de 0,5 m de altura del invernadero.

La reforma descrita posee la virtud de no modificar todo el techo del invernadero, solo se realizan cambios en las cabriadas y se cortan los parantes largos que forman las

ventanas cenitales. Esta reforma puede ser realizada por gente no idónea (salvo la herrería de las cabriadas), esto implica bajos costos.

### 7.3 - Análisis económico de la reforma

La malla de la barrera rompevientos de monofilamento al 50 y 80 %, tiene un precio de 2,5 \$/m<sup>2</sup>. El total de metros cuadrados necesarios de malla rompevientos es de 4455 m<sup>2</sup> para las dos cara recomendadas (suroeste y noroeste) y multiplicado por las tres barreras. La inversión total alcanza un valor de 11137,5 \$.

Los tubos "Tubi" que serían los soportes de la barrera rompevientos, las empresas petroleras en el momento de esta evaluación los cedían al municipio para realizar la obra.

La mano de obra que se hubiese empleado en este trabajo podría haber sido la de los 10 operarios que estaban encargados del invernadero. Esto implica que la inversión sería solamente la malla rompevientos, o sea costos indiscutiblemente bajos.

## 8 - Conclusiones y recomendaciones

La Provincia de Tierra del Fuego tiene tres cinturones hortícolas que subabastecen de verduras frescas a las ciudades de Ushuaia, Río Grande y Tolhuin.

La demanda de hortalizas en todas las épocas del año es superada por la oferta, esto conlleva a la importación y consumo de productos del continente. Las hortalizas se importan del Mercado Central de Buenos Aires y de la provincia de Mendoza.

El tiempo de viaje desde los mercados mencionados a la isla, es aproximadamente entre 3 a 4 días dependiendo de las condiciones de clima. La merma en la comercialización de verduras de hoja en los meses de verano, alcanza al final de la exposición en la gondola a un 60 %, este porcentaje se suma al precio final del producto (el resto del producto comercializado es de mala calidad culinaria). Además de la merma por comercialización, los precios de productos hortícolas también están inflacionados por el costo del flete en 5 a 7 \$ el bulto aproximadamente. Esto implica que los habitantes de la isla consumen hortalizas con altos precios por el costo de los combustibles fósiles y la merma postcosecha.

En síntesis, existe una diferencia de precios minoritas entre los mercados mencionados y Tierra del Fuego de aproximadamente 150 %. Aunque este análisis es sobre precios actuales, la predicción será nefasta si el barril del crudo sigue en alza como en los últimos años (en los últimos 5 años el aumento fue de un 500 %).

La posibilidad de bajar los precios de los productos hortícolas es el objetivo final de este proyecto, esto implica una canasta familiar más al alcance de la población y una mayor calidad y diversidad de productos. Bajar los precios de los productos hortícolas no implica menor resultado de la empresa, pues con una mejora en la productividad física y temporal, en la diversidad y en la calidad de productos hortícolas; las empresas zonales

mejoraran sus resultados. Para lograr estos objetivos se deberá atender la tecnología de producción en las siguientes áreas:

- 1- Suelo
- 2- Aguas
- 3- Riego
- 4- Fertilizacion
- 5- Clima
- 6- Patologia vegetal
- 7- Terapeutica vegetal
- 8- Adaptacion de cultivares
- 9- Manejo de cultivos

Todas estas areas fueron detalladamente explicadas para las condiciones locales de la Provincia de Tierra del Fuego en este trabajo, solo resta elaborar un plan para mejorar los sistemas de produccion zonales. Este plan debera contener los siguientes puntos:

- 1- Charlas de capacitacion en las areas tematicas mencionadas
- 2- Seguimiento tecnico personalizado
- 3- Linea de credito para productores
- 4- Creacion de laboratorios de suelos, aguas y patologia vegetal

Bibliografía:

- Allison L.E. 1974. Editorial Limusa. "Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos"
- Ansorena Miner, J.1994. Editorial Mundi-Prensa. "Sustratos".
- Benencia R., Cattaneo P., Durand P., Casandinho J.S, Fernandez R.y Feito M.C 1997 Editorial La Colmena. "Área Hortícola Bonaerense".
- Blancard, D.1996. Ediciones Mundi-Prensa. "Enfermedades de tomte"
- Bustamante, A y Frank, R.G. 1998 Catedra de Administracionn Rural. "El análisis de gestion en la empresa agropecuaria"
- Estadisticas climaticas, Estacion aerea de Río Grande y CADIC.
- FAO. Doorenbos 1974.J.Manual N° 24. "Necesidades de riego de los cultivos".
- FAO. Rhodas. J.D.1992. Manual N° 48 "El uso de aguas salinas para la produccion de cultivos".
- Folquer, F. 1986. Editoral Hemiferio Sur. "La frutilla o fresa".
- González, M.C. y Pagiletini, L. 1983. Librería Editorial Tesis. "Rentabilidad, Tasaciones y Tamaño optimo de la empresa".
- INTA. Universidad de La Plata. "Boletin Horticola".
- Jackson, M.L.1970. Ediciones Omega. Análisis Quimicos de suelos.
- Maroto, J.V.1990. Ediciones Mundi-Prensa. "Elementos de Horticultura general".
- Mallar, A. 1978. Editorial Hemiferio Sur "La lechuga".
- Revista de Margenes Agropecuarios, abril 2001.
- Romero.F.B.1989. Editorial Mundi-Prensa. "Semillas".
- Scopetta, N.A. 1999. Seminario de campo II. " Elementos economicos en el enfoque de sistemas".
- Streets, R.B. 1992. Editorial Emiferio Sur. "Diagnostoco de enfermedades de plantas".
- Vigliola, M.I. 1992. Editorial Hemiferio Sur S.A. " Manual de Horticultura".
- [www/ mercadocentral.com.ar](http://www/mercadocentral.com.ar)