

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“FERTIRRIGACIÓN EN TOMATE INDETERMINADO (*Solanum lycopersicum* L.) PARA SEMILLA COMERCIAL, BAJO CONDICIONES DE TURBA Y CASA MALLA EN VILLACURÍ, ICA”

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

RAÚL GARCÍA CHATE

LIMA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“FERTIRRIGACIÓN EN TOMATE INDETERMINADO
(*Solanum lycopersicum L.*) PARA SEMILLA COMERCIAL, BAJO
CONDICIONES DE TURBA Y CASA MALLA EN VILLACURÍ,
ICA”**

Raúl García Chate

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Dr. Oscar Loli Figueroa
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Isabel Montes Yarasca
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vélchez
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

Dedicado a:

A mis padres Juan y Justiniana
que me dieron la vida, su amor
incondicional y la orientación para
ser la persona que soy.

A cada uno de mis hermanos que en
momentos exactos supieron motivar de
alguna manera a ser un mejor profesional.
A todos mis cuñados, sobrinos en realidad a toda
mi linda familia.

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Oscar Loli por su grandes enseñanza y permanente apoyo para culminar el presente trabajo y siga creciendo en mi formación profesional.
- Al Ing. Andrés Casas Díaz, Ing. Pedro Pablo Gutiérrez, Ing. Ms Isabel Montes Y. por sus sabias enseñanzas y guía en momento previo de sustentación apoyo para culminar el presente trabajo y en mi formación profesional.
- A los Ingenieros y amigos agrónomos José Carlos Polar Carrillo, Jorge Castillo Valiente, Hugo Félix Guerrero, Marcelino Lares R. por brindarme la motivación permanente a seguir con mi crecimiento profesional y la ejecución de la titulación.
- A Todos mis profesores de la Facultad de Agronomía, los cuales me inculcaron buenos y nuevos conocimientos.
- A Todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización del presente.

INDICE

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 LA FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE TOMATE.....	3
3.2 TIPOS DE TOMATE	4
3.3 ÉPOCA DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN VALLE DE VILLACURÍ	4
3.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	5
3.4.1 Temperatura	5
3.4.2 Suelo.....	5
3.4.3 Fotoperiodo	7
3.5 PRODUCCIÓN DE SEMILLA COMERCIAL	7
3.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE TRABAJO	8
3.6.1 Condición geográfica	8
3.6.2 Condición fisiográfica	9
3.6.3 Condición hidrográfica.....	9
3.6.4 Condición ecológica.....	10
3.7 MANEJO DE TOMATE INDETERMINADO CONVENCIONAL.....	11
3.7.1 Preparación del terreno.....	11
3.7.2 Siembra.....	11
3.7.3 Trasplante	11
3.7.4 Riego	12
3.7.5 Nutrición.....	13
3.7.6 Control de Pestes y enfermedades.....	13
3.7.7 Cosecha	15
3.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUSTRATO TURBA	15
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	17
4.1 FERTIRRIEGO Y MANEJO DE TOMATE INDETERMINADO EN CONDICIONES SUSTRATOS EN CASA MALLA.	17
4.1.1 Importancia de conocimiento y manejo de sustrato turba.....	17
4.1.2 Clasificación de sustrato turba por uso.	18
4.2 CONDUCCIÓN EN SUSTRATO DE TOMATE INDETERMINADO EN CASA MALLA	18

4.2.1 Armado de Casa Malla.....	18
4.2.2 Siembra en tuba fina.....	19
4.2.3 Trasplante en turba gruesa.....	19
4.2.4 Poda de guía principal.....	20
4.2.5 Poda de brotes secundario.....	20
4.2.6 Guiado o yuteado.....	20
4.2.7 Emasculación.....	21
4.2.8 Polinización.....	22
4.2.9 Poda.....	22
4.2.10 Despunte de yema terminal o guía.....	23
4.2.11 Cosecha.....	23
4.3 LABORES PRELIMINARES QUE ASEGURAN UNA BUENA DE LA FERTIRRIGACIÓN.....	24
4.3.1 Llenado de turba en mangas.....	24
4.3.2 Buen control en Tendido y conexión de mangueras.....	25
4.3.3 Instalación de bandejas de control (Volumen de ingreso y salida).....	26
4.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL.....	26
4.4.1 Parámetros de medición convencional.....	26
4.4.2 Requerimiento hídrico por etapa fenológica.....	29
4.4.3 Seguimiento y control de parámetros del sustrato para inicio de riego.....	30
4.4.4 Equipos de medición climáticas estándar.....	32
4.5 SISTEMAS DE RIEGO.....	33
4.5.1 Sistemas de ósmosis inversa.....	34
4.5.2 Sistema de inyección eficiente.....	34
4.6 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL TOMATE INDETERMINADO EN TURBA Y CASA MALLA.....	35
4.6.1 Tanques de soluciones madre.....	38
4.6.2 Nutrición diferenciada (ppm) según variedad.....	39
4.6.3 Fertirriego diferenciada por variedad de tomate indeterminado.....	39
4.6.4 Aportes nutricionales del agua.....	40
4.7 RESULTADOS FINALES DE FERTIRRIGACIÓN EN TURBA DE TOMATE INDETERMINADO EN CASA MALLA.....	46
4.7.1 Mejora en ahorro efectivo de agua.....	46
4.7.2 Mejora en Aspecto Fertilización.....	47
4.7.3 Mejoras en aspecto sanitario.....	48
4.7.4 Mejoras en aspecto geográfico.....	48

4.7.5 Mejora en Aspecto de Oportunidades de ventanas comerciales	48
4.7.6 Mejoras en Producción de semilla	49
4.7.7 Mejoras en Calidad de Semilla.....	49
4.8 DEFICIENCIAS NUTRICIONALES IDENTIFICADAS EN TOMATE BAJO CONDICIONES DE CASA MALLA.....	50
4.8.1 Deficiencia de nitrógeno	50
4.8.2 Exceso de nitrógeno	50
4.8.3 Deficiencia de fósforo	50
4.8.4 Deficiencia de potasio	51
4.8.5 Deficiencia de calcio	51
4.8.6 Deficiencia de magnesio	51
4.8.7 Deficiencia de manganeso.....	51
4.8.8 Deficiencia de hierro	52
4.8.9 Deficiencia de boro	52
4.9 DESORDENES FISIOLÓGICOS COMUNES ENCONTRADOS EN LA PRODUCCIÓN	52
4.9.1 Rajaduras en frutos.....	52
4.9.2 Cat face (cara de gato).....	52
4.9.3 Caída de flores.....	53
4.9.4 Hoja enrollada	53
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 CONCLUSIONES.....	54
5.2. RECOMENDACIONES	55
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	56
VII. ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características físicas y químicas del suelo para el cultivo de tomate.....	6
Tabla 2: Productores Mundiales de tomate (kilos/año).....	8
Tabla 3: Distribución hídrico de m/día por etapa fenológica.....	29
Tabla 4: Interpretación de resultado de agua libre/ día para inicio de riego	31
Tabla 5: Composición de la dilución de tanques F de inyección (kg/lt)	36
Tabla 6: Composición de elementos por tanque F de inyección (ppm)	37
Tabla 7: Requerimiento de nutrientes (ppm) según fenología.	38
Tabla 8: Requerimiento y sets (l/m ³) de variedad Indeterminada	41
Tabla 9: Requerimiento de nutrientes (l/m ³) de variedad Indeterminada.....	41
Tabla 10 : Requerimiento y sets (l/m ³) de variedad Roostock	43
Tabla 11: Requerimiento de nutrientes (l/m ³) de variedad Roostock.....	44
Tabla 12: Requerimiento y sets (l/m ³) de variedad Cherry	45
Tabla 13: Requerimiento de nutrientes (l/m ³) de variedad Cherry.....	45
Tabla 14: Mejoras en calidad de semillas	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fenología del cultivo de tomate.....	3
Figura 2: Época de Producción tomate en Villacurí (May-Dic).....	4
Figura 3: Manejo adecuado de humedad de sustrato turba	18
Figura 4: Revisión de fertirriego durante y después de trasplante.	20
Figura 5: Revisión de Fertirriego despues el guiado de tomate indeterminado en sustrato	21
Figura 6: Revisión y control de llenado de turba y como afecta en tema radicular.	25
Figura 7: Fallas en alineamiento de manguera y ubicación de goteros	26
Figura 8: Forma de recolectar el drenaje de una manga de sustrato	27
Figura 9: Forma adecuada de toma y registro de parámetros hídricos.....	28
Figura 10: Grafica requerimiento hídrico por ml/día por semanas	29
Figura 11: Secuencia de labor de determinación de agua libre	31
Figura 12: Método directo de toma de CE de sustrato.....	32
Figura 13: Adaptación de equipos climáticos estándar a uso de invernaderos	33
Figura 14: Método de control de planta de osmosis.....	34
Figura 15: Tecnología de inyección en válvula de riego.....	35
Figura 16: Secuencia de preparación de tanques diferenciados	39
Figura 17: Fenología de tomate de variedades indeterminadas con días después de transplante (d.d.t).....	39
Figura 18: Seguimiento de variación anual de Aporte nutricional de agua	40
Figura 19: Grafica Requerimiento ml/dia de variedad indeterminada	42
Figura 20: Lamina de requerimiento ml/día de variedad Roostock	43
Figura 21: Lamina de requerimiento hídrico (ml/día) de variedad Cherry.	44
Figura 22: Ahorro de agua por uso de nuevas tecnologías. (Periodo: 2010 – 2017).....	47
Figura 23: La uniformidad de plantas genera uniformidad de hibridación.	47
Figura 24 : Mejoras de cantidad de semillas por piso	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Fluctuación de Temperatura Máxima y Mínima (Periodo: 2010 – 2013)	59
Anexo 2: Fluctuación de Humedad Relativa (Periodo: 2010 – 2013).....	59
Anexo 3: Ubicación de zona de trabajo (Periodo: 2010 – 2013)	60
Anexo 4: Grafica Ratios de Lamina de riego por Fenologia (Periodo: 2010 – 2013).....	61
Anexo 5: Secuencia o flujo de Armandos de casas Mallas (Periodo: 2010 – 2013)	61
Anexo 6: Ratios de Conductividad eléctrica de SFR (Periodo: 2010 – 2013)	62
Anexo 7: Aporte nutricional de agua base, seguimiento (Periodo: 2010 – 2013).....	62
Anexo 8: Numero de muestras por cantidad de materiales (Periodo: 2010 – 2013).....	63
Anexo 9: Parámetros de medición hídrica (Periodo: 2010 – 2013)	63
Anexo 10: Conductividad eléctrica del sustrato (Periodo: 2010 – 2013).....	63
Anexo 11: Muestreo de agua libre método analógico (Periodo: 2010 – 2013).....	64
Anexo 12: Deficiencias Nutricionales.....	65
Anexo 13: Desordenes fisiológicos de producción	66

PRESENTACIÓN

Dada la importancia del cultivo en los distintos mercados de semillas de tomate tanto para siembras a campo abierto y para invernaderos queremos dar a conocer la fertilización en sustrato turba para la producción de semilla comercial en condiciones de casa malla de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de crecimiento indeterminado.

Estudios realizados por organismos internacionales como la Organización de naciones unidas (ONU) predicen que el cambio climático global conlleva a incrementar la escasez de agua en los próximos años. El valle de Ica en la actualidad presenta problemas relaciona con este líquido elemento, que, pues la capa freática del valle va decreciendo su nivel de allí la necesidad de determinar las cantidades óptimas de agua requerida para la producción de tomate, basado en los diversos datos meteorológicos, las propiedades fisicoquímicas del suelo o sustrato y la demanda hídrica requerida por el cultivo en sus diversos estados fenológicos.

Con la finalidad de mejorar el control en el uso de agua y adecuada fertilización de acuerdo a su requerimiento nutricional y al volumen de agua controlada, que nos asegure una mejor producción con mayor eficiencia en el abastecimiento oportuno de nutrientes, y uso de agua por lo que a través de los años se ha trabajado con diferentes sustratos para lograr estos objetivos.

I. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Ica se encuentra a 306 km al sur de Lima. Sus producciones agrícolas se realizan en todo el valle del río Ica como en las extensiones de las pampas de Villacurí. Estas pampas pertenecen al sector de riego de Lanchas, distrito de Salas-Guadalupe. El riego de su agricultura se realiza mediante la extracción de aguas del subsuelo, juntamente con el clima iqueño que garantiza los diferenciales de temperatura apropiados para el cultivo muchas hortalizas, una de ellas como el tomate. Su comercialización es muy importante a nivel mundial, lo cual se expresa a través de los precios alcanzados en el mercado de frescos, procesados y semillas así de su alta demanda en el mercado internacional sobre todo del rubro de la semilla.

El abastecimiento del agua en el valle es el principal factor limitante en la producción agrícola, pues interacciona con diversos factores de producción como la fertilización, el clima, el suelo, y el cultivo, por ello la eficiencia de rendimiento óptimo y económico está estrechamente ligado al uso eficiente de este recurso, durante el manejo de los cultivos. Actualmente, se aprovecha el agua en forma eficiente con la implementación de sistemas el riego por goteo. Otro problema encontrado es relacionado con el efecto del monocultivo extensivo, pues está degradando cada vez más las zonas óptimas para la producción de este cultivo tan rentable y apreciado.

Por tanto, nace la necesidad de determinar las soluciones para estas dos problemáticas que afectan directamente a la producción de este importante cultivo, empresas privadas a nivel mundial se dedican a la producción de semillas generando inversión en invernaderos de alta tecnología y el uso de sustratos (turba) para la producción de tomate indeterminado, que nos garantiza un eficiente control de la fertiirrigación de acuerdo su estado fenológico, que permitiría una mejora importante en problemas sanitarios, iniciados de suelos contaminados o con alto población de nematodos.

II. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es contribuir adecuadamente con el acceso de información y mostrar todos los beneficios sobre el manejo de la fertirrigación en turba para tomate indeterminado para semilla bajo las condiciones de casa malla y de la pampa de Villacurí-Ica.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 LA FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE TOMATE

La duración del ciclo del cultivo del tomate está determinada por características del cultivar y por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo. La fase de desarrollo vegetativo de la planta comprende de cuatro importantes etapas que inician en la siembra de semilla, seguida de la germinación de la plántula con tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante, con una duración aproximada de 30 a 36 días. Posteriormente se produce la fase reproductiva que incluye las etapas de floración que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante (ddt) de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha.

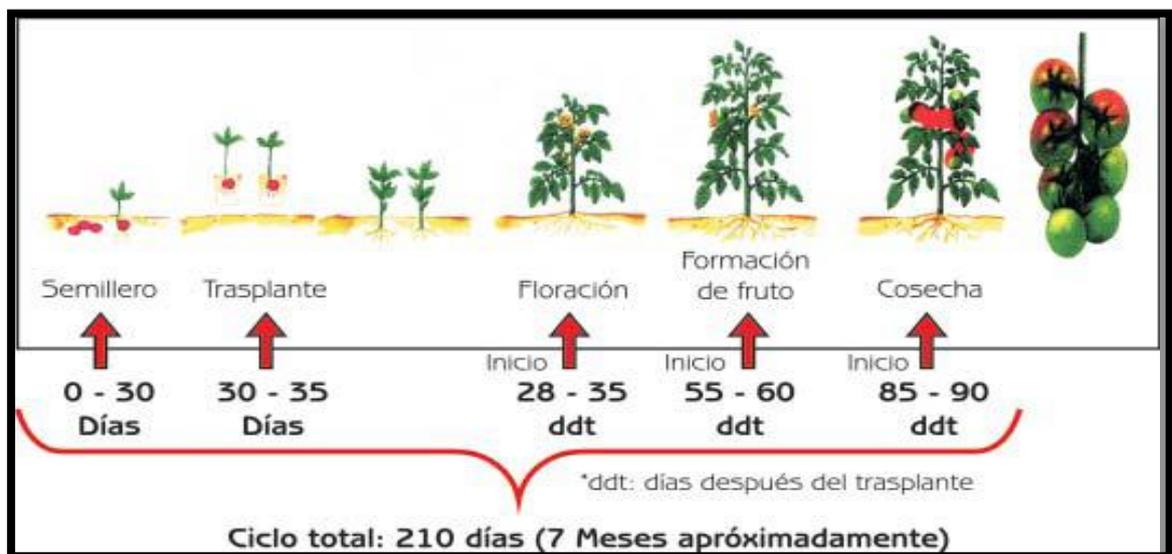


Figura 1. Fenología del cultivo de tomate.

Fuente: (Campaña 2008)

3.2 TIPOS DE TOMATE

Los tomates determinados son plantas pequeñas, compactas de porte bajo, luego florecen y dan todo su fruto. El período de cosecha para tomates determinados es generalmente corto, y por esta razón son buenas opciones para ser enlatados.(Campaña, 2008).

Los tomates indeterminados continúan creciendo, floreciendo y fructificando hasta el final. Por lo tanto, la cosecha de variedades indeterminadas usualmente dura de dos a tres meses. La producción de fruto generalmente es mayor que tomates determinados, pero usualmente tardan más en madurar. Las plantas de los tomates indeterminados son altas, de crecimiento rastrero que producen bien cuando se soportan con tutores o una reja de alambre alta (Campaña, 2008).

3.3 ÉPOCA DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN VALLE DE VILLACURÍ

La época de mayor demanda de siembra es desde mayo hasta diciembre, sembrando en 16 etapas, algunas con coincidencia del tiempo para asegurar la mano de obra existente.

La casa malla nos permite poder cultivar en meses de mayor efecto de temperaturas y humedad relativa, nos mantiene internamente de 2 a 4 grados centígrados más abrigados

Y se ha trabado maneras de controlar o aminorar el impacto de épocas calurosas la humedad relativa con uso de mangueras de riego, mojado de piso, riego de surcos con cintas moja pastos llegando a incrementar de 5 a 10% de humedad relativa (Hr) en el ambiente.

Hasta la información de la actualidad y el incremento de tecnologías en uso de invernaderos con condiciones básicas controladas se inicia la campaña en enero y se termina en diciembre.

MES	JULIO			AGOSTO				SETIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE				DICIEMBRE												
SEMANA	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52									
FENOLOGIA	Transplante-1ra sem			1ra -3ra sem				4ta-5ta sem					6ta-7ma sem					8-9na sem				10ma sem				gow of fruit				Maduracion -star of harvest				
REGULADOR	█	█	█	█	█	█	█																											
1ER PISO		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
2DO PISO			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
3er PISO				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
4to PISO					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
5to PISO						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
6to PISO							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
7mo PISO								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
8vo PISO									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
9no PISO										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									
10mo PISO											█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█									

Figura 2: Época de Producción tomate en Villacurí (May-Dic)

3.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

3.4.1 Temperatura

Los principales agentes del medio físico, como la temperatura, la luz y la humedad, juegan un papel importante en los procesos fisiológicos de “cuajado” y “amarre” de fruto para que se produzcan de forma normal. Rodríguez *et al.* (2001) menciona que la temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta como la: transpiración, fotosíntesis, germinación, entre otras.

El tomate es clasificado dentro de las hortalizas tolerantes al calor, siendo su temperatura óptima es de 24 °C, una mínima de 10 °C y una máxima de 32 °C (Castaños, 1993) se debe considerar que temperaturas menores de 8 °C detienen su crecimiento.

De acuerdo con el ciclo de vida las temperaturas óptimas ver anexo 01, son las siguientes: temperaturas nocturnas entre 15 y 18 °C, temperaturas diurnas 24 a 25 °C, siendo la temperatura ideal en la floración de 21 °C (Rodríguez *et al.* 2001).

3.4.2 Suelo

Morandes (2009) menciona que, aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se desarrollan en suelos profundos (1m o mayores) de texturas medias, franco a franco arcillosa, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25°C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH entre 5 y 6.5.

Son recomendables suelos sueltos, ricos en materia orgánica y bien drenados, Tolera ligera acidez y salinidad (Ugás, 2000).

En la tabla 1 se presentan las características óptimas del suelo para la producción de tomate (Pavan, 1995).

Tabla 1: Características físicas y químicas del suelo para el cultivo de tomate.

FISICAS -QUIMICAS	RANGO OPTIMO
Clase textural	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	> 80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	oscuro
Contenido de materia orgánica	> 3.5%
Estructura	granular
pH	5.5 - 6.0
Nitrógeno	Según tipo de suelo
Fosforo	13-40 ppm
Potasio	4%-5%
Calcio	14%-15%
Magnesio	17%-18%
Acidez total	< 10.0%
Conductividad eléctrica	0.75-2.0 mmho/cm

Fuente: Pavan (1995)

a) Humedad del suelo

La exigencia del tomate en cuanto a la humedad del suelo es media, influye sobre todo en el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades, siendo preferibles humedades medias no superiores al 50%, y suelos no encharcados (Rodríguez *et al.* 2001).

Los periodos críticos de humedad en las plantas de crecimiento determinado son: después del trasplante, poco consumo de agua; en floración e inicio de fructificación, gran demanda de agua; en la etapa de maduración de fruto, poco consumo de agua

La disponibilidad de agua también puede afectar la formación de flores y posteriormente la disminución de frutos. La media del número de flores por racimo decrece cuando disminuye el suministro de agua (Rodríguez *et al.* 2001)

b) Humedad relativa

Se ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, “cuajado” de fruto y posterior desarrollo de éste, pues humedad del ambiente mayor de 70% disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente polen al estigma, por el contrario,

ambientes demasiado secos con humedades relativas inferiores al 60 – 65%) causa la desecación del polen como se ve en el Anexo 02 (Nuez *et al* ,2001).

Se debe tener especial consideración con humedades relativas mayores a 90% pues favorecen el desarrollo de enfermedades, especialmente *Botrytis*, siendo óptimos valores del 70 al 80 % (Nuez *et al*, 2001).

3.4.3 Fotoperiodo

La luminosidad tiene gran influencia tanto en la fotosíntesis como en el fotoperiodismo, así como en el crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos; considerando que la en virtud de que cantidad de radiación solar recibida por el cultivo y el ciclo del mismo van a influir en un mejor rendimiento de frutos (Rodríguez, 2001).

El desarrollo normal de los tomates se lleva a cabo con días entre 11-12 (Camacho, F. 2005). con días más largos las plantas tienen una fructificación precoz. Algunos autores plantean que el tomate es una planta de día corto, pero, la mayoría considera que es indiferente al fotoperiodo en lo que concierne a su floración, la longitud del día tiene bastante importancia en su crecimiento vegetativo (Nuez, F. 1998)

El cultivo requiere un mínimo de seis horas diarias de luz directa del sol para florecer, pues determina la cantidad de azúcares producida en las hojas durante la fotosíntesis, mientras más alta es la cantidad producida de azúcares, la planta puede soportar más frutos, por lo tanto, el rendimiento del tomate puede ser más alto (Tjalling, 2006).

3.5 PRODUCCIÓN DE SEMILLA COMERCIAL

Los tomates (*Solanum lycopersicum* L.) pertenece a la categoría de los frutos hortícolas con alto consumo a nivel mundial según la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2011). Según FAO (2014), en el 2014 se produjeron 170.750 millones de kilos, indicando un incremento de 4.29% respecto al año anterior.

En los últimos 10 años, la producción mundial de tomate ha aumentado en 41.436 millones de kilos (un aumento de 32%). China encabeza la lista de productores de esta hortaliza, produciendo 52.586 millones de toneladas en 2014 (tabla 02), esto quiere decir que el país

asiático produjo un 30.79 por ciento del total mundial. Seguido por india (18.735 millones de kilos) y Estados Unidos (14.156 millones de kilos) (FAO, 2014).

Tabla 2: Productores Mundiales de tomate (kilos/año)

1	China	52586860
2	India	18735910
3	EE.UU.	14516060
4	Turquía	11850000
5	Egipto	8288043
6	Irán	5973275
7	Italia	5624245
8	España	4888880
9	Brasil	4302777
10	México	3536305

Fuente: FAOSTAT (2014).

3.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE TRABAJO

3.6.1 Condición geográfica

Monsanto Perú, como se ve en el anexo 03 ,se encuentra ubicado en el departamento de Ica, el cual posee un clima cálido desértico de tipo subtropical seco, con una temperatura media alrededor de 22 °C (T° Máxima: 32°C – T° Mínima: 13°C) y humedad relativa de 74%. La presencia de los vientos paracas que son vientos fuertes que se presenta muy comúnmente durante los meses de verano.

3.6.2 Condición fisiográfica

Los conjuntos morfológicos del área predominantemente son las planicies, alternadas con zonas colinosas pequeñas. En estas planicies dominantes que agrupa las formas de relieve llanas que van desde el litoral hasta el interior costero. Las pendientes van de 0 a 17%, pero mayoritariamente corresponden a planicies llanas, de rango inferior a 0 – 5%, y a planicies con ondulaciones y pequeños accidentes topográficos de 0 a 8%.

Se puede reconocer dos grandes tipos de planicies: una que queda al oeste, que va del litoral hasta el este de la carretera Panamericana Sur con la Fundición de Aceros Arequipa, que constituye una planicie de origen marino de fondo marino predecesora

Mientras las planicies del este de la Carretera Panamericana son ya de tipo continental, con acumulaciones eólicas provenientes del litoral con depósitos aluviales provenientes de las estribaciones andinas. Estas planicies, que cubren a los tablazos marinos, irregulares, debido sobre todo a la presencia de conjunto de dunas, así como también a disecciones fluviales ocurridos durante las esporádicas fases lluviosas recurrentes, que se presentan hasta la actualidad, aunque con menor intensidad a las habidas durante los períodos fríos de las glaciaciones andinas cuaternarias (Gutiérrez, 2011).

3.6.3 Condición hidrográfica

La vertiente del Pacífico tiene una extensión aproximada de 290,000 km² equivalente al 22% del área total del país y da origen, como consecuencia de las precipitaciones del deshielo de los nevados y glaciares en su parte alta, a 952 ríos que discurren hacia el Océano Pacífico siguiendo una dirección predominante al Sur Oeste. El río Ica es uno de ellos y se constituye en uno de los principales ríos del departamento junto con los ríos San Juan, Pisco y Grande.

El sistema hidrográfico del río Ica tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas situadas en la parte alta de la cuenca entre las cuales la más conocida es la de Pariona. A lo largo de su recorrido, el río Ica recibe como afluentes por la margen izquierda el río Capillas y el río Santiago de Chocorvos y por la margen derecha el río Tambillos que tiene confluencia del sector llamado Ramadillas a 64 km. de su nacimiento. En la actualidad el río Ica se ve incrementado por las aguas de la laguna Choclococha y Orcococha lo que hace factible que su cauce lleve agua en los meses de mayo a noviembre según las necesidades del valle.

El sistema hidrográfico río Grande se encuentra ubicado en el sector meridional de la región central de la vertiente del Pacífico u Occidental, el sistema hidrográfico nace a base de precipitaciones que ocurren en las montañas de la parte alta de la cuenca.(Gutiérrez, 2011). El sistema hidrográfico del Río San Juan tiene su origen en una serie de pequeñas lagunas ubicadas en las cercanías de la divisoria que separa las cuencas de los ríos Cañete y Mantaro. Entre las lagunas destacan la de Yunca Huarmi (Turpo) y Huarichinga, situadas a alturas aproximadas de 4100 y 4300 msnm respectivamente (Gutiérrez, 2011).

3.6.4 Condición ecológica

a) Clima

El clima es templado y desértico, la humedad atmosférica es alta en el litoral y disminuye hacia el interior. Las precipitaciones son inferiores a 15 mm/año.

Solo excepcionalmente se producen lluvias de gran intensidad, pero de corta duración y que tienen un origen extra zonal.

Las temperaturas máximas absolutas alcanzan 32.3°C en Ica y 27.4°C en Pisco y las mínimas absolutas 9.8°C en Ica y 12.6°C en Pisco.

El viento Paracas es una brisa marina de gran fuerza que sopla en la zona de Pisco– Paracas y que contribuye a despejar el cielo de estas áreas y de los desiertos contiguos.(Gutiérrez *et al*, 2011).

b) Suelo

Los suelos de Ica presentan una gran variabilidad. Por un lado, en la parte alta (valle) presenta suelos profundos y uniformes, de textura media (francos); en la parte baja (Pampa de Villacurí) son suelos muy superficiales con presencia de grava que puede sobrepasar el 40% del volumen de suelo, siendo aquí la textura dominante la arena gruesa.

En general, químicamente, son suelos muy des uniformes; la salinidad varía entre 2.5 a 6.0 dS/m, siendo más salinas algunas zonas de la pampa. El pH es ligeramente alcalino, variando 7.2 a 8.0, con peligro de sodio (12%). La calidad de las aguas de riego superficiales es de regular a buena, habiendo limitación de uso por salinidad, pH y concentración de iones tóxicos. El agua de subsuelo es utilizada para la totalidad de los cultivos de la pampa (Gutiérrez *et al*, 2011).

3.7 MANEJO DE TOMATE INDETERMINADO CONVENCIONAL

3.7.1 Preparación del terreno

El grado de refinamiento del suelo está asociado con el sistema de implantación (siembra directa o trasplante). La preparación del terreno se inicia con una o dos labores profundas seguidas de un mayor desmenuzamiento del suelo y sistematización del terreno (Castagnino, 2008).

3.7.2 Siembra

Comparando el sistema de siembra directa con el sistema de trasplante, se puede decir que la siembra directa resulta en una disminución del ciclo de cultivo. La producción en volumen puede ser mayor en un 5-20% y existe también un ahorro en mano de obra. Por otro lado, el método de semilleros y trasplante requiere menos insumos, pero más mano de obra. Mediante el trasplante se ocupa el terreno durante más tiempo, lo cual puede ser ventajoso para el cultivo anterior o para el total del plan de producción (Nuez *et al*, 1995).

Para el cultivo intensivo del tomate se utiliza plantas germinadas en semilleros, no siendo común la siembra directa que se emplea en algunos casos de cultivo extensivo. A los 30 – 35 días de siembra, las plántulas tienen tamaño de 10 – 15 cm. con 6- 8 hojas verdaderas formadas, momento en condiciones del trasplante al terreno (Nuez *et al*, 1995).

3.7.3 Trasplante

Para el trasplante definitivo, este se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra en semillero. Es conveniente realizarlo cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas o cuando su altura oscile los 10 a 15 cm (Jaramillo. 2006).

Se recomienda algunos cuidados que se deben proporcionar cuando la planta esté preparada para el trasplante. Primero no colocar las plantas directamente al sol, segundo, sumergir o mojar la bandeja en algún fungicida antes del trasplante y tercero realizar el trasplante al comienzo del día o al atardecer para obtener un mejor rendimiento. (Rodríguez, 2001)

3.7.4 Riego

Las necesidades totales de agua (evapotranspiración total) de un cultivo de tomate, después del trasplante, producido en campo en 90 a 120 días van desde los 400 a 600 mm, dependiendo del clima, las necesidades de agua en relación con la evapotranspiración (Et) en mm/periodo, están dadas por el factor de cultivo Kc (Coeficiente del efecto de la planta), para las distintas etapas de su desarrollo; anteponiendo que para la etapa inicial o de trasplante requiere de 0.4 - 0.5 mm en los primeros 10 a 15 días; durante la etapa de desarrollo vegetativo requiere de 0.7 - 0.8 mm en los siguientes 20 a 30 días; mientras que en los 30 a 40 días siguientes en la primera etapa de floración requiere de 1.05 - 1.25 mm; en la etapa de máxima floración y amarre de frutos a los 30 a 40 días después requiere de 0.8 - 0.9 mm y por último en la cosecha de 0.6 - 0.65 mm (González, 2000).

Las necesidades de agua en mm (milímetros) diarios, del cultivo de tomate en sus etapas de desarrollo, desde su germinación hasta la etapa de maduración van desde los 0.4 - 0.5 mm, hasta los 1.5 - 1.7 mm en su etapa de floración, que es donde alcanza su máxima demanda de agua el cultivo, disminuyendo su demanda en la etapa de maduración hasta los 0.4 - 0.6 mm diarios (Lizárraga, 2000).

El riego es uno de los factores de producción que más influyen sobre el resultado final del tomate. Su requerimiento está determinado por el tipo de suelo y las condiciones ambientales (León, 1980).

Según Manjarrez (1980), el tomate presenta tres periodos críticos de necesidad hídrica: emergencia de plántulas, floración, y cuando los frutos han alcanzado una quinta parte de su crecimiento.

El manejo del riego en el cultivo es una de las acciones más críticas del proceso de producción. El riego adecuado permite compensar las extracciones de agua y elementos nutritivos de la planta, controlar la acumulación de sales y mantener un adecuado nivel de oxígeno en el ambiente radical; además el riego afecta positiva o negativamente el crecimiento, la producción, la condición fitosanitaria de la planta y el uso efectivo de fertilizantes como se ve en el anexo 04.

3.7.5 Nutrición

La necesidad de fertilizantes de los cultivos depende de: la disponibilidad de elementos nutritivos en los sustratos, el contenido de materia orgánica, la humedad del suelo, la variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo (Jaramillo, 2006). Vallejo y Estrada (2004) proponen los siguientes requerimientos nutricionales promedio de N, P, K, Ca y Mg para el cultivo de tomate son 225, 72, 318, 50, 64 kg/ha respectivamente, para una densidad de población de 19000 plantas y un rendimiento esperado de 42tn/ha.

La nutrición de tomate juega un papel muy importante si se desea incrementar la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Muchos de los trabajos realizados muestran que el tomate demanda grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Un rendimiento alrededor de 40 ton de fruto requiere cerca de 93 kg N/ha. 20 kg P/ha. y 126 kg K/ha. Los fertilizantes aplicados al suelo se calculan de acuerdo con la fertilidad de éste. Las siguientes dosis se aplican a suelos de baja fertilidad: 75-100 kg N/ha., 150-200kg P/ha. y 150-200 kg K/ha (George, 1999).

El fósforo y el potasio se aplican antes del trasplante cuando se cultiva en suelo y para producción de fruto; mientras que el nitrógeno, se distribuye en tres etapas: la primera antes del trasplante, la segunda después de mes y medio, y la tercera en la floración (Salunkhe y Kadam, 1998).

3.7.6 Control de Pestes y enfermedades

a) Control de malezas

Las malezas o malas hierbas causan problemas si compiten con el cultivo por luz, agua, nutrientes y espacio, están muy relacionados con aspectos agronómicos como fertilidad del suelo, eficacia del riego y equilibrio de plagas y enfermedades (Ugás *et al.* 2000).

Un factor importante en el cultivo de tomate son las malezas. Menezes (1992), presenta una relación de malezas y la susceptibilidad y tolerancia a algunos herbicidas que afectan el cultivo de tomate en América Latina y el Caribe. Casas (1979) en un experimento realizado en el cultivo de tomate en el distrito de Ate (Lima), menciona que las especies *Nicandra physaloides* (L) Gaertn y *Portulaca oleracea* L., son las más abundantes en el tratamiento que no recibió ningún tipo de control de malezas. Además, menciona otras especies, entre

las que destacan *Amaranthus dubius* Mart, *A. hybridus* L., *Cynodon dactylon* (L) Pers, *Cyperus esculentum* L., *Datura stramonium* L., *Eleusine indica* (L) Gaertn y *Sorghum halepense* (L) Pers.

b) Plagas

El cultivo de tomate es muy particular en cuanto a la incidencia de plagas, dependiendo de las áreas donde se cultiva (Saldaña, 2002). En una publicación de la University of California (1990), se cita una relación de insectos plaga para la zona de California. Sánchez y Vergara (1998), citan una relación completa de insectos plaga. Sarmiento y Sánchez (2000), establecen una metodología de evaluación para los principales insectos plaga del cultivo. Díaz y Ternero (1998), realizaron observaciones en campos comerciales del cultivo de tomate entre 1992 y 1998.

Entre las principales plagas se puede citar a : *Prodiplosis longifila* Gagné, *Tuta absoluta* (Meyrick), *Spodoptera ochrea* (Guen.), *S. eridania* (Cramer), *Heliothis virescens* (Fabr.), *Pseudoplusia includens* (Walker), *Manduca sexta* (L.), *Agrotis spp.*; *Liriomyza huidobrensis* Blanchard, *Melanagromiza tomatarae* steykal, *Euchistus convergens* (H. & S.), *Thrips tabaci* Lindeman, *Gryllus peruvianus*, *Alphitobius diaperinus*, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Para el caso de *B. argentifolii* es particularmente importante, porque se asocia como vector de un geminivirus que causa el enrollamiento de las hojas de la planta de tomate (Brown *et al.* 1995; Bolaño, 1997; Sanchez y Vergara, 1998; Rodríguez, 1999)

c) Enfermedades

Entre los principales patógenos se pueden mencionar a *Ralstonia solanacearum* Smith, razas 1 y 3; *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. lycopersici (Sacc) Snyd y Hans; *Pythium spp.*; *Phytophthora capsici* Leonian; *P. infestans* (Mont) de bary; *Laveillula taurica* (Lév.) Arn.; *Botrytis cinérea* Pers.; *Alternaria solani* (Ell. y Mart.) Jones y Grout; *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Doige) Dye; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Cladosporium fulvum* Cke.

Los virus constituyen otro importante agente causal de epifitias. Fernández *et al.* (1976), Fernández and Fulton (1980), Fernández (1995), Panizo (1998) y Echegaray (2000), citan las principales características de los virus en el cultivo de tomate y su incidencia en las regiones de Perú. Entre los principales virus se encuentran Tomato mosaic virus (TMV), Tomato spotted wilt virus (TSWV), Cucumber mosaic virus (CMV), Alfalfa mosaic virus (AMV), Perú tomato virus (PTV), Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY), Beet curly top virus (BCTV), y Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV).

Los nematodos causan severos daños al cultivo, especialmente en zonas donde se realizan monocultivos. Overseas Development Administration (1983), La Torre (1990) y Panizo (1998), citan las principales especies de nematodos que afectan al cultivo: *Meloidogyne incognita* (Kophoid y White) Chitwood, *M. javanica* (Troub.) Chitwood, *M. arenaria*.

3.7.7 Cosecha

Los sistemas de cosecha del tomate pueden ser manuales o mecanizados. En general los frutos destinados a la industria se cosechan mecánicamente y los de consumo fresco preferentemente a mano, lo que implica mayor cantidad de mano de obra con mayores costos (Jaramillo *et al.* 2007). Para realizar la cosecha mecánica se requiere de cultivares adaptados para ella y que presenten uniformidad en la producción y maduración (Casanova *et al.* 2007).

La cosecha del tomate manual es generalmente escalonada en la planta y se realiza en varias etapas, según el período de producción de las plantas. Al cosechar se debe considerar el estado de madurez y el destino que se le dará al producto; y en otros casos se determina por el tamaño y la coloración del fruto (Gómez *et al.* 2010).

Padilla (2010) menciona que una vez que los frutos de tomate han adquirido su madurez fisiológica, circunstancia imprescindible para iniciar su recolección, se pueden presentar tres tonos de coloración (verde maduro, pintón y rojo maduro).

3.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SUSTRATO TURBA

La turba es un producto orgánico derivado de la descomposición anaeróbica de vegetales que quedaron sumergidos bajo agua por varios milenios y se extrae de zonas de pantanos. Es un material orgánico con excelentes características para fabricar sustratos con gran

porosidad y capacidad de retención de agua, lo que beneficia a las plantas (Flores et al., 2004). Suelen formarse en ecosistemas húmedos y ácidos donde se acumula gran cantidad de materia orgánica debido al bajo pH y oxígeno que reduce la actividad microbiana (Raviv y Lieth, 2008).

Los bofedales u onconales son formaciones altoandinas que generalmente ocupan terrenos inmediatos a lagunas o aguas de corriente lenta, en ellas el suelo está empapado en agua, completamente saturado, en estas vegas o sitios semipantanosos se desarrolla una vegetación higrófila siempre verde (Gómez, 1966) donde *Distichia muscoides* es el elemento dominante. Por su naturaleza, son lugares de pastoreo y éste se intensifica en la época de sequía (junio-octubre); por esta razón, muchas especies de plantas vulnerables tienden a desaparecer.

En los últimos 20 años, además se ha intensificado la extracción de la turbera de *Distichia*, para su utilización como combustible y fundamentalmente en la preparación de tierra vegetal en los viveros de Lima y otras ciudades del país (Flores et al., 2004).

Las propiedades físicas y químicas de esta turba pueden ser resumidos de la siguiente manera: porosidad de alrededor del 90%, alta capacidad de retención de humedad, pH ácido de alrededor de 4, esterilidad variable y una CIC aproximado de 180 meq/100g. (Aliaga, E 2019).

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1 FERTIRRIEGO Y MANEJO DE TOMATE INDETERMINADO EN CONDICIONES SUSTRATOS EN CASA MALLA.

4.1.1 Importancia de conocimiento y manejo de sustrato turba

El manejo del cultivo de tomate tiene por objetivo obtener semillas de alta calidad, buen vigor y viables, ya que el desarrollo de toda la planta se realiza bajo sustrato turba. Para este manejo utilizamos la turba gruesa, debido a sus excelentes características como: retención de humedad y a diferencia del manejo en suelo, está libre de patógenos y/o entes extraños que puedan afectar el normal desarrollo de la planta.

El requerimiento del recurso hídrico en cada etapa fenológica del cultivo es variable, y estará en función principalmente de la evapotranspiración, temperatura, y el porcentaje de drenaje. El sustrato debe de mantenerse a capacidad de campo todos los días, es por ello que el monitoreo del volumen de solución fertirriego, así como el de drenaje es importante para establecer el régimen hídrico dentro del programa de riego semanal. Sumado a lo anterior, el control de sus propiedades químicas como el pH y CE juegan un papel primordial, por ende, se tendrá que contar con los datos diarios para evitar problemas como la baja absorción de nutrientes o antagonismo entre ellos.

La fertilización durante el ciclo del cultivo es un punto clave, debido a que el sustrato es un material inerte, por ello se debe abastecer de nutrientes ya sea vía fertirriego o mediante inyecciones por válvula para suplir las necesidades nutricionales que requiere la planta.



Figura 3: Manejo adecuado de humedad de sustrato turba

4.1.2 Clasificación de sustrato turba por uso.

Turba fina Usada en la siembra de plántulas en el almacigo, turba rubia con 5% de perlita para la necesidad del plántula en el tiempo de desarrollo.

Turba gruesa Una combinación de 50% de turba rubia y 50% de turba Negra para el establecimiento de las plantas, estas tienen mayor porosidad y ayuda a oxigenar las raíces, además de generar los espacios para su desarrollo.

4.2 CONDUCCIÓN EN SUSTRATO DE TOMATE INDETERMINADO EN CASA MALLA

La conducción de tomate indeterminado en condiciones de sustrato y casa malla, hacen posible tener control y correctivos sobre controles de nutrición y agentes climáticos como luz, humedad y temperaturas lo que nos permite tener mapeado secuencias importantes con los datos de días después del trasplante (d.d.t) el cual se pudo establecer de manera casi exacta.

4.2.1 Armado de Casa Malla

Cada nave tiene un área de 4500 m² aproximadamente, que está recubierta por una malla antiárida de 50 mesh, con protección UV.

El sistema de riego como se en el anexo 06 debe estar instalado antes de levantamiento de las casas mallas, por lo que es importante una coordinación exacta para no interferir entre la desinfección de suelo, instalación de riego, levantamiento de nave y desinfección de la nave en general con amonio cuaternario + clorpirifos como ingrediente activo.

4.2.2 Siembra en tuba fina

Los plantones se realizan en el almácigo (25-30 días) están bajo un régimen de riego específico, el cual los mantiene vigorosos y en óptimas condiciones; es por ello la importancia de los riegos justo después de trasplante, inicialmente se tenía un riego de machaco de 30 minutos o 300 ml/ planta x día, que fueron suprimidos por riegos escalonados con la siembra de 3 repeticiones de 100 ml/planta por día.

En control de fertirriego también es diario, se mantiene un agua base de 0.5 ds/m. y llegando como máximo incremento de la solución fertirriego (SFR) de 1.00 ds/m.

4.2.3 Trasplante en turba gruesa

Las bandejas ingresan por el pre – cabina de materiales, verificando toda la información antes de llevarlas al interior de la nave. Para realizar esta labor las pacas llenas de sustrato ya deben tener agujeros para el trasplante, los cuales se realizan con la ayuda de un hoyador de 4 pulgadas de diámetro, esta con la finalidad de que el plantin pueda ingresar cómodamente y sin ejercer presión sobre el área radicular, además permite la colocación de las 2 lancetas de manera adecuada. (con un tercio de su longitud dentro de la turba y con una inclinación de 60°)

El sustrato debe estar seca del trasplante, las bandejas de conos deben llegar con un riego previo, luego de un avance de 4 horas se proceder a regar un pulso de 15 minutos (150 ml por plantas) esto por las condiciones previas a las que estaban sometidos los plantines en almacigo, con ello se evita un cambio brusco en suministro de agua.

El equipo de riego estará evaluando el trasplante durante una semana, donde lo primordial es colocar las lancetas de manera adecuada y encontrar posibles fugas realizadas por la labor de trasplantes o recalce.

En el caso de presentar mortandad de plantines, se realizará un recalce máximo después de 5 a 7 días, dependiendo del material.



Figura 4: Revisión de fertirriego durante y después de trasplante.

4.2.4 Poda de guía principal

Después de 8 días del trasplante, se poda la guía principal, tomando como criterio el vigor del brote terminal. En el caso de plantas indeterminadas se dejan dos brazos. Esta labor hace que la planta entre en condición de stress, debido a la alta transpiración por la herida generada.

4.2.5 Poda de brotes secundario

Se realiza a los 15 días después del trasplante. Esta labor permite definir dos guías o brazos en plantas de crecimiento indeterminado, en caso de plantas de desarrollo determinado no se realiza esta labor. El procedimiento consiste en eliminar los brotes que se desarrollan en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas; estos se deben eliminar antes de que tengan un tamaño mayor de 3 cm, para evitar heridas profundas. Se deja dos brotes, de preferencia los más vigorosos, en el tallo de la planta que serán los brazos definitivos; de manera simultánea se aprovecha para eliminar las hojas cotiledóneas (que tienden a volverse amarillas) como medida de protección sanitaria.

4.2.6 Guiado o yuteado

A los 21 días después del trasplante, se realiza el yuteado. Para esta labor se utiliza yute de cuatro hebras con resina, el cual es amarrado en el cuello de la planta, ligeramente suelto para permitir el engrosamiento del tallo y luego se va enroscando en cada brazo, para que

finalmente sea atado en el cordel de alambre. El yuteado puede generar algunos inconvenientes como heridas en los tallos, rupturas de brazos así también el desacomodo de las lancetas, generando problemas en el riego, ya que el abastecimiento de agua no es uniforme en todas las plantas; por ello la importancia de realizarlo con cuidado.



Figura 5: Revisión de Fertirriego después del guiado de tomate indeterminado en sustrato

4.2.7 Emasculación

Aproximadamente a los 40 días de realizado el trasplante se realiza la emasculación en flores próximas a madurar (coloración verde limón), que consiste en retirar los estambres con ayuda de una pinza, dejando los sépalos y el pistilo intacto, la cantidad de flores por racimo a trabajar dependerá de la variedad.

Dos semanas antes de iniciar la emasculación o hibridación se comenzará con las inyecciones a válvulas de formulación tanque N°2 (F2) (fosfato mono potásico + sulfato de magnesio) y formulación de tanque N°3 (F3) (nitrato de amonio + nitrato de potasio) a una dosis de 0.5L cada uno, en 19 litros de agua, por dos turnos al día. Luego se continua con las aplicaciones de F2 y formulación de tanque N°4 (F4) (nitrato de calcio + ácido bórico) a una dosis de 1L cada uno, en 18 litros de agua, por tres turnos al día, para 12000 plantas aproximadamente.

Al momento de manipular la flor, se debe tener sumo cuidado al retirar los estambres con las pinzas, ya que se puede dañar el ovario, viéndose reflejado en el fruto ya desarrollado.

4.2.8 Polinización

Luego de 3 a 4 días de iniciada la emasculación, se realizará la polinización. El polen que ingresa a la nave debe estar completamente identificado con las tarjetas de color correspondientes al material que se va a hibridar en la caja, el envase y los tubos de polen. Se debe cuidar de ejecutar tal labor en un rango de temperatura mayor a 17° C y menor a 30°C. El personal de híbrido no debe permanecer con el tubo de polen durante muchos minutos puesto que la alta temperatura corporal puede afectar la viabilidad del polen y además evitar la compactación del mismo para uniformizar la puesta de polen en el pistilo. Se continúa con las inyecciones de F2 (fosfato mono potásico + sulfato de magnesio) y F4 (nitrato de calcio + Ac. bórico), así como del riego constante para evitar caída de flores.

4.2.9 Poda

Tiene por objetivo mejorar la entrada de la luz en la planta, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas para lograr una homogeneidad en el tamaño, calidad y maduración de frutos, además permite un adecuado manejo de algunas enfermedades de importancia en la producción. Es importante eliminar las hojas enfermas que sean fuente de inóculo de plagas y enfermedades.

La poda de las hojas se debe comenzar en el momento que el primer racimo de la planta alcance un calibre cercano al tamaño final, de ahí en adelante se deben seguir quitando las hojas, a medida que los pisos superiores alcancen un mayor calibre. La recomendación es podar y dejar una hoja antes del racimo, ya que esta será responsable del 75% del llenado del fruto. Una defoliación intensa y precoz en la planta retarda y reduce la producción.

Esta poda permite además un mayor aprovechamiento del agua de SFR, así como de los nutrientes que son abastecidos mediante inyecciones por válvula. Esta labor genera disminución en la transpiración, por menor área foliar. Esta labor también genera stress en la planta, de ahí la importancia del suministro constante de agua.

El exceso de follaje puede traer como consecuencia deficiencias de calcio como blossom end root (BER) en frutos, ya que este elemento prefiere dirigirse a las hojas, por la elevada transpiración que existe en ellas. Por lo que es recomendable podar las hojas basales, asimismo reforzar con aplicaciones foliares.

4.2.10 Despunte de yema terminal o guía.

Esta labor se realiza inmediatamente después de acabado la última polinización. Consiste en cortar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que se debe dejar dos hojas por encima del último racimo trabajado.

Generalmente el tamaño de los frutos de los últimos racimos es mucho menor, por lo cual la poda terminal permite que los últimos frutos adquieran un mayor tamaño, acompañado de una adecuada fertilización

Al realizar cualquier tipo de poda, se recomienda aplicar productos químicos para evitar la entrada de microorganismos patógenos a través de las heridas.

4.2.11 Cosecha

La madurez para cosecha se define en términos de la coloración del fruto, de la estructura interna del fruto, las semillas están completamente desarrolladas y el mucilago pierde el color verde.

Durante la cosecha, los frutos deberán tratarse con cuidado para evitar que sean lastimados o golpeados.

Después de la cosecha, los baldes correctamente identificados con el material a cosechar son llevadas a la cabina para seleccionar frutos y eliminar los que presenten algún daño o tienen más de dos sépalos. Luego de este proceso, los frutos son colocados en jabas blancas, que también estarán correctamente identificadas.

Una vez iniciada la cosecha, se aplicará sulfato de potasio a una dosis de 5L en 15L de agua, y con una frecuencia de dos veces por semana, durante dos semanas. La finalidad es de translocar nutrientes (carbohidratos de las hojas hacia los frutos), esto lleva a tener un fruto de mayor calibre y buena calidad.

Un día después de la cosecha, las jabas con los frutos son trasladadas a la zona de trillado donde se separan las semillas de la pulpa.

4.3 LABORES PRELIMINARES QUE ASEGURAN UNA BUENA DE LA FERTIRRIGACIÓN.

El manejo de nutrientes mediante fertirriego es de suma importancia para el normal desarrollo de la planta. de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo los requerimientos serán variables, y se manejará en función a la conductividad eléctrica y el pH.

En el caso de hidroponía, se debe tomar en cuenta el ambiente donde se desarrolla nuestra planta, ya que el sustrato (material inerte), no aporta ningún nutriente. Así también, las condiciones climáticas pueden favorecer al drenaje de los mismos.

La calidad de agua de riego es importante para que nuestro cultivo se mantenga vigoroso, basado en sus propiedades químicas como el pH y la C.E.

El valor de pH obtenido nos indica si estamos en el rango óptimo o fuera de los límites establecidos (óptimo: 5.5-6.5), el cual nos llevará a realizar ciertos ajustes en el agua fertilizada enviada de planta de irrigación. De no realizar las correcciones, se puede generar problemas en la absorción de ciertos nutrientes, generando un estrés que inhabilita el desarrollo de la planta.

Para el caso de la conductividad eléctrica, el rango recomendable de SFR es de 2.0 ds/m a 3.5 ds/m. Tiene su importancia en la asimilación de los nutrientes, valores fuera del rango puede incurrir en carencia de ciertas sales, como también toxicidad. El agua base que se utiliza para la preparación de los tanques de fertilización es de C.E: 1 - 1.5ds/m.

4.3.1 Llenado de turba en mangas

El sustrato donde se desarrollará nuestro cultivo se encuentra en mangas de color negro, con dimensiones de 1.5 m de largo y 0.3 m de ancho aproximadamente, el abastecimiento de sustrato (turba) por manga es de 50 litros. Luego del llenado se procede a realizar los hoyos por planta, y la sugerencia es realizarlo con un diámetro de 15 cm. Cada manga contiene 6 plantas, las cuales se encuentran a un distanciamiento de 25 cm entre ellas.

Las mangas deben contar con doce agujeros de drenaje, los cuales se ubican en la parte inferior- lateral de las bolsas. Con ello se asegura una mejor circulación de oxígeno en el sustrato.

El buen llenado de mangas determina una mejor distribución del agua, aireación para el normal crecimiento de raíces; así como una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta. Se debe tener en cuenta que la turba tiene la capacidad de expandirse cuando se empieza a humedecer, es por ello que se debe evitar saturar las mangas con sustrato.



Figura 6: Revisión y control de llenado de turba y como afecta en tema radicular.

4.3.2 Buen control en Tendido y conexión de mangueras.

Instalación de mangueras de riego: Se realizará una vez que las mangas estén acondicionadas de sustrato a lo largo de toda la línea. Las mangueras (\varnothing 16mm) irán conectadas a cada bigote, asegurados en los terminales; con la finalidad de evitar fugas.

Posteriormente con un sacabocado se realizarán los agujeros con un distanciamiento de 25cm a lo largo de toda la manguera, en los cuales se colocarán las arañas (gotero con una cruceta, conectado a 4 microtubos de 3mm, y éstos a 4 lancetas cada uno), Cada lanceta tiene un caudal promedio de 0.3L por hora. El abastecimiento que se le brinda a cada planta es de dos lancetas, es decir, 0.6L por hora.

Alineación de gotero: Es importante la ubicación de las lancetas en el sustrato, ya que de esto depende que exista humedad uniforme en toda la manga. Así también la profundidad a la que se encuentra se recomienda que 2.5 pulgadas de la lanceta se encuentre en la superficie, con ello se evita que las lancetas se obstruyan con raíces. Una vez culminada la instalación, se procederá a calibrar la válvula con la presión normal de trabajo (14 psi).



Figura 7: Fallas en alineamiento de manguera y ubicación de goteros

4.3.3 Instalación de bandejas de control (Volumen de ingreso y salida)

Con la finalidad de obtener un control diario del volumen de ingreso y de drenaje por planta; se instalarán tres bandejas para la solución fertirriego, cada una de ellas contará con dos lancetas; y una bandeja para el drenaje, la cual recepcionará el volumen de 6 plantas, esto por el diseño establecido (manga sobre un soporte con agujero de salida y una bandeja de recepción).

Para la ubicación de las bandejas, el criterio será distribuirlo en tres puntos (inicio, medio y final de la nave), para una mejor explicación, La finalidad, es poder obtener datos representativos por nave.

4.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL

Para el monitoreo de fertirriego en hidroponía, se debe de llevar un control diario y riguroso, ya que la información generada, servirá para los ajustes en la programación

4.4.1 Parámetros de medición convencional

Son todas las mediciones que se deben tomar directamente cuando se ejecuta el fertirriego y la respuesta a este, como el control de volumen por pulso, por día, volumen del drenaje, CE y pH de SFR y como respuesta la biometría. (ver cuadro 08)

a) Registro volumen de SFR (solución fertirriego)

Para el volumen SFR, se procede a tomar la medición de las tres bandejas por nave con la ayuda de una probeta o jarra graduada; los datos obtenidos serán promediados. Se debe tener

en cuenta que cada planta tiene dos lancetas, y el volumen teórico de lanceta por planta es de 0.3L/hora, ya que se tolerará un margen de diferencia de +/- 15% del volumen en mención, caso contrario, se revisará si existe algún problema de obstrucción de gotero, o diferencial de presión.

b) Registro volumen de drenaje

En el caso del drenaje, se mide la bandeja cuyo valor se divide entre seis, ya que contiene el volumen de seis plantas (manga entera). El porcentaje de drenaje se debe encontrar en el intervalo de 10 - 20% del volumen del agua de ingreso.

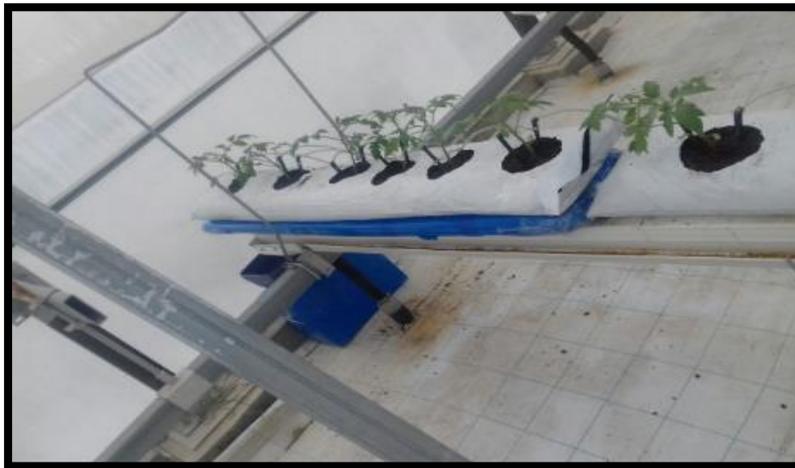


Figura 8: Forma de recolectar el volumen de drenaje de una manga de sustrato

c) Registro de pH – C.E.

- En cada turno se tomarán los valores de pH y C.E. del agua de ingreso, los cuales deben coincidir con los de planta de irrigación. Para la medición es conveniente utilizar el agua que se obtiene del porta-regante, ubicado en cada válvula.
- Asimismo, se obtendrá el pH y C.E del agua drenada. Si la C.E obtenida es mayor a 6.5 ds/m, se procederá a realizar un lavado con agua base sin fertilizante por 1 hora, de preferencia realizarlo en la mañana, con la finalidad de disminuir la cantidad de sales contenidas en el sustrato.
- Es necesario corroborar si el dato de C.E. después del lavado ha disminuido, caso contrario, se seguirá realizando esta medida correctiva.
- Finalmente, los datos obtenidos quedarán registrados en los tableros ubicados en cada nave como se ve en el anexo 07.



Figura 9: Forma adecuada de toma y registro de parámetros hídricos

d) Biometría

Es una medición cuantitativa de características propias de la planta, con ello se logra tener conocimiento del crecimiento diario o semanal. Así también comprobar la influencia que tiene ciertos factores como temperatura, fertilizantes, entre otros, en el desarrollo de la planta.

- Se realizará el marcado de plantas por cada nave (se identificarán 9 plantas con una cinta adhesiva de color).
- Las mediciones serán de: altura de planta, distancia entrenuda, \emptyset de cuello, \emptyset parte media y \emptyset de ápice.
- Los frutos también serán identificados (fruto mayor y fruto menor), se tomará como medición: \emptyset ecuatorial y \emptyset longitudinal

4.4.2 Requerimiento hídrico por etapa fenológica

Tabla 3: Distribución hídrico de m/día por etapa fenológica

FENOLOGIA	NUMERO DE PULSOS	VOLUMEN (ml)
Riego pre – trasplante	30-60 minutos, distribuidos en dos turnos (mañana-tarde)	600-700
Trasplante	3-4 pulsos de 10 minutos	400
Poda de guía principal	5-6 pulsos de 10 minutos	600
Poda de brote cotiledonal	6-7 pulsos de 10 minutos	700
Guiado (radiado)	8-10 pulsos de 10 minutos	1000
Hibridación	10-11 pulsos de 10 minutos	1100
Polinización	12-13 pulsos de 10 minutos	1300
Poda de limpieza	12-13 pulsos de 10 minutos	1300
Cosecha	10-11 pulsos de 10 minutos	1100

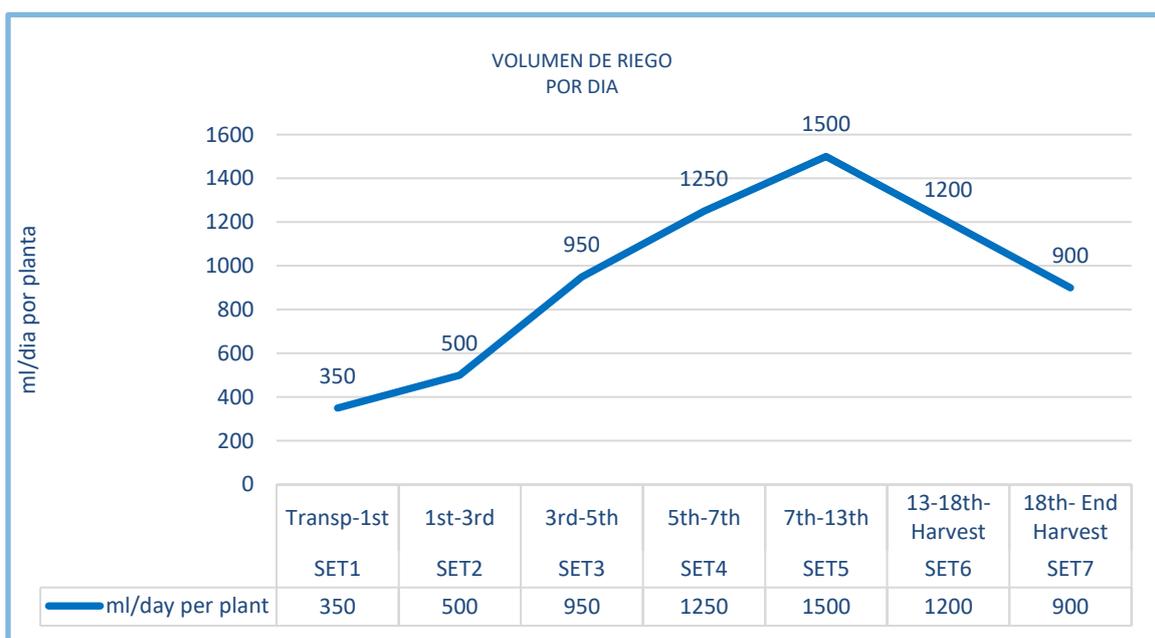


Figura 10: Grafica requerimiento hídrico por ml/día por semanas

4.4.3 Seguimiento y control de parámetros del sustrato para inicio de riego

a) Parámetros hídricos tradicionales

Después de definir la metodología de control de los parámetros de riego; se han establecido la medición de los siguientes parámetros hídricos como determinación de agua libre y ce de sustrato los cuales nos aseguran el inicio de riego y posible lavado de sustrato:

Esta actividad es de suma importancia para el manejo del cultivo, ya que, una vez conocido los valores de dichos parámetros, el equipo de producción, tomaran decisiones para la ejecución del plan de fertirriego del día. (Ver Anexo 08)

Para la obtención de los datos, a la fecha se viene empleando metodología y equipos digitales, que van sucediendo a algunos que quedan obsoletos.

b) Determinación de agua libre (método destructivo)

Se ha establecido los números de muestras para la determinación del agua libre, que es la cantidad de agua retenida en el sustrato al inicio del día, con el método tradicional según el tamaño del material (ver cuadro de cantidades de muestreo)

1. Se hace un corte en la zona adyacente a la máxima concentración de raíces (mitad de paca) y se toma una muestra de sustrato de 40 ml (recipiente).
2. Se exprime hasta cerrar la mano, y se obtiene el agua libre, el cual es recolectado en un vaso.
3. Se mide lo recolectado en una probeta graduada y se registra en un formato. (ml/planta).
4. Se repite la operación según lo indicado en el punto (1).
5. Se consolida, procesa e interpreta la información, según los criterios establecidos y se ajusta el riego del día.



Figura 11: Secuencia de labor de determinación de agua libre

Establecidos los datos según estado fenológico del cultivo son determinados analizados e interpretado antes del inicio de riego, todos los días. Su unidad de medida es ml/planta

Tabla 4: Interpretación de resultado de agua libre/ día para inicio de riego

ESTADO	Rangos min y max de Agua Libre (mL)	
	min	max
TRASPLANTE	0.0	1.0
PODA	1.0	1.5
GUIADO	1.5	2.0
INICIO DE RIEGO	2.0	2.5
	2.5	3.0
HIBRIDACIÓN	3.0	3.5
	3.5	4.0
NO REGAR EL DIA	6	

c) Determinación de conductividad eléctrica del sustrato (dS/m)

Se ha establecido que se mide directamente con un sensor y el número de muestras será similar a la toma de agua libre

Establecidos según estado fenológico del cultivo, y la medición de este parámetro se realiza dos días a la semana (martes y jueves) antes del inicio de riego.

La interpretación de una variación de +/- 30% de CE usada en la fenología indica falta o acumulación de sales, por lo tanto, se cambia a siguiente set mayor de fenología o se

considera un lavado de sustrato todo el día con el set mínimo establecido. Se puede revisar los ratios establecidos. (Ver Anexo 09)



Figura 12: Método directo de toma de CE de sustrato.

d) Equipos de medición climáticas estándar Medición de Agua libre con Equipo de alta gamma (Método Analógico)

- Encender el equipo de medición analógico (PROCHECK).
- Seleccionar sensor y modo de lectura del parámetro: - %Contenido volumétrico de agua (% VWC), °T, CE agua en poros (dS/m), modo mineral.
- Insertar el sensor en la zona de máxima concentración de raíces, realizar la lectura, anotar y grabar el registro.
- Se repite la operación según lo indicado en el punto (1). Se consolida, procesa e interpreta la información, según los criterios establecidos en el cuadro de equivalencias como se ve en el anexo 06.

4.4.4 Equipos de medición climáticas estándar

Este tipo de equipos y sensores usados en la agricultura convencional, ayudan, pero no eficientemente pues la condicionante de casa mallas ofrece posibilidades de variación de parámetros medidos internamente, la temperatura sube de 2 a 4 °C, los vientos varían de 5 a 20 km/h, la luminosidad de 100 a 200 watts/cm²

Es menester registrar, probar, adaptar y reinventar algunos equipos o métodos usados que puedan ayudarnos a poder tomar decisiones de producción.

En la actualidad, contamos con equipos básicos multiparámetros que son nodos de estaciones Deyvis o multiparámetros de bolsillo como unos ejemplos.

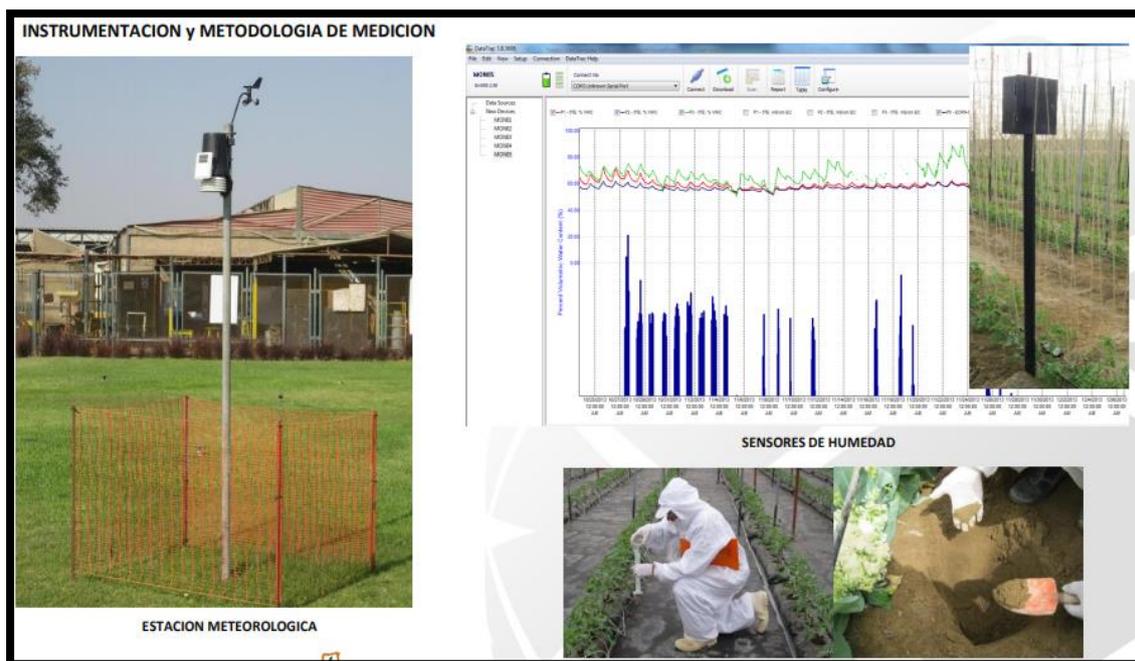


Figura 13: Adaptación de equipos climáticos estándar a uso de invernaderos

a) Uso de aplicativos o tablets

El avance de la tecnología nos ofrece mejoras en equipos portátiles y de transmisión de datos como las tablets o Smartphone que llegaron para poder migrar del registro manual, haciéndola más rápida, barata, con control anti-fallas y lo primordial tener la información en tiempo real.

Toda nuestra información de registros físicos migró con un proyecto de digitalización de datos de fertirriego.

4.5 SISTEMAS DE RIEGO

Para lograr la versatilidad de poder regar válvulas de 0.1 ha en turnos de 10 o 15 minutos es necesario contar con un sistema de alta tecnología y contar con un equipo de buenos conocimiento y de gran responsabilidad. Contamos con un sistema de riego con cuatro líneas de riego, una exclusivamente para el cultivo de tomate con abastecimiento de reservorio con combinación de agua base de 0.8 a 1.0 dS/m. controlable desde el celular desde el año 2014.

Las inyecciones de fertilizantes son exclusivamente con una bomba para cada solución madre, contando con 4 tanques para la inyección.

La información del éxito de cada pulso de riego se debe tener en los próximos 15 minutos, por ello tenemos respuesta inmediata de corrección para el siguiente pulso.

4.5.1 Sistemas de ósmosis inversa

Se dispone de una planta de Osmosis inversa de capacidad de 120 metros cúbicos por hora desde el año de 2009 para mejorar la calidad de agua, siendo nuestro mayor abastecedor de agua uno con CE similar a 4.6 dS/m.

Este nos ofrece agua de 0.2dS/m de CE con agua libre de cloruros, nitratos, sodio y demás componentes, además de baja cantidad de carbonatos por lo que es necesario tener un control de inyección de acidificante de agua o fuente acida pues caería en pH.



Figura 14: Método de control de planta de osmosis.

4.5.2 Sistema de inyección eficiente

La especialización en el manejo de fertirriego en sustrato nos dio como resultado mejoras en la calidad de semillas, el requerimiento de nutrición es exacta y eficiente por lo que no se puede mantener un sistema convencional con pérdidas o variación por efecto de la distancias, por lo que inicialmente se optó por tener un fertiducto que inyectara en válvula directamente y se trasladó posteriormente a tener inyección individual por casa malla pues las cantidades de inyección en pequeños turnos de riego y con alta de demanda de CE solo se podría lograr con este tipo de tecnologías.



Figura 15: Tecnología de inyección en válvula de riego

4.6 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL TOMATE INDETERMINADO EN TURBA Y CASA MALLA

Para el fertirriego de solanáceas, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

En riego para la aplicación de la lámina de riego, se deben considerar: Tipo de sustrato, clima (T; %HR; PP), capacidad de riego, fenología (etapa de crecimiento, variedad).

Tomando en cuenta condiciones indicadas, se ha elaborado línea base tentativo para realizar el riego del cultivo, según las variedades a cultivar y donde se consideran rangos de los parámetros de fertirriego, como CE y pH del agua y solución de fertirriego con variaciones en función a las características hidráulicas del sistema de riego (tiempos de presurización y llegada) así como por eventos programados o circunstanciales (mantenimiento del sistema, fallas y/o averías, manejo de cultivo, lavado de sales, etc.)

Esta línea base tentativo podrá ser ajustada en la cantidad del volumen de riego por planta, en función a las variaciones climáticas y exigencia nutricional de las variedades a producir.

Tabla 5: Composición de la dilución de tanques F de inyección (kg/lt)

Tanques	Dilución	FERTILIZANTE (Kg)	Formula	FY17-18(KG)
F1	1100	ACIDO FOSFORICO	H3PO4	100
F2	2500	FOSFATO MONOPOTASICO	KH2PO4	468
	2500	SULFATO DE MAGNESIO	MgSO4	150
	2500	ULTRASOL MIX (Microelemento)	Mix	15
F3	2500	NITRATO DE POTASIO	KNO3	625
	2500	NITRATO DE AMONIO	NH4NO3	100
	2500	SULFATO DE MAGNESIO	MgSO4	150
	2500	ULTRASOL MIX (Microelemento)	Mix	15
F4	2500	NITRATO DE CALCIO	Ca(NO3)2	1,000
	2500	ACIDO BORICO	H3BO3	2

Los fertilizantes se disuelven en un sistema de premezcla de manera uniforme en seis tanques, en diluciones que varían entre 1100 litros y 2500 litros, para luego ser almacenados tanques de 5000 litro de capacidad, de los cuales serán inyectados al sistema de riego. Al tener la formulación de cada tanque en proporción de ppm.

Es que a partir de este momento la diferenciación de la nutrición se llevara en función de litros inyectados de cada tanque por metro cubico de agua base.

La fertilización es diferenciada según la fenología del cultivo y también por variedad como se está formulando ahora. Se está considerando la distribución de NPK, en meq/l, de manera tentativa, la cual será ajustada según las verificaciones e inspecciones de los cultivos en campo.

Tabla 6: Composición de elementos por tanque Formulación N 1,2,3,4 de inyección (ppm)

N°	FUENTE	KG. FERT	LT. TANQ	Molecula	Pureza	Molecula	%molecula	Kg fert	Kg	
									elemento	ppm
Tanque 1	Ac. Fosforico	100	1100	H3PO4	85%	P	32%	100	27.1	24.7
	Fosf. Monopot	468	2500	KH2PO4	98%	P	23%	468	105.5	42.2
		468	2500		98%	K	29%	468	133.0	53.2
Tanque 2	Sulf. De mg	150	2500	MgSO4.7H2O	100%	Mg	10%	150	15.0	6.0
		150	2500		100%	S	14%	150	21.0	8.4
	Ultrasolmix	15	2500	100%	B	1%	15	0.1	0.1	
		15	2500	100%	Fe	6%	15	0.9	0.4	
		15	2500	100%	Mn	2%	15	0.4	0.1	
		15	2500	100%	Zn	1%	15	0.2	0.1	
		15	2500	100%	Cu	0%	15	0.0	0.0	
		15	2500	100%	Mb	0%	15	0.0	0.0	
		Tanque 3	Nit. Potasio	625	2500	KN03	100%	N-NO3	13%	625
625	2500			100%	K		38%	625	237.5	95.0
Nit. Amonio	100		2500	NH4NO3	100%	N-NO3	17%	100	16.5	6.6
	100		2500		100%	N-NH4	17%	100	16.5	6.6
Nit. De mg	100		2500	100%	P	1%	100	13.0	0.5	
	150		2500	100%	Mg	10%	150	14.4	5.8	
Ultrasolmix	150		2500	100%	N-NO3	11%	150	16.5	6.6	
	15		2500	100%	B	1%	15	0.1	0.1	
	15		2500	100%	Fe	6%	15	0.9	0.4	
	15		2500	100%	Mn	2%	15	0.4	0.1	
	15		2500	100%	Zn	1%	15	0.2	0.1	
	15	2500	100%	Cu	0%	15	0.0	0.0		
	15	2500	100%	Mb	0%	15	0.0	0.0		
Tanque 4	Nit. Calcio	1000	2500	Ca(NO3)2	100%	Ca	19%	1000	188.0	75.2
		1000	2500		100%	N-NO3	14%	1000	140.0	56.0
		1000	2500		100%	N-NH4	1%	1000	11.0	4.4

Para que ello se lleve de manera adecuada, se emplearán los mejores fertilizantes solubles y se mezclarán considerando las propiedades de estos (solubilidad, compatibilidad, reactividad) así como el balance iónico (preparación de soluciones madres).

Respecto a la fuente de agua, se debe tener en cuenta lo indicado de Agua para Riego de Cultivos.

Tabla 7: Requerimiento de nutrientes (ppm) según fenología.

FENOLOGIA	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	S	B
0-7 (Trasplante hasta poda)	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
	331.91	279.89	433.07	296.80	57.60	15.93	9.80
8-12 (polinización)	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
13-15 (crecimiento de fruto)	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
16-18 (Maduración a cosecha)	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
19-21 (cosecha)	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3
	435.97	350.51	550.04	402.80	73.54	17.92	13.3

4.6.1 Tanques de soluciones madre

Inicialmente con cuatro tanques se lograba las metas con algunas consideraciones en calidad, se analizó que teniendo una hibridación larga y con varias etapas simultaneas en campo, con aporte funcional del sustrato turba, la nutrición se volvió más extractiva pero con buenos resultado en campo, sabiendo que incrementar un tanque que contenía microelementos podríamos causar un exceso en sus pequeñas cantidades, se decide tener dos tanques más (Tanque 5 y Tanque 6) que solo es incremento de calcio y de fósforo de manera independiente y eficiente en un sistema de fertiducto a válvula.



Figura 16: Secuencia de preparación de tanques de formulación diferenciados

4.6.2 Nutrición diferenciada (ppm) según variedad

Esta nutrición por cada variedad se comparte en los siguientes cuadros, Requerimiento para Variedad Indeterminados (ver cuadros 11,) variedad Roostook (ver cuadro 12) y variedades Cherrys (ver cuadro 13)

4.6.3 Fertirriego diferenciada por variedad de tomate indeterminado

La inyección de fertilizante se efectúa en base al comportamiento fenológico de cada una además de las exigencias características de las variedades mencionadas anteriormente, estos tres grandes grupos grandes son Variedades indeterminadas, Cherrys y Rookstock

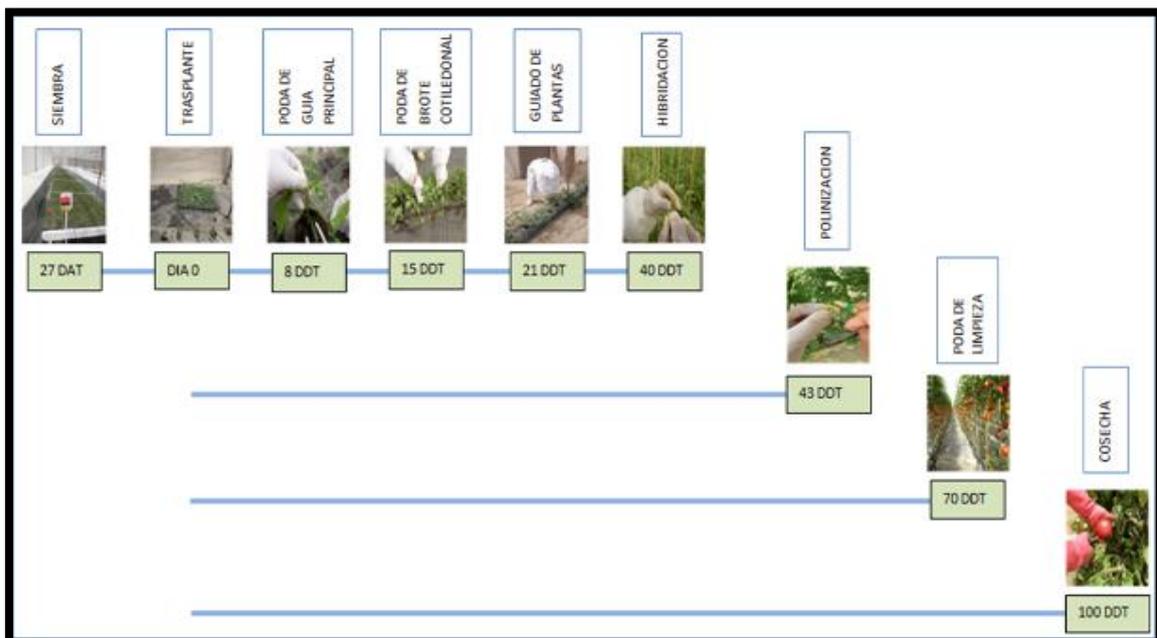


Figura 17: Fenología de tomate de variedades indeterminadas con días después de trasplante (d.d.t)

4.6.4 Aportes nutricionales del agua.

El agua de muy buena calidad también debe considerarse entrar en la suma de aporte nutricional de la fertilización, la calidad del agua base es de 1.00 dS/m. Se debe considerar que los iones interactúan entre sí, por lo que el abastecimiento del agua puede ser muy limitado y a veces no se recomienda considerarlo, por ejemplo, existe una interacción negativa entre el nitrato y el cloruro, entre el calcio con el sodio y con el bicarbonato, así mismo se presenta una concentración de magnesio bastante significativa, que interacciona con el calcio y sodio. Se podrá ver mejor en el anexo 07.

		2012	2017	2018
		1.0 dS/m	1.0 dS/m	0.8 dS/m
	pH	7.400	7.350	7.290
	CE (dS/m)	1.040	1.010	0.860
CATIONES (meq/l)	Ca	5.800	5.270	3.880
	Mg	1.400	1.050	0.790
	K	0.080	0.080	0.090
	Na	2.310	2.770	1.990
	NH4	0.020	0.030	0.020
	Suma de cationes	9.610	9.200	6.766
ANIONES (meq/l)	NO3	0.658	0.415	0.840
	CO3	0.030	0.030	0.030
	Cl	5.070	5.210	3.320
	HCO3	0.750	0.750	0.750
	SO4	3.150	2.770	1.820
	H2PO4	0.030	0.030	0.030
	Suma de aniones	9.630	9.150	6.733
MICRONUTRIENTES (mg/l)	B	0.150	0.140	0.110
	Cu	0.005	0.005	0.005
	Fe	0.110	0.020	0.050
	Mn	0.020	0.020	0.020
	Zn	0.005	0.060	0.020
	R.A.S.	1.220	1.560	1.300
	Clasificación FAO	C3S1	C3S1	C3S1

Figura 18: Seguimiento de variación anual de Aporte nutricional de agua

a) Plan de nutrición de variedades Indeterminadas

Las variedades indeterminadas no tienen una buena distribución de nutrientes por su forma de crecimiento, tampoco mejor acumulación de calcio en las hojas que las determinadas obtiene al tener una estructura compacta y similar, por eso son las más susceptibles a cualquier deficiencia o se muestra rápidamente ello, susceptible a BER en Specialities.

El aporte de calcio, fósforo y magnesio de manera extra compensa esas deficiencias, correctivos hasta de 40% de inyección se tomaron de la ratio más alto planificado.

Tabla 8: Requerimiento y sets (l/m³) de variedad Indeterminada

SET	Fenología	l/m ³				Parámetros	
		F1	F2	F3	F4	C.E.	pH
SET1	Transp-1ra sem	0.5	1.8	2	1	2.01	6.1
SET2	1ra-3ra sem	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85
SET3	3ra-5ta sem	0.5	2	2.5	1.5	2.22	5.81
SET4	5ta-7ma sem.	0.5	2.3	2.5	1.5	2.3	5.77
SET5	7ma-13va sem.	0.5	2.76	3	1.8	2.55	5.65
SET6	13va-18va sem.	0.5	2.3	2.7	1.5	2.34	5.81
SET7	18va- final cosecha.	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85

Tabla 9: Requerimiento de nutrientes (l/m³) de variedad Indeterminada

TOTAL	MMOL							UMOL					
	N-NO3	N-NH4	H2PO4	K	Ca	Mg	SO4	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
SET1	9.81	1.37	2.78	7.29	3.80	3.19	2.00	21.41	30.65	15.34	2.09	1.08	0.48
SET2	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53
SET3	13.30	1.79	3.05	8.78	5.70	3.78	2.36	29.44	36.29	18.16	2.48	1.28	56.00
SET4	13.30	1.79	3.46	9.18	5.70	4.02	2.52	30.11	38.71	19.37	2.64	1.36	0.60
SET5	15.96	2.15	4.08	11.02	6.84	4.83	3.02	36.13	46.45	23.25	3.17	1.63	0.72
SET6	13.87	1.90	3.46	9.67	5.70	4.19	2.63	30.56	40.32	20.18	2.75	1.42	0.63
SET7	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53

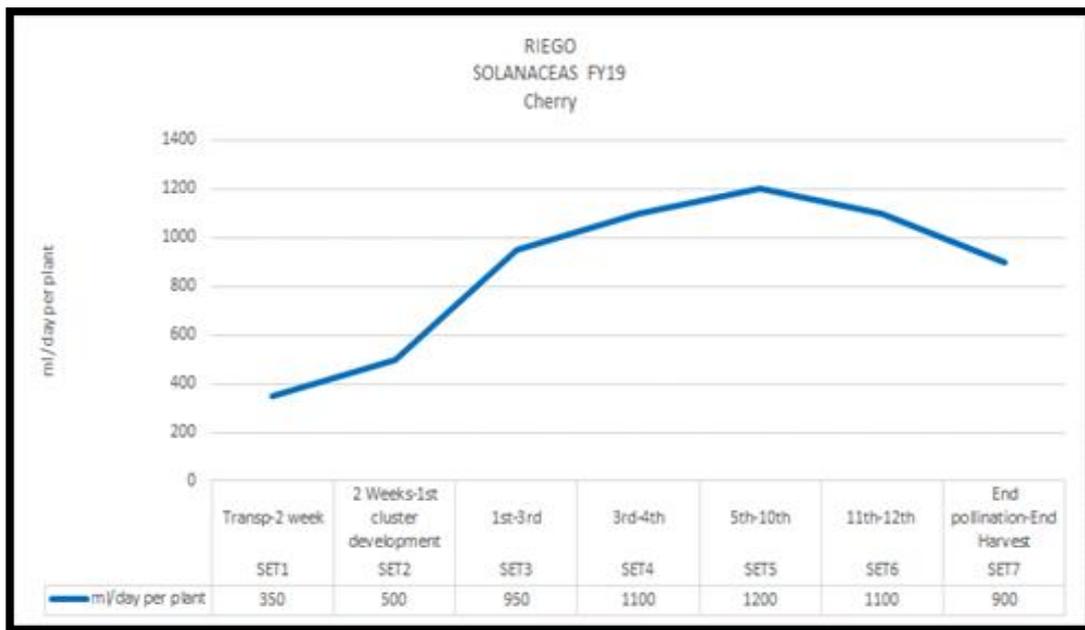


Figura 20: Lamina de requerimiento ml/día de variedad indeterminada

b) Plan de nutrición de variedades Rookstock.

Las Variedades son las segundas en muestras de desórdenes y deficiencias nutricionales y al ser una variedad más rustica, su requerimiento hídrico es mayor en llenado de fruto por lo que se observa los picos además de tener extras de hasta 40% del ratio más alto planificado. Se puede decir que son los intermedios susceptibles.

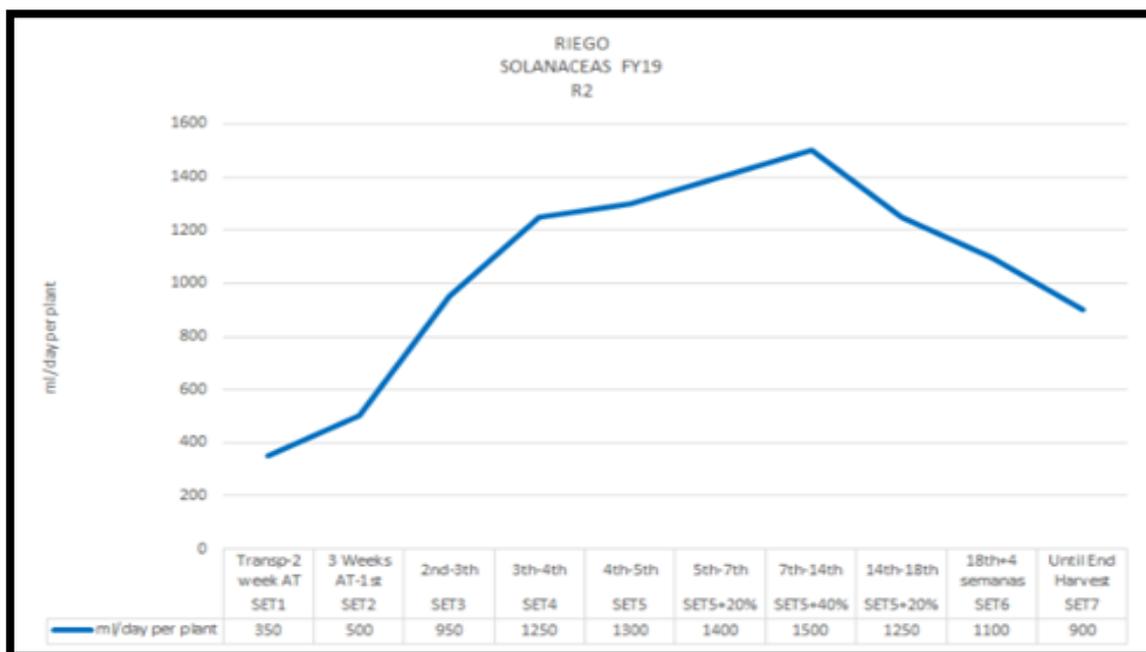


Figura 21: Lamina de requerimiento ml/día de variedad Roostock

Tabla 10 : Requerimiento y sets (l/m³) de variedad Roostock

SET	Fenología	l/m ³				Parámetros	
		F1	F2	F3	F4	C.E.	pH
SET1	Transp-1ra sem	0.5	1.8	2	1	2.01	6.1
SET2	1ra-3ra sem	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85
SET3	3ra-5ta sem	0.5	2	2.5	1.5	2.22	5.81
SET4	5ta-7ma sem	0.5	2.3	2.5	1.5	2.3	5.77
SET5	7ma-13va sem	0.5	3	3	1.8	2.55	5.65
SET6	13va-18va sem	0.5	2.3	2.5	1.5	2.34	5.81
SET7	18va- final cosecha	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85

Tabla 11: Requerimiento de nutrientes (l/m³) de variedad Roostock

TOTAL	MMOL						UMOL						
	N-NO3	N-NH4	H2PO4	K	Ca	Mg	SO4	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
SET1	9.81	1.37	2.78	7.29	3.80	3.19	2.00	21.41	30.65	15.34	2.09	1.08	0.48
SET2	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53
SET3	13.30	1.79	3.46	9.18	5.70	4.02	2.52	30.11	36.29	18.16	2.48	1.28	56.00
SET4	13.30	1.79	3.73	9.45	5.70	4.19	2.63	30.56	38.71	19.37	2.64	1.36	0.60
SET5	15.96	2.15	4.41	11.34	6.84	5.03	3.15	36.67	46.45	23.25	3.17	1.63	0.72
SET6	13.87	1.79	3.46	9.18	5.70	4.04	2.52	30.11	40.32	20.18	2.75	1.42	0.63
SET7	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53

c) Plan de nutrición de variedades Cherry

Por experiencia se pueden decir que son las más estables de toda línea de susceptibilidad, se nota una curva perfecta su asimilación hídrica, al parecer el volumen del ramillete de frutos no se afecta como lo haría un solo fruto.

Se logra con la formulación establecida, es la que menos correctivos genera en la producción.

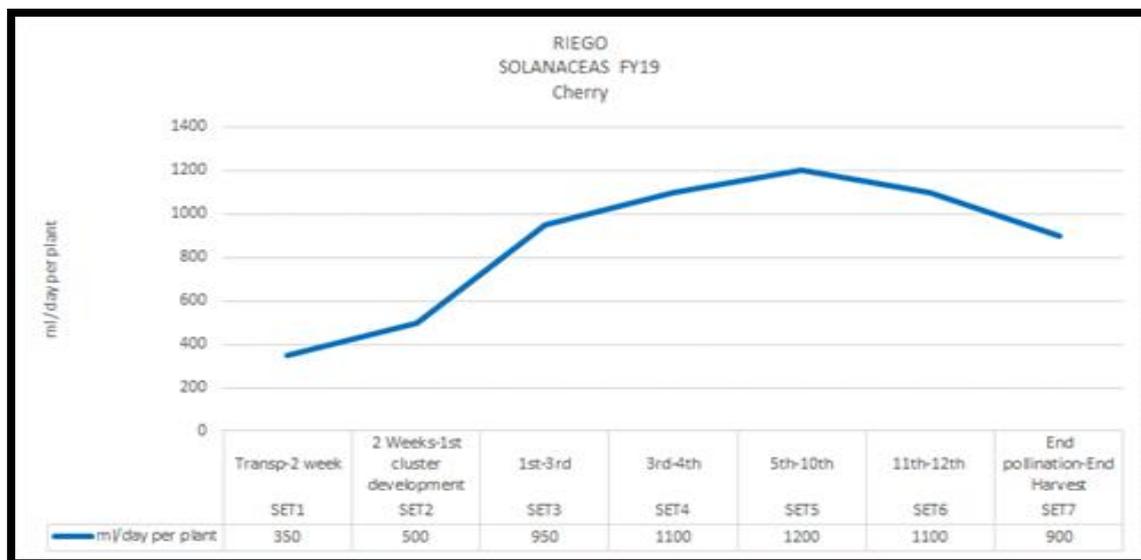


Figura 22: Lamina de requerimiento hídrico (ml/día) de variedad Cherry.

Tabla 12: Requerimiento y sets (l/m³) de variedad Cherry

SET	Fenología	l/m ³				Parámetros	
		F1	F2	F3	F4	C.E.	pH
SET1	Transp-1ra sem.	0.5	1.8	2	1	2.01	6.1
SET2	1ra-3ra sem.	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85
SET3	3ra-5ta sem.	0.5	2	2.5	1.5	2.22	5.81
SET4	5ta-7ma sem.	0.5	2.3	2.5	1.5	2.3	5.77
SET5	7ma-13va sem.	0.5	2.76	3	1.8	2.55	5.65
SET6	13va-18va sem.	0.5	2.3	2.7	1.5	2.34	5.81
SET7	18va- final cosecha	0.5	2	2.2	1.3	2.13	5.85

Tabla 13: Requerimiento de nutrientes (l/m³) de variedad Cherry

TOTAL	MMOL							UMOL					
	N-NO3	N-NH4	H2PO4	K	Ca	Mg	SO4	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
SET1	9.81	1.37	2.78	7.29	3.80	3.19	2.00	21.41	30.65	15.34	2.09	1.08	0.48
SET2	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53
SET3	13.30	1.79	3.05	8.78	5.70	3.78	2.36	29.44	36.29	18.16	2.48	1.28	56.00
SET4	13.30	1.79	3.46	9.18	5.70	4.02	2.52	30.11	38.71	19.37	2.64	1.36	0.60
SET5	15.96	2.15	4.08	11.02	6.84	4.83	3.02	36.13	46.45	23.25	3.17	1.63	0.72
SET6	13.87	1.90	3.46	9.67	5.70	4.19	2.63	30.56	40.32	20.18	2.75	1.42	0.63
SET7	11.62	1.57	3.05	8.05	4.94	3.52	2.21	26.19	33.87	16.95	2.31	1.19	0.53

4.7 RESULTADOS FINALES DE FERTIRRIGACIÓN EN TURBA DE TOMATE INDETERMINADO EN CASA MALLA.

El uso y manejo de estas dos variables en la fertirrigación que inciden directamente en la producción, generaron en un determinado lapso de tiempo (2014 -2017) mejoras muy significativa en varios aspectos que lograron consolidar a Perú como el productor de semillas más importante de la compañía, con presentaciones de la calidad comparables a Francia y EEUU pero con un costo mucho menor (los mencionados usa tecnologías HI TEC o invernaderos bajo condiciones controladas), además de ser referencia de manejo técnico en producción para EEUU, México, Chile, Bélgica, India, Tailandia y China.

Estas mejoras se lograron además con un manejo agrícola de mejoras de oportunidades y de guía en factores climático que ayudan a la parte fisiológica de formación de semillas y adecuado manejo de mano de obra, otra limitante en importante para la lograr las mejoras establecidas. Esta vez nos centraremos en los impactos directos del Fertirriego en mejoras de los resultados de semillas de tomate indeterminado que sumaron el uso y manejo de la turba en condiciones de casa malla de Villacurí de forma general.

4.7.1 Mejora en ahorro efectivo de agua

El ahorro de agua es un factor muy importante y directo con el uso de turba, siendo un sustrato a diferencia de otras que existen en el mercado, presenta una mayor retentividad y no contiene contenido de sodio, por lo que no requiere de lavado previo al trasplante e incluso puede hacerse dicha acción en turba seca sin tener un resultado adverso.

El ahorro de agua empieza desde el 2011 con el uso de casa malla, donde inicialmente se usaba 12000 m³/año por hectárea de producción de semilla donde por un efecto de menos irradiación y ventilación el requerimiento de agua es menor que campo abierto, por lo que se logra consolidar una baja considerable de 7126 m³/año por hectárea de producción de semilla

Se ha logrado bajar el consumo de agua a 4834 m³/año por ha de producción, pero se puede mejora las metas puestas a cálculos basados en el comportamiento de las variables podemos proponer que 3800 m³/ha por ha de producción de tomate sería el consumo ideal propuesto.

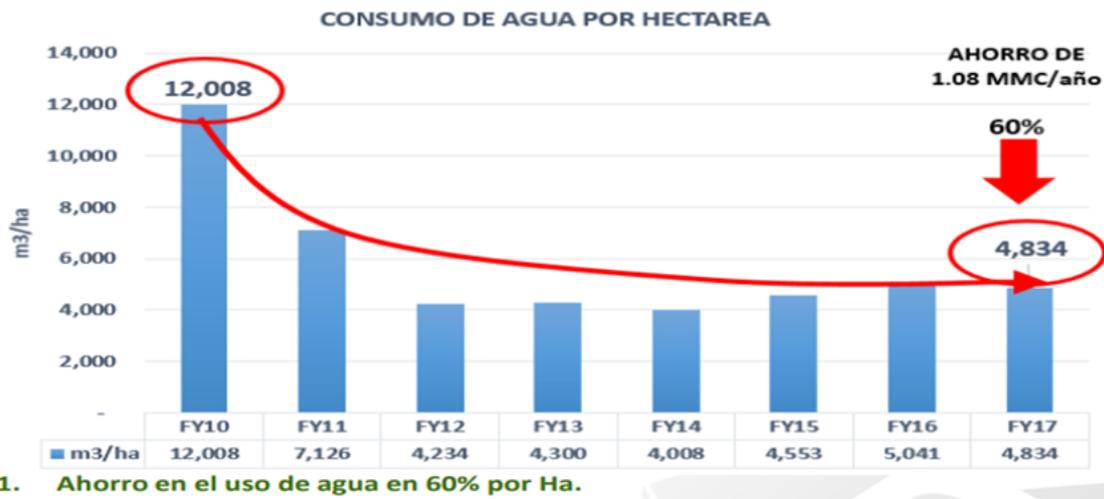


Figura 23: Ahorro de agua por uso de nuevas tecnologías. (Periodo: 2010 – 2017)

4.7.2 Mejora en Aspecto Fertilización.

La oportunidad de buen control de agua nos lleva también a un buen control de necesidad nutricional de cada planta, el tener una paca de turba donde cada individuo sin problemas sanitarios compite en igual condiciones para una adecuada producción, esta explicación no genera un campo con plantas balanceada adecuadamente y con estas estas características

Uniformidad de crecimiento, lo que genera un adecuado control de tiempos y mejor oportunidad de trabajo para todo un lote con la misma fenología, con órganos más consolidados, más receptivos y de mejor vigor para poder hacer el proceso de hibridación en menor tiempo de días.

Menor muerte de plantas esto incide directamente en la producción porque no hay perdidas de plantas desde estado inicial hasta el final.



Figura 24: La uniformidad de plantas genera uniformidad de hibridación.

4.7.3 Mejoras en aspecto sanitario

Las mejoras en aspecto sanitario, es saltante, las aplicaciones sanitarias bajan un 30 por ciento en comparación de una de campo abierto general, además en las aplicaciones para controlar los diversos complejos de pudrición de raíces es notable, no tenemos presencia de pudrición hasta momentos posterior a inicios de cosecha que favorece el proceso de producción.

Este aspecto de inocuidad de sustrato se complementa con el tema uso de agua de buena calidad para evitar diseminación de esporas y de nematodos o huevos de nematodos que pudiese afectar a las plantas en pleno crecimiento.

4.7.4 Mejoras en aspecto geográfico.

Muchas veces no tomada en cuenta, pero las mejoras son muy buenas, puesto que se ha podido gracias a este tipo de manejo a poder aprovechar las tierras o espacios menos productivos y hacerlos un lugar de gran producción.

Además, el poder escoger las mejores opciones climáticas y logísticas para optar por el lugar donde se requiere producir y algo no menos importante que es evitar desde ahora y siempre el tema de rotar campos infectados con el costo de esto conlleva de uso de nueva área y de mano de obra y materiales para la construcción o remoción de estructuras metálicas no permanentes.

4.7.5 Mejora en Aspecto de Oportunidades de ventanas comerciales

Se comentó inicialmente una ventana de producción de Mayo- Diciembre, pero con las mejoras de las casas mallas, el uso de sus accesorios como sombras (mallas Rachell) o pantallas luminet, además de labores como riego de caminos con cinta riega bordes, riego de caminos, colocación lateral de plásticos, uso de malla Velcro para calentamiento de zona se ha podido extender brecha de producción desde Enero a diciembre, lo que nos una preferencia en el mercado y un mejor precio de alocacion.

4.7.6 Mejoras en Producción de semilla

Todas estas mejoras se podrán visualizar en el resultado de producción que es pasar de kilos de semillas alocadas por ha como el indicador de mejora

Se ha mejorado este indicador de 118 kilos de semilla/ ha alocada a 180 kg/ha alocada.



Figura 25 : Mejoras de cantidad de semillas por piso

4.7.7 Mejoras en Calidad de Semilla

La Mejora de la calidad de en semilla se puede ver en porcentaje de calidades de semillas, pasando a mejorar desde las primeras pruebas de uso de casa malla y posterior uso de turba con todos los detalles ya establecidos anteriormente.

Tabla 14: Mejoras en calidad de semillas

Calidad de semilla	Aprobable (80/20)	2012	2014	2016	2017
A	A+B	55%	60%	80%	85%
B					
C	C	40%	36%	18%	19%
D	D	5%	5%	2%	1%

4.8 DEFICIENCIAS NUTRICIONALES IDENTIFICADAS EN TOMATE BAJO CONDICIONES DE CASA MALLA

Existen diversos desordenes fisiológicos, los cuales se deben aprender a diferenciar de los que son causados por factores como estrés, virus, plagas, variación climática (luz, humedad, temperatura), toxicidad de agroquímicos, entre otros.

Se debe analizar si la deficiencia de un elemento es localizada, ya que en algunos casos el elemento se encuentra en cantidades apropiadas, sin embargo, no es asimilado por la planta; esto se puede deber a la humedad de la turba, temperatura o antagonismo entre elementos químicos.

Por ello es conveniente realizar un análisis foliar y de agua, el cual nos permitirá tener un panorama amplio de la fertilidad en la planta.

4.8.1 Deficiencia de nitrógeno

Las plantas tienden a alargarse y los tallos se vuelven delgados, las hojas también son delgadas y erguidas. Las hojas basales presentan coloración verde amarilla.

Cuando la deficiencia es severa, toda la planta se torna de un color pálido, la nervadura principal de las hojas se vuelve de color púrpura antes de caerse. Las flores se pueden caer prematuramente y el fruto que se forma se queda pequeño. Ver anexo 11.

4.8.2 Exceso de nitrógeno

El exceso de nitrógeno induce un excesivo crecimiento vegetativo, tanto en la parte foliar como en las inflorescencias.

Produce hojas de color verde oscuro, retrasa la floración y hay menos flores por racimo.

Se produce un escaso cuajado de frutos, estos adquieren un color verde pálido y la maduración se retrasa. Los tallos se vuelven gruesos y los entrenudos largos. Ver anexo 11.

4.8.3 Deficiencia de fósforo

Los tallos se tornan delgados y fibrosos con una coloración púrpura opaca.

Las hojas también presentan coloración verde oscuro en algunos casos presentan tintes de color púrpura.

Se presenta poca floración y cuajado de frutos.

Cuando la deficiencia es muy severa se presenta un retardo en la floración, se produce caída de hojas, flores y frutos, y la maduración es tardía. Ver anexo 11.

4.8.4 Deficiencia de potasio

La deficiencia de potasio se manifiesta primero en hojas viejas; se caracteriza por una clorosis entre las nervaduras, las cuales rápidamente se tornan de color bronce y luego necrosan. Los entrenudos se acortan. Los frutos presentan coloración irregular. Ver anexo 11.

4.8.5 Deficiencia de calcio

Aunque el calcio se suministre en grandes cantidades se presenta deficiencia en la planta por baja o alta humedad relativa, alta temperatura en el suelo y en el aire o estrés por agua y poco desarrollo del sistema radicular, lo que hace que la planta no sea capaz de translocarlo a las hojas y a los frutos. Ver anexo 11.

Inicialmente muestra un amarillamiento de los bordes en hojas superiores, observándose una coloración oscura en el envés, las hojas en formación presentan deformación y curvamiento de los bordes hacia arriba y el punto de crecimiento presenta necrosis.

En los frutos se presenta una pudrición en el extremo apical, lo que comúnmente se conoce Blossom End Root (BER). Ver anexo 11.

4.8.6 Deficiencia de magnesio

Se presenta en las hojas más viejas de la planta, las cuales presentan clorosis marginales, que van progresando hacia el centro como una clorosis internerval, aparece un moteado necrótico en las hojas cloróticas (amarillas). En casos severos toda la planta se vuelve amarilla originando la muerte de las hojas. Ver anexo 11.

4.8.7 Deficiencia de manganeso

Las hojas apicales, medias y viejas desarrollan clorosis internara, seguida de necrosis, dando apariencia de un moteado.

La nervadura central de la hoja y algunos bordes alrededor se mantienen verdes mientras que el resto de la hoja es de color amarillo. Si la deficiencia es severa, se desarrollan pocas flores y frutos. Ver anexo 11.

4.8.8 Deficiencia de hierro

Se presenta en las hojas terminales, con una clorosis en los márgenes, que se extiende por toda la hoja.

Disminuye el crecimiento de la planta, las hojas se vuelven más pequeñas de lo normal y las flores se caen. Con el tiempo, la clorosis puede pasar a las hojas más viejas.

La deficiencia de hierro puede ocurrir por un exceso de manganeso en los tejidos de las plantas. Ver anexo 11.

4.8.9 Deficiencia de boro

Se manifiesta generalmente en las hojas jóvenes, las cuales permanecen pequeñas y se deforman enroscándose hacia adentro, con manchas cloróticas de color amarillo; se afecta el punto de crecimiento, el cual se necrosa y muere deteniendo completamente el crecimiento de la misma. También produce caída de flores y frutos. En los frutos tiende a producir hendiduras necrosadas. Ver anexo 11.

4.9 DESORDENES FISIOLÓGICOS COMUNES ENCONTRADOS EN LA PRODUCCIÓN

4.9.1 Rajaduras en frutos

Se presentan por riego irregular, fluctuaciones de la humedad del suelo, alta temperatura y alta irradiación del día y temperaturas nocturnas bajas, plantas viejas con poca área foliar, poda fuerte de hojas y bajos niveles de nutrientes, especialmente potasio, calcio y magnesio. Ver Anexo 12.

4.9.2 Cat face (cara de gato)

Es un desorden común en cultivos bajo invernadero; se presenta por la presencia de alta humedad relativa y bajas temperaturas, lo que conlleva a disminuir la viabilidad y la cantidad del polen, se distorsionan tanto el ovario como los estambres y se produce la deformación del fruto, acompañado de un tejido corchoso en las cavidades que se forman. Ver Anexo 12.

4.9.3 Caída de flores

Se presenta cuando la humedad es baja y no satisface los requerimientos del cultivo lo cual evita la polinización normal de la flor, el polen se seca y causa aborto.

También se presenta por una deficiencia de boro en la planta, especialmente en época de floración, cuando se hacen aplicaciones excesivas de nitrógeno.

La junta de la flor tiende a volverse amarilla antes de caer y en casos severos la flor no desarrolla y cae. Ver anexo 12.

4.9.4 Hoja enrollada

Las hojas tienden a mostrar un enroscamiento hacia arriba y sucede cuando la planta se encuentra en un ambiente con condiciones altas temperaturas y radiación directa del sol sobre la planta y no se tiene la suficiente humedad en el medio (sustrato).

Los frutos pueden quedar expuestos a condiciones extremas de temperatura, incrementándose la susceptibilidad del fruto al agrietamiento. Las hojas se mantienen turgentes, pero no se marchitan. Ver anexo 12.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El empleo de las casas mallas, permite acondicionar las condiciones climáticas de acuerdo con las características del cultivo, como uso de sombras, riego de caminos internos y demás acciones que ayudan a modificar las condiciones internas del cultivo. Lo que nos genera directamente mejoras en la calidad de semillas e indirectamente mejora de costos por aspectos sanitarios controlados, desinfección de suelos, y la no rotación de campos como sucede convencionalmente.

Adicionalmente al uso de esta tecnología la turba es un buen sustrato para usarlo en la agricultura intensiva, pues es inerte, limpio y no genera ningún desbalance catiónico, además la turba presenta buena retentividad de humedad que le proporciona al cultivo mayor oportunidad de absorción de agua y nutrientes, menor costo en manejo de problemas radículas y nematodos ello se logra con el conocimiento de sus características en relación con el cultivo de tomate indeterminado. Dentro de lo ya mencionado podemos ampliar cada característica positiva del sustrato turba:

- La turba permite un ahorro en el consumo de agua de m^3/ha por año (alrededor del 60%), así como un mejor desarrollo sanitario de las raíces. Aún hay oportunidad de mejora de este porcentaje.
- El uso de turba influye directamente en mejorar la producción de semillas (52%) luego de que este medio y su buen manejo de riego lleva tener un cultivo uniforme y balanceadamente óptimo que origina en la planta un buen desempeño de hibridación y acortamiento de dicho proceso de semanas a días. Además de asegurar generar mayor cantidad de semillas y calidad en los pisos superiores, lugares siempre difíciles de lograr uniformidad de llenado de frutos y conformación de semillas.

- La fertirrigación de tomate de semilla debe efectuarse por variedad, pues al controlar los temas sanitarios en el aspecto radicular y las demás ventajas que proporciona la casa malla, las genéticas y comportamientos propio de la variedad se va demostrando en campo y es menester cumplir con el requerimiento nutricional específico que esto genera.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para generar un adecuado plan de fertirriego en un cultivo tanpreciado como es el tomate, plantear la curva de extracción de nutrientes del cultivo.
- Se debe potenciar los programas de investigación en semillas en la UNALM, el uso y prueba de tecnologías probadas que se esté usando en la agricultura moderna como son el uso de turba como sustratos y de casas de vegetación, así como la adecuación del fertirriego a la fenología del cultivo.
- Se debe revisar el rubro de producción de semillas comerciales principalmente de hortalizas, en base a que contamos con casi todas las condiciones climáticas adecuadas.

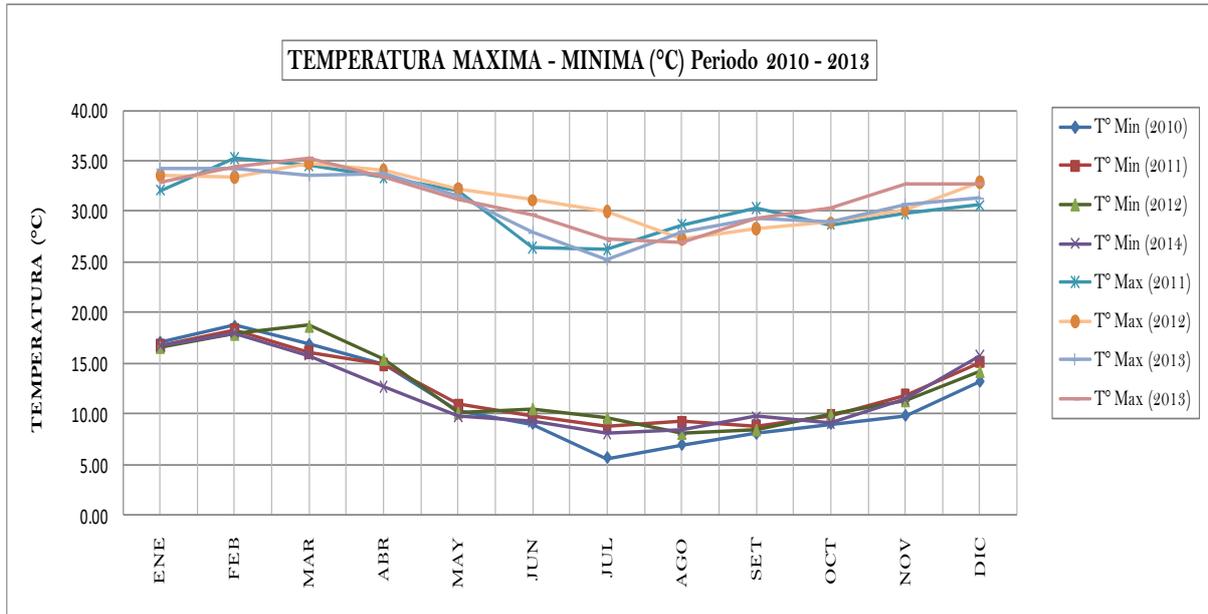
VI. BIBLIOGRAFÍA

- ALIAGA ARTIGA, E, (2016) Dos frecuencias de riego en *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus* en cuatro diferentes sustratos para jardines verticales. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 107p.
- BALTAZAR ZÚÑIGA, B.I, (2018) rendimiento y calidad en tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Toroty F1) Empleando cuatro láminas de riego Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 110p
- CERVANTES GARZÓN LA,(2018) Calanálisis de cuatro láminas de riego en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv Katya) bajo condiciones de cañete. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 101p.
- GONZALES RIVERA, J.E (2016) Rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya) empleando cuatro láminas de riego bajo condiciones de cañete. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 84p
- PAREDES QUISPE C., (2017) Manejo agronómico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) (Thunb.), para producción de semilla, bajo condiciones de Villacurí - Ica Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 48p.
- PÉREZ EGUZQUIZA D.K, (2014) Evaluación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en la molina. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 95p.
- POLAR CARRILLO, J.C, (2014) Manejo agronómico del cultivares indeterminados de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), para producción de semilla, bajo condiciones de Villacurí - Ica Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. p.
- SOTO CANALES, H., (2015) Cultivo del tomate tipo cereza (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) bajo condiciones Hidropónicas. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 39p.
- CAMACHO, F. 2005. Técnicas de producción de cultivos protegidos. Andalucía – España. Pp 25-30.
- CAMPAÑA, A. C. 2008. Situación actual y perspectivas de la industria de los invernaderos en México. En: de Riego. Pp. 8 -11

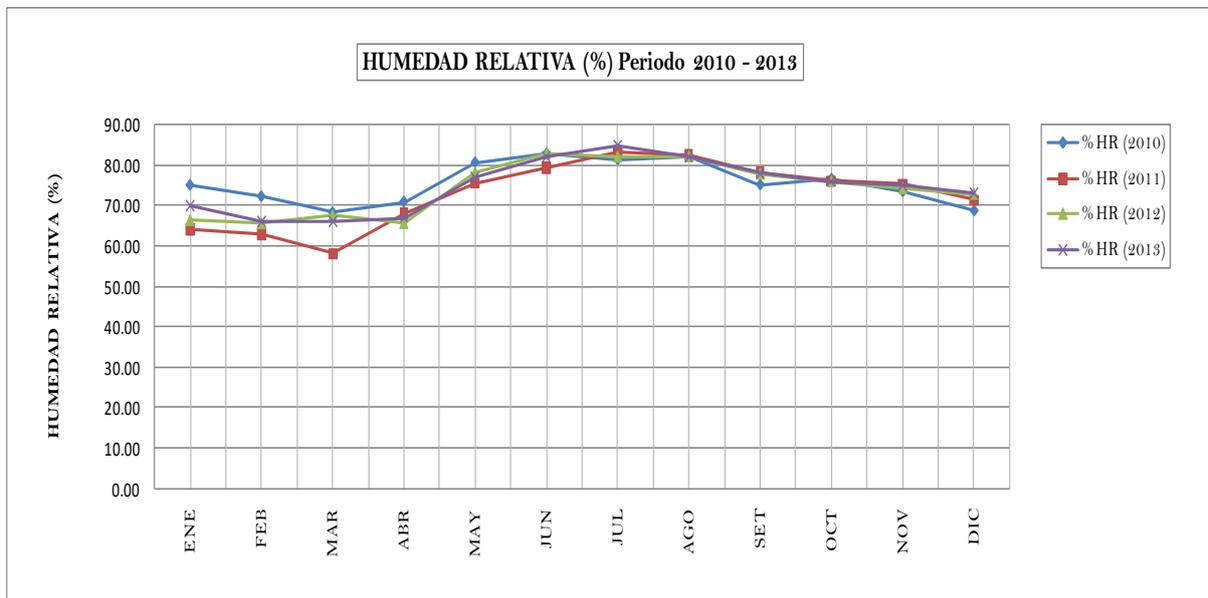
- GUTIÉRREZ, A., 2011. Agua, problemática de la región Ica, alternativas de solución. Revista. Ica – Perú. 30 p.
- JARAMILLO, J. 2005. El cultivo de tomate bajo invernadero. México. Pp 25.
- NUEZ, U. 1995. El cultivo del tomate. Santiago - Chile. 793 p.
- CASTAGNINO, A. 2008. Manual de Cultivos Hortícolas innovadores. 1ra Edición. Editorial hemisferio sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 356 p.
- PAVÁN, MA. 1995. Interpretación de los análisis químicos del suelo y recomendaciones de encalado y fertilizantes. PROCAFÉ/IRI/USAID. Nueva San Salvador, El Salvador, C.A.
- RODRÍGUEZ, R. TAVARES, R. Y MEDINA, 2001. Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.
- SALDAÑA, H. 2002. Estrategia de manejo integrado de plagas en el cultivo industrial de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), en el valle de Barranca-Lima, Perú presentado para optar el grado de Magister Scientiae (Mg. Sc.).
- SÁNCHEZ, G. Y VERGARA, C. 1998. Plagas de hortalizas. Departamento de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 269p.
- SARMIENTO, J. Y SÁNCHEZ, G. 2000. Evaluación de insectos. Departamento de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 117p.
- TJALLING, H. 2006. CropKit. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. Perú. 84 pp.
- UGÁS, R., SIURA, S., DELGADO DE LA FLOR, F., CASAS, A. Y TOLEDO, J. 2000. Hortalizas. Datos básicos. UNALM. Lima – Perú. 202 p
- SALUNKHE, D. and KADAM, S. 1998. Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing. Marcel Dekker. New York. 721 p.
- CASTAGNINO, A. 2008. Manual de Cultivos Hortícolas innovadores. 1ra Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 356 p.
- SALDAÑA, H. 2002. Estrategia de manejo integrado de plagas en el cultivo industrial de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), en el valle de Barranca-Lima, Perú presentado para optar el grado de Magister Scientiae (Mg. Sc.).
- DIAZ, F. Y TERNERO, L. 1998. Plagas insectiles en cultivos comerciales y experimentales de tomate en la costa norte durante el periodo 1992-1998. XI Convención Nacional de Entomología Resúmenes. Lima, Perú. 83 p.

VII. ANEXOS

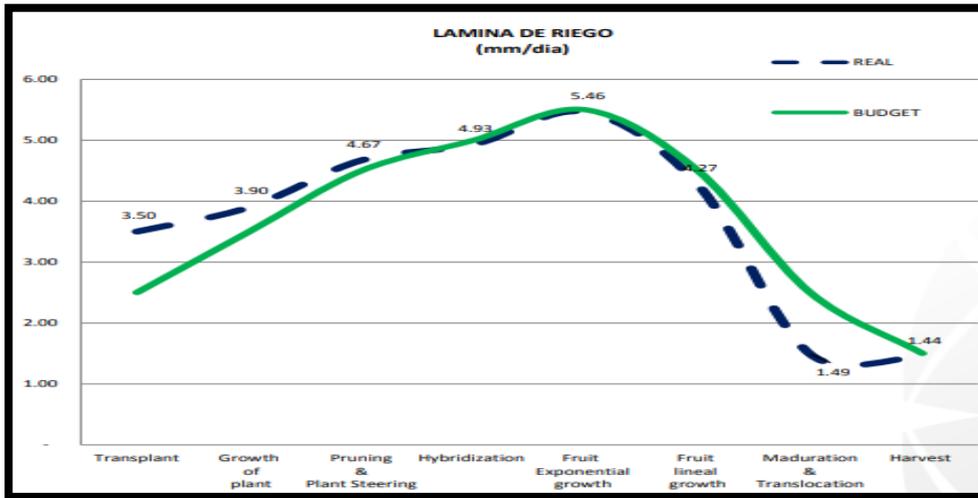
Anexo 1: Fluctuación de Temperatura Máxima y Mínima (Periodo: 2010 – 2013)



Anexo 2: Fluctuación de Humedad Relativa (Periodo: 2010 – 2013)



Anexo 4: Grafica Ratios de Lamina de riego por Fenologia (Periodo: 2010 – 2013)

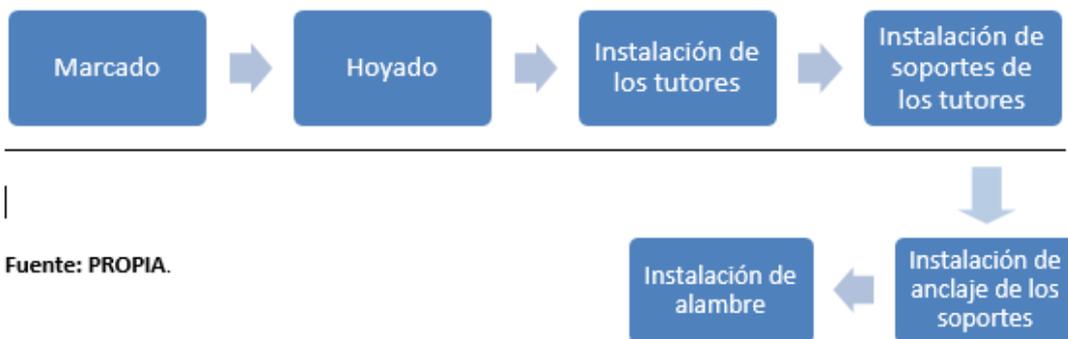


Anexo 5: Secuencia o flujo de Armande de casas Mallas (Periodo: 2010 – 2013)

Proceso de Instalación:

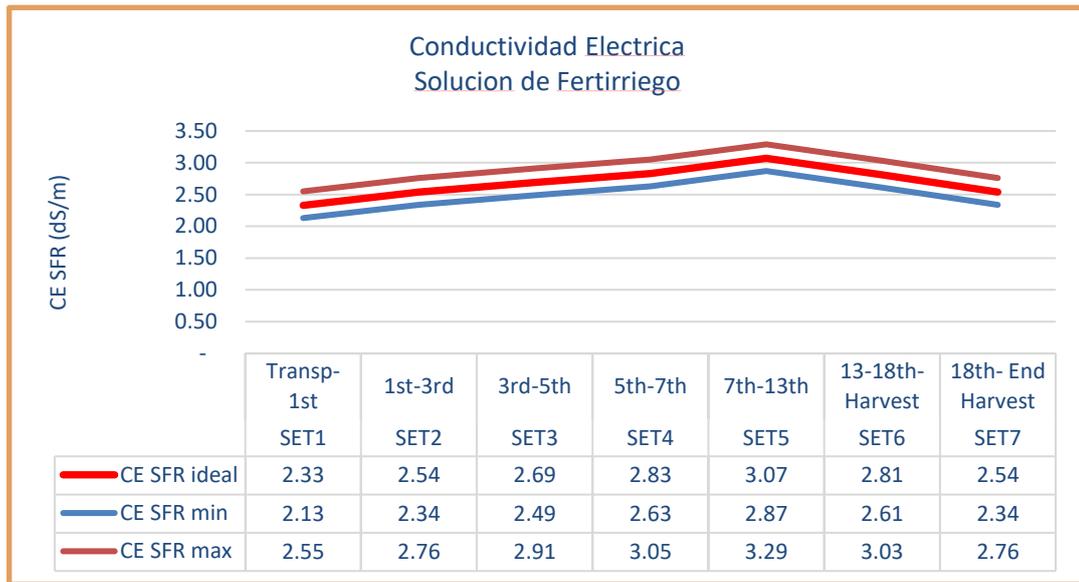


Instalación del tutorado:

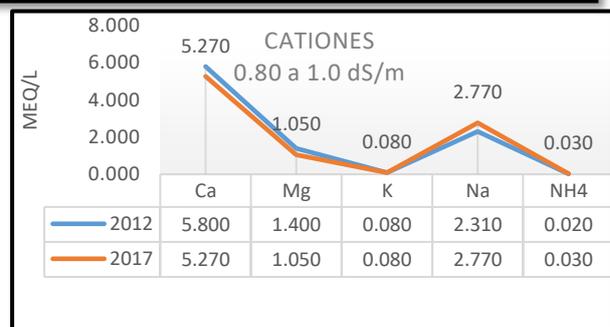
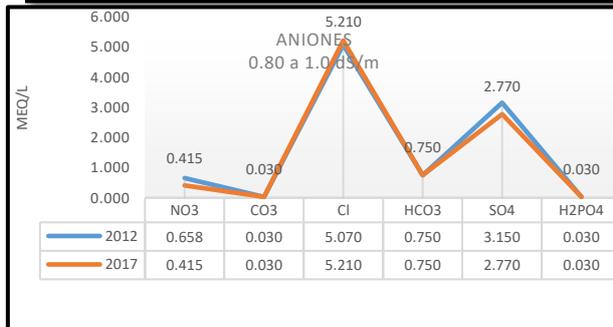
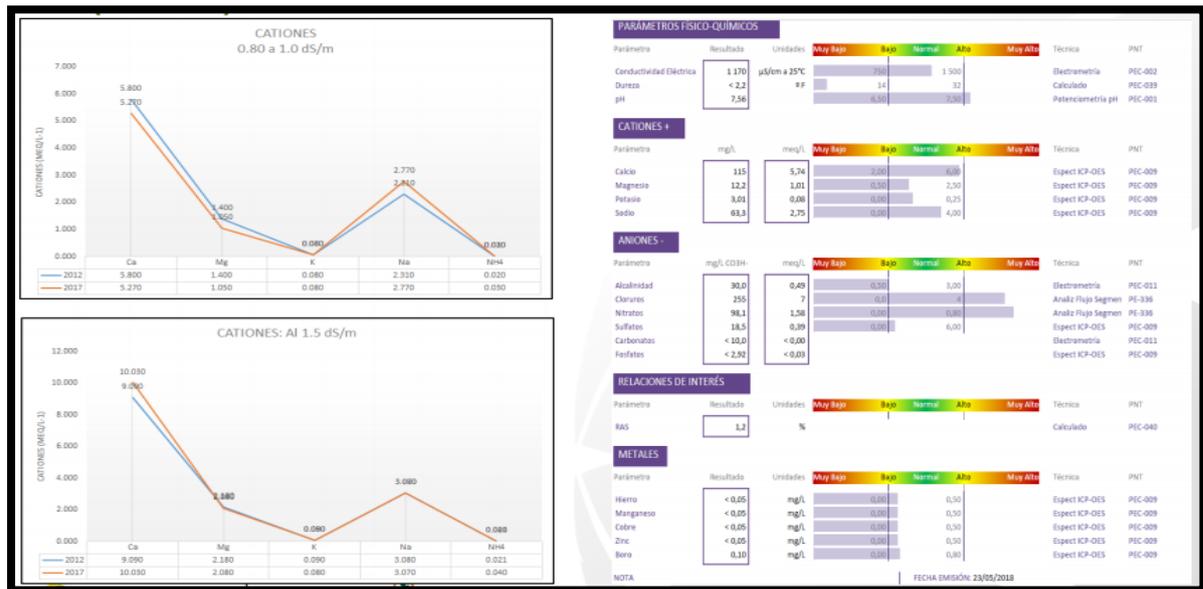


Fuente: PROPIA.

Anexo 6: Ratios de Conductividad eléctrica de SFR (Periodo: 2010 – 2013)



Anexo 7: Aporte nutricional del agua base, muestreo, seguimiento de cationes



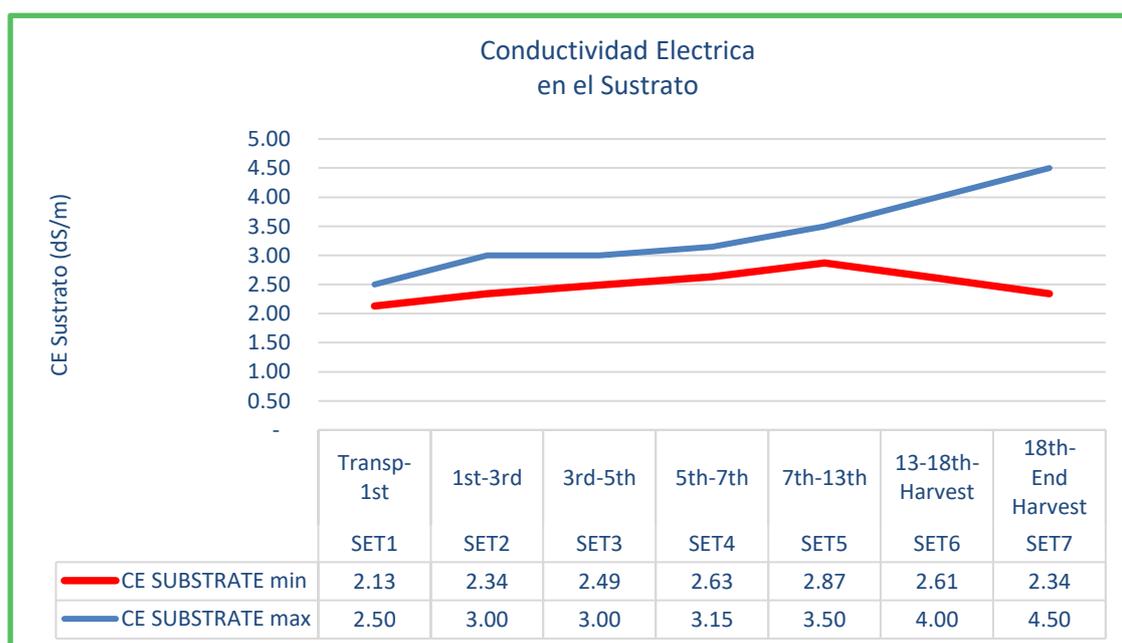
Anexo 8: Numero de muestras por cantidad de materiales (Periodo: 2010 – 2013)

RANGO TOMA DE MUESTRAS	
N° Líneas	N° de Muestras
< 1	1
1 - 5	3
6 - 14	6
15 a +	9

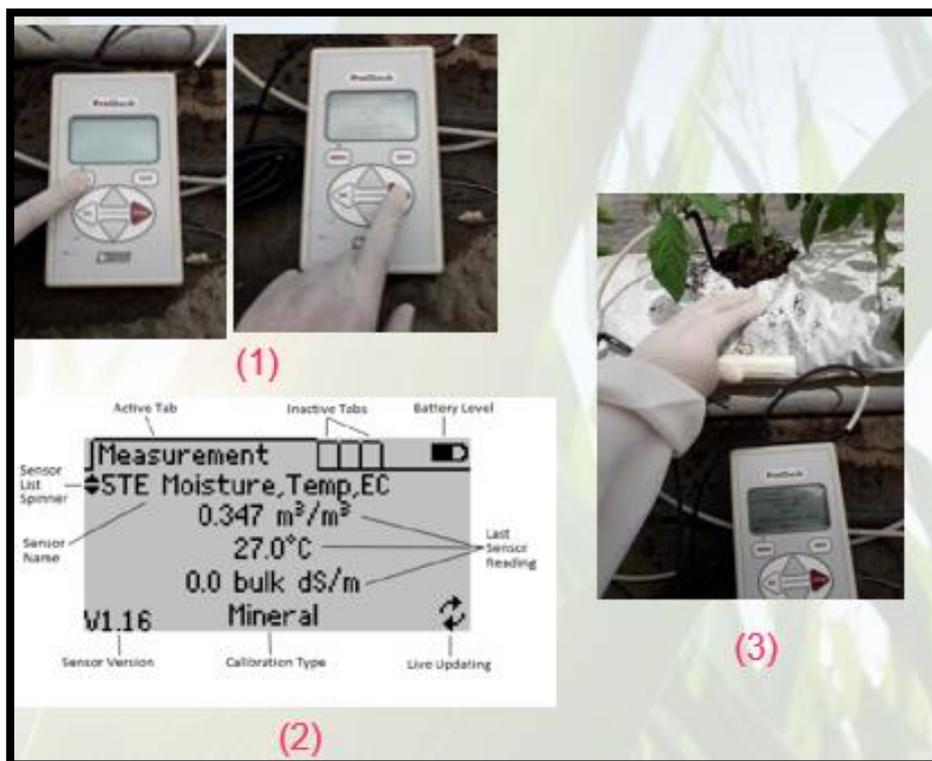
Anexo 9: Parámetros de medición hídrica (Periodo: 2010 – 2013)

PARAMETRO	METODOLOGIA	RANGO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
Volumen de SFR	Volumen de las bandejas de control, probeta graduada.	Variable	Diario	Variación de +/- 15% del volumen teórico.
Volumen de drenaje	Volumen de la bandeja de drenaje, probeta graduada.	Variable	Diario	Optimo: 10 - 20% del volumen entregado.
pH y C.E.	Medición directa, combo de medición.	pH: 5.5 - 6.5 C.E: 2.5 - 4 ds/m	Diario	Obtener pH y C.E. del volumen de riego y drenaje.
Biometría	Identificación de plantas, cinta adhesiva de color, wincha, vernier, mennoflorade.	Variable	2 veces /semana	Medición de altura de plantas, distancia entrenudo, diametro (cuello, parte media y ápice). En frutos: diametro longitudinal y ecuatorial.

Anexo 10: Conductividad eléctrica del sustrato (Periodo: 2010 – 2013)



Anexo 11: Muestreo de agua libre método analógico (Periodo: 2010 – 2013)



Anexo 12: Deficiencias Nutricionales.

Deficiencia de Nitrógeno



Exceso de Nitrógeno



Deficiencia de Fosforo



Deficiencia de Potasio



Deficiencia de Calcio



Deficiencia de Magnesio



Deficiencia de Manganeso



Deficiencia de Hierro



Deficiencia de Boro



Anexo 13: Desordenes fisiológicos de producción

Rajaduras en Frutos



Cat Face (cara de gato)



Caída de flores



Hoja enrollada

