INFORME TECNICO FINAL

Nombre del proyecto	Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá.
Código del proyecto	PYT-2017-0335
Informe final	Final
Período informado (considerar todo el período de ejecución)	desde el 02/01/2018 hasta el 18/10/2019
Fecha de entrega	18 de Octubre de 2019

Nombre coordinador	Jorge Olave Vera
Firma	

INSTRUCCIONES PARA CONTESTAR Y PRESENTAR EL INFORME

- Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

- Sobre la información presentada en el informe:

  - Debe dar cuenta de todas las actividades realizadas en el marco del proyecto, considerando todo el período de ejecución, incluyendo los resultados finales logrados del proyecto; la metodología utilizada y las modificaciones que se le introdujeron; y el uso y situación presente de los recursos utilizados, especialmente de aquellos provistos por FIA.
  - Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
  - Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
  - Debe ser totalmente consiste en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
  - Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero final y ser totalmente consistente con ella.

- Sobre los anexos del informe:

  - Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
  - Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
  - También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

- Sobre la presentación a FIA del informe:

  - Se deben entregar tres copias iguales, dos en papel y una digital en formato Word (CD o pendrive).
  - La fecha de presentación debe ser la establecida en el Plan Operativo del proyecto, en la sección detalle administrativo. El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.
  - Debe entregarse en las oficinas de FIA, personalmente o por correo. En este último caso, la fecha valida es la de ingreso a FIA, no la fecha de envío de la correspondencia.

- El FIA se reserva el derecho de publicar una versión del Informe Final editada especialmente para estos efectos.

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES GENERALES 6
2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO 6
3. RESUMEN EJECUTIVO 7
4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO 9
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE) 9
6. RESULTADOS ESPERADOS (RE) 10
7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO 23
8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO 24
9. POTENCIAL IMPACTO 25
10. CAMBIOS EN EL ENTORNO 25
11. DIFUSIÓN 26
12. PRODUCTORES PARTICIPANTES 27
13. CONSIDERACIONES GENERALES 28
14. CONCLUSIONES 30
15. RECOMENDACIONES 30
16. ANEXOS 31
17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 142

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Universidad Arturo Prat
Nombre(s) Asociado(s):	Enrique Arroyo Castro
Coordinador del Proyecto:	Jorge Olave Vera
Regiones de ejecución:	Tarapacá
Fecha de inicio iniciativa:	02/01/2018
Fecha término Iniciativa:	18/10/2019

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Aporte total FIA	
Aporte Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario
	Total

Acumulados a la Fecha		
Aportes FIA del proyecto		
1. Total de aportes FIA entregados		
2. Total de aportes FIA gastados		
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes FIA		
Aportes Contraparte del proyecto		
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario	$
	No Pecuniario	
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario	
	No Pecuniario	
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario	
	No Pecuniario	

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

El presente informe resume las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el periodo comprendido entre el 30.04.2019 al 17.10.2019:

a) El proyecto se encuentra en régimen y semanalmente se realizan las mediciones en el árbol y descarga de la información de los instrumentos climáticos, humedad de suelo, fenológicos, producción y calidad del fruto.

b) Se realizan las actividades de capacitación que consideraron el Taller 2 (), Curso (02.10.2019) y Seminario Final (09.10.2019)

c) En el taller 2 concurre el asesor técnico del proyecto – Dr. Ricardo Cautín y el Dr. Claudio Balbontín (INIA Intihuasi) - Invitado

d) En el Seminario de cierre concurre el asesor técnico del proyecto – Dr. Ricardo Cautín y el Dr. Marcos Bueno de Morais – especialista en Meteorología. Los dos participaron con exposiciones.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

La fruticultura de Pica se realiza en un ambiente hiperárido, lo que determina árboles en permanente estrés hídrico debido a una alta demanda atmosférica (18.000 m3/ha/año), lo cual significa un alto requerimiento de recurso hídrico para sostener una producción comercial de limón de Pica . Sin embargo, la disponibilidad de recurso hídrico subterráneo de la cuenca de Pica no supera los 250 lps (CIDERH, 2013), valor inferior a los derechos de agua otorgados (Aguilera, 2015). Dado este escenario, la producción media de los árboles de limón de Pica es de 25 kg/árbol/año (INDAP, 2010) y una baja eficiencia en el uso del agua con valor medio de 3 kg limón de Pica/1 m3 de agua (CIDERH, 2014).

En este proyecto se plantea el uso de cubiertas de malla en las plantaciones de limón de Pica, para determinar su impacto en la reducción de la demanda hídrica por parte de los árboles, al recibir una menor radiación incidente, sin afectar la luminosidad y los procesos fisiológicos asociados que llevan a la brotación, floración y fructificación; así como también la calidad del fruto asociado al contenido de jugo cuyo valor establecido en la Norma Chilena de Limas Ácidas es un 45% (INN, 2004).

Los resultados esperados están asociados a que una de las cubiertas de mallas evaluadas determine una menor demanda hídrica, una mayor producción por árbol y una mayor eficiencia en el uso del agua con relación al cultivo al aire libre.

Los impactos esperados son: a) generar un nuevo modelo de producción de limones de Pica en ambientes hiperáridos, el cual sea replicado por los productores de este frutal y otras que se cultivan en Pica; así como también, para otras áreas frutícolas que presenten condiciones ambientales de aridez; y b) las instituciones de fomento de la pequeña agricultura familiar campesina incorporen en sus programas de inversiones el financiamiento de cubiertas de malla para plantaciones frutales.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Determinar el impacto del uso de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de limón de Pica

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto[1]
1	Evaluar el comportamiento de los factores de producción: brotación, floración y fructificación que presentan las plantas de limón de Pica cultivadas bajo cobertura de malla plástica	100%
2	Determinar el efecto que produce la cobertura de malla plástica sobre el cultivo de limón de Pica sobre las condiciones ambientales y la respuesta ecofisiológica de las plantas	100%
3	Determinar el impacto que presenta la cobertura artificial para el cultivo de limón de Pica sobre la demanda hídrica directa, estatus hídrico y estrés en las plantas de limón de Pica	100%
4	Evaluar el efecto directo que presenta la cobertura artificial sobre el cultivo de limón de Pica sobre los parámetros de crecimiento en postcosecha y las variables de calidad del fruto a la cosecha	100%
n	Determinar la relación Beneficio-Costo del uso de ,mallas fotoselectivas y la Eficiencia Económica del Limón de Pica	100%
	Realizar estrategias de difusión del cambio tecnológico y sus efectos entre los posibles usuarios de la tecnología propuesta	100%

[1] Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

6.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.
El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	
1	1	Incremento en la producción de limón de Pica bajo cubiertas de malla plásticas	Producción	P= kg de limón de Pica/árbol	6 kg/árbol	**8,0 kg/árbol** Avance resultados Sin Mallas = 7,03 kg/árbol (=87,81%) Malla Negra = 7,45 kg/árbol (=93,13%) Malla Perla = 7,13 kg/árbol (=89,06%) Malla Azul = 6,93 kg/árbol (=86,56%)	Junio 2019	100%

[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

1	2	Disminución de los grados día para la ocurrencia de las fases fenológicas	Grados Día	Grados-Día: (grados Día Fase Fenológica/Grados Día Fenológica Aire Libre)*100	2.902 Grados Día Total Fases Fenológicas	Menos un 10% Grados Día Fases Fenológicas	Junio 2019	100%
Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.								
-Resultado 1 = Los valores de cosecha de limón de Pica con y sin malla (agosto 2018-marzo 2019) superan el indicador basal y todos ellos muy cercanos al indicador esperado, sobre todo bajo malla negra con un déficit de un 6,87% -Resultado 2 = Los días grado acumulados en los tratamientos con y sin malla (agosto 2018-abril 2019) acumulan en promedio 2.947 Grados Día, con ocurrencia de las fases fenológicas vegetativa, botón floral, plena flor, cuaja, crecimiento fruto en todos los tratamientos. Solo la malla negra presenta mayor acumulación GD (16,88%) para un ciclo completo de botón floral a cosecha tomando como referencia el limón de Pica sin malla. Las otras mallas, y sobre todo la azul presenta un microclima más regulado.								

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
Anexo 1

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% cumplimiento
			Nombre del indicador[7]	Fórmula de cálculo[8]	Línea base[9]	Meta del indicador[10] (situación final)	Fecha alcance meta programada[11]	
2	3	Mayor eficiencia productiva de la Radiación TOTAL[12] o PAR con al menos una de las mallas fotoselectivas en plantas de limón de Pica.		Eficiencia Uso Radiación (EUR)[13]: g/WATT PAR (TOTAL)	3,73 kg/Watt-m^2 (Radiación total: 11.124 watt/m^2 año 2016 y la producción es de 41550 kg/ha) Para 6 kg/árbol = 1.662 kg/ha = 0,15 kg/Watt – m^2	4,0 – 4,3 kg/Watt-m^2 Para 8 kg/árbol = 2.216 kg/ha = 0,2 kg/Watt-m^2 resultados Sin Malla = 0,25 Kg/Watt-m^2 Malla Negra = 0,34 kg/Watt-m^2 Malla Perla = 0,32 kg/Watt-m^2 Malla Azul = 0,30 Kg/Watt-m^2	Junio 2019	100

[7] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[8] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[9] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[10] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[11] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

[12] Arenas, J. 2017. Observatorio del clima para el año 2016 en la cuidad de Pica, provincia del Tamarugal, región de Tarapacá. Universidad Arturo Prat. 18p

[13] Kafi, M. and Al-Ahmadi, M.2008. Study of kochia (*Kochia scoporia*) as a forage crop. InBiosaline Agriculture and Hight Salinty Tolerance.Birkhâuser.367p

2	4	Menor síntesis de Prolina en las plantas de limón de Pica bajo cubiertas de malla plásticas.		Mmoles Prolina/g materia fresca (peso fresco)	45 mmoles Prolina/g materia fresca	Menor en 30% resultados Promedio 2018-2019 = 56,96% Mayor en un 2,87% en las mallas fotoselectivas que sin mallas	Diciembre 2018	100
2	5	Mayor lectura de clorofila en hojas de limón de Pica bajo malla.		A mayor concentración de nitrógeno foliar mayor lectura de clorofila (unidades spad)	No hay información basal <Nitrógeno total foliar < valor clorofila	>Nitrógeno total > valor clorofila **Avance en resultados** Sin Malla = Base 100% Malla Negra = (+) 6,76% Malla Perla = (+) 5% Malla Azul = (+) 11%	Diciembre 2018	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.

-Resultado 3 = Los resultados obtenidos considerando una base de comparación de 8 kg/árbol (0,2 kg/Watt-m^2), los tratamientos con malla superan al sin malla. La malla negra presenta el mayor valor de 0,34 kg/Watt-m^2, que equivale a (+) 36%

-Resultado 4 = Los resultados obtenidos muestran una mayor síntesis en los árboles bajo malla fotoselectiva en un 2,87% respecto a los árboles sin malla. La prolina no constituye un indicador de estrés confiable bajo las condiciones de este proyecto.

-Resultado 5 = Los resultados muestran que los árboles bajo malla presentan un mayor índice de clorofila, equivalente a un (+)11% con la malla azul. Esto indica que las plantas bajo malla presentan unna mejor condición para producción de biomasa a reflejarse en producción.

Anexo 2

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador[14]	Fórmula de cálculo[15]	Línea base[16]	Meta del indicador[17] (situación final)	Fecha alcance meta programada[18]	
3	6	Menor volumen de agua a aplicar bajo malla	Eficiencia uso del agua	Volumen de agua aplicada (litros/árbol/día) Etc (mm/día)	55 litros/árbol-día al aire libre 3 mm/día	50 litros/árbol-día bajo malla Resultados Sin Malla = 93 litros/árbol-día (5,07 mm/día) +86% Malla Negra = 74 litros/árbol –día (3,39 mm/día) +48% Malla Perla = 78 litros/árbol-día (3,12 mm/día) +56% Malla Azul = 79 litros/árbol-día (3,39 mm/día) +58%	Junio 2019	100%

[14] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[15] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[16] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[17] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[18] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

3	7	Incremento en la eficiencia en el uso del agua (EUA)	Eficiencia uso del agua	EUA (kg/m^3) = kg de limón de Pica producida/ m^3 de agua aplicada en un ciclo de cultivo	EUA = 3 kg/m^3	Incremento en un 30% Avance resultados Malla Negra = 42,94% (0,31 kg/m^3) Malla Perla = 20,10% (0,37 kg/m^3) Malla Azul = 15,27% (0,37 kg/m^3)	Junio 2019	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.
-Resultado 6 = El volumen de agua aplicado por árbol (agosto 2018-septiembre 2019) superan el valor de referencia de 55 y 50 litros/árbol, determinados por la demanda atmosférica. Sin embargo, son más eficientes en le uso del agua que los árboles sin malla en promedio 16 litros por planta menos. -Resultado 7 = Los arboles bajo malla incrementaron la Eficiencia en el Uso del Agua respecto a sin malla. La malla negra 42,94%; perla en 20,10% y azul en 15,27% a los árboles sin malla. No se obtiene un incremento del 30% de la línea base por la baja producción obtenida en el período del proyecto.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
Anexo 3

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador[19]	Fórmula de cálculo[20]	Línea base[21]	Meta del indicador[22] (situación final)	Fecha alcance meta programada[23]	
4	8	Reducción en el número de defectos de los frutos de limón de pica y aumento en el contenido de jugo	Calidad Fruto	Frutos Desecho (%): (N° Frutos con Defecto/N° Frutos Totales)*100 Contenido de jugo del fruto (%): (masa jugo/masa fruto)*100	25% 35%	Reducción en un 10% **Resultados** Sin Malla = 15% Mallas= 5% Incremento en un 10% **resultados** Sin Malla= (-)12,97% Malla negra = (+)1,91% Malla Perla =(-) 10,48% Malla Azul = (-) 2,34%	Junio 2019	100%

[19] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[20] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[21] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[22] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[23] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

4	9	Incremento en el calibre del fruto de limón de Pica bajo malla	Calidad Fruto	Calibre (mm)	35 mm diámetro ecuatorial fruto sin malla	Mayor a 35 mm diámetro ecuatorial bajo malla **Avance en resultados** Sin Malla= (+)10,65% Malla Negra = (-) 10,74 Malla Perla = (-) 14,77% Malla Azul = (-) 11,86	Junio 2019	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.

-Resultado 8ª = Los frutos de los árboles bajo malla presentan un menor porcentaje de desecho de frutos, por menor incidencia de russet, pinchaduras, golpe de sol principalmente. Los primeros dos por menor efecto del viento y el segundo por una menor radiación. No se observan diferencias entre mallas.
-Resultado 8b = Los frutos bajo malla presentaron menor incremento en el contenido de jugo respecto al valor de referencia de un 10%. Solo los frutos bajo malla negra presentaron un incremento positivo de un 1,91% respecto a la línea base de 35% y cumple con el valor referencial de limas ácidas. Respecto a la Norma Chilena de Limas ácidas no se cumple con el valor normativo de 40%.
-Resultado 9 = El calibre de los frutos obtenidos con malla fueron menores a 35 mm de diámetro, con un valor máximo de (-) 14,7% en la malla Perla. Los frutos sin malla presentaron un incremento de un 10,65% de calibre con base referencial de 35 mm. Se concluye que los frutos bajos malla presentan un menor calibre que los sin malla.
Hay que consignar que con independencia del calibre todos ellos pueden ser comercializados con el sello de la indicación geográfica por cumplimiento de la Norma Chilena de Limas Ácidas

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Anexo 4

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador[24]	Fórmula de cálculo[25]	Línea base[26]	Meta del indicador[27] (situación final)	Fecha alcance meta programada[28]	
5	10	Incremento en la eficiencia económica en el uso del agua	Eficiencia económica en el uso del agua	$/metro cúbico de agua	$3000/metro cúbico de agua	Incremento en un 30% Avance resultados Sin Malla = Base 100 Malla Negra = (+) 33,89% Malla Perla = (+) 18,66% Malla Azul = (+) 17,13%	Junio 2019	100%
5	11	Mayor Margen Bruto en cultivo de limón de Pica bajo malla		Margen Bruto ($/ha) = Ingresos-Costos Directo (Se usará como modelo la ficha técnica económica de ODEPA)	M.B.: $766 kilo Cultivo al aire libre	M.B.: 850-1000 kilo Cultivo bajo malla	Junio 2019	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.

-Resultado 10 = Los valores calculados están en función de la producción obtenida y su valor comercial y los volúmenes de agua aplicada por hectárea. A partir de esta consideración, se obtiene que la eficiencia económica de la producción bajo malla es positiva. La mayor eficiencia económica en el uso del agua se obtiene con la malla negra con un (+40,17%).
-Resultado 11 = Se establece el puntos de equilibrio para la inversión de producción bajo malla más los costos generales, que equivale a 116 kg/árbol.
Con incremento de producción de 150 kg/árbol se obtiene una utilidad de $22.033/árbol a un precio de $650/kilo, que equivale a un MB de $146,88 por kilo bajo malla.
Un incremento del precio a $800/kilo se obtiene utilidad de $44.533/árbol, equivale a un MB de 296,88 por kilo bajo malla.
Al cambiar densidad espacial y arquitectura del árbol (555 árboles /ha), se obtiene una utilidad de $33.062/árbol a un precio de $650, que equivale a un MB de $440,82 por kilo bajo malla. Al cambiar el precio a $800 kilo, el MB alcanza a $580 por kilo bajo malla.

[24] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[25] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[26] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[27] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[28] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
Anexo 5

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador[29]	Fórmula de cálculo[30]	Línea base[31]	Meta del indicador[32] (situación final)	Fecha alcance meta programada[33]	
6	12	Taller 1: Uso de las cubiertas de malla plásticas en frutales	Capacitación	Número de asistentes al taller propuesto N° de asistentes que respondan positivamente la encuesta de adopción de los conocimientos teórico-prácticos entregados	0	30 **Resultado final** 49 asistentes Se realizó actividad de inauguración	Diciembre 2018	100%
6	13	Taller 2: Resultados preliminares del uso de cubiertas de mallas plásticas en limón de Pica	Capacitación	Número de asistentes al taller propuesto N° de asistentes que respondan positivamente la encuesta de adopción de los conocimientos teórico-prácticos entregados	0	30 **Resultado final** 49 asistentes Se realizó actividad de avance resultados	Junio 2019	100%

[29] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[30] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[31] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[32] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[33] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

6	14	Curso: Manejo del limón de Pica bajo cubiertas de malla en limón de Pica	Capacitación	Número de asistentes al curso propuesto N° de asistentes que respondan positivamente la encuesta de adopción de los conocimientos teórico-prácticos entregados	0	30 **Resultado final** 16 asistentes Se realizó actividad del curso	Octubre 2019	100%
6	15	Seminario final: Presentación final de los resultados del proyecto	Capacitación	Número de asistentes al seminario propuesto N° de asistentes que respondan positivamente la encuesta de satisfacción del seminario	0	50 **Resultado final** 21 asistentes Se realizó Seminario de Cierre	Octubre 2019	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.
Se cumplieron con todos los resultados comprometidos.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
Anexo 6

6.2 Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

La floración principal del limón de Pica en el 2019 permitirá disponer los resultados en los meses de abril y mayo de 2020.
Los resultados productivos son parciales, ya que no coincidieron los dos ciclos de producción, con la fecha de medición post instalación de las mallas.

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Compra de equipamiento y materiales e insumos	**Positiva**: Ya se dispone de todo el equipamiento y materiales e insumos **Negativa**: Proceso de compras lento en la Universidad Arturo Prat y también disponibilidad de los proveedores	Se ajustó el tiempo de inició de las mediciones por efecto malla a partir de Junio-julio 2018
Disponibilidad de colores en mallas fotoselectivas	**Positiva**: Se tienen las tres mallas **Negativa**: Hubo cambió de colores. Se dispone de Negro, Perla y Azul	Solo es ajuste de los colores de las mallas

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

8.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

El presente informe resume las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el periodo comprendido entre el 30.04.2019 al 17.10.2019:

a) El proyecto se encuentra en régimen y semanalmente se realizan las mediciones en el árbol y descarga de la información de los instrumentos climáticos, humedad de suelo, fenológicos, producción y calidad del fruto.

b) Se realizan las actividades de capacitación que consideraron el Taller 2 (), Curso (02.10.2019) y Seminario Final (09.10.2019)

c) En el taller 2 concurre el asesor técnico del proyecto – Dr. Ricardo Cautín y el Dr. Claudio Balbontín (INIA Intihuasi) - Invitado

d) En el Seminario de cierre concurre el asesor técnico del proyecto – Dr. Ricardo Cautín y el Dr. Marcos Bueno de Morais – especialista en Meteorología. Los dos participaron con exposiciones.

8.2 Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

No hay

8.3 Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

No aplica

9. POTENCIAL IMPACTO

9.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales ($), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

-Disminución de la radiación incidente por efecto de las mallas fotoselectivas en un 19,26%

-Disminución de la demanda atmosférica por efecto de las mallas fotoselectivas en un 24,06%

-Disminución del potencial hídrico de las plantas por efecto de las mallas fotoselectivas en un 17,28%

-Disminución del volumen de agua aplicada por efecto de las mallas fotoselectivas en un 16,9%

-No se obtiene un efecto significativo en la calidad de los frutos.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

No existen cambios significativos en el entorno. Se han efectuado los ajustes y reitemizaciones acordadas con FIA.

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1	18.12.2019	Pica	Inauguración y Taller 1	49	-Invitación -Programa -Presentación Power Point
2	18.06.2019	Pica	Taller 1	49	-Invitación -Programa **-Presentación Power Point**
3	02.10.2019	Pica	Curso	16	-Invitación -Programa **-Presentación Power Point**
4	09.10.2019	Pica	Seminario Final	21	-Invitación -Programa **-Presentación Power Point**
5					
n					
			Total participantes	**135**	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

12.1 Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	N° de mujeres	N° de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el N° de productores por etnia)	Totales
	Productores pequeños	42	93	Aymara	135
	Productores medianos-grandes				
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
	Totales	**42**	**93**		

12.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
Todos	Tarapacá	Pica			

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Si, los resultados permitieron alcanzar el objetivo del proyecto.

Si se lograron los resultados o entregables comprometidos en el proyecto

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

Ha habido una buena complementación del equipo de trabajo y con el productor asociado Don Enrique Arroyo Castro

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

La incorporación de las mallas fotoselectivas a la producción citrícola de Pica para lograr una disminución de la demanda hídrica de los cultivos, fundamental en una cuenca desbalanceada como la de Pica.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

En el proyecto se ha incorporado información de suelo y agua obtenidos en otro estudio que se realiza en otro estudio en Pica mandatado por la Comisión nacional de Riego, y que servirán de base para el análisis de la información del volumen de agua a aplicar; así como también de otros estudios que servirán de soporte, como es también la información económica obtenida del Servicio de Asesoría Técnica (SAT) y de la Corporación de Fomento de la Producción.

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

Las principales conclusiones son las siguientes:

-Las mallas fotoselectivas reducen la radiación incidente, la demanda atmosférica y por ello la demanda hídrica de los árboles de limón de Pica.

-Las mallas fotoselectivas reducen el estrés hídricos de los árboles de limón de Pica

-Las mallas fotoselectivas inducen a un mayor contenido de clorofila en las hojas de limón de Pica

- La malla fotoselectiva negra genera ajuste térmico que determina una mayor acumulación de Grados_día respecto de las otras mallas y sin mallas

-Se genera en el último tercio de mediciones fenológicas diferenciación entre las mallas, obteniéndose un mayor porcentaje de crecimiento vegetativo en la mallas Gris, en comparación con las mallas negra y azul, lo cual puede ser determinante en la producción final en un ciclo de cultivo y en la selección de la malla.

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

16. ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADO N° 1 = Incremento en la producción de limón de Pica bajo cubiertas de mallas plásticas

Los frutos cosechados durante el período de Agosto 2018 a Septiembre 2019 se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro producción limón de Pica. 2018

Mes	Si Malla kg	Malla Negra kg	Malla Perla kg	Malla Azul kg	Total kg
Agosto 2018	0,28	0,27	0,26	0,27	1,08
Septiembre 2018	0,25	0,27	0,26	0,24	1,02
Octubre 2018	0,27	0,34	0,30	0,24	1,15
Noviembre 2018	0,21	0,25	0,25	0,22	0,93
Diciembre 2018	0,26	0,25	0,26	0,23	1,00
Enero 2019	0,19	0,21	0,18	0,20	0,79
Febrero 2019	0,19	0,21	0,19	0,18	0,78
Marzo 2019	0,16	0,18	0,15	0,19	0,68
Abril 2019	0,16	0,18	0,15	0,19	0,68
Mayo 2019	0,19	0,20	0,19	0,20	0,78
Junio 2019	0,17	0,21	0,20	0,16	0,74
Julio 2019	0,16	0,21	0,19	0,17	0,73
Agosto 2019	0,17	0,21	0,18	0,20	0,76
Septiembre 2019	0,20	0,26	0,20	0,23	0,89
Total – kg Muestreo Período	**2,86**	**3,25**	**2,96**	**2,92**	**11,99**
Total – kg árbol Período Muestreo	7,15	8,13	7,40	7,30	
Producción Total kg/árbol Período cosechado	**12,15**	**13,13**	**12,40**	**12,30**	
Indicador actual = 6,0 kg/árbol	**+102,5%**	**+118,8%**	**+106,7%**	**+105,0%**	
Indicador final = 8,0 kg/árbol	**+51,9%**	**+64,1%**	**+55,0%**	**+53,8%**	
Producción período: kg ha^{-1}	**3.365,55**	**3.637,01**	**3.434,8**	**3.407,1**	

El limón de Pica presenta su floración principal entre los meses de agosto a septiembre principalmente, una segunda floración importante con menor intensidad entre los meses de noviembre a diciembre y además todo el año

presenta floraciones esporádicas, condición que determina producción de fruta durante todo el año.
La producción cosechada desde Agosto de 2018 a Septiembre 2019 corresponde a las floraciones del segundo semestre de 2018 y esporádicas, las cuales fueron escasas, reflejándose en las producciones obtenidas diferenciadas por tratamiento – con y sin malla fotoselectiva.
En el mes de Julio de 2018 fueron instaladas las mallas fotoselectivas, debiéndose esperar su efecto en las floraciones del segundo semestre de 2019 y sucesivas.

Los efectos obtenidos en la producción obtenida estarían asociados al efecto de las mallas en la velocidad de crecimiento del fruto, lo cual se está reflejando en los pesos totales de los frutos.

Los resultados muestran de acuerdo a los indicadores establecidos que todos los tratamientos superaron el indicador base de 6 kg/árbol-año y muy próximos a la indicador meta de 8 kg/árbol-año.

RESULTADO N° 2 =Disminución de los grados día para la ocurrencia de las fases fenológicas

Los antecedentes disponibles sobre Grados- Día son los siguientes.

a) GRADOS DÍA

La acumulación de Grados Día del limón de Pica de Botón Floral a Cosecha es de 2900, tomando como base 10°C

La acumulación de Grados-Día detallada es la siguiente:

Tabla 2. Grados Día por fase fenológica en Limón de Pica.

Botón Floral	Plena Flor	Cuaja Fruto	Cosecha	Total
90.5	71.75	72.50	2.667	2.901.75
8 días	8 días	9 días	225 días	250 días

Grados día = ((T°Máx + T°Mín)/2)-10

Fuente: Corporación de Fomento de la Producción.1988. Introducción de Especies y Variedades Frutícolas. 208p

Estos antecedentes se compararán con la evolución de las fases fenológicas a presentarse en los tratamientos.

Hasta la fecha del informe y como se detalla en la Tabla 2 de Fenología, aún no se presenta una floración principal para establecer los registros correspondientes.

a) FENOLOGÍA DE LOS ÁRBOLES DE LIMÓN DE PICA

Para la caracterización fenológica se marcaron los árboles correspondientes a los cuatro tratamientos (tres con mallas fotoselectivas y uno al aire libre).

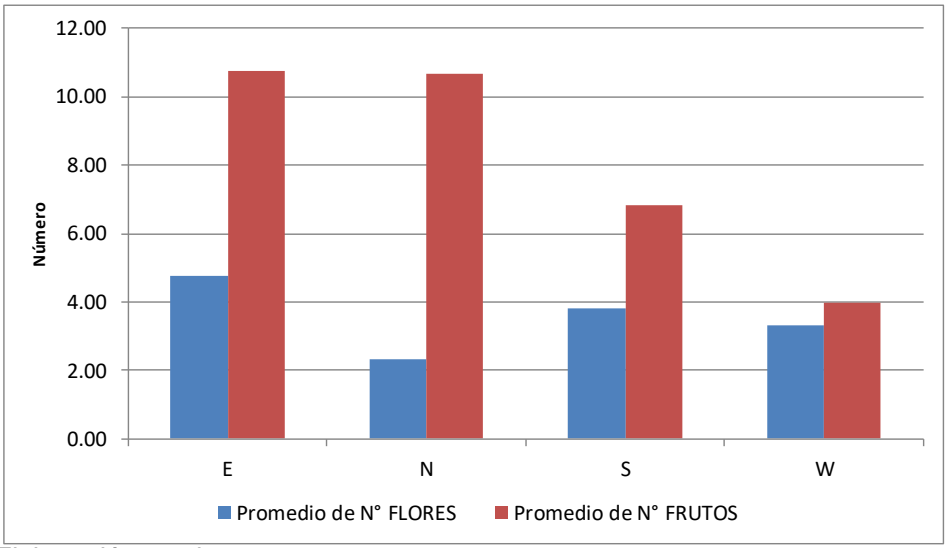
Se marcaron tres árboles por tratamiento y en cada árbol se marcó una ramilla correspondiente a cada punto cardinal y a igual altura del árbol del árbol, constituyendo un n= 48. El muestreo es semanal y considera número de flores, frutos y brotación.

La información basal obtenida indica el siguiente comportamiento:

-Flores = Mayor promedio de flores posición Este y menor posición Oeste; promedio general = 3,56 por ramilla

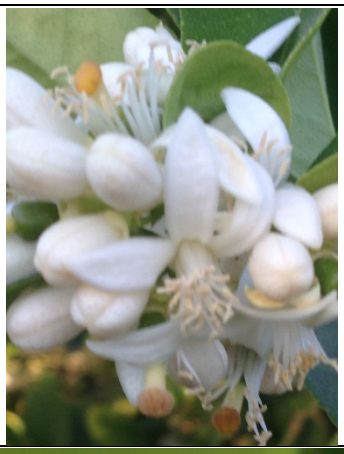
-Frutos = Mayor promedio de frutos posición Este y menor posición Oeste; promedio general = 8,06 por ramilla
Esta información inició su registro en el mes de mayo de 2018.

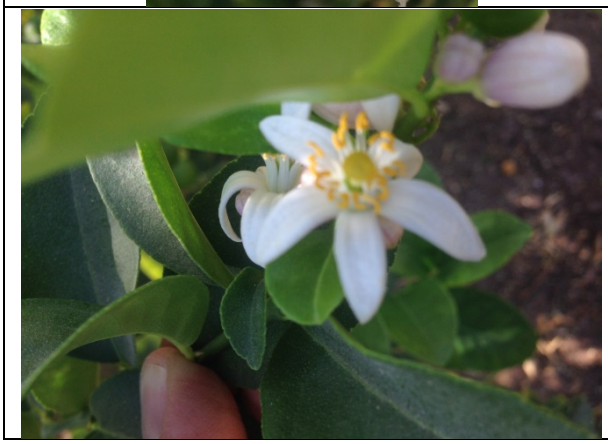
Figura 1. Floración y frutos promedio en árboles de limón de Pica según posición cardinal.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 2. Muestreo de ramillas: flores y frutos





Los Grados Día acumulados en el período agosto 2018 a septiembre 2019 se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Días-Grado acumulados en árboles de limón de Pica con sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Mes	Sin Malla	Malla negra	Malla Gris	Malla Azul
Agosto 2018	270,06	291,55	234,76	229,47
Septiembre 2018	278,96	333,50	270,96	262,48
Octubre 2018	310,30	370,80	301,26	301,84
Noviembre 2018	311,60	375,10	304,72	295,23
Diciembre 2018	336,85	402,55	327,05	316,83
Enero 2018	361,40	436,45	354,60	343,51
Febrero 2018	349,65	412,30	335,19	324,51
Marzo 2018	358,40	401,50	326,20	316,00
Abril 2018	290,70	368,00	372,60	314,30
Número días = 273	**2867,92**	**3391,75**	**2827,34**	**2704,17**
Base: 2.902 GD	**(-)1,17**	**(+)16,88**	**(-)2,57**	**(-)6,82**
Mayo 2019	278,75	282,65	288,20	262,00
Junio 2019	271,50	215,40	239,95	215,40
Julio 2019	234,50	239,00	266,05	239,00
Agosto 2019	282,50	305,10	305,05	517,20
Septiembre 2019	235,30	261,40	261,40	238,95
Total Grados Día	**4171**	**4695**	**4188**	**4177**
Base: 2.902 GD	**(+)43,72**	**(+)61,80**	**(+)44,31**	**(+)43,93**

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos determinaron que no se ha logrado una reducción del 10%en los Grados Día acumulados en el período de medición. Resulta relevante en la malla negra la mayor acumulación de Grados Día equivalente a un (+) 16,88%, lo cual indica que se genera un microclima con temperaturas más elevadas respecto a las otras mallas donde se presenta un leve descenso y también los árboles que están sin protección.

Esta condición es un aspecto a considerar para la interpretación y análisis de los resultados finales.

Tabla 4. Registro de fases fenológicas en árboles de limón de Pica.2018

Mes	Tratamiento	Fase Fenológica Predominante				
		V	BF	Fl	Cj	Fr
Agosto 2018	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	94,73		0,026		0,026
	Malla Perla	100,00				
	Malla Azul	92,00	4,00	4,00		
Septiembre 2018	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	90,47	3,18	3,18	3,18	
	Malla Perla	86,95	4,35	8,70		
	Malla Azul	92,00		4,00	4,00	
Octubre 2018	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	100,00				
	Malla Perla	85,71		9,52	4,76	
	Malla Azul	92,00		4,00	4,00	
Noviembre 2018	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	95,23		4,77		
	Malla Perla	91,30		4,35	4,35	
	Malla Azul	92,59		7,41		
Diciembre 2018	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	96,15		3,85		
	Malla Perla	90,50		4,50	5,0	
	Malla Azul	90.59		9,41		
Enero 2019	Sin Malla	98,96	1,04			
	Malla Negra	96,38	0,72	1,09	1,81	
	Malla Perla	95,49		0,35	2,08	2,08
	Malla Azul	96,91	0,31	1,23	0,93	0,62

Febrero 2019	Sin Malla	92,70	3,13	1,74	2,43	
	Malla Negra	94,93	1,09	1,09	1,81	1,09
	Malla Perla	96,88	1,04	0,35	0,69	1,04
	Malla Azul	95,36	1,55	0,31	1,86	0,93
Marzo 2019	Sin Malla	95,43	2,38	1,09	1,09	
	Malla Negra	95,23	2,38	1,19	1,19	
	Malla Perla	91,30		4,35	4,35	
	Malla Azul	92,59	2,47	2,47	2,47	
Abril 2019	Sin Malla	96,15	1,92	1,92		
	Malla Negra	96,15		1,92	1,92	
	Malla Perla	90,50		4,50	5,0	
	Malla Azul	90.59		9,41		
Mayo 2019	Sin Malla	42,11	10,53	5,26	15,79	26,32
	Malla Negra	44,78	13,43	4,48	16,42	20,90
	Malla Perla	66,67	10,53	3,51	12,28	7,02
	Malla Azul	34,67	14,67	8,00	24,00	18,67
Junio 2019	Sin Malla	20,83	9,72	4,17	36,11	29,17
	Malla Negra	48,36	14,75	8,20	16,39	12,30
	Malla Perla	74,04	5,77	2,88	10,58	6,73
	Malla Azul	33,00	15,00	5,00	16,00	31,00
Julio 2019	Sin Malla	54,13	2,75	0,00	22,02	21,10
	Malla Negra	53,57	5,36	3,57	20,54	16,96
	Malla Perla	75,00	8,65	2,88	5,77	7,69
	Malla Azul	48,76	4,13	1,65	23,14	22,31
Agosto 2019	Sin Malla	42,76	11,03	5,52	15,86	24,83
	Malla Negra	46,58	14,29	4,35	13,04	21,74
	Malla Perla	71,54	7,69	2,31	10,00	8,46
	Malla Azul	37,36	15,38	3,85	24,18	19,23
Septiembre 2019	Sin Malla	42,11	10,53	5,26	15,79	26,32
	Malla Negra	44,78	13,43	4,48	16,42	20,90
	Malla Perla	66,67	10,53	3,51	12,28	7,02
	Malla Azul	34,67	14,67	8,00	24,00	18,67

Donde:

V = Vegetación; BF = Botón Floral; Fl = Floración; Cj = Cuaja; Fr = Fruto

Fuente. Elaboración propia

La fase fenológica predominante corresponde a la fase vegetativa hasta Abril de 2019. A partir de mayo 2019, con la excepción de los árboles bajo la malla gris,

hay disminución de la fase vegetativa y se aumenta la fase de floración y productiva.

Los resultados muestran diferenciación en el comportamiento de las mallas según su color, respecto la ocurrencia y participación de las fases fenológicas, que determinará juntos a los otros parámetros el color de malla o combinación de colores más adecuada para limón de Pica.

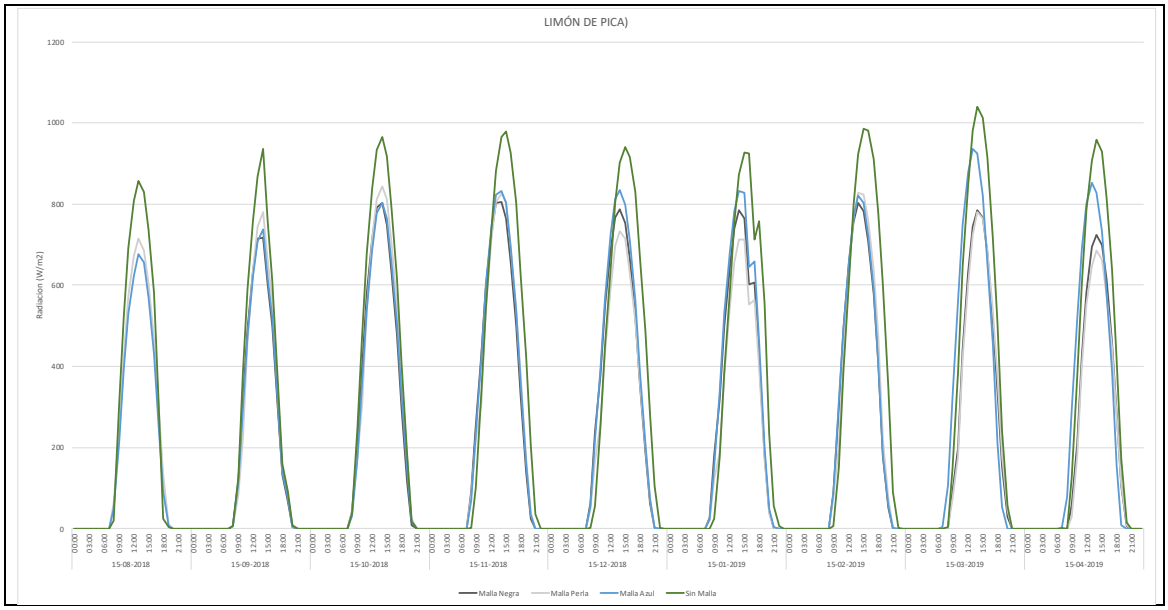
Se generó un retraso en el proceso de floración general hasta Abril de 2019 (no asociado al efecto malla), y es generalizado en las localidades de Pica, Matilla y Valle de Quisma, que ha influido en la producción obtenida.

ANEXO 2

RESULTADO 3 = Mayor eficiencia productiva de la radiación Total o PAR con al menos una de las mallas fotoselectivas en plantas de limón de Pica

El registro de la radiación en el período agosto 2018 – septiembre 2019 se presenta en la Figura 3 muestra el comportamiento promedio de la radiación incidente en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva, donde la radiación recibida en los árboles sin malla es mayor y en los últimos meses supera los 1000 Wats/m^2

Figura 3. Radiación diaria registrados en los tratamientos con y sin mallas fotoselectivas en limón de Pica. 2018-2019



Fuente. Elaboración propia

Los árboles sin cubierta reciben la mayor radiación incidente respecto a las mallas fotoselectivas, donde la malla fotoselectiva negra genera la mayor reducción durante todo el período analizado.

Este comportamiento diferencial representa una tendencia en el comportamiento de las mallas fotoselectivas a la radiación y que puede tener efecto sobre la fisiología de los árboles, que deberá ser considerado en el análisis y correlación con las otras variables que se están midiendo.

La eficiencia de productiva de la radiación obtenida está en función de la producción de limón de Pica en el período comprendido entre agosto 2018 - septiembre 2019 y la radiación incidente recibida.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 5. Valores de radiación total recibida en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Meses	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perla	Malla Azul
Agosto 2018	955	842	837	833
Septiembre 2018	963	787	842	806
Octubre 2018	1.023	833	866	837
Noviembre 2018	1.008	820	855	831
Diciembre 2018	1.001	833	803	879
Enero 2019	990	833	771	897
Febrero 2019	1.099	824	843	1.065
Marzo 2019	1.084	822	811	993
Abril 2019	970	738	723	875
Mayo 2019	899	688	634	699
Junio 2019	774	590	597	615
Julio 2019	810	601	619	623
Agosto 2019	873	681	701	718
Septiembre 2019	967	692	703	709
Total Radiación: Watt m^{-2}	**13.417**	**10.584**	**10.605**	**11.380**
Producción: Kg $árbol^{-1}$	**3.365,55**	**3.637,01**	**3.434,8**	**3.407,1**
Eficiencia Radiación: kg/Watt-m^2	**0,25**	**0,34**	**0,32**	**0,30**

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. Reducción porcentual de la radiación total recibida en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Meses	**Sin Malla**	**Malla Negra**	**Malla Perlada**	**Malla Azul**
Agosto 2018	100%	11,83%	12,36%	12,77%
Septiembre 2018	100%	18,28%	12,56%	16,30%
Octubre 2018	100%	18,57%	15,35%	18,18%
Noviembre 2018	100%	18,65%	15,18%	17,56%
Diciembre 2018	100%	16.78%	19,78%	12,19%
Enero 2019	100%	15,86%	22,12%	9,39%
Febrero 2019	100%	25,02%	23,29%	3,09%
Marzo 2019	100%	24,17%	25,46%	8,39%
Abril 2019	100%	23,92%	25,46%	9,79%
Mayo 2019	100%	23,47%	29,48%	22,25%
Junio 2019	100%	23,87%	22,97%	20,65%
Julio 2019	100%	24,80%	23,58%	23,09%
Agosto 2019	100%	21,99%	19,70%	17,75%
Septiembre 2019	100%	28,44%	27,30%	26,68%
Promedio Reducción Radiación Incidente		**21,19%**	**21,02%**	**15,58%**

Fuente. Elaboración propia

Los resultados muestran reducción de la radiación total incidente en los árboles bajo las mallas fotoselectivas versus los árboles sin malla.

La reducción de radiación incidente en los árboles de limón de Pica bajo las mallas fotoselectivas van entre 15,58% (Azul) y 21,19% (Negra).

Esto muestra que las reducciones del volumen de agua a aplicar a los árboles de limón de Pica van entre un 16% y 21% aproximadamente, considerando como referencia que la radiación es un componente importante en la fórmula de Penman Monteith, base de cálculo para la evapotranspiración de referencia.

RESULTADO 4 = Menor síntesis de Prolina en las plantas de limón de Pica bajo cubiertas de malla plásticas

Para determinar el nivel de estrés de las plantas de limón de Pica con y sin mallas fotoselectivas se determinó a el estrés de las plantas a través de la medición de Prolina utilizando la metodología colorimétrica de Bates.

En los árboles seleccionados de cada tratamiento se muestrean treinta hojas de aproximadamente 6 a 8 meses de edad obtenidas en la parte media del árbol.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 7. Concentración de Prolina en las hojas de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva en limón de Pica. 2018 -2019

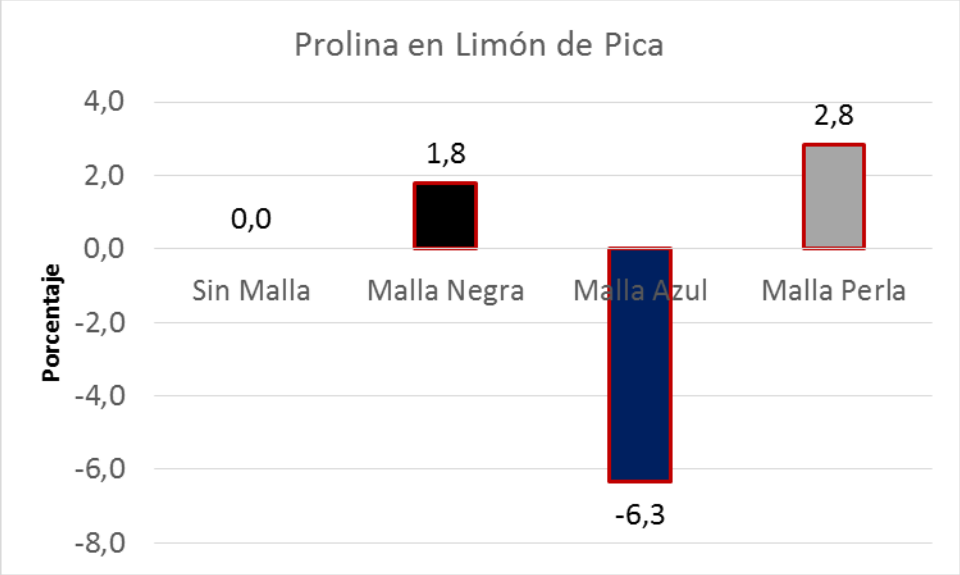
Meses	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perlada	Malla Azul
	Prolina = mmol/g p.f.			
Agosto	56,03	55,28	66,70	66,80
Septiembre	33,27	35,36	25,47	30,82
Octubre	31,71	36.78	27,36	24,49
Noviembre	38,83	36,00	30,21	40,15
Diciembre	10,01	7,93	8,86	8,65
Enero	43,31	46,24	53,78	36,08
Febrero	67,07	80,84	61,73	95,45
Marzo	116,88	91,97	97,92	105,84
Abril	18,91	21,58	24,70	42,69
Mayo	13,02	22,32	21,47	13,92
Junio	73,04	86,22	63,21	163,13
Julio	120,28	93,84	108,30	77,00
Agosto	80,79	107,88	75,80	108,40
Promedio Prolina	**54,09**	**57,12**	**51,19**	**62,57**

Los resultados de Prolina no muestran durante el período de mediciones una tendencia clara del efecto de las mallas fotoselectivas sobre la concentración de este aminoácido en las hojas, de mayor o menor con estrés respecto a los árboles sin malla en el período analizado.

Las mediciones de Prolina en los meses de febrero y marzo de 2019 presentan un incremento en su síntesis, probablemente asociado a una reducción en el aporte de agua a los árboles de limón de Pica para generar inducción de flores.

Síntesis de Prolina de los árboles de limón de Pica bajo mallas fotoselectivas en comparación árboles sin malla se reflejan en la Figura 4.

Figura 4. Estrés de los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva.



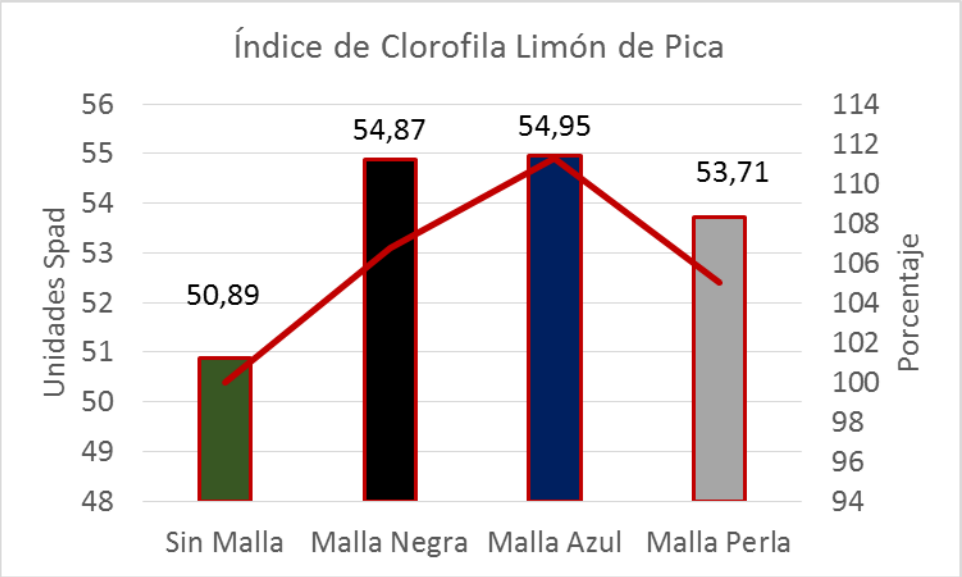
Fuente: Elaboración propia

RESULTADO 5 = Mayor lectura de clorofila en hojas de limón de Pica bajo malla.

Las mallas fotoselectivas además de reducir la radiación incidente, presentan propiedades según su color que pueden afectar la mayor o menor absorbancia de rangos del espectro visible que incidan en una mayor o menor presencia de clorofila en las hojas, condición que se relaciona con procesos fisiológicos para la producción de biomasa.

Los resultados obtenidos muestran que si hay una incidencia positiva de las mallas fotoselectivas con un mayor Índice de Clorofila (Unidades Spad) en las hojas maduras de limón de Pica, especialmente en la malla fotoselectiva azul. (Figura 5)

Figura 5. Índice de Clorofila en hojas de limón de Pica bajo mallas fotoselectivas y sin malla. 2019



Fuente: Elaboración propia

RESULTADO 6 = Menor volumen de a agua a aplicar bajo malla.

Para establecer el caudal aplicado se instalaron caudalimetros para cada tratamiento.

Los caudales aplicados en el período agosto 2018 - septiembre 2019 son los siguientes.

Tabla 8. Volúmenes de agua aplicada a los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva en limón de Pica. 2018-2019

Meses	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perlada	Malla Azul
	Volumen Agua Aplicada = m^3/ha - mes			
Agosto	1.360	952	1.052	1.258
Septiembre	1.570	1.257	1.456	1.570
Octubre	1.430	1.018	1.033	1.364
Noviembre	1.430	968	942	1.099
Diciembre	415	280	405	301
Enero	415	461	450	318
Febrero	338	307	412	271
Marzo	450	358	548	324
Abril	702	702	704	592
Mayo	549	467	546	458
Junio	599	592	486	504
Julio	600	571	502	513
Agosto	799	659	635	649
Septiembre	101	90	85	78
Total m^3/ha	**10759**	**8684**	**9254**	**9299**
Promedio m^3/mes	**768**	**620**	**661**	**664**
Litros/árbol-día				
	93	**74**	**78**	**79**
Relación Porcentual = Base 100 = Sin Malla				
	100	**(-) 19,96**	**(-) 15,86**	**(-) 14,88**

Fuente. Elaboración propia

Se realizaron ajustes para asegurar uniformidad en la aplicación del agua de riego para el sector del ensayo, colocando una válvula solenoide autónoma.

Esta acción permitirá aplicar los volúmenes de agua diferenciados según tratamiento, en función de la radiación y evapotranspiración.

Los valores obtenidos de evapotranspiración son los siguientes.

Tabla 9. Valores de evaporación en tratamientos con y sin malla fotoselectiva en limón de Pica. 2018-2019

Mes	Sin Malla	Malla negra	Malla Gris	Malla Azul
Agosto 2018	137,88	120,90	105,40	108,50
Septiembre 2018	153,68	120,00	105,00	105,00
Octubre 2018	169,43	130,20	117,80	117,80
Noviembre 2018	170,59	126,00	120,00	126,00
Diciembre 2018	172,16	148,80	142,60	139,50
Enero 2019	145,07	139,50	139,50	124,00
Febrero 2019	135,69	103,60	112,00	155,40
Marzo 2019	157,15	101,40	106,80	62,95
Abril 2019	126,45	82,74	83,70	71,58
Mayo 2019	147,8	79,39	57,32	85,09
Junio 2019	122,1	77,27	52,60	77,27
Julio 2019	140,7	84,89	57,64	84,89
Agosto 2019	175,5	65,03	65,03	96,89
Septiembre 2019	204,8	63,32	63,32	87,14
Evaporación - mm	**2.159,00**	**1.443,04**	**1.328,71**	**1.442,01**
Evaporación Período – m^3/ha	**21.590**	**14.430**	**13.287**	**14.442**
Evaporación diaria - mm	**5,07**	**3,39**	**3,12**	**3,39**
Volumen de agua a aplicar – litros/árbol-día	**97,94**	**65,46**	**60,27**	**65,41**

La base de cálculo es la siguiente:
Coeficiente de cultivo= 0,65; Porcentaje de cubrimiento=70%; Eficiencia de Riego =80%
No se considera en el cálculo la fracción de lavado
Fuente. Elaboración propia

Tabla 10. Volumen de agua aplicado en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Meses	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perlada	Malla Azul
	Volumen Agua Aplicada = m^3/ha - mes			
Agosto	1.360	952	1.052	1.258
Septiembre	1.570	1.257	1.456	1.570
Octubre	1.430	1.018	1.033	1.364
Noviembre	1.430	968	942	1.099
Diciembre	415	280	405	301
Enero	415	461	450	318
Febrero	338	307	412	271
Marzo	450	358	548	324
Abril	702	702	704	592
Mayo	549	467	546	458
Junio	599	592	486	504
Julio	600	571	502	513
Agosto	799	659	635	649
Septiembre	101	90	85	78
Total m^3/ha	**10.759**	**8.684**	**9.254**	**9.299**
Promedio m^3/mes	**768**	**620**	**661**	**664**
Litros/árbol-día				
	93	**74**	**78**	**79**
Relación Porcentual = Base 100 = Sin Malla				
	100	**(-) 19,96**	**(-) 15,86**	**(-) 14,88**

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) fueron los siguientes.

Tabla 11. Eficiencia en el uso del agua en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Meses	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perlada	Malla Azul
V.A.A. = m^3/ha	**10.759**	**8.684**	**9.254**	**9.299**
Producción = kg/ha	**3.365,55**	**3.637,01**	**3.434,80**	**3.407,10**
EUA =kg/m^3	**0,31**	**0,42**	**0,37**	**0,37**
Litros/árbol-día				
Relación Porcentual = Base 100 = Sin Malla				
	100	**(+) 42,94**	**(+) 20,10**	**(+) 15,27**

Fuente. Elaboración propia

Para establecer el nivel de estrés de las plantas se determinó el Potencial Hídrico (Ψ_h) en las árboles con y sin malla fotoselectiva.

Las mediciones se realizaron al alba y al mediodía para establecer el diferencial de estrés de los árboles de limón de Pica.

Se seleccionaron hojas maduras en la parte media del árbol y ubicadas en el centro de las ramillas seleccionadas.

Los resultados obtenidos indican que los árboles de limón de Pica bajo malla fotoselectiva presentan un menor nivel de estrés (promedio = 10,32%) con respecto a los árboles sin mallas

Tabla 12. Potencial hídrico plantas de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Hora	Sin Malla	Malla Negra	Malla Perla	Malla Azul
7:30	-7,65	-6,13	-6,40	-4,56
12:00	-9,09	-8,01	-8,41	-8,03
Porcentaje	Base 100	**(-) 11,89**	**(-) 7,48**	**(-) 11,59**

Unidad de medida = MegaPascal (MPa). Medido con Bomba Scholander
Fuente. Elaboración propia

ANEXO 4

RESULTADO 8: Reducción en el número de defectos de los frutos de limón de Pica y aumento en el contenido de jugo.

DEFECTOS

Los defectos presentes en los frutos de limón de Pica cosechados para análisis de calidad durante el período de agosto 2018 a septiembre 2019 son los siguientes:

Tabla 13. Porcentaje de defectos presentes en los frutos de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2018-2019

Defectos	Sin Malla	Mallas Fotoselectivas (Negra, Azul, Perla)
Golpe de sol	20%	3%
Russet	15%	2%
Daño por insecto (arañita roja y mosquita blanca)	10%	10%
Promedio Defectos	15%	5%

Fuente. Elaboración propia

Se analizaron por muestreo 192 frutos, con un total de 1.536 frutos.

No se consideró el defecto “pinchadura de fruto”, ya que este se presenta después de los 5 días de la cosecha. No es considerado defecto en la Norma Chilena; es más bien un defecto de la forma de cosecha que se realiza, ya que se utiliza una caña con un gancho que corta el pedúnculo y en su caída al suelo o lona se daña con las espinas del árbol.

CONTENIDO DE JUGO

La base de comparación de los resultados obtenidos es el contenido porcentual de jugo establecido en la Norma Chilena de Limas Ácidas (NCh2716.of2014) igual a 35 %.

Los resultados obtenidos en el contenido de jugo en los frutos de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva fueron los siguientes.

Tabla 14. Contenido de jugo de los frutos de limón de Pica. 2018-2019

Sin Malla	Malla Negra	Malla Perla	Malla Azul
Contenido de Jugo -%			
30,46	35,67	31,33	34,18
Valor Base Indicador = 35%			
(-) 12,97	(+) 1,91	(-) 10,48	(-) 2,34

Fuente. Elaboración propia

Los frutos de limón de Pica bajo malla negra presentan un contenido porcentual de jugo mayor a los de malla azul, perla y sin malla, comparado con el valor de referencia de 35%. No se presentan diferencias en este parámetro en el contenido de jugo con y sin malla.

RESULTADO 9: Incremento en el calibre del fruto de limón de Pica bajo malla.

La base de comparación de los resultados obtenidos para el calibre de los frutos de limón de Pica es el establecido en la Norma Chilena de Limas Ácidas (NCh2716.of2014) igual a 35 mm, que corresponde a la categoría de tamaño "Chico".

Los resultados obtenidos en el calibre (diámetro) de los frutos de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva fueron los siguientes.

Tabla 15. Calibres de los frutos de limón de Pica. 2018-2019

Sin Malla	Malla Negra	Malla Perla	Malla Azul
Calibre (Diámetro) - mm			
38,73	31,24	29,83	30,85
Valor Base Indicador = 35 mm			
(+) 10,65	(-) 10,74	(-) 14,77	(-) 11,86

Fuente. Elaboración propia

Los frutos de limón de Pica con malla bajo malla presentan un calibre menor al tamaño "Chico" de 35 mm. Solo los frutos sin malla superan este valor de referencia en un 10,65%.

Según lo establecido por la NCh 2716, estos frutos pueden ser comercializados como "tamaño especial" indicando su calibre.

Los calibres menores obtenidos no están influenciados por el efecto con y sin malla; sino que a un programa de fertilización que no se ajusta a los requerimientos nutricionales.

ANEXO 5

RESULTADO 10. Incremento en la eficiencia económica en el uso del agua.

Los resultados obtenidos en la eficiencia económica en el uso del agua muestra que es mayor en los árboles de limón de Pica bajo malla fotoselectiva.

Tabla 16. Eficiencia económica en el uso del agua en limón de Pica. 2018-2019

Sin Malla	Malla Negra	Malla Perla	Malla Azul
Precio base = $650/kg			
Producción = kg			
3.365,55	3.637,01	3.434,80	3.407,10
Ingresos = $			
2.187.608	2.364.056	2.232.620	2.214.615
Volumen de Agua Aplicada = m^3			
10.759	8.864	9.254	9.299
Eficiencia Económica = $/$m^3$			
203,33	272,23	241,26	238,16
Valor Base Sin Malla = 100%			
100	(+) 33,89	(+) 18,66	(+) 17,13

Fuente. Elaboración propia

Nota: El período corresponde de Agosto 2018 a Septiembre 2019

Los valores utilizados corresponden a la producción obtenida bajo ensayo, los volúmenes de agua aplicados, precio de venta de referencia.

Esto explica que los valores de eficiencia económica en el uso del agua son menores a los valores bases de los indicadores.

RESULTADO 11. Mayor Margen Bruto en el cultivo de Pica bajo malla.

Los resultados obtenidos en el proyecto.

Se establece una comparación de costos con y sin proyecto.

Tabla 17: Situación sin proyecto costos anuales 1 ha de limón de Pica

Items	Costo/ha -$
Extracción de Agua	1.386.360
Sistema de Regadío (Microyet)	648.732
Fertilización (Insumos)	17.496
Control de Plagas	188.952
Poda, recolección y traslado	247.452
Cosecha	1.333.404
Costos Indirectos	716.400
Total Costos -$	**4.538.796**

Costo de Inversión Mallas Fotoselectivas

El costo de inversión para la instalación de mallas fotoselectivas y su punto de equilibrio es de 91 kg/árbol-año

Tabla 18. Punto de equilibrio costo inversión instalación mallas fotoselectivas en 1 ha de limón de Pica

Item	Costo/ha - $	
Mano de Obra	1.745.100	
Malla Fotoselectiva	6.012.439	16.620 m2
Estructura	8.608.079	332 tuberías
Costo/Ha	16.365.618	
Producción árbol (kg)	90,895	Punto Equilibrio
Producción por ha (kg)	25.178	
Venta kilo ($)	650	
Ingreso ($)	**16.365.618**	
Ingreso-Costo	0	

Fuente. Elaboración propia

Costos Totales por ha

Los costos totales (inversión + costos operacionales e indirectos por hectárea) en la situación con proyecto determina un punto de equilibrio de 116 kg/árbol y con 150 kg/ ha genera una rentabilidad por árbol de $22.033

Tabla 19. Situación con proyecto costos anuales 1 ha limón de Pica.

Items	Valor - $
Costo Inversión	16.365.618
Costo manejo y otros	4.538.796
Total Costos/ha	**20.904.414**
Producción árbol (kg)	150
Producción por ha (kg)	41.550
Venta kilo ($)	650
Ingreso ($)	**27.007.500**
Ingreso -Costo	6.103.086
Utilidad por árbol ($)	**22.033**

Fuente: Elaboración propia

Si se considera la venta promedio anual de $800 por kilo determinan una utilidad por árbol de $44.533. El detalle de los resultados es siguiente.

Tabla 20. Margen bruto por árbol situación con proyecto

Items	Valor - $
Costo Inversión	16.365.618
Costo manejo y otros	4.538.796
Total Costos/ha	**20.904.414**
Producción árbol (kg)	150
Producción por ha (kg)	41.550
Venta kilo ($)	800
Ingreso ($)	**33.240.000**
Ingreso-Costo ($)	12.335.586
Utilidad por árbol ($)	**44.533**

Fuente. Elaboración propia

Se propone para una mayor eficiencia del sistema un cambio en la arquitectura del árbol y de la distribución espacial, pasando de una plantación de 6*6 m (277 árboles/ha) con árboles con un volumen de copa de 45 m^3 y altura de 5 metros; a una plantación de 6*3 metros (555 árboles/ha) con volumen de copa de 14 m^3 y una altura de 2,5 metros. (ver Figura)

Esta nueva disposición espacial y arquitectura de los árboles reduce los costos de inversión (mallas fotoselectivas y estructura) y facilita la cosecha.

El análisis de esta propuesta, manteniendo “cetaris paribus” todos los otros costos y solo disminuyendo las mallas fotoselectivas, determina un punto de equilibrio de de 37 kg.

Con una producción por árbol de 75 kg se genera una utilidad por árbol de $33.062.

Los detalles son los siguientes.

Tabla 21. Margen bruto por árbol situación con proyecto y modificación espacial y arquitectura árbol.

Items	Valor - $
Costo Inversión	13.359.399
Costo manejo y otros	4.538.796
Total Costos/ha	**17.898.195**
Producción árbol (kg)	75
Producción por ha (kg)	41.625
Venta kilo ($)	650
Ingreso ($)	**27.056.250**
Ingreso-Costo ($)	9.158.056
Utilidad por árbol ($)	**33.062**

Fuente. Elaboración propia

Con un precio de $800 kg la utilidad por árbol es de $43.500.

ANEXO 6

RESULTADO 12. Taller 1: Uso de cubierta de malla plásticas en frutales.

El día 18.12.2018 se realizó la inauguración del proyecto en la parcela Santa Julia. Los antecedentes son los siguientes.

a)Invitación

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ

Ministerio de Agricultura — Gobierno de Chile — CHILE LO HACEMOS TODOS — FIA Fundación para la Innovación Agraria

UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT DEL ESTADO DE CHILE — CIDERH — CORE TARAPACÁ

El Secretario Regional de Agricultura, Fernando Chiffelle Ruff, el Representante Regional Fundación para la Innovación Agraria (FIA)- Regiones Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, Ignacio Delfino Yurin, tienen el agrado de invitar a usted a la actividad de Inauguración del Proyecto "*Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá*", **proyecto financiado por el Fondo para la Innovación y Competitividad Regional (FICR)**.

Este evento se realizará el día 18 de diciembre de 2018 en la localidad de Pica, a las 10:30 horas en Parcela Santa Julia, comuna de Pica, región de Tarapacá.

Agradecemos confirmar asistencia al teléfono 57-2530800 o al correo estelly.zuniga@ciderh.cl

Iquique, diciembre 2018

b) Programa

PROGRAMA INAUGURACIÓN PROYECTO

18 de diciembre de 2018

"Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en la: variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanc de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región d Tarapacá"

-10:00 A 10:30	Registro de Asistencia
-10:30 a 10:45	Discurso de autoridades de Tarapacá, Universidad Artu Prat y Fundación para la Innovación Agraria
-10:45 a 11:45	Presentación de Proyecto y recorrido instalaciones
-11:45 a 12:30	Coktail

Ubicación: Parcela Santa Julia – Sector Comiña – Pica

Ruta 665 – Camino a Valle de Quisma – Pasaje Jacarandá

c)Asistencia

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Marcelo Araya C			
Victor Alvarado M			
Julio Rivera			
Esteban Leiva Painequeo			
Alejandro Flores Rivera			
Miguel Cerpellino G			
MARIA TAPIA A.			

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
NADIA MARGARITA VLAHOVIC TOMICIC			
BRANKO MARINOV MARTINIC			
Rigoberto Castillo G.			
FREDDY BERNAZAR			
Paulina Galvez			
José Aguilera Jarsilla			

DICIEMBRE 2018

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Marco Garcia Cruz			
Francisco Quintrepan A.			
Hector Villagra Leal			
Paulina Lucay Araneri Cordova			
Brayan Amauri Condori			
[illegible]			

DICIEMBRE 2018

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Aury Nadia Vargas T.			
Franz Manuel Quispe			
Ian Carrasco M.			
Valeska Coronado Olivares			
Ricardo Lázaro			
Claudio Toledo R.			

DICIEMBRE 2018

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Alejandro Huerto D			
Leonardo Navea			
Carlos Loyola Cáceres			
Patricio Vargas B.			
Andrés Simon			
Aurora Fondano			

DICIEMBRE 2018

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Franco Gonzalez Aldan			
Cristian Orlando Pizarro			
Alexander Chogue Maldonado			
Julio Contreras Araya			
Valentina Marquez			
Francisco Javier Leyton G			

DICIEMBRE 2018

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ · UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT · CORE TARAPACÁ · CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		
Nombre Completo	**RUT**	**Teléfono de Contacto y e-mail**	**Firma**
Maria Vicente Usinovic Guasama			
Gladys Gonzalez			
Jorge Olivo V.			
Ignacio Delfino			
Nibaldo Cabello C.			
Guillermo Loyola C.			

DICIEMBRE 2018

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	18/12/2018	Lugar	Pica Parcela Santa Julia
Actividad	- INAUGURACIÓN "Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá"		

Nombre Completo	RUT	Teléfono de Contacto y e-mail	Firma
Juan Vizamonado			
Jorge Torre S			
Macarena Torre C.			
Alberto Veliz A			
Amanda Roco			
Manuel Lopez Cruz			

DICIEMBRE 2018

Resumen Participación

Total Participantes	Hombres		Mujeres	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
49	33	67,35	16	32,65

d) Presentación

Se entregan antecedentes generales y del proyecto; también resultados obtenidos en los cuatro tratamientos que se están evaluando: tres con mallas fotoselectivas y solo con limón de Pica.

INAUGURACIÓN MALLAS LIMÓN DE PICA

Jorge Olave Vera
Oscar González Gómez
José Aguilera González

Diciembre 2018

Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá. PYT 2017-0335

TEMARIO

ANTECEDENTES GENERALES PROYECTO

AVANCE RESULTADOS DEL PROYECTO

ANTECEDENTES GENERALES PROYECTO

OG: Determinar el impacto del uso de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica.

OE1: Evaluar el comportamiento de los factores de producción

OE2: Determinar el efecto en las condiciones ambientales y la respuesta ecofisiológica de las plantas

OE3: Determinar el impacto sobre la demanda hídrica, estatus hídrico y nivel de estrés

ANTECEDENTES GENERALES PROYECTO

OG: Determinar el impacto del uso de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica.

OE4: Evaluar el efecto sobre el fruto en pre cosecha y cosecha

OE5: Determinar costos de la innovación tecnológica y eficiencia económica del limón de Pica

OE6: Difusión de los resultados

BALANCE DE LA CUENCA

Balance de la Cuenca en un proceso de Gestión del Recurso Hídrico

INFORME AGROCLIMÁTICO

CHILE LO HACEMOS TODOS | UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT | CIDERH

Proyecto CNR "Diagnóstico de Recursos Hídricos y propuestas para mejorar la gestión de riego del valle de Pica, Región de Tarapacá"

INFORME SEMANAL DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PICA - AÑO 2018

Región	Tarapacá				
Provincia	Tamarugal				
Comuna	Pica				
Ubicación	Huerto Agrícola del Liceo "Padre Alberto Hurtado Cruchaga"				
Coordenadas	Altitud	1.345 msnm	Latitud	20° 20' 09,8" S	Longitud	69° 19' 33,6" W
Período del informe	Lunes 22 de Octubre al domingo 28 de Octubre del año 2018 - Semana 43 del año				

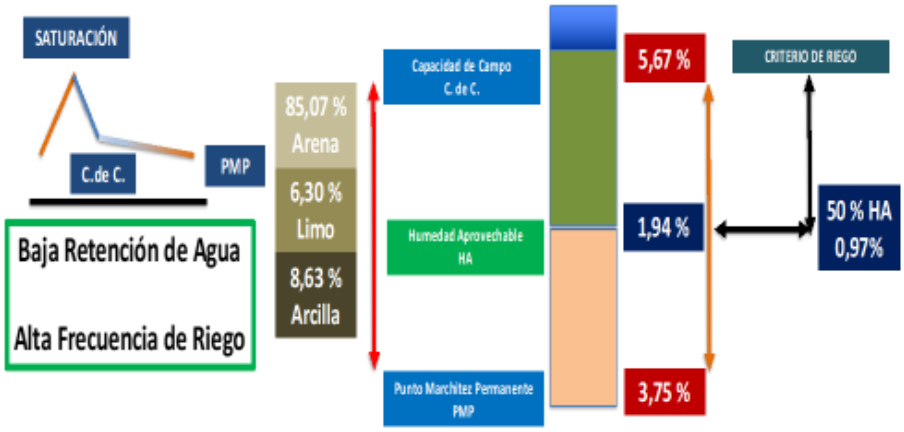
	Día	Mes	Temperatura °C Media	Máxima	Mínima	Humedad Relativa %	Radiación solar máxima W/m²	Precipitaciones mm/día	Presión atmosférica mbar
1	Lunes 22	Octubre	16,6	28,9	5,4	45,4	962,0	0,0	862,13
2	Martes 23	Octubre	19,0	30,3	9,5	21,0	983,0	0,0	863,30
3	Miércoles 24	Octubre	19,0	30,1	9,9	17,7	1.000,0	0,0	863,32
4	Jueves 25	Octubre	19,2	30,3	10,7	19,0	1.225,0	0,0	863,44
5	Viernes 26	Octubre	19,8	31,4	10,5	21,5	988,0	0,0	863,88
6	Sábado 27	Octubre	20,0	32,2	9,8	27,2	1.021,0	0,0	863,77
7	Domingo 28	Octubre	20,3	30,6	10,5	26,1	988,0	0,0	863,94

	Día	Mes	Velocidad del viento m/s Promedio	Máxima	ETr mm/día	Riego m³/ha	Largo del día horas minutos	Amanecer	Ocaso
1	Lunes 22	Octubre	0,25	10,70	7,29	72,28	12 h 36 m	7 h 11 m	19 h 48 m
2	Martes 23	Octubre	0,37	7,20	7,93	79,32	12 h 37 m	7 h 11 m	19 h 48 m
3	Miércoles 24	Octubre	0,27	7,60	7,50	74,96	12 h 38 m	7 h 10 m	19 h 49 m
4	Jueves 25	Octubre	0,28	5,80	7,70	76,97	12 h 39 m	7 h 10 m	19 h 49 m
5	Viernes 26	Octubre	0,30	5,40	8,08	80,79	12 h 40 m	7 h 9 m	19 h 50 m
6	Sábado 27	Octubre	0,23	6,70	7,73	77,48	12 h 41 m	7 h 9 m	19 h 50 m
7	Domingo 28	Octubre	0,23	5,80	7,82	78,19	12 h 42 m	7 h 8 m	19 h 51 m

ETr = Evapotranspiración de referencia

Domingo 11 de mayo - Cambio hora de invierno | Domingo 12 de Agosto 2018 - Cambio hora de verano

Responsables de la información	
Jorge Azócar Charlín	Vania Ugrinovic Guagama
Dr Ingeniero Agrónomo	Ingeniera Agronoma
jazocar@unap.cl	ugrinovic@hotmail.com



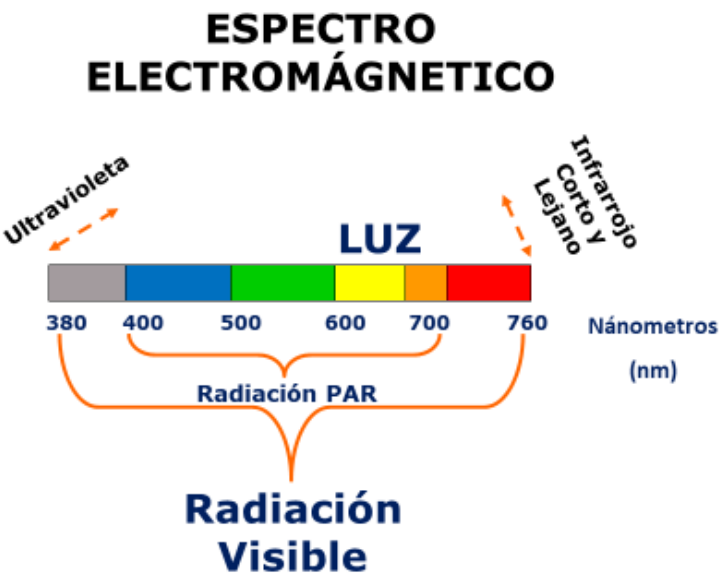
Modelo de gestión del agua intrapredial derivado de la característica textural del suelo agrícola de las localidades de Pica, Matilla y Valle de Quisma

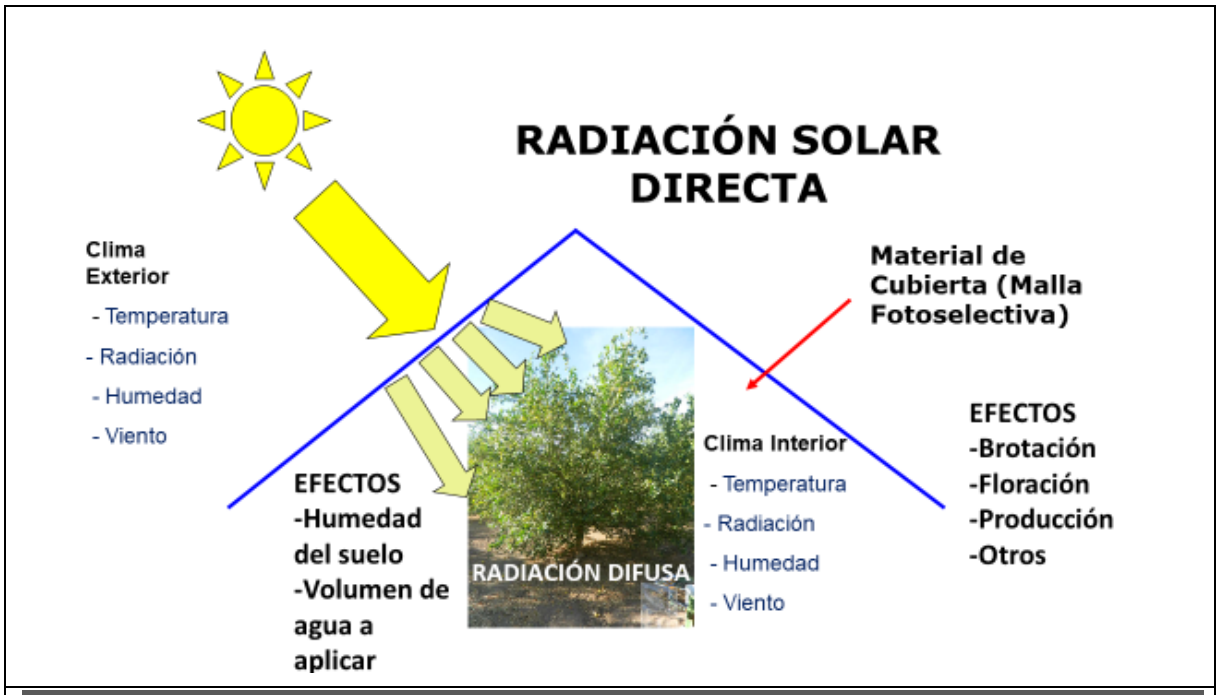
Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá.

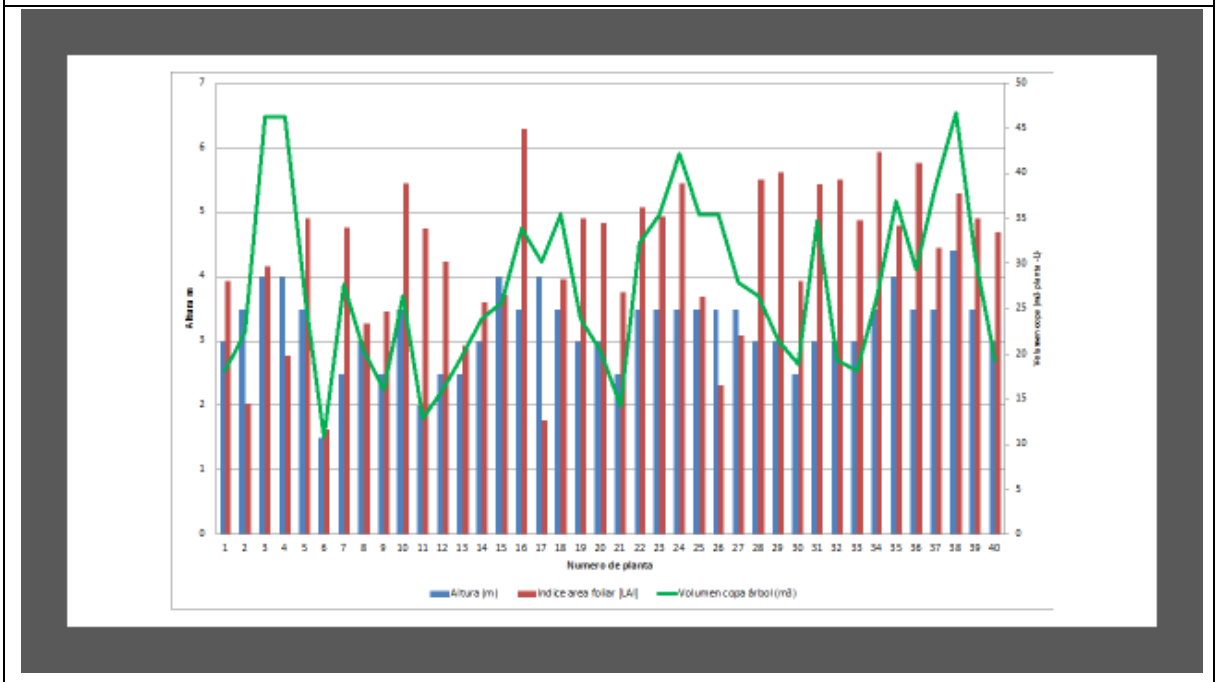
CHILE LO HACEMOS TODOS

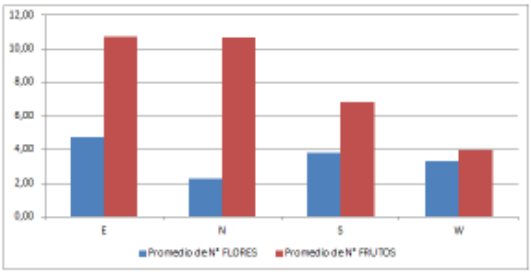
GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ

CORE TARAPACÁ



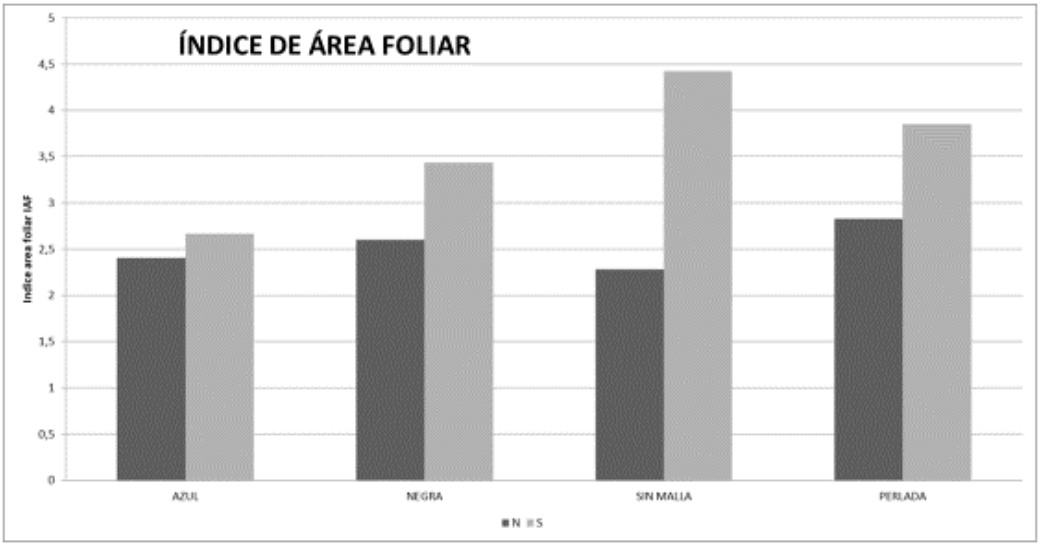

RADIACIÓN SOLAR DIRECTA
Clima Exterior
- Temperatura
- Radiación
- Humedad
- Viento
Material de Cubierta (Malla Fotoselectiva)
EFECTOS
-Brotación
-Floración
-Producción
-Otros
Clima Interior
- Temperatura
- Radiación
- Humedad
- Viento
EFECTOS
-Humedad del suelo
-Volumen de agua a aplicar
RADIACIÓN DIFUSA

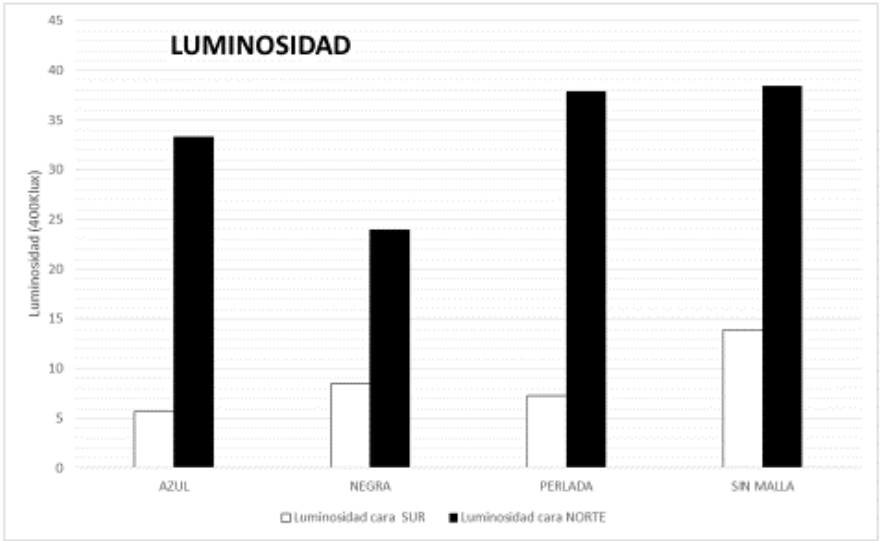

Numero de planta
Altura (m)
Indice area foliar (LAI)
Volumen copa árbol (m3)

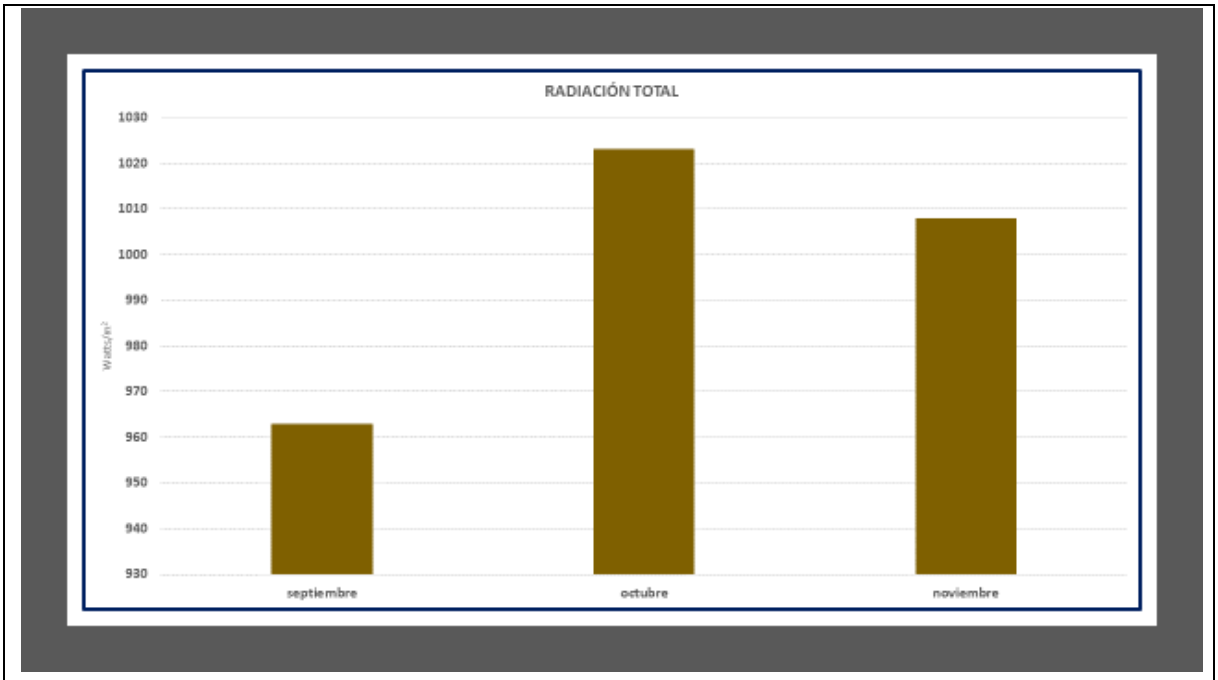


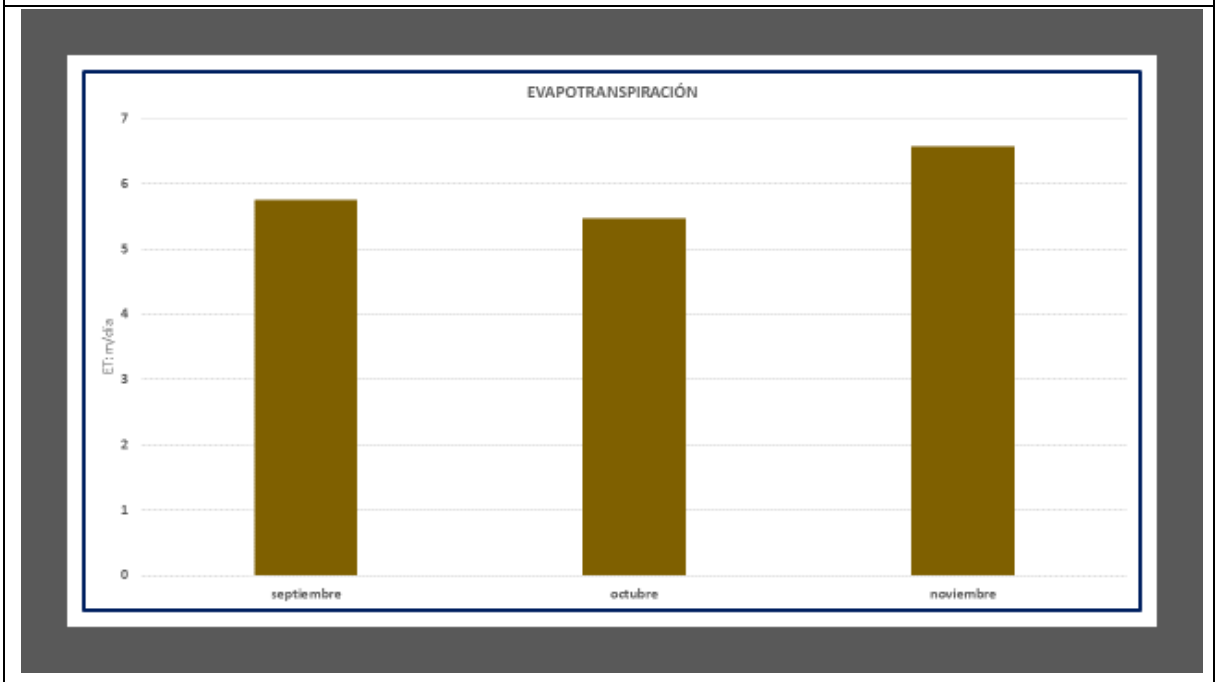
Registro de fases fenológicas en árboles de limón-

Mes	Tratamiento	Fase Fenológica Predominante				
		V	BF	Fl	Cj	Fr
Agosto	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	94,73		0,026		0,026
	Malla Perla	100,00				
	Malla Azul	92,00	4,00	4,00		
Septiembre	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	90,47	3,18	3,18	3,18	
	Malla Perla	86,95	4,35	8,70		
	Malla Azul	92,00		4,00	4,00	
Octubre	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	100,00				
	Malla Perla	85,71		9,52	4,76	
	Malla Azul	92,00		4,00	4,00	
Noviembre	Sin Malla	100,00				
	Malla Negra	95,23		4,77		
	Malla Perla	91,30		4,35	4,35	
	Malla Azul	92,59		7,41		


ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR
Indice area foliar IAF
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
AZUL
NEGRA
SIN MALLA
PERLADA
N
S


LUMINOSIDAD
Luminosidad (400Klux)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
AZUL
NEGRA
PERLADA
SIN MALLA
Luminosidad cara SUR
Luminosidad cara NORTE


RADIACIÓN TOTAL
1030
1020
1010
1000
990
980
970
960
950
940
930
Watts/m²
septiembre
octubre
noviembre


EVAPOTRANSPIRACIÓN
7
6
5
4
3
2
1
0
ET: mm/día
septiembre
octubre
noviembre

LIMÓN DE PICA

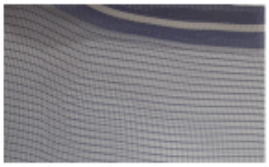
277 plantas /ha

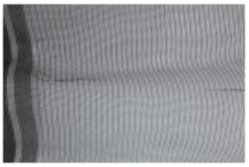
6,5mm/dia

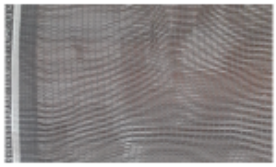
65m³/ha

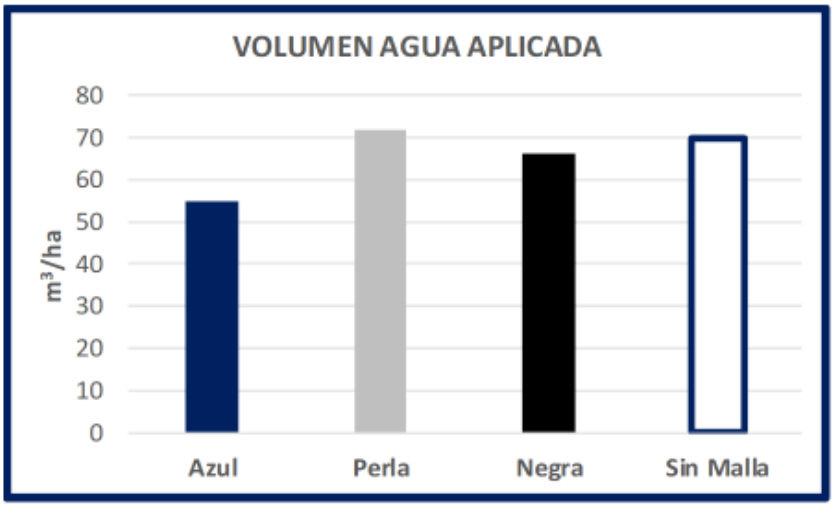
65.000l/ha

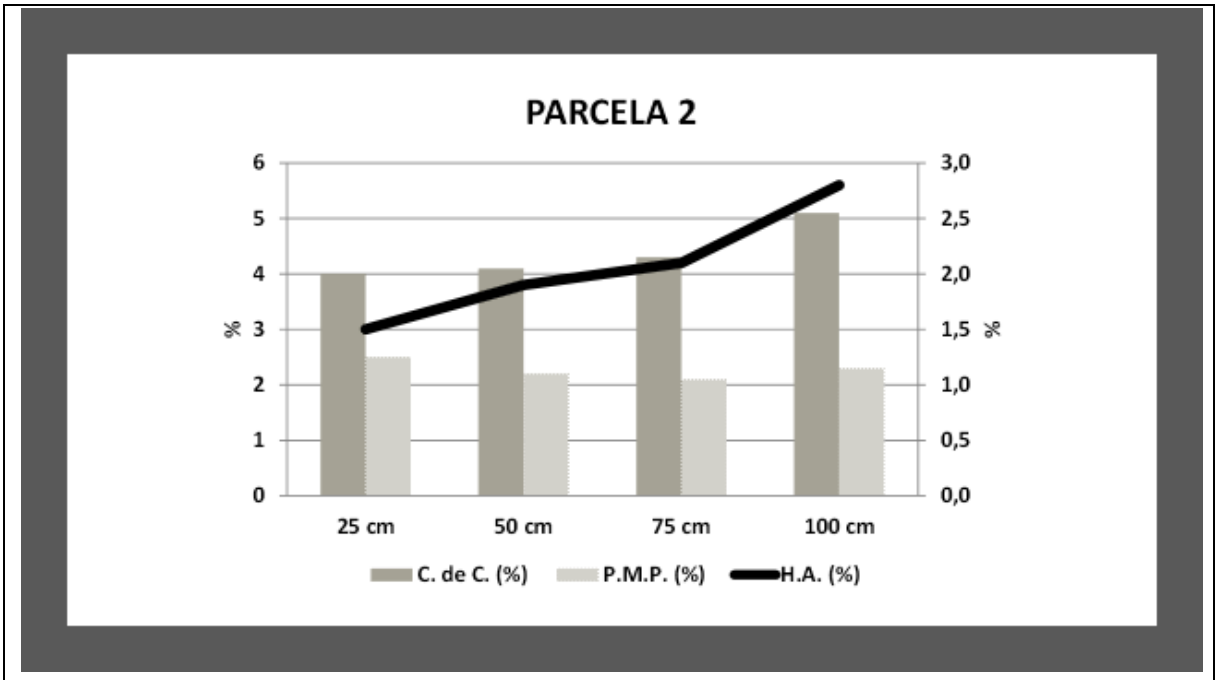
131l/árbol - día

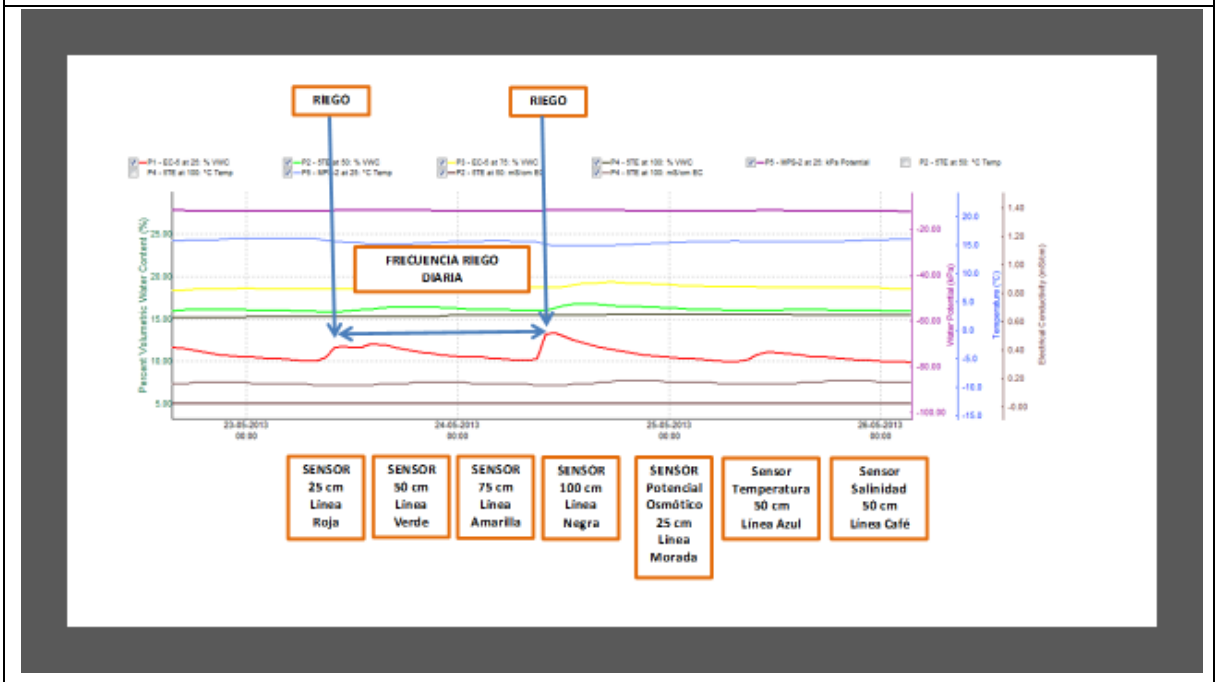


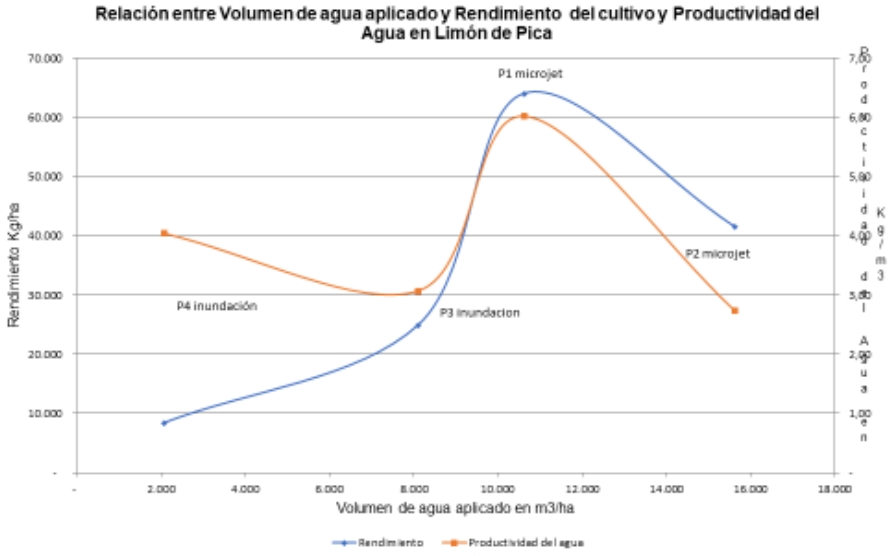







PARCELA 2
6
5
4
3
2
1
0
%
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
%
25 cm
50 cm
75 cm
100 cm
C. de C. (%)
P.M.P. (%)
H.A. (%)


RIEGO
RIEGO
FRECUENCIA RIEGO DIARIA
SENSOR 25 cm Línea Roja
SENSOR 50 cm Línea Verde
SENSOR 75 cm Línea Amarilla
SENSOR 100 cm Línea Negra
SENSOR Potencial Osmótico 25 cm Línea Morada
Sensor Temperatura 50 cm Línea Azul
Sensor Salinidad 50 cm Línea Café



Tratamiento	Prolina mmol/ g P.F		
	Agosto	Septiembre	Octubre
Sin Malla	26,333	56,027	31,710
Malla Negra	26.472	55,283	36,782
Malla Azul	23,663	66,084	24,492
Malla Gris	25,359	66,703	27,361

Características del calibre de los frutos de limón de Pica. 2018

Tratamientos	Longitud de Fruto	Diámetro de fruto	Relación L/D	NCh 2716[a]
Agosto	**3,47**	**3,19**	**1,09**	**Chico**
Azul	**3,50**	**3,38**	**1,04**	**Chico**
Amarillo	3,74	3,54	1,06	Chico
Plateado	3,45	3,38	1,02	Chico
Verde	3,30	3,21	1,03	Chico
Negra	**3,65**	**3,26**	**1,12**	**Chico**
Amarillo	3,53	3,21	1,09	Chico
Plateado	3,82	3,36	1,14	Chico
Verde	3,62	3,21	1,13	Chico
Perla	**3,07**	**2,72**	**1,13**	**Chico**
Amarillo	2,72	2,71	1,00	Chico
Plateado	3,13	2,83	1,11	Chico
Verde	3,37	2,63	1,28	Chico
Sin Malla	**3,64**	**3,42**	**1,07**	**Chico**
Amarillo	3,75	3,51	1,07	Chico
Plateado	3,55	3,35	1,06	Chico
Verde	3,64	3,39	1,07	Chico

Características del peso y volumen de jugo en los frutos de limón de Pica.

Tratamientos	Peso Jugo g	Volumen Jugo g	Porcentaje Jugo %	NCh 2716[a]
Agosto	**8,80**	**8,33**	**38,92**	**No cumple**
Azul	**8,60**	**8,46**	**37,05**	**No cumple**
Amarillo	11,45	11	42,95	Cumple[1]
Plateado	8,725	8,75	39,49	No cumple
Verde	5,625	5,625	28,71	No cumple
Negra	**8,61**	**8,13**	**38,69**	**No cumple**
Amarillo	8,5	8,25	40,52	Cumple[1]
Plateado	9,925	9,375	41,08	Cumple[1]
Verde	7,4	6,75	34,46	No cumple
Perla	**7,89**	**7,88**	**37,33**	**No cumple**
Amarillo	7,55	7	37,51	No cumple
Plateado	10,175	9,75	45,46	Cumple
Verde	5,95	6,875	29,01	No cumple
Sin Malla	**10,10**	**8,86**	**42,63**	**Cumple[1]**
Amarillo	11,4	10,5	44,02	Cumple[1]
Plateado	9,125	7,75	42,06	Cumple[1]
Verde	9,775	8,325	41,81	Cumple[1]

Características químicas del jugo de limón de Pica

Tratamientos	Sólidos Solubles %	Acidez %	Rel SS/Ac	Acidez Cítrica g/l
Agosto	**8,59**	**7,09**	**1,23**	**70,86**
Azul	**8,35**	**6,87**	**1,23**	**68,75**
Amarillo	8,15	6,70	1,24	67,04
Plateado	8,35	6,62	1,26	66,24
Verde	8,55	7,30	1,18	72,96
Negra	**8,67**	**7,39**	**1,19**	**73,85**
Amarillo	8,75	7,34	1,19	73,44
Plateado	8,55	7,47	1,14	74,66
Verde	8,70	7,35	1,23	73,46
Perla	**8,73**	**7,43**	**1,19**	**74,29**
Amarillo	8,30	6,99	1,21	69,92
Plateado	9,15	7,65	1,20	76,48
Verde	8,75	7,65	1,15	76,48
Sin Malla	**8,60**	**6,66**	**1,33**	**66,56**
Amarillo	8,75	6,32	1,46	63,15
Plateado	8,50	6,98	1,22	69,76
Verde	8,55	6,68	1,29	66,77

e) Fotografía

INNOVACIÓN
AGRÍCOLA
GOBIERNO
REGIONAL
UNAP
STEELPRO

GOBIERNO
REGIONAL

RESULTADO 13. Taller 2: Resultados preliminares del uso de cubiertas de mallas plásticas en limón de Pica.

Va en archivo word independiente.

RESULTADO 14. Curso: Manejo del limón de Pica bajo cubiertas de malla en limón de Pica.

Va en archivo word independiente.

RESULTADO 15. Seminario final: Presentación final de los resultados del proyecto.

Va en archivo word independiente.

ACTIVIDADES ASESOR : Dr. Ricardo Cautín

a) Charla técnica 1 = Julio de 2018

UNAP CIDERH

INFORME ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN CIDERH 2018

I.- ANTECEDENTES GENERALES

Tipo de Actividad	Café Científico
Nombre de la actividad	"Metodologías Modernas en el manejo de huertos frutales.
Institución Organizadora	Universidad Arturo Prat
Lugar de ejecución	Casa de la Cultura, Iquique
Año	2018
Día y Mes	27 de Julio
Proyecto de Extensión	Si
Fondo	Fundación para la Innovación Agraria (FIA Mallas)

II.- EQUIPO CIDERH PARTICIPANTE EN LA ACTIVIDAD.

Nombre	Cargo
Jorge Leonardo Olave Vera	• Encargado Responsable
Paulina Gálvez	• Encargada recepción de asistentes • Apoyo en la elaboración de Coffee Break • Apoyo montaje y desmontaje evento
Edith Olavarria Asencio	• Coordinación ejecutiva del evento (gestión interna y externa) • Encargada de compras y elaboración de Coffee Break • Encargada fotográfica del evento • Elaboración informes de actividad

UNAP

CIDERH

III.- INVITACION

UNAP

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

La Universidad Arturo Prat y el Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos, tienen el agrado de invitar a usted a participar del Café Científico- "Metodologías modernas en el manejo de huertos frutales", presentado por el Dr. Ricardo Cautín Morales – Académico Investigador de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Este evento se realizará el viernes 27 de julio de 2018 a las 19:00 horas en la Casa de la Cultura de la IM de Iquique, ubicado en Paseo Baquedano N° 789 esquina Gorostiaga, comuna de Iquique, región de Tarapacá.

Agradecemos su participación y se solicita confirmar su asistencia al teléfono 57-2530800 o al correo e.olavarria@ciderh.cl

Iquique, julio 2018

CIDERH

UNAP CIDERH

V.- LISTADO DE ASISTENCIA

Listado

UNAP CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	27/07/2018	Lugar	SALÓN DE CULTURA IM DE IQUIQUE
Actividad	-CAFÉ CIENTÍFICO: Metodologías modernas en el manejo de huertos frutales – Dr. Ricardo Cautín M. – Académico Investigador Pontificia Universidad Católica de Valparaíso		
Nombre Completo	RUT	Teléfono de Contacto y e-mail	Firma
EDUWIN CROSS-BUCHANAN L.			
Manuela Quezada Zuñiga			
Sonia L. Tapia			
Fernando Medina F.			
Constanza Valeria Chanal Aguila			
Nicolo Ortiz Díaz Alvarez			
[illegible] - Tapia			

CIDERH [illegible] 2018

UNAP CIDERH

UNAP UNIVERSIDAD ARTURO PRAT CIDERH

LISTADO DE ASISTENCIA

Fecha	27/07/2018	Lugar	SALÓN DE CULTURA IM DE IQUIQUE
Actividad	-CAFÉ CIENTÍFICO: Metodologías modernas en el manejo de huertos frutales – Dr. Ricardo Cautín M. – Académico Investigador Pontificia Universidad Católica de Valparaíso		
Nombre Completo	RUT	Teléfono de Contacto y e-mail	Firma
Francisca Montecinos			
Paulina Fernanda Galvez Vargas			
Victor Altamirano Araya			
Jorge Arellano			
[illegible]			

IV.- CONVOCATORIA (Participantes)

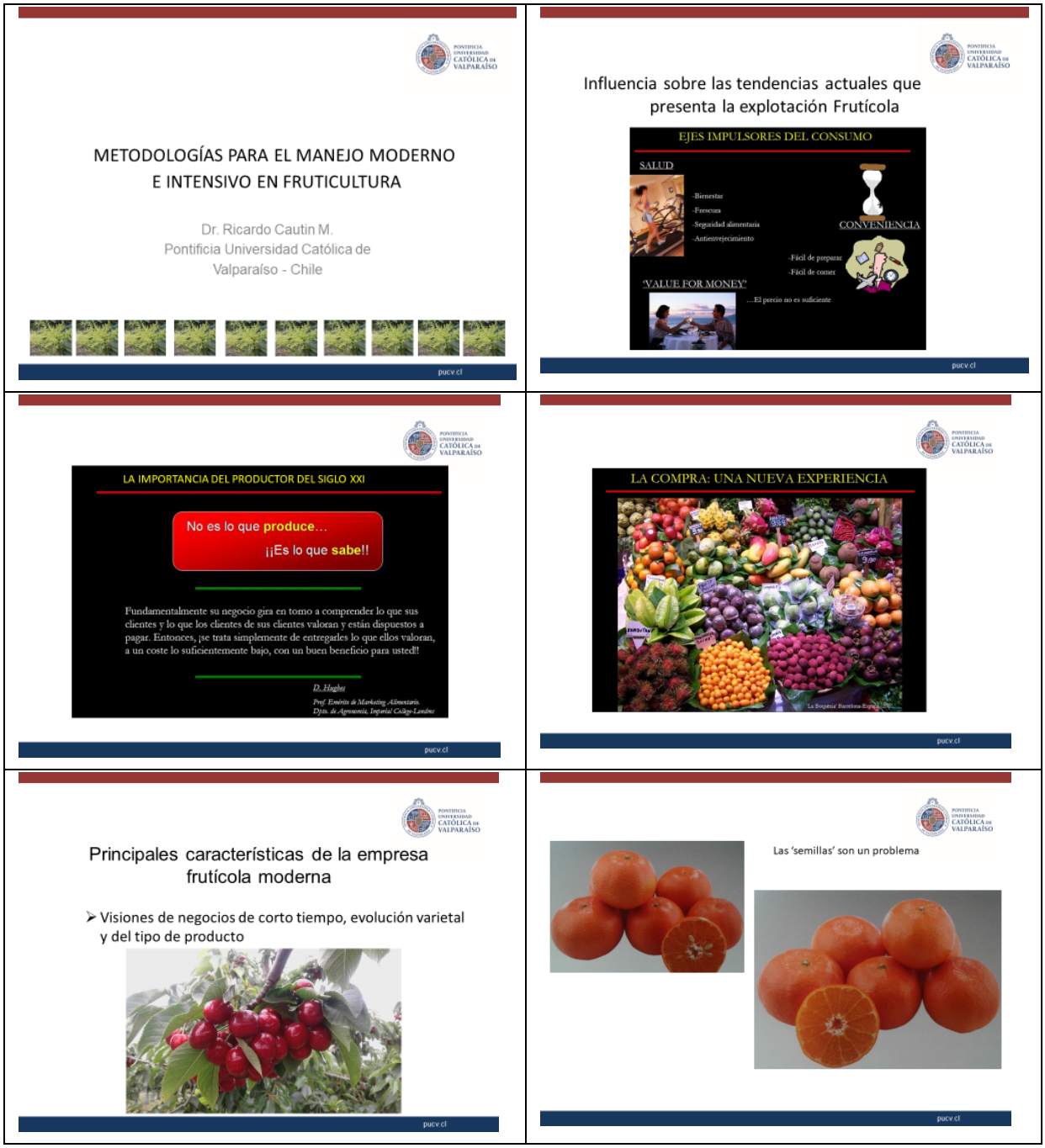
Profesionales	Estudiantes	Total Participantes	Asistencia según Genero
3	13	16	M=9 H=7

II.- HITOS DE LA ACTIVIDAD

Presentación de Expositor Dr. Ricardo Cautín M.
Coffee Break
Foto Oficial
Cierre de la actividad

VII.- GALERÍA FOTOGRÁFICA

Presentación



Negocios de corto tiempo.....

EVALUACION ECONOMICA DEL CULTIVO DEL MANDARINO ORONULES.
Marco de plantación: 4 por 2 m

DENSIDAD DE PLANTAS

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arboles por ha	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250

RENDIMIENTO POR ARBOL

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kilos por árbol	0	3	15	30	40	40	40	40	40	40

RENDIMIENTO POR HECTAREA

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kilos por ha	0	3.750	18.750	37.500	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000

pucv.cl

Su personal esta 'comprometido' con la empresa...

El desafío....

No basta con generar empleo... también debemos mejorarlo

R.S.E. → Reencantar al trabajador → Mejoramiento calidad empleo → Reducción jornada/año → Aumento remuneraciones

PedeFruta

pucv.cl

¿Contra que se debe 'luchar'?

pucv.cl

pucv.cl

Palto: Helada 2013 en la Región de Valparaíso

pucv.cl

Manejo Moderno de Huertos Frutales

pucv.cl

El cambio tecnológico, utilización de suelos 'marginales'

Prof. Dr. Ricardo Cautin M.

pucv.cl

Utilización de la condición climática favorable

pucv.cl

La 'densidad' de cultivo, una variable que se impuso potentemente

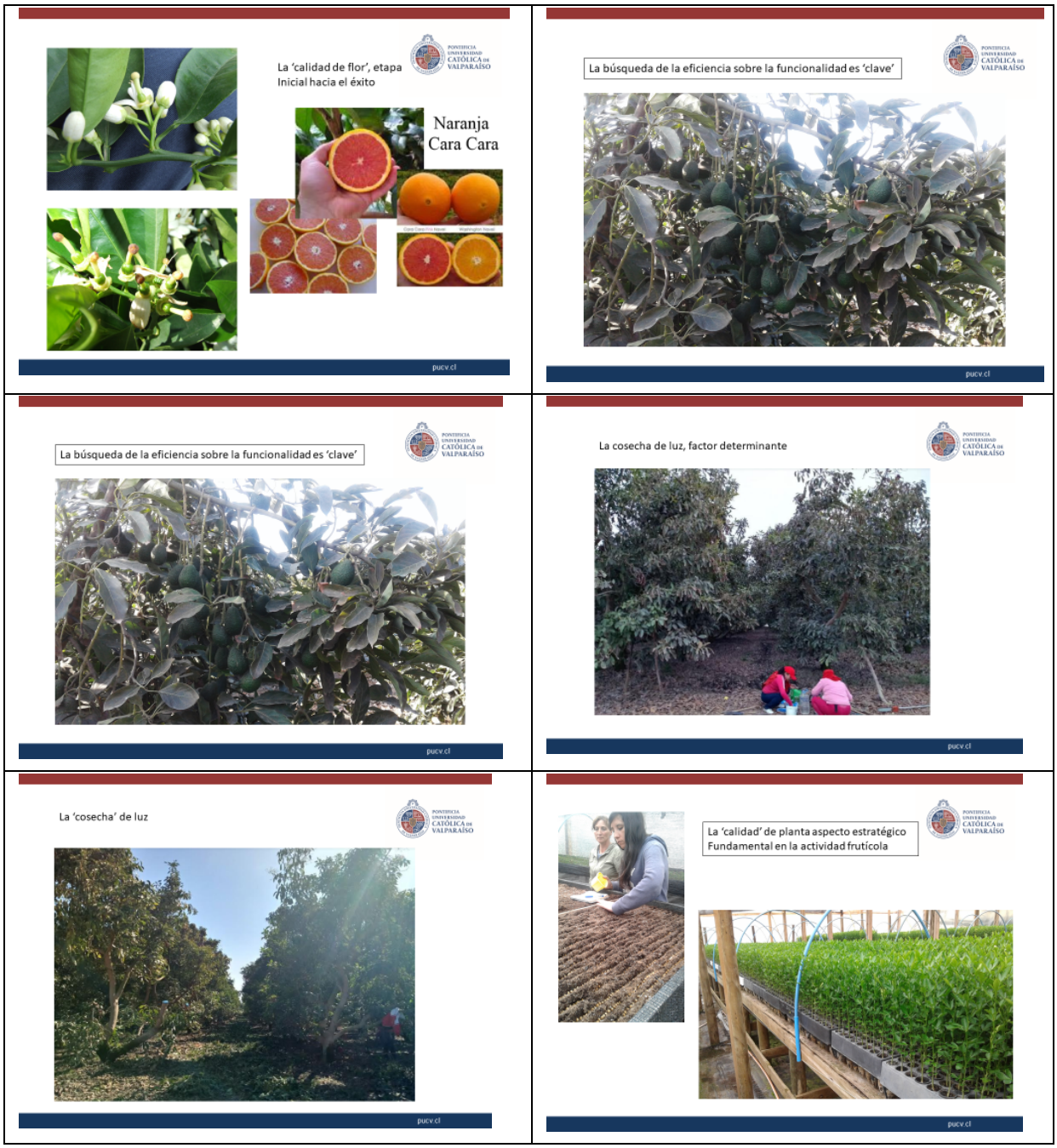
pucv.cl

pucv.cl

Conocimiento, dimensión y control de la condición de estrés que sufren las plantas

pucv.cl

pucv.cl


La 'calidad de flor', etapa
Inicial hacia el éxito
Naranja
Cara Cara
pucv.cl
La búsqueda de la eficiencia sobre la funcionalidad es 'clave'
pucv.cl
La búsqueda de la eficiencia sobre la funcionalidad es 'clave'
pucv.cl
La cosecha de luz, factor determinante
pucv.cl
La 'cosecha' de luz
pucv.cl
La 'calidad' de planta aspecto estratégico
Fundamental en la actividad frutícola
pucv.cl

Búsqueda de la mayor Uniformidad: Uso de portainjertos clonales

pucv.cl

La 'calidad' de planta aspecto estratégico
Fundamental en la actividad frutícola

pucv.cl

La incorporación tecnológica, aumento de la eficiencia

pucv.cl

La incorporación tecnológica, aplicaciones de ultra bajo volumen

pucv.cl

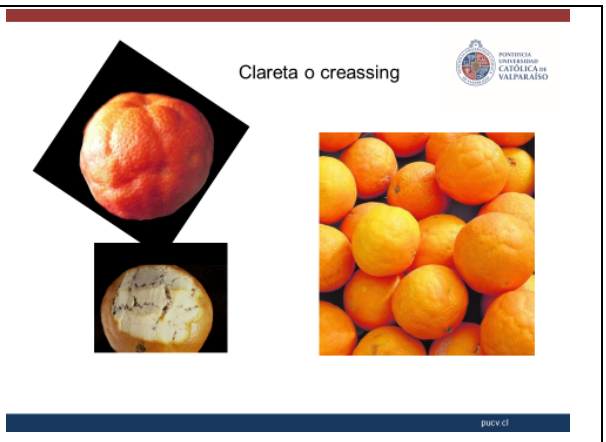
Mecanización de cultivo

pucv.cl

Desarrollo y aplicación de técnicas especiales de manejo

pucv.cl

Utilización de Reguladores del Crecimiento
Competencia al crecimiento del fruto por 'alimento'
Competencia entre flor y brote
Frenar el crecimiento de brote para favorecer cuaja
** Aplicación en primavera
pucv.cl


Clareta o creassing
pucv.cl

Uso de portainjertos especificos: Rubidoux enanizante
pucv.cl

Productividad: muchos kilos en pocos metros cuadrados
pucv.cl

pucv.cl

Gestión de la madera que produce frutos: vigor y productividad
pucv.cl

Producción Chirimoyos en alta densidad (2500 pl/Ha)

Año	Nº frutos/pl	Ton/ha
2	2	1,25
3	4	2,5
4	7	4,3
5	10	6,2
6	30	18,7
7	50	25
8	60	37,5

pucv.cl

La 'calidad' de pre cosecha es altamente incidente en la pos cosecha de frutos

pucv.cl

Informe Dr. Ricardo Cautín

a) Asesoría técnica N° 1

"Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá."

Informe visita 1: Julio de 2018

I. Actividades realizadas

Para la visita realizada con fecha 25 de julio de 2018, los principales objetivos fueron, revisar el estado de avance de la implementación de tratamientos de cobertura y la localización del material vegetal para los seguimientos.
Esto se refiere a ramillas que florecerán durante esta temporada, que brotaran y sus hojas estarán afectadas por el nivel de reducción de radiación acorde con el tipo de cobertura.
Se recorren las plantas seleccionadas y se acuerda el tipo de marca que deben tener y la posición dentro del árbol, estandarizando al máximo el material y de esta forma ser comparable.

II. Recomendaciones técnicas

Tipo de ramilla a marcar para seguimiento:

- brote del año con 40 cm de desarrollo.
- hojas de color verde uniforme, sin síntomas de deficiencias nutricionales
- ramilla con un numero de ‘nudos’ similar, producto del estándar en longitud
- yemas en cada nudo de similares características

Fig. 1 Planta de lima mexicana, dividida en 4 cuadrantes, sobre los cuales se marcaran ramillas de igual vigor, numero de hojas y desarrollo de sus yemas y raíces.

Se conversa sobre la necesidad de establecer la respuesta que producen los arboles sometidos a tratamientos de reducción de radiación, sobre la población de raíces que presentan los diferentes tratamientos. Para ello se recomienda hacer unas excavaciones de poca profundidad, desarrollando un cuadrante de 30 x 30 cm y evaluar en el: n° de raíces lignificadas; n° de raíces blancas (barbilla); peso de raíz total / cm2

III. Acciones a realizar en el corto plazo

Un parámetro importante a cuantificar es la cosecha, la que estar influenciada por los cambios ambientales en cuanto a radiación incidente y economía de agua o uso eficiente del agua.
Para ello es importante 'construir' la curva de cosecha que presenta cada tratamiento, marcando una de las plantas y haciendo seguimiento de los kilos cosechados en el tiempo.
Muestreo para estimar la 'distribución' de los calibres en las categorías comerciales
Muestreo para estimar la distribución de los frutos en grados de madurez (color) variable comercial.

IV. Consideraciones generales

Se dejan planteadas las necesidades de selección de material uniforme para iniciar durante la floración el conteo de nudos floreciendo, la cantidad total de flores y en fecha próxima la capacidad de cuajado que genera el cambio en ambiente.

Se cuantificará por primera vez los parámetros ‘conductancia estomática’ y ‘fluorescencia clorofílica’ como parámetros eco fisiológicos frente a la modificación ambiental, sobre hojas que llevan más de 50 días bajo los nuevos regímenes de iluminación y abastecimiento hídrico, producto de la modificación en radiación incidente. Se hará registro y análisis del comportamiento de la radiación en ciclo diurno y de la temperatura sobre las plantas y sus partes fructificantes.

Dr. Ricardo Cautin M.
Facultad de ciencias Agronómicas y de los Alimentos
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Visita 2: Proyecto Mallas para lima acida – Oasis de Pica
Región de Tarapacá

Introducción

Se visita el ensayo de mallas reductoras de radiación incidente en el mes de noviembre de 2018, con los siguientes objetivos:

- Evaluación de la variable apertura estomática utilizando un poro metro
- Evaluación de la intensidad de floración a nivel de ramillas marcadas para este seguimiento
- Conteo del número de yemas o nudos por ramilla para establecer la relación número de flores/ 100 nudos.
- Revisión del estado de desarrollo de los brotes influenciados por la reducción en radiación incidente
- Reunión con productores de lima acida, para socializar el tema de reducción en la intensidad de radiación con el uso de mallas sobre las copas de las plantas, haciéndose la presentación 'Uso de mallas en fruticultura'

Resultados

Variable 'apertura estomática', se intenta evaluar la apertura estomática, en las plantas sometidas a reducción en la intensidad de radiación, producto de la instalación, no fue posible por la necesidad de calibración del equipo. Se trabaja sobre hojas que están en las pantas marcadas e ensayo.

El grafico que se presenta a continuación, presenta los niveles de conductancia estomática en plantas cítricas y que servirán de referencia.

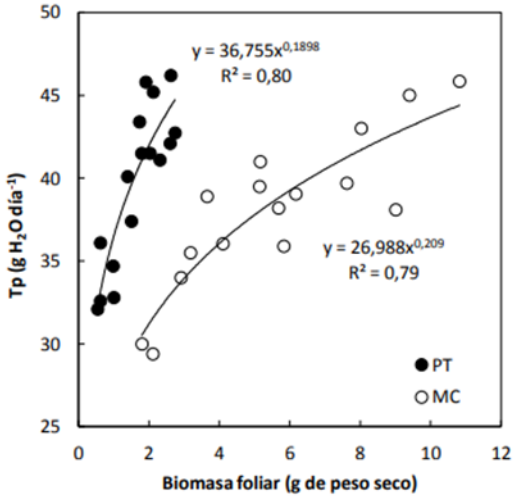


Fig 1. Relación entre la biomasa foliar y la transpiración diaria de la planta completa (Tp) en *P. trifoliata* (PT) y mandarino Cleopatra (MC). Cada punto representa la media de tres medidas de Tp.

Los niveles que presentaría la conductancia estomática, deben moverse entre 30 y 50 g agua / día, unos 300 y 500 mmoles de vapor de agua.

2. Caracterización del número de nudos por las ramillas marcadas. Esta variable se tiene que relacionar con la cantidad de flores producidas, expresada como N° DE FLORES / 100 NUDOS

Fig.2. Ramilla de cítricos en plena flor, se aprecia la disposición y cantidad de flores por 'nudo'

Esta cuantificación, no pudo realizarse por estar retrasada la floración en las plantas, de no poder encontrarse con la floración, se puede relacionar la cantidad de frutitos producidos o cuajados / 100 nudos en cada tratamiento de malla.

3. Estado de crecimiento vegetativo en las plantas producto de la reducción en radiación incidente.

Se aprecia coloración verde de mayor intensidad en las plantas cubiertas con malla, existiendo diferencias entre e color que presentan las mallas.

Fig. 3 Comparación entre los ‘colores’ que desarrollan los arboles con y sin malla. Se aprecia mayor cantidad de hojas verdes bajo malla.

Fig. 4 Detalle de cómo deben ser exploradas las raíces de las plantas en relación con el estatus hídrico que se genera con la reducción en intensidad de radiación.

4. reunión con agricultores del oasis, se presenta el tema y después hubo tiempo para consultas, fue un agradable encuentro en que se pudo capturar la atención e interés de los productores por los resultados de este proyecto.

Ricardo Cautin M.
Doctor Ingeniero Agrónomo
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

b) Asesoría técnica N° 3

Visita técnica 3: Proyecto Mallas para lima acida – Oasis de Pica

Introducción

Se visita el ensayo de mallas reductoras de radiación incidente en el mes de enero de 2019, con los siguientes objetivos:

- Evaluación de la variable ‘eficiencia fotosintetica’ o ‘yield’ utilizando para ello un fluorometro o cuantificador de fluorescencia.
- Evaluación de la capacidad de transportar energía a nivel de hojas adultas en cada condición controlada de reducción en radiación incidente.

Resultados

La variable ‘eficiencia fotosintetica’, se evalúa a partir de un medio indirecto como lo es la fluorescencia clorofílica, como indicador indirecto de la productividad primaria, que se traduce en crecimiento, producción de flores y posteriormente frutos. En tratamientos de reducción de radiación incidente con el uso de mallas, la eficiencia clorofílica de la condición sin malla, presento durante las horas de la mañana menor valor promedio, en contraposición es el tratamiento 2, el que presento el mejor valor de actividad de transporte electrónico, para la conversión de energía lumínica en energía química contenida en producción de carbohidratos, los datos se presentan en la tabla 1

Tabla1. Valores de eficiencia clorofílica en tanto por 1, que presentan hojas de lima acida en el oasis de Pica durante horas de la mañana en 3 tratamientos de cobertura (1=Negra; 2= Perla; 3= Azul) y un tratamiento testigo sin cobertura.

testigo sin cobertura.

1	17-01-2019	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3	EXTERNO
2	**ÁRBOL 1 9:10-9:50**	**0,60525**	**0,768**	**0,70825**	**0,69275**
3	Muestra 1 N	0,525	0,726	0,63	0,7
4	Muestra 2 O	0,424	0,769	0,767	0,787
5	Muestra 3 S	0,754	0,775	0,649	0,62
6	Muestra 4 E	0,718	0,802	0,787	0,664
7	**ÁRBOL 2 9:10 - 9:50**	**0,623**	**0,7005**	**0,6835**	**0,5245**
8	Muestra 1 N	0,776	0,804	0,683	0,563
9	Muestra 2 O	0,433	0,768	0,793	0,535
10	Muestra 3 S	0,678	0,803	0,579	0,56
11	Muestra 4 E	0,605	0,427	0,679	0,44
12	**ÁRBOL 1 11:00-11:40**		**0,74825**	**0,73875**	**0,69275**
13	Muestra 1 N	0,885	0,759	0,749	0,671
14	Muestra 2 O	0,911	0,741	0,78	0,686
15	Muestra 3 S	0,965	0,759	0,763	0,735
16	Muestra 4 E	0,671	0,734	0,663	0,679
17	**ÁRBOL 2 11:00-11:40**	**0,6975**	**0,7485**	**0,73275**	**0,60125**
18	Muestra 1 N	0,731	0,785	0,768	0,672
19	Muestra 2 O	0,703	0,778	0,789	0,647
20	Muestra 3 S	0,758	0,73	0,651	0,586
21	Muestra 4 E	0,598	0,701	0,723	0,5
22					
23	**PROMEDIO TRATAMIENTOS**	**0,6959375**	**0,7413125**	**0,7158125**	**0,6278125**

** Valores que se acercan a 1, presentan la mayor eficiencia clorofílica

Los resultados que presentó esta medición son los siguientes:

1. Existe consistencia en la evaluación, por cuanto a primera hora cuantificada, es el tratamiento ‘sin cobertura’ o ‘extern0’ el que presenta los mayores valores en comparación con los valores de hojas bajo cobertura, que para el caso del tratamiento 1 entrega los menores valores,
2. A partir de las 9 de la mañana en las plantas sin cobertura, comienza a existir valores de menos eficiencia, diferencia con los arboles cubiertos que aumenta en horas de mayor radiación.
3. A partir de las 11 de la mañana, la diferencia entre tratamientos de cobertura es mayor con el testigo.

A continuación se presenta la Tabla 2, con las mediciones realizadas en horas de la tarde con la mayor cantidad de radiación incidente.

Tabla 2. Valores de eficiencia clorofílica en tanto por 1, que presentan hojas de lima acida en el oasis de Pica durante primeras horas de la tarde en 3 tratamientos de cobertura (1=Negra; 2= Perla; 3= Azul) y un tratamiento testigo sin cobertura.

1		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3	EXTERNO
2	**ÁRBOL 1 12:00- 12:30**	**0,7045**	**0,72375**	**0,6835**	**0,71925**
3	Muestra 1 N	0,768	0,718	0,742	0,751
4	Muestra 2 O	0,71	0,711	0,682	0,716
5	Muestra 3 S	0,65	0,696	0,624	0,716
6	Muestra 4 E	0,69	0,77	0,686	0,694
7	**ÁRBOL 2 12:00-12:30**	**0,742**	**0,75125**	**0,71375**	**0,51775**
8	Muestra 1 N	0,709	0,77	0,702	0,365
9	Muestra 2 O	0,784	0,748	0,703	0,563
10	Muestra 3 S	0,763	0,73	0,744	0,56
11	Muestra 4 E	0,712	0,757	0,706	0,583
12	**ÁRBOL 1 13:00-13:30**	**0,624**	**0,71725**	**0,6895**	**0,73425**
13	Muestra 1 N	0,497	0,708	0,672	0,686
14	Muestra 2 O	0,651	0,743	0,623	0,777
15	Muestra 3 S	0,722	0,752	0,709	0,741
16	Muestra 4 E	0,626	0,666	0,754	0,733
17	**ÁRBOL 2 13:00-13:30**	**0,72225**	**0,73025**	**0,6565**	**0,5825**
18	Muestra 1 N	0,66	0,734	0,695	0,463
19	Muestra 2 O	0,725	0,724	0,656	0,66
20	Muestra 3 S	0,745	0,745	0,745	0,612
21	Muestra 4 E	0,759	0,718	0,53	0,595
22					
23	**PROMEDIO TRATAMIENTOS**	**0,6981875**	**0,730625**	**0,6858125**	**0,6384375**

Para esta medición, se evidencia la efectividad del tratamiento 2 (Perla), quien presenta diferencias, en 4, 5 y 10% de eficiencia con el T1 (Negra), T3 (Azul) y Tratamiento testigo respectivamente.

El comportamiento en horas de la tarde difiere con la mañana, llamando la atención al medio día los bajos valores en el tratamiento testigo. Con las hojas mas afectadas en su actividad fotosintética las que están con orientación norte, respecto de la radiación incidente, que genera mucho estrés.

Tabla 3. Valores de eficiencia clorofílica en tanto por 1, que presentan hojas de lima acida en el oasis de Pica durante horas de la tarde en 3 tratamientos

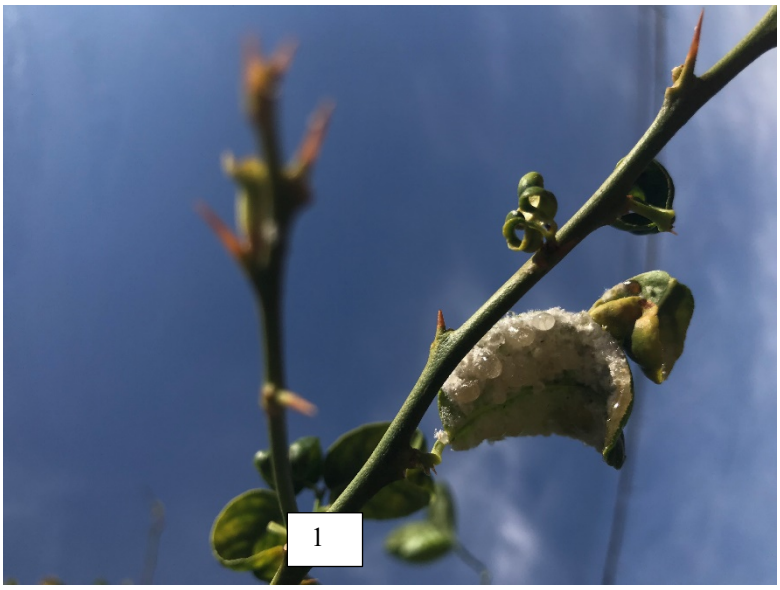
de cobertura ((1=Negra; 2= Perla; 3= Azul) y un tratamiento testigo sin cobertura.

1		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3	EXTERNO
2	**ÁRBOL 1 13:40-14:25**	**0,55125**	**0,72625**	**0,727**	**0,707**
3	Muestra 1 N	0,415	0,801	0,689	0,748
4	Muestra 2 O	0,655	0,713	0,75	0,755
5	Muestra 3 S	0,604	0,729	0,733	0,642
6	Muestra 4 E	0,531	0,662	0,736	0,683
7	**ÁRBOL 2 13:40-14:25**	**0,671**	**0,69875**	**0,7085**	**0,47875**
8	Muestra 1 N	0,668	0,738	0,688	0,366
9	Muestra 2 O	0,676	0,701	0,69	0,467
10	Muestra 3 S	0,672	0,685	0,733	0,655
11	Muestra 4 E	0,668	0,671	0,723	0,427
12	**ÁRBOL 1 14:40-15:44**	**0,68625**	**0,727**	**0,751**	**0,66625**
13	Muestra 1 N	0,78	0,75	0,747	0,734
14	Muestra 2 O	0,676	0,687	0,768	0,543
15	Muestra 3 S	0,51	0,74	0,75	0,704
16	Muestra 4 E	0,779	0,731	0,739	0,684
17	**ÁRBOL 2 14:40-15:44**	**0,60725**	**0,66775**	**0,67675**	**0,5115**
18	Muestra 1 N	0,63	0,75	0,744	0,465
19	Muestra 2 O	0,677	0,549	0,558	0,517
20	Muestra 3 S	0,527	0,672	0,702	0,537
21	Muestra 4 E	0,595	0,7	0,703	0,527
22					
23	**PROMEDIO TRATAMIENTOS**	**0,6289375**	**0,7049375**	**0,7158125**	**0,590875**

Los valores promedio, son menores que en el grupo de medición anterior, nuevamente y lógicamente las hojas del tratamiento testigo presentan la menos eficiencia producto de la alta radiación incidente. La malla azul y blanca presentan los mejores valores de eficiencia fotosintética.

Se evidencia el efecto de la cobertura en los siguientes aspectos:

- Coloración de hojas con verde mas oscuro, producto de la mayor acumulación de clorofila, producto de la condición más controlada de estrés por radiación.
- Mayor cantidad de hojas con ataque de mosquita blanca, producto de la mayor riqueza en azucares debido a la actividad fotosintética mas eficiente en arboles sometidos acondiciones de cobertura.
- En cuantificaciones de ‘yield’ o productividad fotosintética, se ha alcanzado valores máximos de 0,83. Las variaciones en centésimas son de importancia.



Imágenes para la visita: (1) Ramilla proveniente del tratamiento de malla azul, con fuerte ataque de mosquita blanca. (2) Ramilla del tratamiento ‘testigo’ con fuerte incidencia de la radiación y perdida de hojas y (3) vista aérea del ensayo.

Ricardo Cautin M.

Doctor Ingeniero Agrónomo

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

ANEXO GENERAL

a) MALLAS FOTOSELECTIVAS

Las mallas fotoselectivas se instalaron sobre una estructura construida a partir de tubería galvanizada de 1 ½" de 6 metros de longitud. Esa tubería quedó con una longitud disponible de 5 metros y en la parte superior se colocó una tubería galvanizada de 1 ½" horizontal de 4 metros que sirve de soporte de la malla en sus paredes laterales.

Figura 1. Instalación de mallas fotoselectivas

b) CARACTERIZACIÓN DEL AGROSISTEMA

La parcela donde se está implementando el proyecto presenta la siguiente ubicación en coordenadas UTM

Coordenadas Norte	Coordenadas Este	Altitud (metros)
7732395	463928	1276

Las características principales del agua para riego son:

pH	CE dS/m	RASadj	Sodio mg/l	Cloruro mg/l	Boro mg/l	Arsénico mg/l
7,6	1,5	7,8	216	170	1,1	0,03

Fuente: Agrolab-Diciembre 2017

El análisis del agua determina:

- Por el pH básico los árboles presentan síntomas de deficiencia de zinc, manganeso, magnesio, hierro y nitrógeno
- Los valores de sodio y cloruro no inciden en un proceso de salinización del suelo
- El RASadj es menor a 10, por lo que no incidirá en proceso de sodificación del suelo
- La concentración de Boro se encuentra por sobre el límite de la Norma Chilena de Riego (NCh1.333 OF87), que es 0,75 mg/l. Esto es relevante, ya que los cítricos son sensibles a la toxicidad a este metaloide y debe considerarse en el programa de manejo

Las características principales del suelo son:

pH	CE dS/m	RAS	PSI	Clasificación
7,0	2,4	4,3	5,1	No Salino No Sódico

Fuente: Agrolab-Diciembre 2017

El análisis del suelo determina:

- El pH neutro amortiguará el impacto del agua de riego para la intensidad de los síntomas de deficiencia de zinc, manganeso, magnesio, hierro y nitrógeno
- Por los valores de RAS y PSI, el suelo no será un factor relevante en el potencial de producción del limón de Pica

Sodio mg/l	Cloruro mg/l	Boro mg/l
243	256	2,6

Fuente: Agrolab-Diciembre 2017

El análisis del suelo determina:

- La concentración de Boro presenta un valor que impactará en la toxicidad a este metaloide y debe considerarse en el programa de manejo para bloquear su efecto.

Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
91	4	5	Arenosa

Fuente: Agrolab-Diciembre 2017

El análisis físico del suelo determina:

- Es un suelo arenoso, donde los aportes de limo y arcilla son testimoniales y determinan que el suelo presenta una baja capacidad de retención de agua que debe ser considerado en el manejo del riego

Capacidad de Campo %	Punto de Marchitez Permanente %	Humedad Aprovechable %
3,1	1,9	1,2

Fuente: Agrolab- Diciembre 2017

El análisis físico del suelo determina:

- Por la textura arenosa del suelo, los resultados de las constantes hídricas están en concordancia, ya que la capacidad de retención de agua es muy baja y por ello la información que entregarán los sensores de humedad volumétrica y matrico serán determinantes en establecer las diferencias entre los tratamientos de mallas fotoselectivas y cultivo al aire libre.

c) CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN

La plantación de limón de Pica donde será realizado este proyecto presenta las siguientes características:

-Marco plantación: 6x6 metros (277 árboles ha^{-1})
-Caudal gotero: 100 litros por hora aproximadamente
-N° emisores: 1 Microyet
-Ecotipo: Limón de Pica
-Tipo de suelo: Arenoso
-Profundidad de raíces: 25cm

d) CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE LOS ÁRBOLES

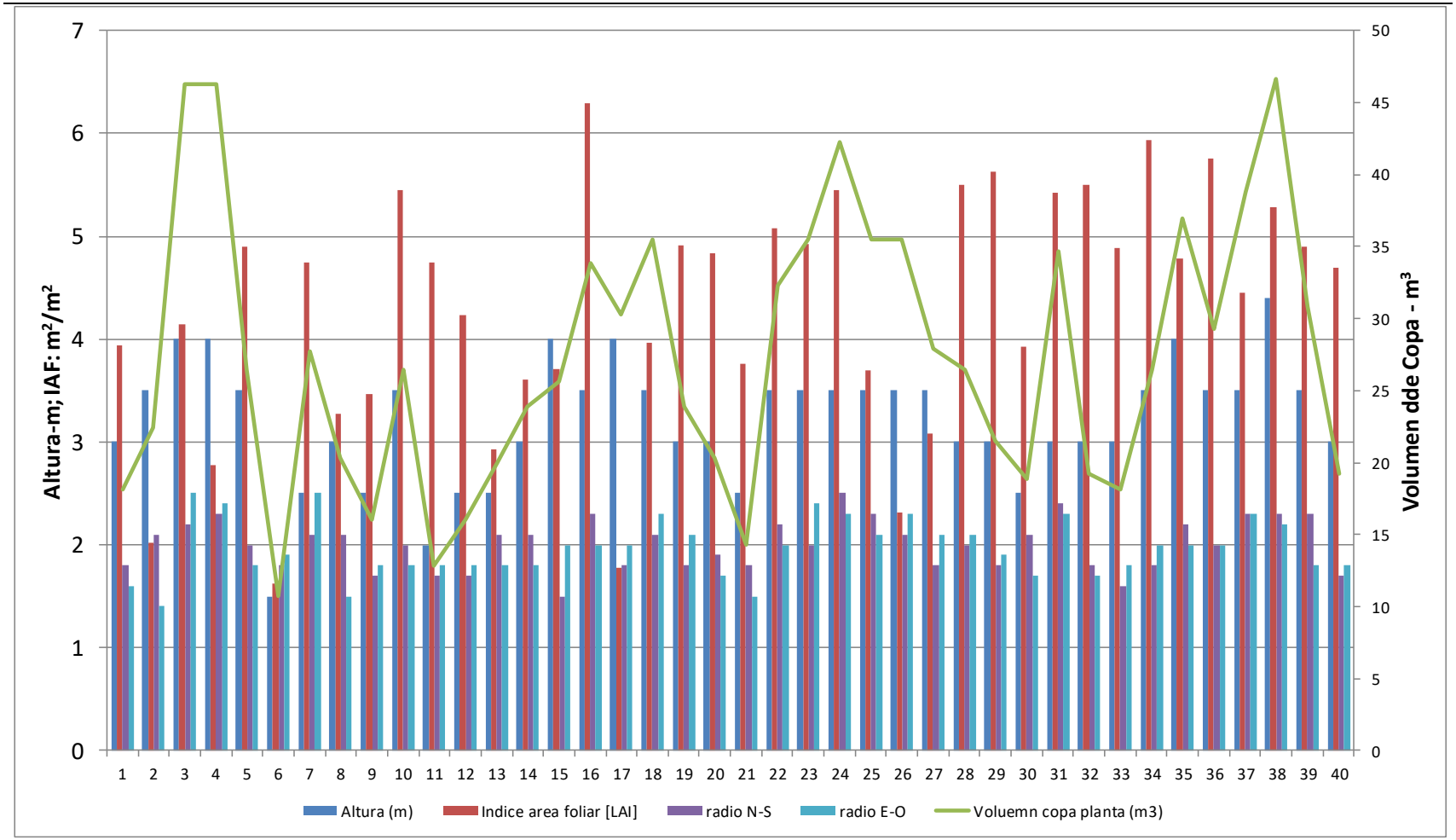
Las características de los árboles que forman parte del proyecto muestran una alta variabilidad que deberán ser normalizadas para disminuir el coeficiente de variación y no supere el 10% para la confiabilidad de los resultados a obtener. (ver figura 2)

-En altura del árbol variación de 2,9 veces (Máximo: 4,4 y Mínimo: 1,5 metros); promedio: 3,21 metros

-En Índice de Área Foliar variación de 3,88 veces (Máximo: 6,29 y Mínimo: 1,62); promedio: 4,3

-En volumen de copa variación de 7,67 veces (Máximo: 46,65 m^3 y Mínimo: 10,75 m^3); promedio: 27,33 m^3

Figura 2. Características biométricas de los árboles de limón de Pica



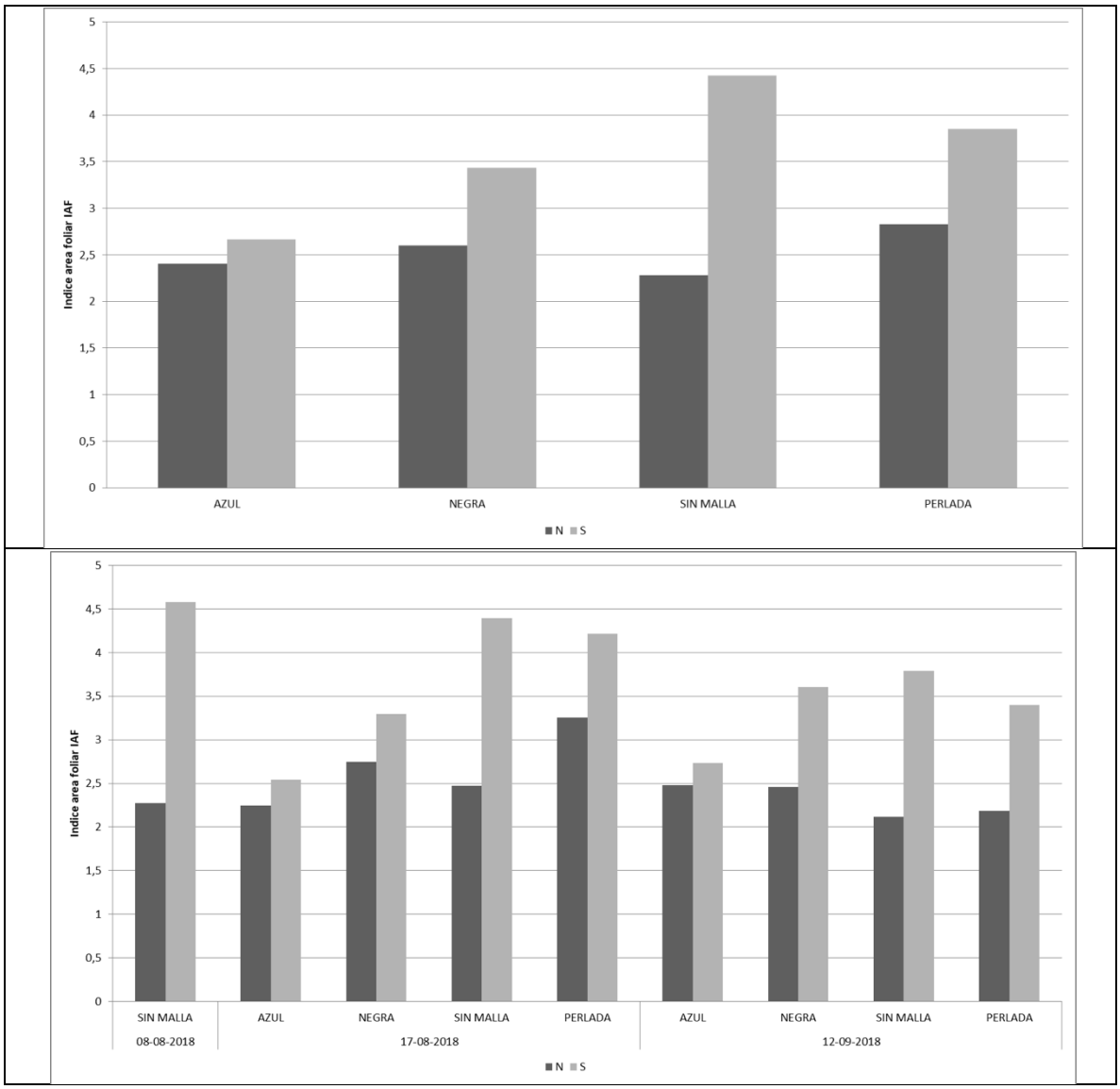
ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

El Índice de Área Foliar (IAF) en los árboles de limón con y sin malla fotoselectiva muestra la variabilidad determinada por la arquitectura de los árboles, generada por su origen de semilla, poda de formación y poda de producción.

Esta condición se observa por un crecimiento diferencial de los árboles al presentarse diferencia en el IAF al lado norte y sur de estos.

Con el manejo de poda se puede generar esta uniformidad y que será evaluada durante el desarrollo del proyecto.

Figura 1. Valores de Índice de Área Foliar con y sin malla fotoselectiva en los árboles de limón de Pica. 2018

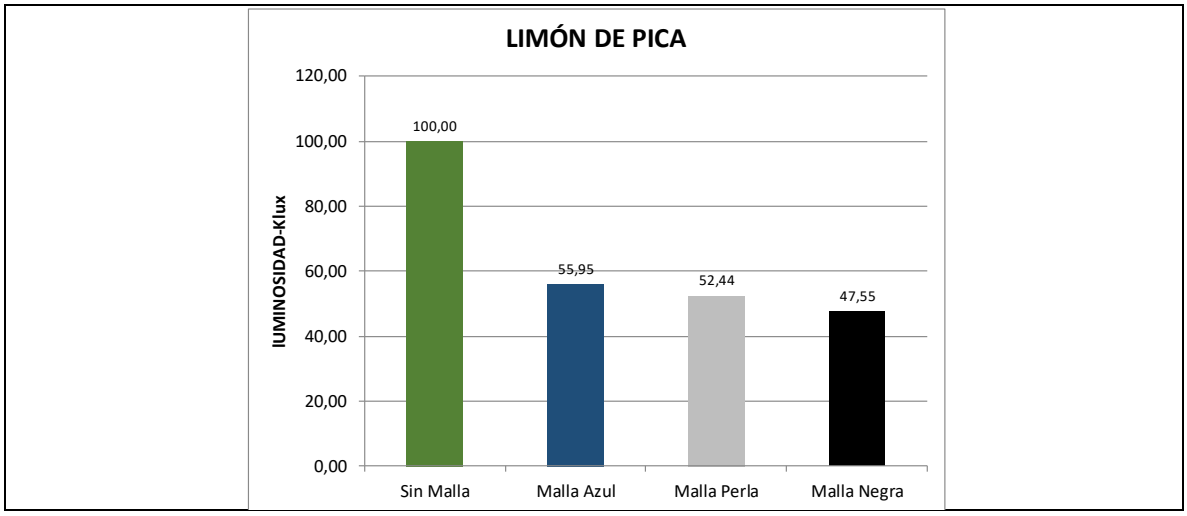


LUMINOSIDAD

La luminosidad es un factor determinante en el potencial de producción del limón de Pica, al tener un efecto directo en los procesos fisiológicos de inducción y diferenciación floral.

Las mallas fotoselectivas presentan un efecto diferencial sobre la luminosidad de los árboles de limón de Pica, obteniéndose la siguiente respuesta expresada en la Figura 1 y en la Tabla 1.

Figura 1. Índice de luminosidad en los árboles de limón de Pica con y sin malla fotoselectiva. 2019



Fuente. Elaboración propia

Tabla 1. Valores de luminosidad según orientación, con y sin malla fotoselectiva en árboles de limón de Pica.2018

Sin Malla Base 100	Malla Negra	Malla Azul	Malla Perla
100	(-) 47,55	(-) 42,86	(-) 55,95

Los resultados muestran que las tres mallas reducen la luminosidad, presentándose una reducción creciente en el siguiente orden: azul, negra y perla.

Se analizará si el efecto de la reducción de la luminosidad afecta fisiológicamente a las plantas, expresada en floración y producción.

MONITOREO HUMEDAD VOLUMÉTRICA EN EL PERFIL DEL SUELO

Se instalaron sensores de humedad volumétrica a los 25, 50 y 75 cm (Ver figura 1), de registro continuo para los cuatro tratamientos.

Figura 1. Instalación sensores humedad volumétrica. 2018

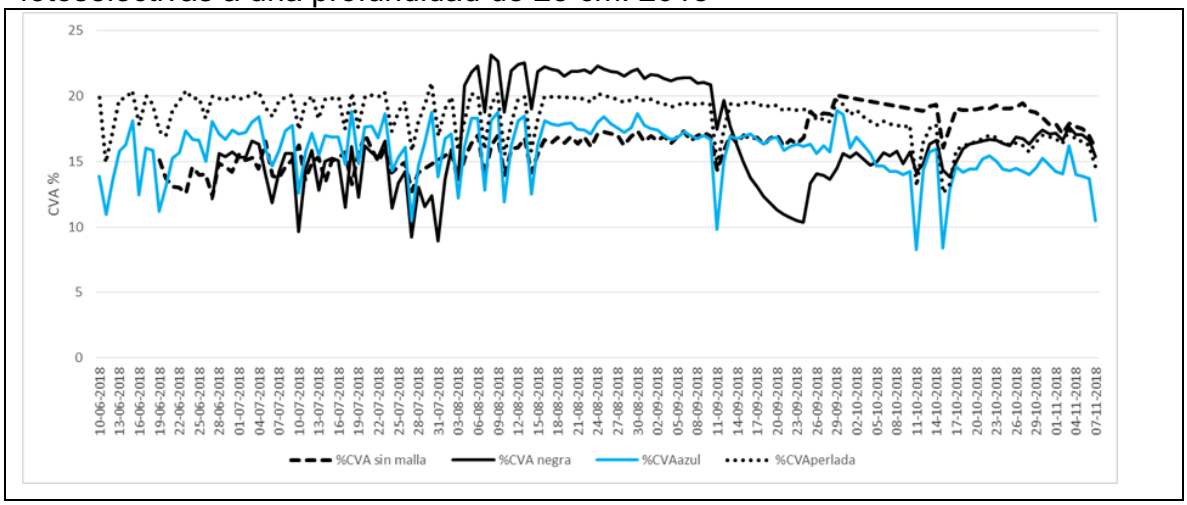
a) REGISTRO DE HUMEDAD VOLUMETRICA SUELO

El contenido de humedad volumétrica (HV) en los árboles de limón de Pica bajo la malla Perla muestra un comportamiento más estable durante el período de medición, situándose en un rango entre 15 a un 20%, en comparación a las otras mallas fotoselectivas y sin malla.

La humedad volumétrica en el suelo con la malla negra muestra grandes oscilaciones que van desde 10 a más de 20% de HV y la malla azul muestra estabilidad en un rango de HV más estrecho, entre 10 y 15%.

Es importante señalar que esta zona superficial está más expuesta a evaporación y además es la zona de mayor concentración de raíces absorbentes hasta los 50 cm, lo cual es reflejado en las curvas por sus oscilaciones diarias, también asociado a los riegos que se realizan.

Figura 2. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica con y sin mallas fotoselectivas a una profundidad de 25 cm. 2018

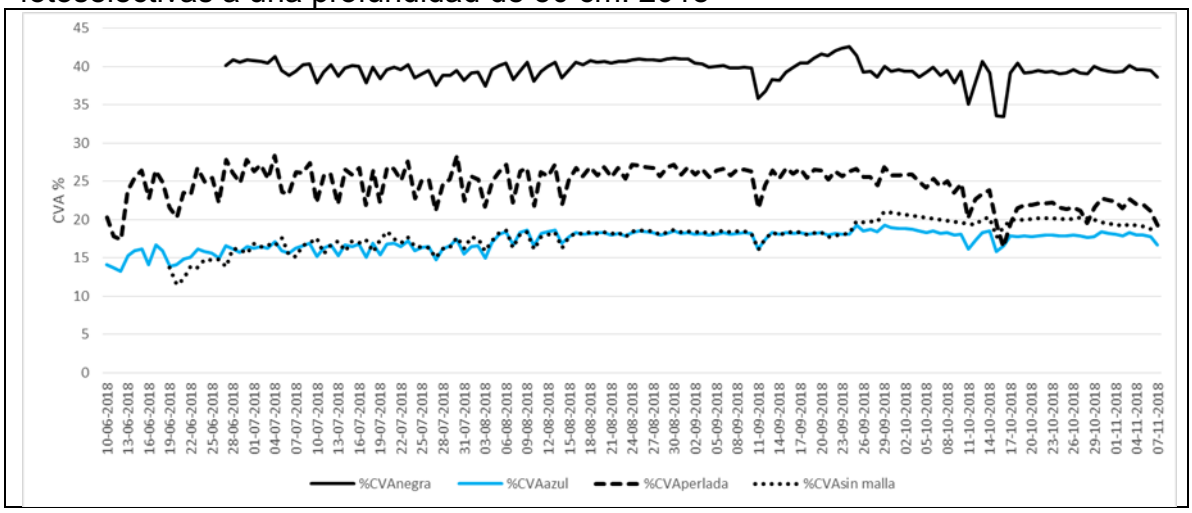


A los 50 cm, se presenta un comportamiento de la HV diferencial entre la malla negra y las otras mallas, registrándose un 40% HV, lo que indica que hay una mínima absorción de las raíces, que deberá ser analizada la causal.

En las otras mallas la HV muestra un comportamiento más estable y comparable a los 25 cm, donde la malla Perla se mueve en un rango más estrecho entre 20 a 25% HV y la malla azul muestra un comportamiento similar a sin malla, situándose entre los 12 a 15%HV.

En todos ellos se obtiene un valor mayor de HV a los 50 cm respecto a los 25 cm, lo cual indica que la concentración de raíces es menor y menor evaporación.

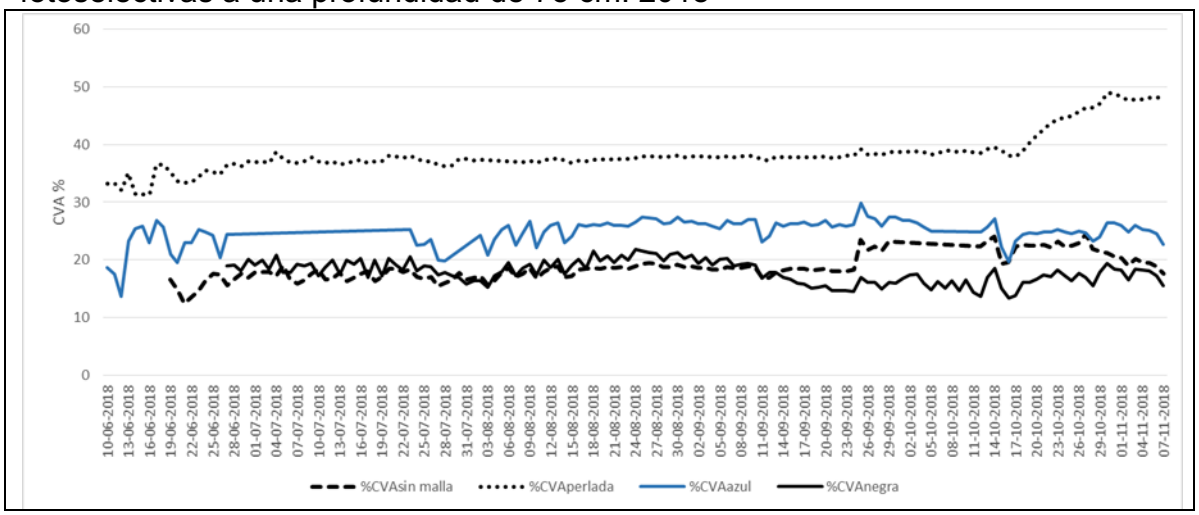
Figura 3. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica con y sin mallas fotoselectivas a una profundidad de 50 cm. 2018



A los 75 cm, la malla Perla presenta el mayor contenido de HV situándose entre 30 y 45% HV, lo cual indica, que no hay rices absorbentes y además una casi nula evaporación, acumulándose agua a esta altura del perfil.

Las otras mallas y sin malla la HV es menor y presentándose un comportamiento similar y estable situándose en un rango comprendido entre 8% a 25%, donde la malla azul se sitúa en el rango superior

Figura 4. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica con y sin mallas fotoselectivas a una profundidad de 75 cm. 2018



El análisis de los resultados muestra un comportamiento diferencial por de la presencia o ausencia de malla, pero también de la arquitectura del sistema radicular, para lo cual sugirió el asesor evaluar la instalación de rizotrones para analizar el parámetro raíces.

En las figuras 5,6, 7 y 8 se muestra de forma desagregada el comportamiento de la HV del suelo en los árboles con y sin malla fotoselectivas a los 25,50 y 75 cm de profundidad.

En las tres mallas se presenta en orden creciente la HV en el perfil de suelo en el siguiente orden: 25 – 50 – 75 cm, lo cual está asociado a la presencia de raíces y la evaporación.

Figura 5. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica sin mallas fotoselectivas a una profundidad entre 25 a 75 cm. 2018

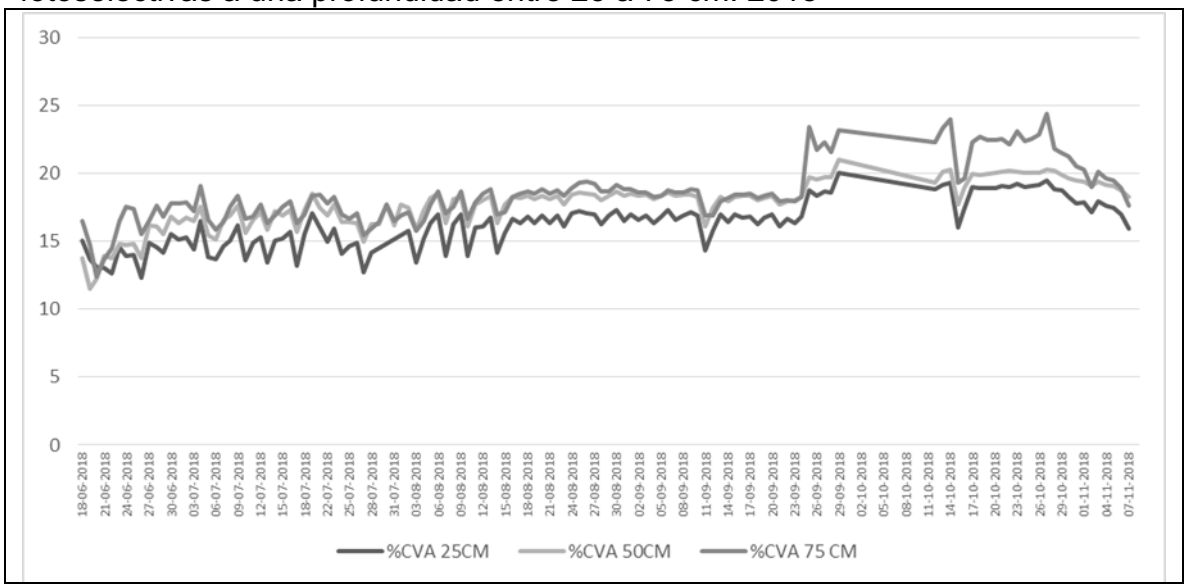


Figura 6. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica bajo malla fotoselectiva Perlada a una profundidad entre 25 a 75 cm. 2018

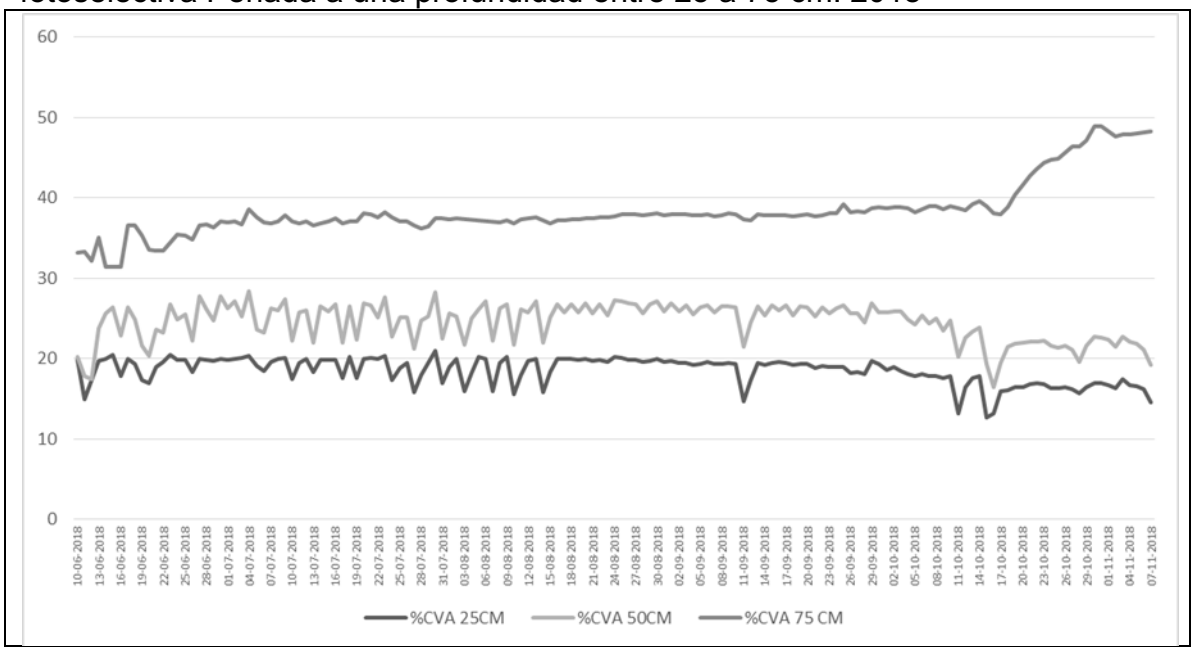


Figura 7. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica bajo malla fotoselectiva Azul a una profundidad entre 25 a 75 cm. 2018

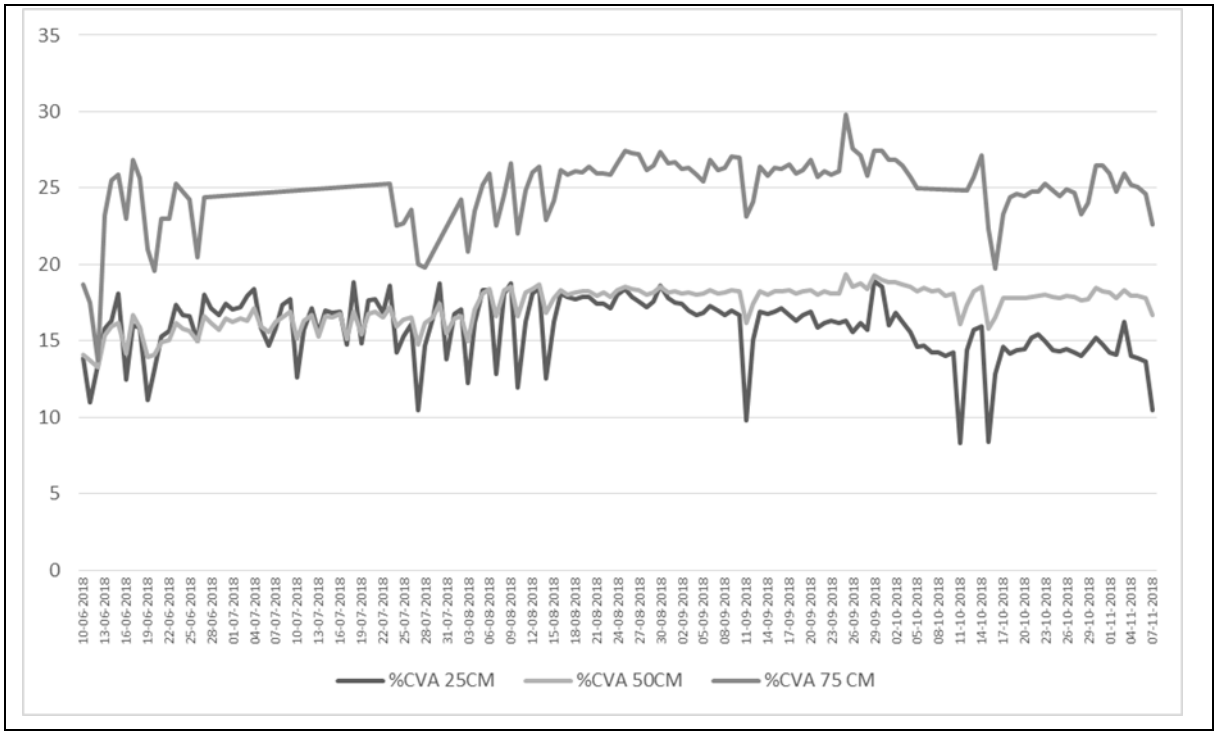


Figura 8. Humedad volumétrica en árboles de limones bajo malla fotoselectiva Negra a una profundidad entre 25 a 75 cm. 2018

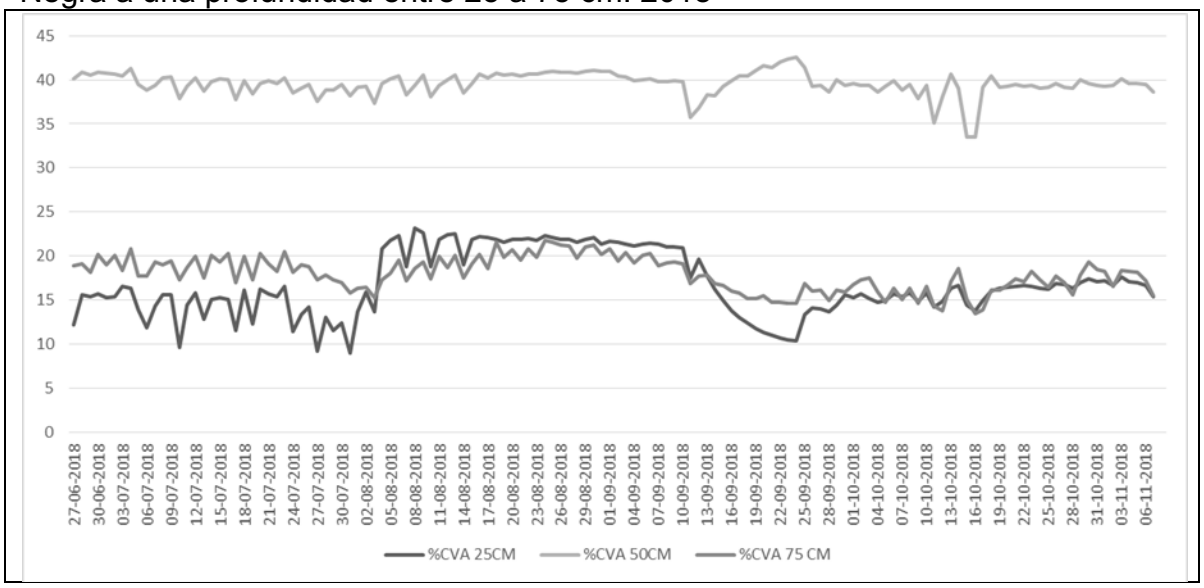
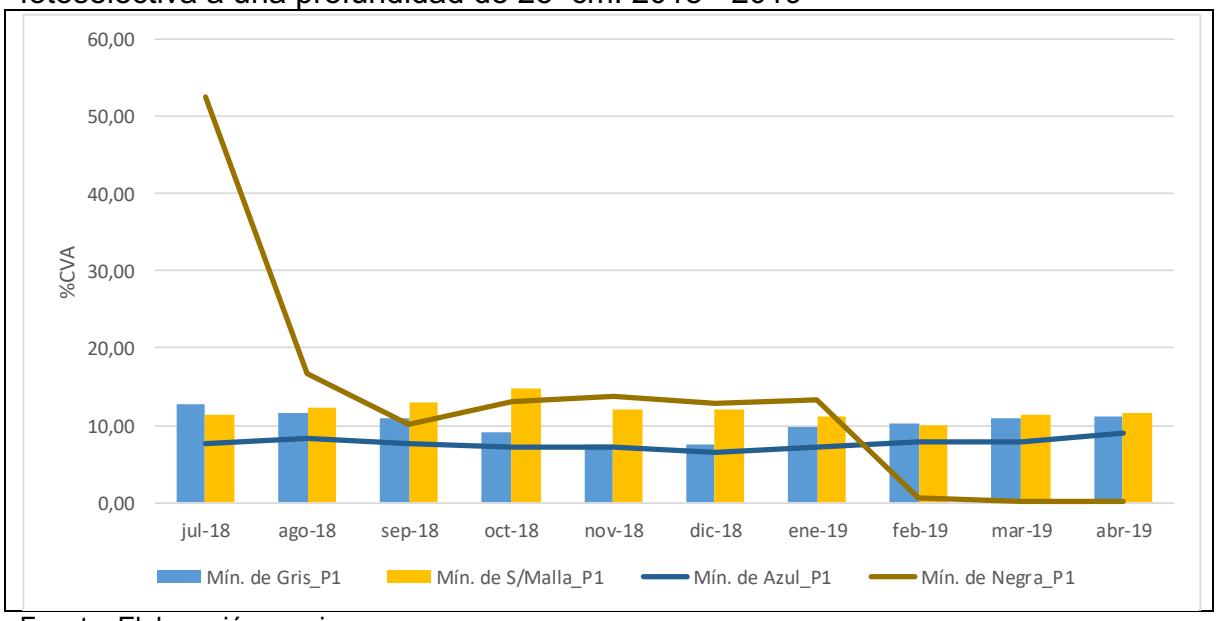


Figura 9. Humedad volumétrica en árboles de limones de Pica con y sin malla fotoselectiva a una profundidad de 25 cm. 2018 - 2019



Fuente. Elaboración propia

El contenido de humedad volumétrica con y sin malla a los 25 cm de profundidad (zona de mayor concentración de raíces abosrventes) durante todo el período de medición presenta una alta estabilidad.

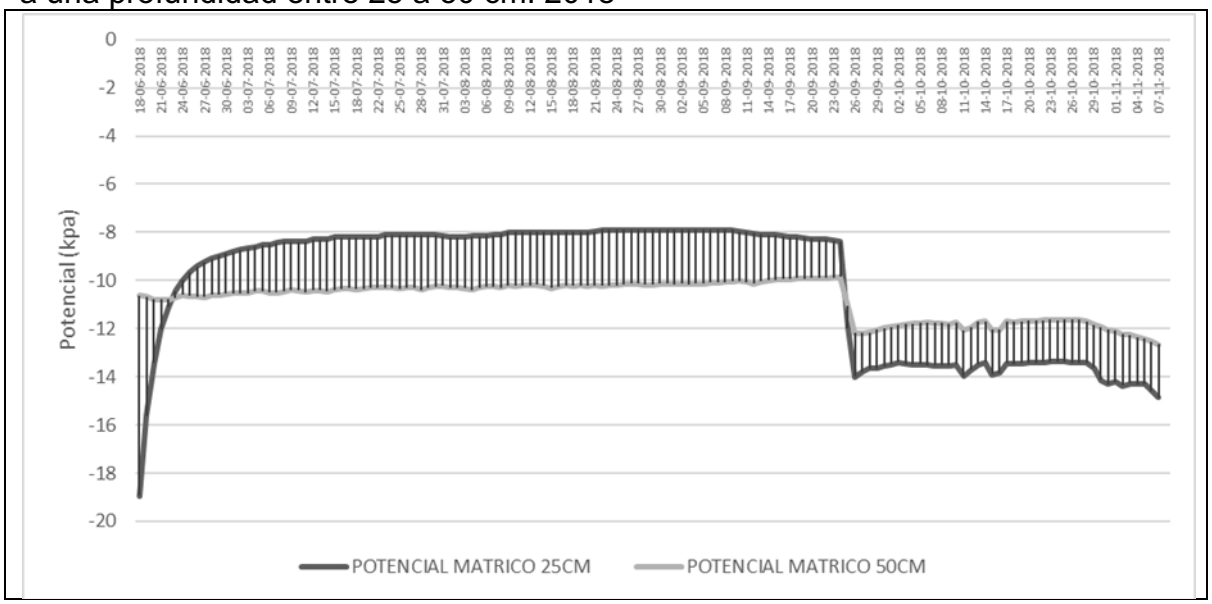
b) REGISTRO POTENCIAL MÁTRICO SUELO

Los registros de Potencial Mátrico (PM) muestra un comportamiento diferencial en en el perfil de suelo (25 – 50 cm), con y sin malla fotoselectiva, que corresponde a la zona de mayor concentración de raíces aborventes.

En los árboles de limón de Pica sin malla, el PM muestra un cpmportamiento variable durante el período de mediciones. Hasta septiembre el PM es mayor en los 25 cm, revirtiéndose hacia la segunda quincena de septiembre en adelante, lo cual refleja el movimiento del agua en el perfil del suelo y la mayor o menor actividad de las raíces absorbentes, y asociado a la evaporación.

El PM se sitúa entre los (-14) y (-8) Kpa.

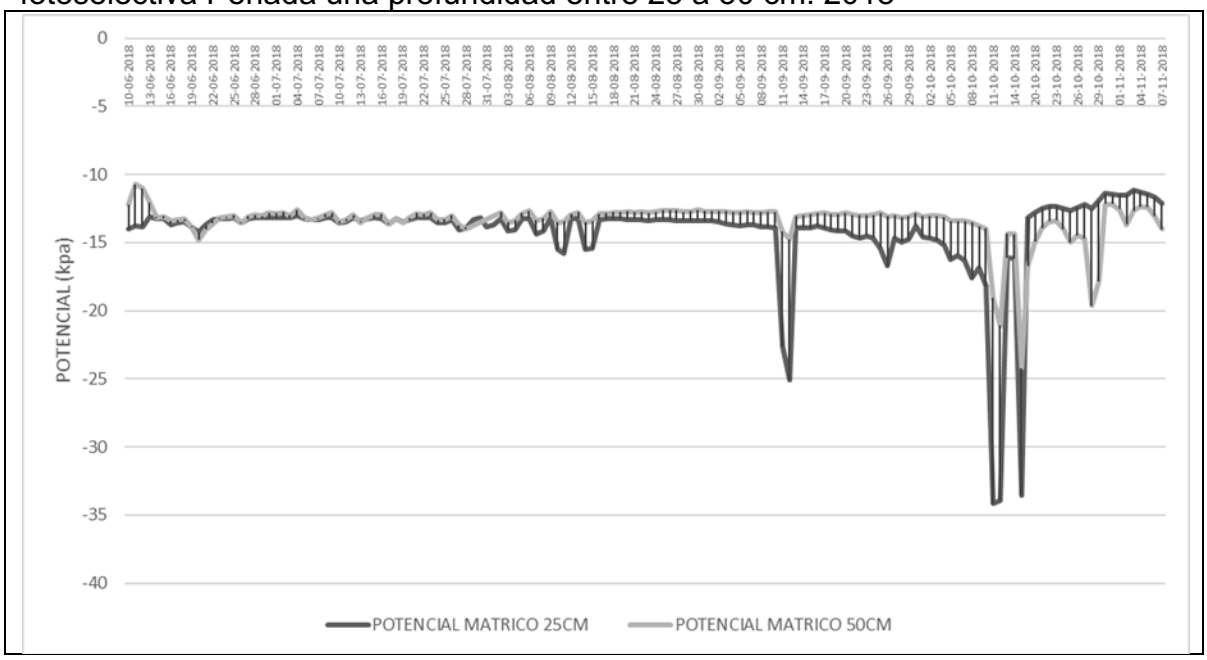
Figura 10. Potencial mátrico en árboles de limones de Pica sin malla fotoselectiva a una profundidad entre 25 a 50 cm. 2018



En la malla perlada, se presenta un PM similar hasta la primera quincena de septiembre a las dos profundidades, y posteriormente se presenta una alternacia de mayor o menor PM a los 25 y 50 cm

El PM se sitúa entre los (-15) y (-8) Kpa, con algunos peak que llega hasta casi (-35 Kpa), lo cual muestra momentos con un menor contenido de agua disponible para el cultivo.

Figura 11. Potencial mátrico en árboles de limones de Pica bajo malla fotoselectiva Perlada una profundidad entre 25 a 50 cm. 2018

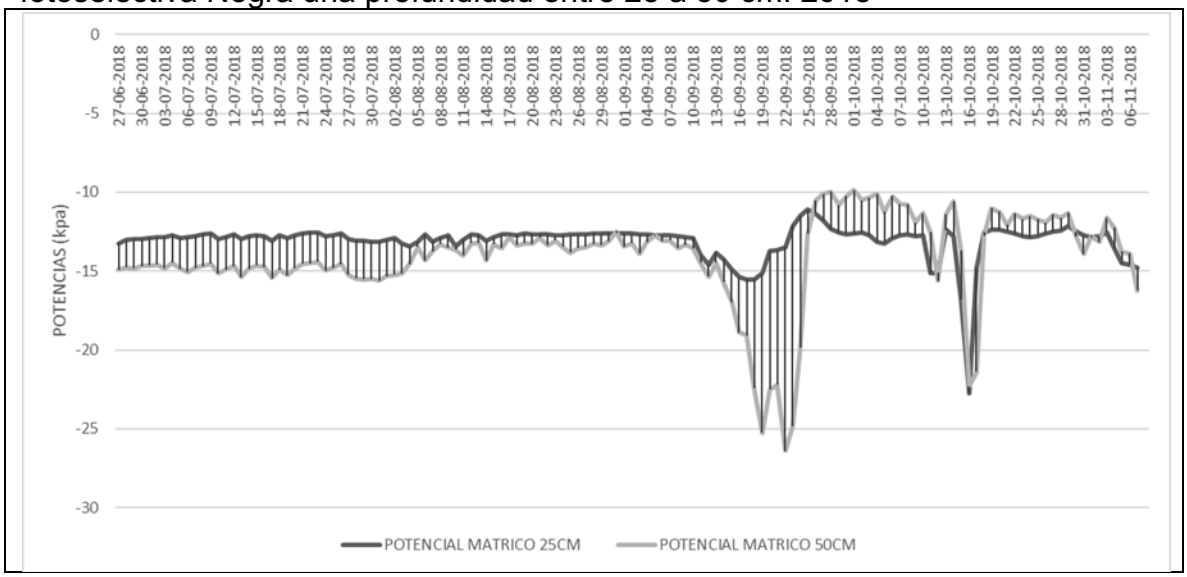


En la malla negra el PM presenta un comportamiento estable hasta la primera quincena de septiembre y luego de mayor inestabilidad a las profundidades (al igual que en los otros tratamientos).

Se presenta en este período alternancia de mayor o menor PO a los 25 y 50 cm, que es propio de la dinámica de la humedad del suelo, asociado a la mayor o menor absorción de las raíces y evaporación.

El PM se sitúa entre los (-15) y (-10) Kpa, con algunos peak que llega hasta casi (-26 Kpa), lo cual muestra momentos con un menor contenido de agua disponible para el cultivo.

Figura 12. Potencial mátrico en árboles de limones de Pica bajo malla fotoselectiva Negra una profundidad entre 25 a 50 cm. 2018

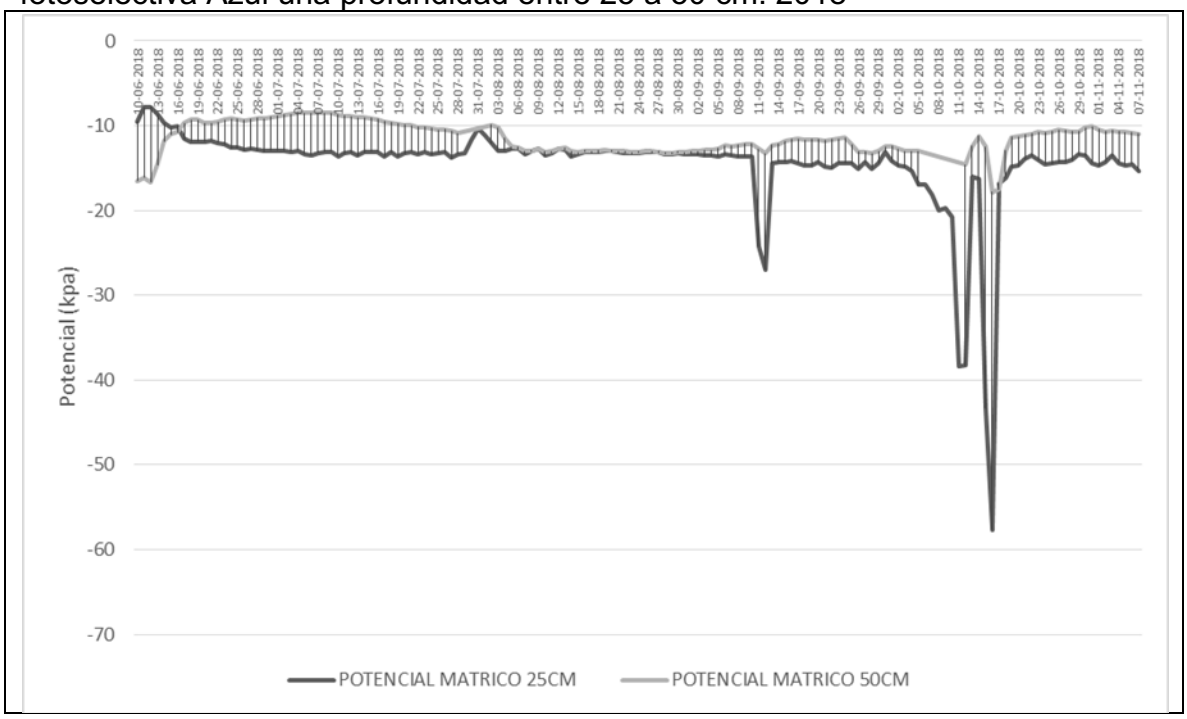


En la malla azul el PM presenta un comportamiento estable hasta la primera quincena de septiembre y luego de mayor inestabilidad a las profundidades (al igual que en los otros tratamientos).

Se presenta en este período una mayor estabilidad del PO a los 25 y 50 cm, donde debido a la dinámica de absorción de agua por las raíces a los 25 cm su PM es mayor que el de los 50 cm.

El PM se sitúa entre los (-18) y (-10) Kpa, con algunos peak que llega hasta casi (-58 Kpa), lo cual muestra momentos con un menor contenido de agua disponible para el cultivo.

Figura 13. Potencial mátrico en árboles de limones de Pica bajo malla fotoselectiva Azul una profundidad entre 25 a 50 cm. 2018



La dinámica del PM está asociado a la menor o mayor disponibilidad de agua en el suelo, donde el mayor PM se presenta con regularidad a los 25 cm, asociado a la menor disponibilidad de agua por la mayor absorción por las raíces y mayor evaporación.

Los antecedentes que se recopilen en los siguientes meses permitirán establecer una dinámica y si las malllas fotoselectivas ejercen un efecto significativo sobre este parámetro, sin dejar de considerar la mayor incidencia que presentan las raíces ubicados en área del perfil del suelo.

CALIDAD FRUTO LIMÓN DE PICA BASAL

En el mes de julio de 2018, se realizó una medición basal de la calidad del fruto de limón de Pica, considerando tres estados de madurez: Verde, Plateado, Amarillo.

Los resultados obtenidos fueron:

a) Calibre de fruto

Tabla 1. Características del calibre de los frutos de limón de Pica. Julio 2018

Color Fruto	Longitud Fruto cm	Diámetro Fruto cm	Relación L/D cm/cm	NCh 2716[a]
Verde	4,15	**3,65**	1,14	Chico
Plateado	3,98	**3,71**	1,07	Chico
Amarillo	3,94	**3,68**	1,07	Chico
Promedio	4,02	**3,68**	1,09	Chico

N: 10 frutos por color
[a]Calibre Fruto según Diámetro Ecuatorial: Norma Chilena de Limas Ácidas

b) Peso y Volumen del Jugo

Tabla 2. Características del peso y volumen de jugo en los frutos de limón de Pica. Julio 2018

Color Fruto	Peso Jugo g	Volumen de Jugo g	Porcentaje de Jugo %	NCh 2716[a]
Verde	12,44	11,3	**38,53**	No cumple
Plateado	14,57	12,8	**47,13**	Cumple
Amarillo	15,65	14,85	**50,52**	Cumple
Promedio	14,22	12,98	**45,40**	

N: 10 frutos por color
[a]Contenido de Jugo Fracción Masa = 45% según Norma Chilena de Limas Ácidas
Fuente. Elaboración propia

c) Calidad química del jugo

Tabla 3. Características químicas del jugo de limón de Pica. Julio 2018

Color Fruto	Sólidos Solubles %	Acidez %	Relación SS/Acidez %	Acidez Cítrica g/l
Verde	9,0	0,61	14,75	6,14
Plateado	9,0	0,66	13,63	6,59
Amarillo	9,0	0,67	13,43	6,66
Promedio	9,0	0,65	13,84	6,46

N: 10 frutos por color
[a]Contenido de Jugo Fracción Masa = 45% según Norma Chilena de Limas Ácidas
Fuente. Elaboración propia

d) Relación Porcentual del fruto

Tabla 4. Relación Porcentual frutos de limón de Pica. Julio 2018

Color Fruto	Jugo %	Cáscara %	Semillas %
Verde	38,53	53,42	8,33
Plateado	47,13	50,66	8,46
Amarillo	50,52	43,56	5,94
Promedio	45,40	49,21	7,58

N: 10 frutos por color
Fuente. Elaboración propia

A partir del mes de Agosto de 2018 se iniciaron las mediciones de calidad del fruto considerando el factor malla.

a)Calibre del fruto

Tabla 5. Características del calibre de los frutos de limón de Pica. 2018

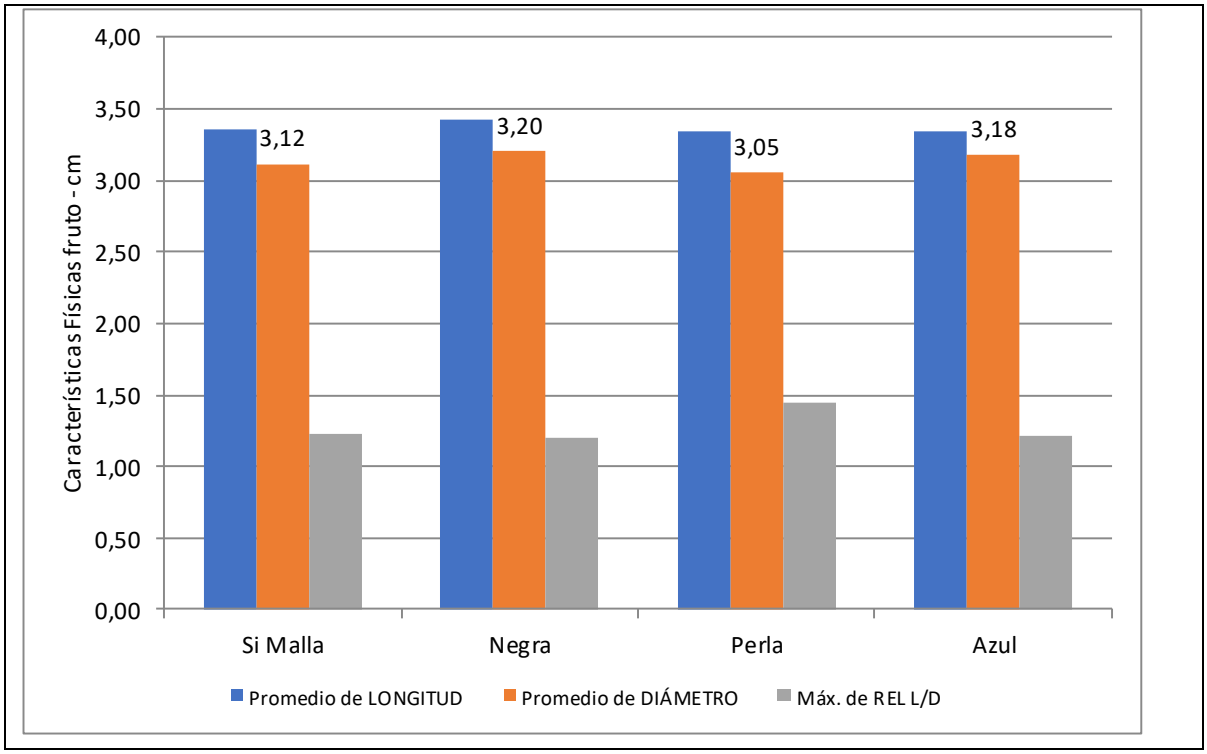
Tratamientos	Longitud de Fruto	Diámetro de fruto	Relación L/D	NCh 2716ª
Agosto	**3,47**	**3,19**	**1,09**	**Chico**
Azul	**3,50**	**3,38**	**1,04**	**Chico**
Amarillo	3,74	3,54	1,06	Chico
Plateado	3,45	3,38	1,02	Chico
Verde	3,30	3,21	1,03	Chico
Negra	**3,65**	**3,26**	**1,12**	**Chico**
Amarillo	3,53	3,21	1,09	Chico
Plateado	3,82	3,36	1,14	Chico
Verde	3,62	3,21	1,13	Chico
Perla	**3,07**	**2,72**	**1,13**	**Chico**
Amarillo	2,72	2,71	1,00	Chico
Plateado	3,13	2,83	1,11	Chico
Verde	3,37	2,63	1,28	Chico
Sin Malla	**3,64**	**3,42**	**1,07**	**Chico**
Amarillo	3,75	3,51	1,07	Chico
Plateado	3,55	3,35	1,06	Chico
Verde	3,64	3,39	1,07	Chico
Septiembre	**3,67**	**3,37**	**1,09**	**Chico**
Azul	**3,81**	**3,48**	**1,09**	Chico
Amarillo	3,84	3,52	1,09	Chico
Plateado	3,85	3,54	1,09	Chico
Verde	3,74	3,40	1,10	Chico
Negra	**3,71**	**3,44**	**1,08**	**Chico**
Amarillo	4,01	3,54	1,13	Chico
Plateado	3,66	3,54	1,04	Chico
Verde	3,45	3,22	1,07	Chico
Perla	**3,65**	**3,33**	**1,10**	**Chico**
Amarillo	3,71	3,39	1,10	Chico
Plateado	3,54	3,30	1,08	Chico
Verde	3,70	3,30	1,12	Chico

Sin Malla	**3,53**	**3,21**	**1,10**	**Chico**
Amarillo	3,75	3,43	1,09	Chico
Plateado	3,47	3,22	1,08	Chico
Verde	3,38	2,99	1,13	Chico
Octubre	**3,76**	**3,38**	**1,11**	**Chico**
Azul	**3,46**	**3,22**	**1,07**	**Chico**
Amarillo	3,74	3,39	1,10	Chico
Plateado	3,30	3,13	1,05	Chico
Verde	3,34	3,13	1,07	Chico
Negra	**3,89**	**3,59**	**1,09**	**Chico**
Amarillo	4,05	3,73	1,09	Chico
Plateado	3,88	3,64	1,07	Chico
Verde	3,75	3,39	1,11	Chico
Perla	**3,97**	**3,42**	**1,16**	**Chico**
Amarillo	3,93	3,44	1,14	Chico
Plateado	4,07	3,52	1,16	Chico
Verde	3,93	3,29	1,19	Chico
Sin Malla	**3,72**	**3,31**	**1,13**	**Chico**
Amarillo	3,84	3,47	1,10	Chico
Plateado	3,72	3,38	1,10	Chico
Verde	3,61	3,08	1,17	Chico
Noviembre	**3.31**	**3.16**	**1.05**	**Chico**
Azul	**3.22**	**3.19**	**1.01**	**Chico**
Amarillo	3.12	3.22	0.97	Chico
Plateado	3.25	3.28	0.99	Chico
Verde	3.31	3.07	1.08	Chico
Negra	**3.25**	**3.12**	**1.04**	**Chico**
Amarillo	3.25	3.12	1.04	Chico
Plateado	3.33	3.06	1.09	Chico
Verde	3.18	3.18	1.00	Chico
Perla	**3.50**	**3.28**	**1.07**	**Chico**
Amarillo	3.53	3.35	1.05	Chico
Plateado	3.56	3.34	1.06	Chico
Verde	3.43	3.17	1.08	Chico
Sin Malla	**3.26**	**3.05**	**1.06**	**Chico**
Amarillo	3.32	3.19	1.04	Chico
Plateado	2.99	2.88	1.04	Chico
Verde	3.46	3.08	1.12	Chico
Total general	**3,55**	**3,28**	**1,08**	**Chico**

N: 12 frutos por color
[a]Calibre Fruto según Diámetro Ecuatorial: Norma Chilena de Limas Ácidas
Fuente. Elaboración propia

La Figura 1 muestra que todos los frutos de limón de Pica son en promedio menores a 35 mm, valor de referencia base establecida en la Norma Chilena de Limas Ácidas

Figura 1. Características físicas de los frutos de limón de Pica. 2018-2019



Fuente. Elaboración propia.

b) Peso y Volumen de Jugo

Tabla 6. Características del peso y volumen de jugo en los frutos de limón de Pica.

Tratamientos	Peso Jugo g	Volumen Jugo g	Porcentaje Jugo %	NCh 2716[a]
Agosto	**8,80**	**8,33**	**38,92**	**No cumple**
Azul	**8,60**	**8,46**	**37,05**	**No cumple**
Amarillo	11,45	11	42,95	Cumple[1]
Plateado	8,725	8,75	39,49	No cumple
Verde	5,625	5,625	28,71	No cumple

Negra	**8,61**	**8,13**	**38,69**	**No cumple**
Amarillo	8,5	8,25	40,52	Cumple[1]
Plateado	9,925	9,375	41,08	Cumple[1]
Verde	7,4	6,75	34,46	No cumple
Perla	**7,89**	**7,88**	**37,33**	**No cumple**
Amarillo	7,55	7	37,51	No cumple
Plateado	10,175	9,75	45,46	Cumple
Verde	5,95	6,875	29,01	No cumple
Sin Malla	**10,10**	**8,86**	**42,63**	**Cumple[1]**
Amarillo	11,4	10,5	44,02	Cumple[1]
Plateado	9,125	7,75	42,06	Cumple[1]
Verde	9,775	8,325	41,81	Cumple[1]
Septiembre	**7,89**	**10,07**	**31,79**	No cumple
Azul	**11,61**	**11,42**	**40,48**	Cumple[1]
Amarillo	12,625	12,5	46,83	Cumple
Plateado	12,375	12,125	46,51	Cumple
Verde	9,8225	9,625	28,10	No cumple
Negra	**7,58**	**16,41**	**31,35**	No cumple
Amarillo	11,425	39,375	41,64	Cumple[1]
Plateado	7,9	6,875	34,59	No cumple
Verde	3,425	2,975	17,82	No cumple
Perla	**6,73**	**6,88**	**30,91**	No cumple
Amarillo	8,2	7,875	35,70	No cumple
Plateado	6,925	6,5	33,19	No cumple
Verde	5,05	6,25	23,85	No cumple
Sin Malla	**5,66**	**5,58**	**24,42**	No cumple
Amarillo	8,9	8	35,91	No cumple
Plateado	7,1	7	31,62	No cumple
Verde	0,975	1,75	5,74	No cumple
Octubre	**10,12**	**9,71**	**40,81**	**Cumple[1]**
Azul	**8,54**	**8,21**	**40,65**	**Cumple[1]**
Amarillo	12,325	12	48,93	Cumple
Plateado	7,65	7,125	41,59	Cumple[1]
Verde	5,65	5,5	31,43	No cumple
Negra	**11,25**	**10,96**	**38,52**	**No cumple**
Amarillo	13,575	13	42,19	Cumple[1]
Plateado	12,375	12,25	42,09	Cumple[1]
Verde	7,8	7,625	31,28	No cumple
Perla	**10,99**	**10,50**	**42,87**	**Cumple[1]**

Amarillo	11,55	10,875	45,28	Cumple
Plateado	12,475	12,125	45,83	Cumple
Verde	8,95	8,5	37,49	No cumple
Sin Malla	**9,71**	**9,17**	**41,21**	**Cumple[1]**
Amarillo	11,9	11,375	47,09	Cumple
Plateado	11,55	11	46,57	Cumple
Verde	5,675	5,125	29,97	No cumple
Noviembre	**7.47**	**7.10**	**39.70**	**No cumple**
Azul	**7.45**	**7.19**	**42.46**	**Cumple[1]**
Amarillo	7.78	7.53	46.48	Cumple
Plateado	8.25	7.95	44.22	Cumple[1]
Verde	6.33	6.10	36.67	No cumple
Negra	**7.39**	**6.95**	**40.12**	**Cumple[1]**
Amarillo	8.60	8.03	45.40	Cumple
Plateado	7.03	6.65	39.67	No cumple
Verde	6.55	6.18	35.28	No cumple
Perla	**9.13**	**8.59**	**43.50**	**Cumple[1]**
Amarillo	10.98	10.40	48.30	Cumple
Plateado	9.83	9.25	45.42	Cumple
Verde	6.60	6.13	36.78	No cumple
Sin Malla	**5.89**	**5.66**	**32.71**	**No cumple**
Amarillo	8.18	7.83	40.61	Cumple[1]
Plateado	3.88	3.68	28.05	No cumple
Verde	5.63	5.48	29.48	No cumple
Total general	**8.57**	**8.80**	**39,03**	**No cumple**

N: 12 frutos por color
[a]Contenido de Jugo Fracción Masa = 45% según Norma Chilena de Limas Ácidas
[1]Contenido de Jugo Fracción Masa = 40% para limas ácidas
Fuente. Elaboración propia

c)Calidad química del jugo

Tabla 15. Características químicas del jugo de limón de Pica

Tratamientos	Sólidos Solubles %	Acidez %	Rel SS/Ac	Acidez Cítrica g/l
Agosto	**8,59**	**7,09**	**1,23**	**70,86**
Azul	**8,35**	**6,87**	**1,23**	**68,75**
Amarillo	8,15	6,70	1,24	67,04
Plateado	8,35	6,62	1,26	66,24

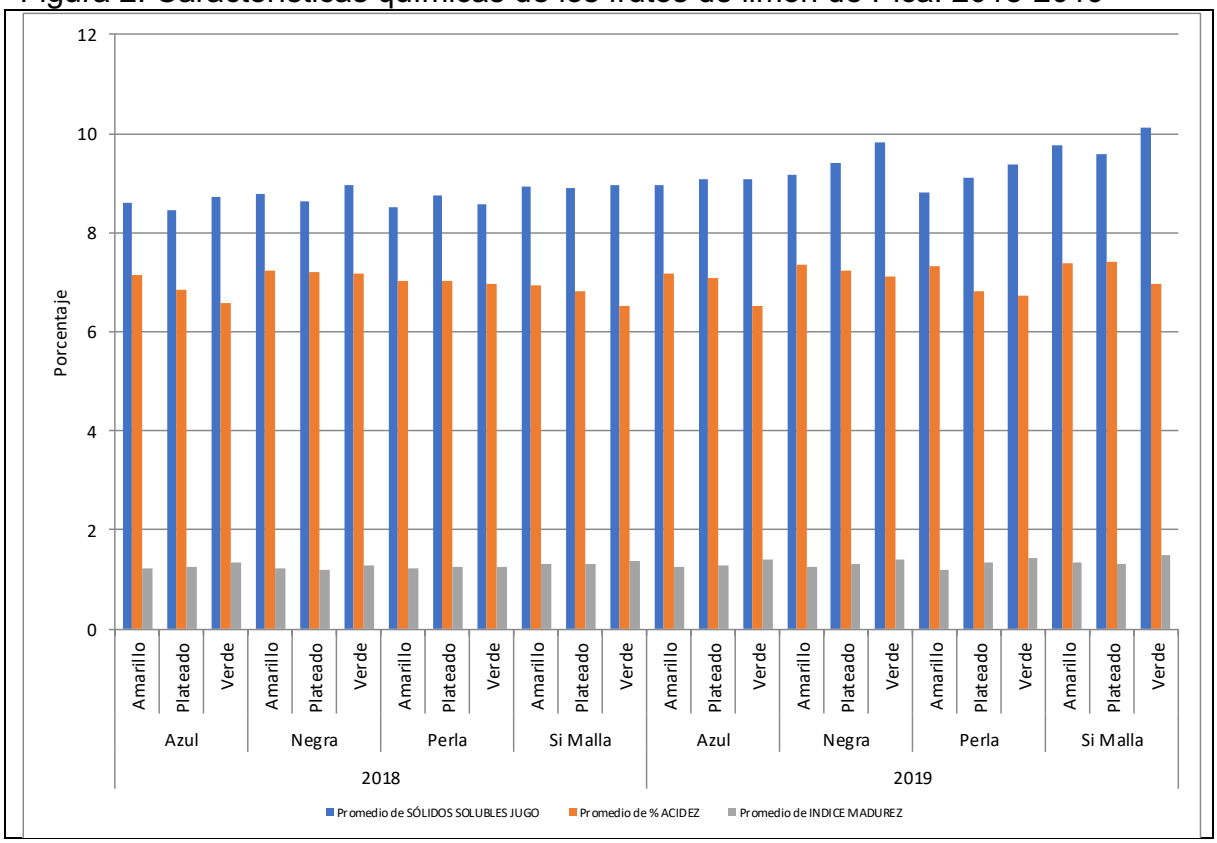
Verde	8,55	7,30	1,18	72,96
Negra	**8,67**	**7,39**	**1,19**	**73,85**
Amarillo	8,75	7,34	1,19	73,44
Plateado	8,55	7,47	1,14	74,66
Verde	8,70	7,35	1,23	73,46
Perla	**8,73**	**7,43**	**1,19**	**74,29**
Amarillo	8,30	6,99	1,21	69,92
Plateado	9,15	7,65	1,20	76,48
Verde	8,75	7,65	1,15	76,48
Sin Malla	**8,60**	**6,66**	**1,33**	**66,56**
Amarillo	8,75	6,32	1,46	63,15
Plateado	8,50	6,98	1,22	69,76
Verde	8,55	6,68	1,29	66,77
Septiembre	**8,68**	**0,73**	**12,01**	**7,26**
Azul	**8,82**	**0,71**	**12,45**	**7,13**
Amarillo	8,80	0,76	11,61	7,58
Plateado	8,15	0,71	11,59	7,06
Verde	9,50	0,67	14,15	6,75
Negra	**8,88**	**0,76**	**11,66**	**7,63**
Amarillo	8,70	0,76	11,50	7,60
Plateado	8,83	0,76	11,62	7,60
Verde	9,10	0,77	11,87	7,68
Perla	**8,40**	**0,72**	**11,60**	**7,25**
Amarillo	8,40	0,75	11,25	7,47
Plateado	8,70	0,72	12,14	7,17
Verde	8,10	0,71	11,41	7,10
Sin Malla	**8,62**	**0,70**	**12,32**	**7,02**
Amarillo	8,55	0,73	11,75	7,30
Plateado	8,60	0,71	12,11	7,12
Verde	8,70	0,66	13,11	6,64
Octubre	**8,42**	**7,13**	**1,18**	**71,26**
Azul	**8,13**	**7,14**	**1,14**	**71,41**
Amarillo	8,40	7,59	1,11	75,87
Plateado	8,20	7,16	1,15	71,62
Verde	7,80	6,68	1,17	66,75
Negra	**8,17**	**7,10**	**1,15**	**71,01**
Amarillo	8,50	7,28	1,17	72,83
Plateado	7,95	7,10	1,12	71,01
Verde	8,05	6,92	1,16	69,18

Perla	**8,37**	**7,08**	**1,19**	**70,81**
Amarillo	8,20	7,04	1,16	70,40
Plateado	8,55	7,28	1,18	72,83
Verde	8,35	6,92	1,21	69,18
Sin Malla	**9,00**	**7,18**	**1,26**	**71,82**
Amarillo	9,00	7,16	1,26	71,62
Plateado	9,00	7,34	1,23	73,44
Verde	9,00	7,04	1,28	70,40
Noviembre	**8.67**	**8.83**	**1.51**	**88.25**
Azul	**8.45**	**10.88**	**2.10**	**108.75**
Amarillo	8.60	19.79	3.68	197.90
Plateado	8.55	6.71	1.28	67.06
Verde	8.20	6.13	1.34	61.30
Negra	**8.91**	**6.79**	**1.32**	**67.87**
Amarillo	8.78	6.94	1.29	69.44
Plateado	8.50	6.74	1.26	67.39
Verde	9.45	6.68	1.42	66.78
Perla	**8.45**	**11.03**	**1.26**	**110.25**
Amarillo	8.35	6.34	1.32	63.42
Plateado	8.40	20.60	1.06	205.98
Verde	8.60	6.13	1.41	61.34
Sin Malla	**8.88**	**6.61**	**1.34**	**66.13**
Amarillo	9.23	7.11	1.30	71.10
Plateado	9.20	6.58	1.40	65.82
Verde	8.20	6.15	1.33	61.46
Total general	**8.59**	**5.94**	**3.98**	**59.41**

Fuente. Elaboración propia

No hay efecto de las mallas fotoselectivas sobre las características químicas de los frutos de limón de Pica, respecto a sólidos solubles, acidez e índice de madurez en las mediciones efectuadas en el período agosto 2018-marzo2019.

Figura 2. Características químicas de los frutos de limón de Pica. 2018-2019



Fuente. Elaboración propia

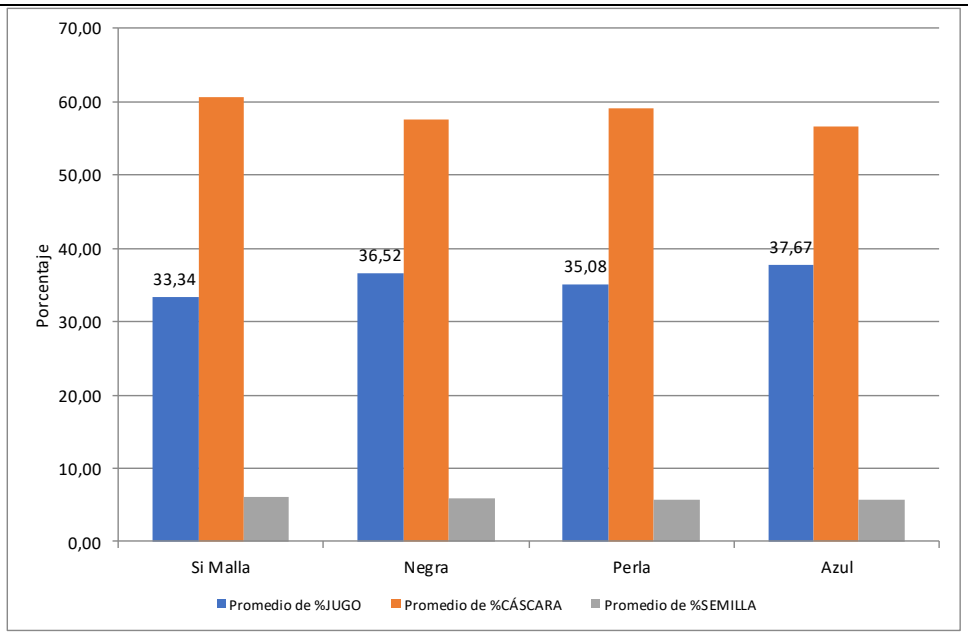
d) Relación Porcentual del Fruto

Tabla 16. Relación Porcentual frutos de limón de Pica.

Tratamientos	Jugo %	Cáscara[1] %
Agosto	**38,92**	**61,24**
Azul	**37,05**	**60,98**
Amarillo	42,95	54,67
Plateado	39,49	58,76
Verde	28,71	69,50
Negra	**38,69**	**60,74**
Amarillo	40,52	58,34
Plateado	41,08	57,78
Verde	34,46	66,09
Perla	**37,33**	**62,57**
Amarillo	37,51	62,19
Plateado	45,46	54,54
Verde	29,01	70,99
Sin Malla	**42,63**	**60,67**
Amarillo	44,02	58,61
Plateado	42,06	61,27
Verde	41,81	62,13
Septiembre	**31,79**	**65,30**
Azul	**40,48**	**53,53**
Amarillo	46,83	51,08
Plateado	46,51	51,26
Verde	28,10	58,26
Negra	**31,35**	**66,53**
Amarillo	41,64	55,81
Plateado	34,59	63,20
Verde	17,82	80,59
Perla	**30,91**	**67,12**
Amarillo	35,70	62,41
Plateado	33,19	64,78
Verde	23,85	74,17
Sin Malla	**24,42**	**74,00**
Amarillo	35,91	61,60
Plateado	31,62	66,34
Verde	5,74	94,05
Octubre	**40,81**	**57,04**
Azul	**40,65**	**57,31**
Amarillo	48,93	48,86
Plateado	41,59	56,35
Verde	31,43	66,71
Negra	**38,52**	**58,98**
Amarillo	42,19	54,74
Plateado	42,09	55,49
Verde	31,28	66,70
Perla	**42,87**	**54,92**
Amarillo	45,28	52,78
Plateado	45,83	51,65

Los frutos baja malla cumplen con el requisito mínimo establecido en la Norma Chilena de Limas Ácidas de un 35%. Los frutos provenientes de árboles sin malla no cumplen con lo establecido quedando fuera de norma, debiéndose ser considerado en los planes de manejo.

Figura 3. Distribución porcentual de los componentes de un fruto de limón de Pica. 2018-2019



Fuente. Elaboración propia

Consideraciones

Los resultados muestran que no se aprecian diferencias en los diferentes tratamientos, derivado a que la producción analizada no proviene del efecto de la presencia o ausencia de mallas fotodelectivas en los árboles de limón de Pica, la que debiera verse reflejada en la producción proveniente de la floración bajo estas condiciones.

Sin embargo, se obtienen conclusiones importantes de los resultados obtenidos a la fecha, entre ellos los siguientes.

i) Todos los frutos presentan calibre chico según la Norma Chilena de Limas Ácidas, en sus tres colores

ii) En los frutos verdes no se cumple con el criterio de calidad principal, que es el contenido de jugo, situándose menor a un 40%, cuando la exigencia para limas ácidas es de 40% y limón de Pica 45%, según lo establecido en la Norma Chilena de Limas Ácidas.

Esto es de relevancia, porque el mayor cumplimiento de esta condición se presenta en frutos amarillo y plateado (en ese orden). Lo preocupante es el limón de Pica Verde, el cual se envía a Santiago, que es el mayor consumidor de este tipo de limón, y no se está cumpliendo con la Norma Chilena de Limas Ácidas y la Indicación Geográfica del Limón de Pica.

Cabe señalar, que la cosecha se ha efectuado siguiendo los criterios utilizados por el productor.

ANEXO FOTOGRÁFICO

Vista general de los arboles bajo ensayo

Frutos de limón de Pica

Riego por microyet

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

[1] Arenas, J. 2017. Observatorio del clima para el año 2016 en la cuidad de Pica, provincia del Tamarugal, región de Tarapacá. Universidad Arturo Prat. 18p

[1] Kafi, M. and Al-Ahmadi, M.2008. Study of kochia (*Kochia scoporia*) as a forage crop. InBiosaline Agriculture and Hight Salinity Tolerance.Birkhâuser.367p