



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE MANABÍ

UNIDAD DE TITULACIÓN

TEMA:

Determinación del Estrés Hídrico de un cultivo de Pepino mediante la termografía en el sitio Gramal del cantón Bolívar.

TITULO A OBTENER:

Ingeniero Hidráulico

AUTOR:

Juan Carlos Salcedo Mendoza

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M Sc.

JUNIO 2020

PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

ii

En mi calidad de director de tesis certifico haber revisado el presente manuscrito de la investigación, en mismo que se ajusta a las normativas de la Carrera de Ingeniería Hidráulica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y su sustentación.

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M Sc.

Director de Trabajo de Titulación

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

iii

El jurado examinador, aprueba el presente Plan de I investigación en nombre del tribunal de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

f. _____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M Sc.

C.I.: 130827219-2

Miembro del tribunal

Lector 1

f. _____

Ing. José Ramón Alarcón Loor, M Sc.

C.I.: 131128820-1

Miembro del tribunal

Lector 2

f. _____

Ing. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño, Mgtr.

C.I.: 130659765-7

Miembro del tribunal

Lector 3

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

iv

Yo, Juan Carlos Salcedo Mendoza, bajo cumplimiento del artículo N° 67 del Reglamento de Régimen Académico de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, declaro que este manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado por la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de sustento que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesina infringe los derechos de autor de nadie.

Juan Carlos Salcedo Mendoza

DIRECCIÓN: Portoviejo, Calle. Tiburcio Macias (Urb. PORTONUEVO 2)

EMAIL: juancarlos904@gmail.com

TELÉFONO: 0983375249

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR Y CO AUTORÍA

v

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información el autor de este trabajo.

Juan Carlos Salcedo Mendoza

C.I. 171663298-7

Dedicatoria

vi

Dedico esta tesis a mi mama, Gina Mendoza y a mi hermana Gina Salcedo, gracias por su apoyo incondicional, sin ustedes este trabajo de titulación no sería posible.

Juan Carlos Salcedo Mendoza

Agradecimientos

vii

Agradezco mi mamá, Gina Mendoza, a mi hermana Gina Salcedo, a mi hermano Andrew Mattia y a Benjamin Lanin por todo su apoyo durante esta etapa tan importante de mi vida, a Daniel Macías Betancourt y a mi tutor de tesis el Ing. Jesús Chavarría que me ayudaron mucho durante este proceso de tesis, a mis compañeros, a mis docentes y a todas las personas que formaron parte de mi formación universitaria.

Juan Carlos Salcedo Mendoza

Resumen

El agua evaporada por una superficie vegetal funciona al mismo tiempo como un estabilizador de la temperatura de las hojas ante la demanda evapotranspirativa de la atmósfera. Cuando el cultivo se somete a estrés hídrico, las estomas se cierran, la transpiración decrece y la temperatura de la hoja aumenta. Esta investigación explorativa tuvo como objetivo determinar el estrés hídrico de un cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante la termografía en el sitio Gramal del cantón Bolívar. El estudio tuvo una duración de 15 días incluyendo sábados y domingos. Para la obtención de las fotos termográficas, se determinó como horario establecido el medio día, ya que el sol se encuentra en su punto más alto. Los datos de temperatura atmosférica obtenidos a diario en el transcurso del estudio variaron entre 27°C y 34°C, los datos de temperatura atmosférica máxima obtenidos a diario de la estación meteorológica de la ESPAM-MFL variaron entre 25°C y 33°C y los datos de temperatura máxima del cultivo obtenidos a diario en el transcurso del estudio variaron entre 26°C y 36.4°C. Es decir, que de los 15 días de estudio el 27% de los días, el cultivo presentó rangos superiores a los 4° C con respecto a la temperatura atmosférica. Finalmente, se concluye, que se debe regar durante el mes de enero, a inicios de la época de lluvia, ya que las precipitaciones son variables y el cultivo sufre de estrés hídrico, por esto, es necesario realizar una programación de riego en tiempo real.

Palabras clave: programación de riego, estrés hídrico, evapotranspiración, cultivo

El abstract o resumen debe contar desde **150** a **250 palabras o menos**. Funciona como una síntesis breve del contenido del trabajo. Un resumen correctamente escrito puede ser el párrafo más importante del documento. Recuerda que generalmente es lo primero a lo que el lector acude para saber de qué se trata el texto. Se escribirá en un solo párrafo y sin sangría. Este es un documento de Word de ejemplo que puede ser usado como plantilla para dar formato a su tesis o disertación.

Tabla de contenido	x
Introducción.....	1
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Metodología.....	5
Tipo De Investigación.....	5
Características del Lugar.....	5
Localización.....	5
Coordenadas Geográficas	6
Coordenadas UTM.....	6
Condiciones Climatológicas	6
Características del Área Experimental.....	8
Cultivo de Pepino.....	8
Métodos.....	8
Variables Consideradas en la Investigación	8
Procedimiento para determinar el Estrés Hídrico en el Cultivo	9
Toma de Datos en el Área Experimental	15
Resultados.....	16
Discusión.....	65
Conclusiones	67
Referencias.....	68
Anexos	70

Índice de tablas	xi
Tabla 1. Fuente: (ESPAM-MFL, 2020).....	7
Tabla 2. Dimensiones de la parcela	8
Tabla 3. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr	18
Tabla 4. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	20
Tabla 5. Cuadro de . Max. ETo. y Rr.....	22
Tabla 6. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	24
Tabla 7. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	26
Tabla 8. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	28
Tabla 9. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	30
Tabla 10. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	32
Tabla 11. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	34
Tabla 12. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	36
Tabla 13. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	38
Tabla 14. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	40
Tabla 15. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	42
Tabla 16. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	44
Tabla 17. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.	46
Tabla 18. Temperaturas por Cuadrantes	48
Tabla 19. Temperaturas por Cuadrantes	49
Tabla 20. Temperaturas por Cuadrantes	50
Tabla 21. Temperaturas por Cuadrantes	51
Tabla 22. Temperaturas por Cuadrantes	52
Tabla 23. Temperaturas por Cuadrantes	53
Tabla 24. Temperaturas por Cuadrantes	54
Tabla 25. Temperaturas por Cuadrantes	55
Tabla 26. Temperaturas por Cuadrantes	56
Tabla 27. Temperaturas por Cuadrantes	57
Tabla 28. Temperaturas por Cuadrantes	58
Tabla 29. Temperaturas por Cuadrantes	59
Tabla 30. Temperaturas por Cuadrantes	60
Tabla 31. Temperaturas por Cuadrantes	61
Tabla 32. Temperaturas por Cuadrantes	62
Tabla 33. Diseño Agronómico para un Sistema de Riego por Goteo de Pepino.	63

Índice de figuras

xii

Figura 1. Fuente: (GOOGLE-EARTH, 2019)	5
Figura 2. Condiciones Climáticas del Sitio Gramal donde se localiza el cultivo de Pepino	16
Figura 3. Gráfica de Error de Instrumento.....	17
Figura 4. Reporte 1	19
Figura 5. Reporte 2	21
Figura 6. Reporte 3	23
Figura 7. Reporte 4	25
Figura 8. Reporte 5	27
Figura 9. Reporte 6	29
Figura 10. Reporte 7	31
Figura 11 Reporte 8	33
Figura 12. Reporte 9	35
Figura 13. Reporte 10	37
Figura 14. Reporte 11	39
Figura 15. Reporte 12	41
Figura 16. Reporte 13	43
Figura 17. Reporte 14	45
Figura 18. Reporte 15	47
Figura 19. Foto Planta en peores Condiciones Enero 10 2020	48
Figura 20. Foto Cuadrante #3 Enero 10 2020.....	48
Figura 21. Foto Cuadrante #1 Enero 10 2020.....	48
Figura 22. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 11 2020	49
Figura 23. Foto Cuadrante #3 Enero 11 2020.....	49
Figura 24. Foto Cuadrante #1 Enero 11 2020.....	49
Figura 25. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 12 2020	50
Figura 26. Foto Cuadrante #2 Enero 12 2020.....	50
Figura 27. Foto Cuadrante #1 Enero 12 2020.....	50
Figura 28. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 13 2020	51
Figura 29. Foto Cuadrante #3 Enero 13 2020.....	51
Figura 30. Foto Cuadrante #4 Enero 13 2020.....	51
Figura 31. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 13 2020	52
Figura 32. Foto Cuadrante #3 Enero 13 2020.....	52
Figura 33. Foto Cuadrante #4 Enero 13 2020.....	52
Figura 34. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 15 2020	53
Figura 35. Foto Cuadrante #3 Enero 15 2020.....	53
Figura 36. Foto Cuadrante #4 Enero 15 2020.....	53
Figura 37. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 15 2020	54
Figura 38. Foto Cuadrante #3 Enero 15 2020.....	54
Figura 39. Foto Cuadrante #4 Enero 15 2020.....	54
Figura 40. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 17 2020	55
Figura 41. Foto Cuadrante #3 Enero 17 2020.....	55
Figura 42. Foto Cuadrante #1 Enero 17 2020.....	55
Figura 43. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 18 2020	56
Figura 44. Foto Cuadrante #3 Enero 18 2020.....	56
Figura 45. Foto Cuadrante #4 Enero 18 2020.....	56

Figura 46. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 19 2020	57xiii
Figura 47. Foto Cuadrante #2 Enero 19 2020.....	57
Figura 48. Foto Cuadrante #1 Enero 19 2020.....	57
Figura 49. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 20 2020	58
Figura 50. Foto Cuadrante #3 Enero 20 2020.....	58
Figura 51. Foto Cuadrante #4 Enero 20 2020.....	58
Figura 52. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 21 2020	59
Figura 53. Foto Cuadrante #2 Enero 21 2020.....	59
Figura 54. Foto Cuadrante #4 Enero 21 2020.....	59
Figura 55. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 22 2020	60
Figura 56. Foto Cuadrante #3 Enero 22 2020.....	60
Figura 57. Foto Cuadrante #4 Enero 22 2020.....	60
Figura 58. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 23 2020	61
Figura 59. Foto Cuadrante #3 Enero 23 2020.....	61
Figura 60. Foto Cuadrante #4 Enero 23 2020.....	61
Figura 61. Foto Planta En Peores Condiciones Enero 24 2020	62
Figura 62. Foto Cuadrante #1 Enero 24 2020.....	62
Figura 63. Foto Cuadrante #4 Enero 24 2020.....	62

Introducción

El conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos es un aspecto de gran importancia, por ser el régimen de aporte de agua una de las actividades más costosas que se realizan en la producción y que se señala entre los factores que están incidiendo de forma negativa, específicamente en el momento de la cosecha (Polón, Meza, López, & Castro, 1995).

La intervención del agua en los procesos fisiológicos de las plantas es amplia y compleja, por ser este compuesto el mayor constituyente de los tejidos fisiológicamente activos, además de cumplir otras funciones dentro del vegetal debido a sus propiedades específicas; es por esto, que los aspectos tales como el déficit hídrico y grado de turgencia que existen en los diferentes órganos adquieren una importancia notable (Polón, Meza, López, & Castro, 1995).

En Cuba los procesos de sequía se han intensificado y se presentan con mayor frecuencia, pues los períodos moderados y severos de déficit de lluvia en los últimos 40 años se han duplicado en cantidad e intensidad. Como consecuencia la sequía ha perjudicado cerca del 76 % de las áreas cultivables (Florido & Bao, 2013).

Comúnmente las hortalizas son cultivadas durante el periodo menos lluvioso del año, donde la precipitación no sobrepasa el 30% del total anual y el riego adquiere una condición obligatoria para poder garantizar las exigencias hídricas de estos cultivos. Normalmente, la programación de este tipo de riego es de alta frecuencia destinada a mantener la humedad del suelo por encima del 75% de la capacidad de campo, por lo que resulta necesario

estudiar para estos cultivos, como mejorar la programación del riego para una gestión eficiente del uso del agua y su productividad (Chaterlán & López, 2015).

En la agricultura de riego, el costo económico y ecológico del agua es alto si se considera la incertidumbre en su disponibilidad acrecentada por el cambio climático, de ahí que el costo de los sensores para cuantificar las variables climáticas y el estrés hídrico puede justificar la inversión (Feldhake, Glenn, Edwards, & Peterson, 1997).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y la necesidad de crear bases científicas en el país para realizar acciones que tributen a la mitigación y adaptación de la sequía, analizando su evolución dirigida hacia el uso eficiente del agua y de los sistemas de riego, se requiere evaluar la influencia del coeficiente de estrés hídrico en el cultivo de la cebolla a diferentes niveles de humedad en el suelo y predecir su afectación sobre los rendimientos (Duarte, Zamora, & León Fundora, 2012).

Para la determinación del riego, se debe considerar diversos factores, como los requerimientos hídricos del cultivo, demanda evaporante de la atmósfera, condiciones fisicoquímicas y biológicas del suelo que determinan su capacidad de retención de agua por el suelo, y los datos de profundidad efectiva del cultivo, que determinan la cantidad de agua posible de ser utilizada en el proceso evapotranspirativo del cultivo (López, Arteaga, Vázquez, López, & Sánchez, 2009).

La variabilidad climática propia de cada región cada vez más acentuada por efecto del cambio climático, está provocando alteraciones en el ciclo fenológico de los cultivos y consecuentemente en sus requerimientos hídricos (Sifuentes, Ruelas, Soto, Macías, & Palacios, 2014). Ante esta situación se han utilizado modelos de programación integral del

riego basado en tiempo térmico en granos y hortalizas en Sinaloa que han permitido acoplar las demandas hídricas de los cultivos a esta variación y afrontar periodos de baja disponibilidad hídrica (Sifuentes, y otros, 2014).

El método empírico de regar ocasiona a las plantas estrés, algunas veces por exceso y otras por déficit de humedad, generando desordenes fisiológicos en las plantas y por tanto disminución del rendimiento la calidad de frutos y susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades (Zegbe-Domminguez, Behboudian, Lang, & Clotier, 2003).

Hoy en día los diferentes métodos de monitoreo del estatus hídrico de la planta se basan principalmente en evaluaciones de las respuestas fisiológicas de la planta. La mayoría de estas técnicas requieren de labores muy intensas en las mediciones, de un personal especializado, son muy caros y sus mediciones son a nivel de hoja o rama de la planta (Jones, 2004).

El uso de la termometría o la termografía infrarroja se destacan como potentes herramientas para el monitoreo del estatus hídrico del cultivo en función de la temperatura de follaje (Stark, Pavek, & McCann, 1991), ya que pueden ser usados sin necesidad de contacto, además tienen la capacidad de ampliar a extensas áreas de cultivos especialmente con imágenes (Rud, y otros, 2014).

Para concluir, este estudio es muy importante para los agricultores del sector, debido a que, la falta de conocimiento del estrés hídrico que sufre un cultivo, ocasiona alteraciones en las características fisiológicas de la planta y esta a su vez causa un daño directo en el fruto, el cual no cumpliría con los estándares de calidad.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el estrés hídrico de un cultivo de pepino mediante la termografía en el sitio Gramal del cantón Bolívar.

Objetivos específicos

- Registrar la temperatura diaria a la que se encuentra el cultivo, considerando el clima y la temperatura máxima al medio día.
- Evaluar el comportamiento térmico del cultivo, por medio de imágenes termográficas, obteniendo así el estado de la planta (estrés hídrico / sin estrés hídrico), mediante la comparación de la temperatura ambiental versus la temperatura del cultivo.
- Efectuar una programación de riego para el cultivo de plátano, considerando que el estrés hídrico que sufre el cultivo se da justamente por utilizar técnicas de riego empíricas.

Metodología

Tipo de investigación

La presente investigación es investigativa debido a que se consideró las condiciones de manejo hídrico de los diferentes cultivos y es explorativa ya que se va a desarrollar en el campo, en el área de desarrollo del cultivo de pepino.

Características del lugar

Localización

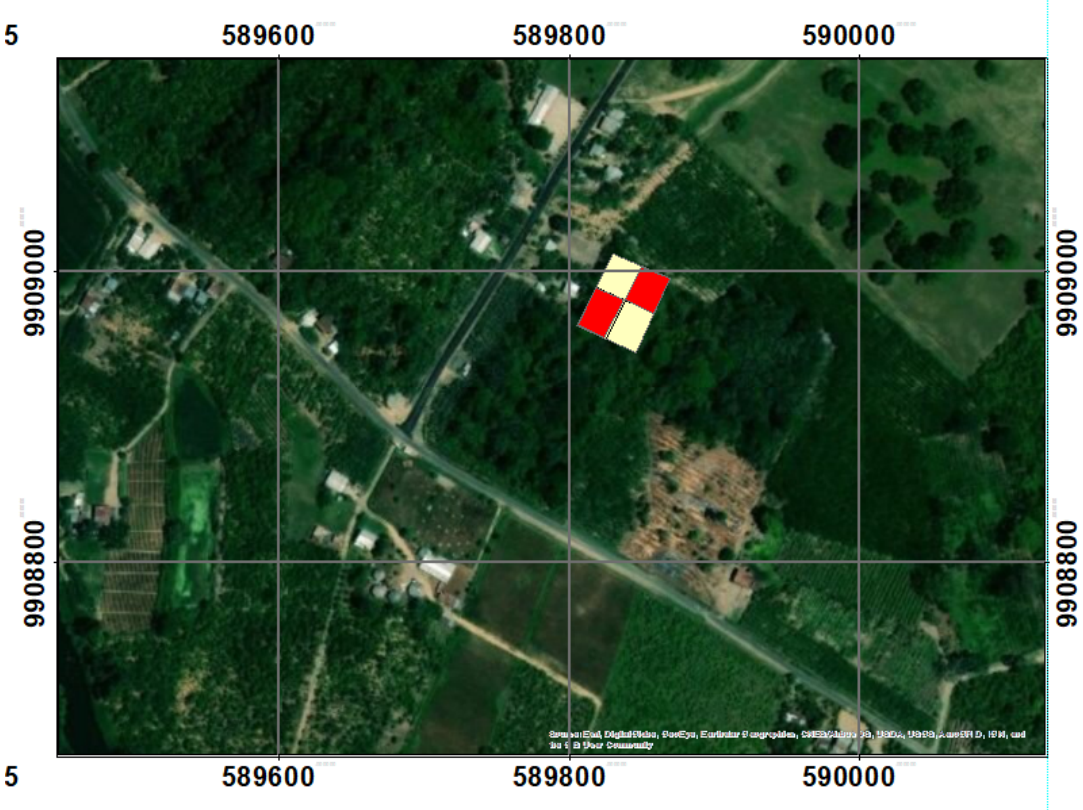


Figura 1. Fuente: (ESRI, y otros, 2020)

Coordenadas geográficas**Altitud:** 16m**Latitud:** 0°49'22.9" S**Longitud:** -80°11'32.9" W**Coordenadas UTM****Zona:** 17**Hemisferio:** Sur**Este (UTMX):** 589851.402 m **Norte (UTMY):** 9908982.703 m**Condiciones Climatológicas**

Tabla # 1. Datos meteorológicos “estación meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López”

Tabla 1. Fuente: (ESPAM-MFL, 2020).

REPORTE DIARIO DEL MES DE ENERO DEL 2020									
FECHA	SEMANA	HR %	TMAX °C	TMIN °C	TA °C	EVAPORACIÓN mm	RR mm	ANEMOMETRO K/H	Heliofania
01/01/2020	SEMANA 1	82%	31,4	21,2	26,4	3,2	0,3	12,9	1,2
02/01/2020		82%	30,2	21,8	26,2	2,8	0	14,7	0,6
03/01/2020		82%	31,2	21,4	26,3	3,2	0	17,5	0,2
04/01/2020		77%	32,6	21,8	27,3	3,9	3,3	22,3	4
05/01/2020		93%	27,8	21,2	24,6	1,6	0,4	10	0,1
06/01/2020		81%	32	21	26,7	4,5	0	19,1	4
07/01/2020		90%	28,4	22	25	1,5	1,5	12,4	0
08/01/2020	SEMANA 2	83%	30,2	21,6	26,4	3,4	0	12,7	0,9
09/01/2020		76%	33	21,2	27,7	4	0	14,5	2,6
10/01/2020		79%	34,6	19,2	27,2	3,9	0,3	20,7	6,8
11/01/2020		81%	33	21,8	27,6	4,5	0	19,7	3,5
12/01/2020		79%	34	21,2	27,6	5,2	0	20,8	6,9
13/01/2020		75%	32,8	22,8	28,4	3,6	12,8	22,4	1,9
14/01/2020		92%	28	21,2	25,1	1,4	2,4	8	0,1
15/01/2020	SEMANA 3	86%	29,4	22	26,3	2,3	3,1	10,3	0
16/01/2020		89%	30,4	22,4	25,5	0,8	2,9	13,5	2,6
17/01/2020		87%	31,2	22	26,9	2,9	1,2	16	2,6
18/01/2020		87%	28,4	22	26	1,5	0,5	8,6	0,1
19/01/2020		87%	30,8	22,2	26,8	1,8	0,6	10,8	1,7
20/01/2020		81%	34,2	22,8	28	0,5	15,5	14,4	3,2
21/01/2020		89%	29	22	25,8	0	13,3	7,4	0,4
22/01/2020	SEMANA 4	79%	33	21,4	27,9	4,8	0	17,1	6,1
23/01/2020		88%	31,2	22,2	26,2	2	4,1	17,2	1,4
24/01/2020		86%	32,2	21,8	27	4,5	0,3	18,4	5,5
25/01/2020		90%	30,4	22,4	26,2	1,7	9,1	12,6	0,8
26/01/2020		85%	31	21,6	26,4	2,2	1,6	16,2	3,5
27/01/2020		80%	32	21,8	27,3	4,5	0,1	19,4	3,3
28/01/2020		80%	32,6	22	27,2	5,2	0	19,5	4,5
29/01/2020		79%	33,8	21	27,5	5,1	0	15,9	6,4
30/01/2020		84%	30,2	23	27	3,5	6,4	23,7	2,1
31/01/2020		85%	32	21,2	26,2	3,3	0,8	11,9	2,3
		MEDIA	84%	31,3	21,7	26,7	93,3	80,5	480,6

Características del área experimental

Cultivo de pepino

Tabla 2. Dimensiones de la parcela

Ancho de la parcela	45 m
Largo de parcela	55 m
Área de parcela	2475 m ²

Métodos

Variables consideradas en la investigación

Termografía con dron

La termografía es una técnica desarrollada en el siglo veinte ya habitual en los sectores industriales, de construcción y energético. Sin embargo, la incorporación de cámaras termográficas a los drones, está abriendo un campo de aplicaciones de termografía aérea novedoso al alcance de un mayor número de empresas (SKYDRON, 2016).

Método cuantitativo

Los métodos cuantitativos, metodologías cuantitativas o investigaciones cuantitativas son el conjunto de estrategias de obtención y procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas y técnicas formales y o estadísticas para llevar a cabo su análisis, siempre enmarcados en una relación de causa y efecto (Raffino, 2019).

Procedimiento para determinar el estrés hídrico en el cultivo

El proyecto en cuestión se lo realizó mediante la termografía con dron, para lo cual se contó con un dron Potensic D85 GPS, una cámara Flir 72003-0303 C3 con sistema multiespectral térmico y un sensor térmico Tarot Flir Vue Pro 320/640.

Primero se tomó imágenes a una altura apropiada, dependiendo de las dimensiones del cultivo.

Seguido a esto, el estudio se realizó al medio día, ya que en este horario el sol se encuentra en su punto más alto y a su máxima temperatura, y así se estableció la utilización de la termografía con dron en el cultivo de pepino en el sitio Gramal del cantón Bolívar.

Este estudio se lo realizó en 15 días seguidos incluyendo los sábados y domingos, luego se procedió a formar una recopilación de datos con las imágenes termográficas, utilizando el software Flir Tools para obtener los reportes en los cuales constó, la temperatura de la planta, la temperatura del ambiente y la temperatura reflejada.

Por último, se propuso una programación de riego adecuada para el cultivo de pepino el cual utilizó los datos obtenidos en esta investigación.

Formulas:

Evapotranspiración de referencia (Eto)

Método de Penman Monteith modificado por el Fao

1) Método de Penman Monteith modificado por el Fao

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U^2 (a_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U^2)}$$

Donde:

ET₀= Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

Rn= Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m²/día)

G=Densidad del flujo del calor del suelo (MJ/m²/día)

T= Temperatura del aire a 2m de la altura °C

U₂= Velocidad del viento a 2m de la altura (m/s)

E_a= Presión de vapor saturada (KPa)

E_s . E_a = Presión de vapor actual (KPa)

Δ = Bajada de la curva de presión de vapor (K Pa/°C)

Y = Constante psicométrica (K Pa/°C)

Variables que integran un diseño agronómico para el riego

El estudio se realizó en base a los datos de estrés hídrico, obtenidos en la investigación.

2)Evapotranspiración del cultivo Etc

$$ET_c = K_c * ET_0$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

K_c= Coeficiente de los cultivos (adimensional)

ET₀= Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

3) Precipitación efectiva “Pe”

$$Pe = 0.8P - 25 \quad P > 75 \text{ mm}$$

$$Pe = 0.6P - 10 \quad P < 75 \text{ mm}$$

Donde:

Pe= Precipitación efectiva (mm)

P= Precipitación (mm)

4) Balance hídrico

$$Bh = ET_c - P_e$$

Donde:

Bh = Balance Hídrico (mm)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

P_e = Precipitación efectiva (mm)

5) Reserva de agua disponible

$$RAD = \frac{Cc - Pm}{100} * Da * Prec$$

Donde:

RAD= Reserva de agua disponible (mm)

Cc= Capacidad campo (%)

Pm= Punto de matriz (%)

Da= Densidad aparente

Prec= Profundidad radicular del cultivo (mm)

6) Volumen de agua diario requerido por la planta (l/día)

$$V_a = E_{Tc} * E_{eh} * E_{sh}$$

Donde:

ETc= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Eeh= Espaciamiento de los arboles entre hileras (m)

Esh= Espaciamiento de los arboles sobre las hileras (m)

7) Requerimiento de lavado

$$RI = \frac{CEa}{2 * (max * CEa)}$$

Donde:

RI= Requerimiento de lavado

Cea= Conductividad eléctrica del agua de riego (dS* m⁻¹)

max * CEa = Máxima conductividad eléctrica tolerable del extracto de saturación del suelo para ese cultivo.

8) Volumen total diario a aplicar por la planta

$$V_t = \frac{V_a}{E_f * (1 - RL)}$$

Donde:

V_t= Volumen total de riego (l/día)

V_a= Volumen de agua requerido por la planta (l/día)

E_f= Eficiencia de aplicación del agua de riego (0.9 a 0.95)

RL= Requerimiento del lavado

9) Volumen de cinta por metro

$$V_{cm} = V_t * N^\circ$$

Donde:

V_{cm}= Volumen de cinta por metro (l/día)

V_t= Volumen total diario a aplicar por la planta (l/día)

N^o= Numero de plantas por metro lineal

10)Tiempo de riego

$$Tr = \frac{Vcm}{Qcm}$$

Donde:

Tr= Tiempo de riego (horas)

Vcm= Volumen de cinta por metro (l/día)

Qcm= Caudal que entrega la cinta por metro lineal (l/horas)

Toma de datos en el área experimental

Para la toma de datos en campo el proyecto partió de un estudio hecho bajo estos preceptos:

- Fecha de toma de datos (viernes 10 al viernes 24 de enero del 2020)
- Horario de toma de fotografías termográficas diarias (12H00 – 13H00)
- Horario de segunda toma de fotografías termográficas martes y jueves (16H00)
- Altura de vuelo del dron (4m)
- Resolución (640 × 480 píxeles)
- Modos de imagen (térmica, visible, MSX®, imagen en imagen)
- Temperatura reflejada como referencia de la temperatura ambiental (consta en los reportes diarios)
- Temperatura atmosférica como referencia de la estación meteorológica (consta en los reportes diarios)

Resultados

Los días 10, 12, 20, 21 y 23 el cultivo se encontró más afectado ya que la temperatura en este supero la temperatura atmosférica por 4 grados o más. El 10 de enero, el cultivo presentaba temperaturas altas y esta tendencia se mantuvo hasta el 14 de enero. El día 13 de enero empezaron las precipitaciones en la zona y se puede evidenciar que alteraron la temperatura del cultivo ya que está bajo significativamente. A partir del 18 de enero las temperaturas empezaron a incrementar de nuevo hasta alcanzar una temperatura superior a la atmosférica por 4 grados el día 20 de enero y 6 grados en el día 21 de enero. Se puede notar que en el día 22 de enero cambio la tendencia, pero la temperatura atmosférica fue mayor en este día en comparación a los otros, el día 23 el cultivo volvió alcanzar una temperatura 4 grados por encima de la atmosférica y el día 24, 3.7 grados por encima de esta, el cultivo estuvo bajo estrés hídrico a pesar de las precipitaciones de 15,5 y 13,3 mm de los días 20 y 21 de enero respectivamente. Entre las causas probables para que exista estrés hídrico en los últimos días tomamos en cuenta existió saturación de agua en el suelo.

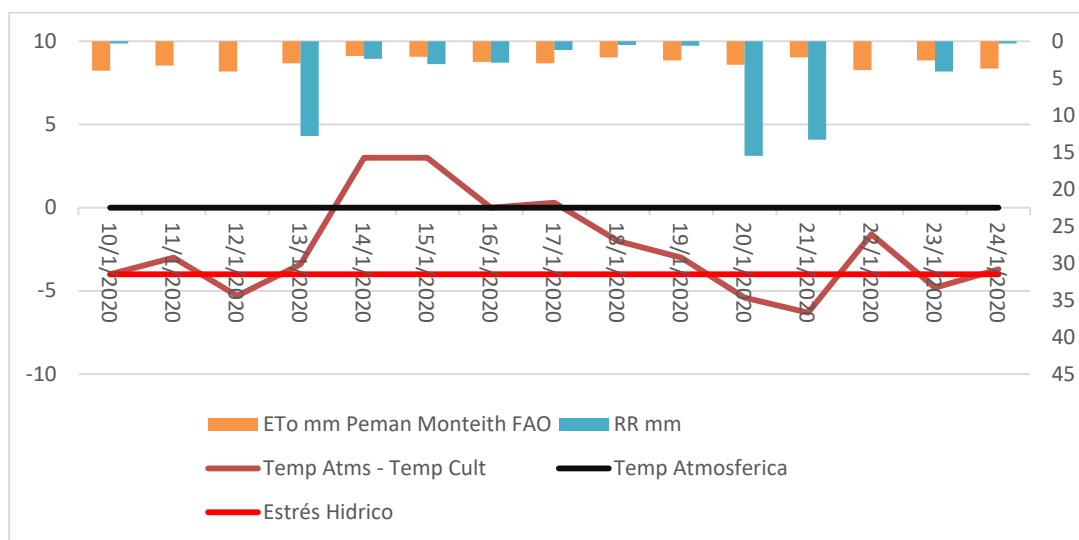


Figura 2. Condiciones climáticas del sitio Gramal donde se localiza el cultivo de pepino

El gráfico de la figura 3 representa el margen de error del instrumento de la cámara Flir vs la temperatura máxima a las 13 horas, reflejada por la estación meteorológica de la ESPAM MFL. Se nota que hay un margen de error mínimo en cuanto a las temperaturas, sin embargo, existe una variación. Esta variación se debe a que las mediciones en el cultivo fueron realizadas a las 12 horas, por ende, se tendrá un margen de error un poco más alto. Obteniendo así, el valor de R^2 igual a 0.0389 y el valor de R^2 igual a 0.4215, para cada una de las líneas de tendencia.

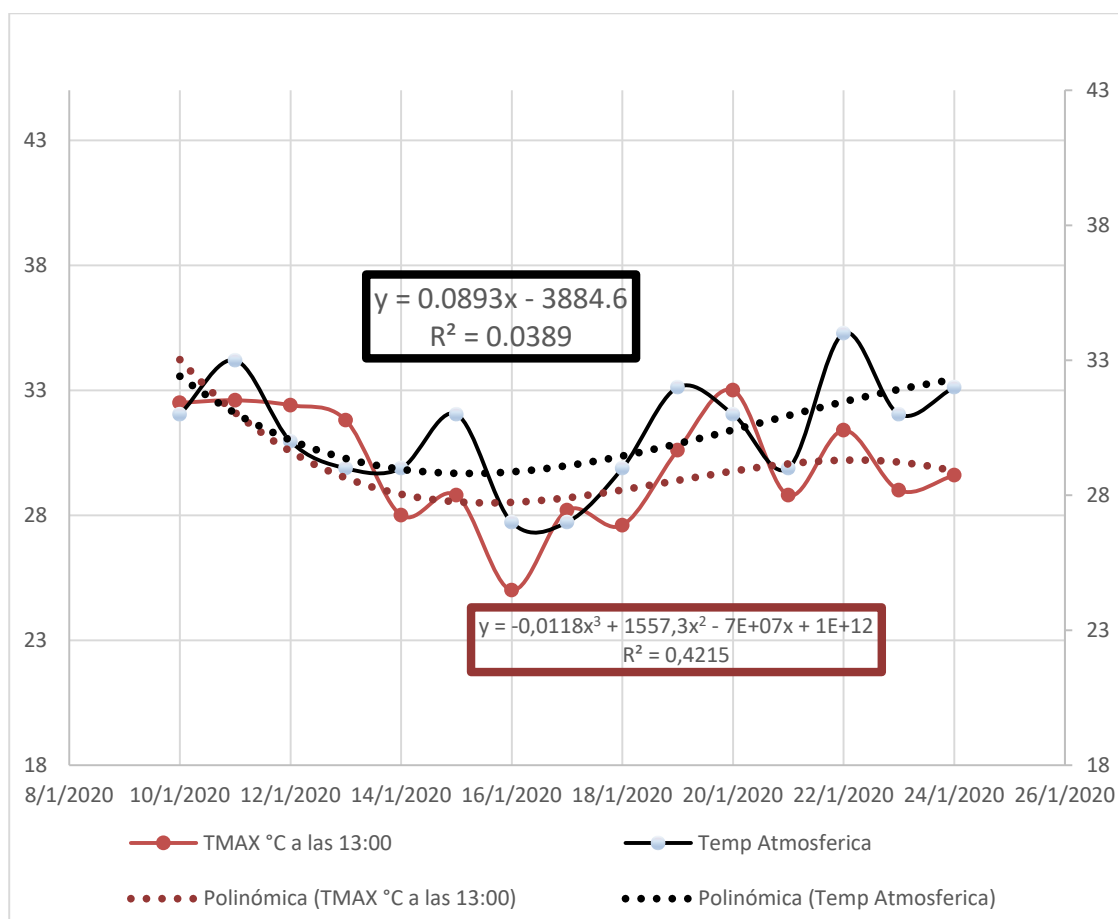


Figura 3. Gráfica de Error de Instrumento

REPORTES DIARIOS DE LAS EVALUACIONES TERMOGRAFICAS

ENERO 10 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 43,4°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 32°C. La temperatura atmosférica es igual a 31°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 3 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 10/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 32.5°C, evapotranspiración FAO igual a 4mm y una precipitación igual a 0.3mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 4 grados con altas temperaturas en el suelo llegando a los 43.4 grados, el cultivo de pepino necesita ser regado debido a la falta de lluvias en la zona.

Tabla 3. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
10/01/2020	32,5	4	0,3

Medidas

Sp1		31.9 °C
Sp2		42.2 °C
Sp3		35.1 °C
Li1	Max	43.4 °C
	Min	30.3 °C
	Average	33.5 °C
Li2	Max	31.8 °C
	Min	30.0 °C
	Average	31.1 °C
Li3	Max	31.7 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.2 °C
Li4	Max	32.3 °C
	Min	30.4 °C
	Average	31.4 °C
Li5	Max	34.7 °C
	Min	30.4 °C
	Average	32.4 °C
Li6	Max	34.1 °C
	Min	30.3 °C
	Average	31.8 °C
Li7	Max	32.4 °C
	Min	31.0 °C
	Average	31.6 °C
Li8	Max	32.0 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.4 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C

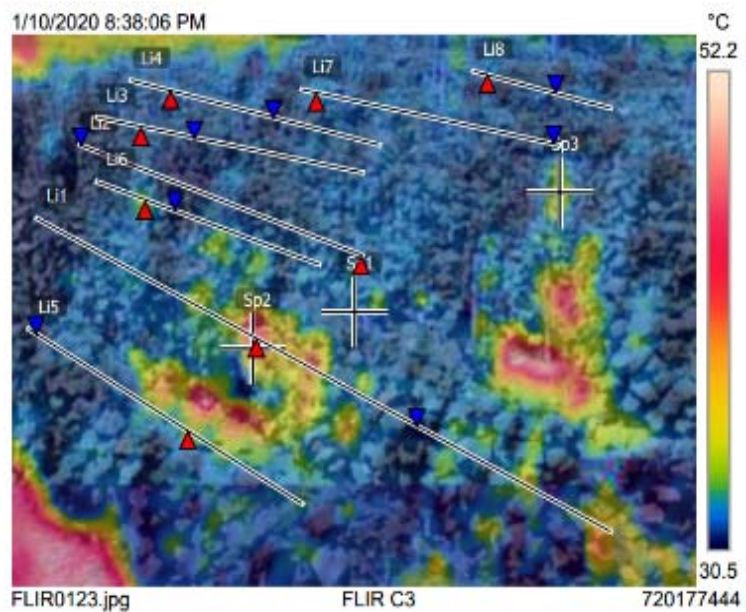


Figura 4. Reporte 1

ENERO 11 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 36.6°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 32°C. La temperatura atmosférica es igual a 33°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 4 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 11/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 32.5°C, evapotranspiración FAO igual a 3,3 mm y una precipitación igual a 0 mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 4,6 grados, el cultivo de pepino necesita ser regado debido a la falta de lluvias en la zona, es el segundo día continuo en el que el cultivo se encuentra seco.

Tabla 4. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
11/01/2020	32,6	3,3	0

Medidas

Sp1		36.6 °C
Li1	Max	29.7 °C
	Min	27.6 °C
	Average	28.4 °C
Li2	Max	31.4 °C
	Min	27.6 °C
	Average	28.5 °C
Li3	Max	29.6 °C
	Min	27.5 °C
	Average	28.0 °C
Li4	Max	29.4 °C
	Min	27.3 °C
	Average	27.6 °C
Li5	Max	28.3 °C
	Min	27.8 °C
	Average	27.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	33 °C

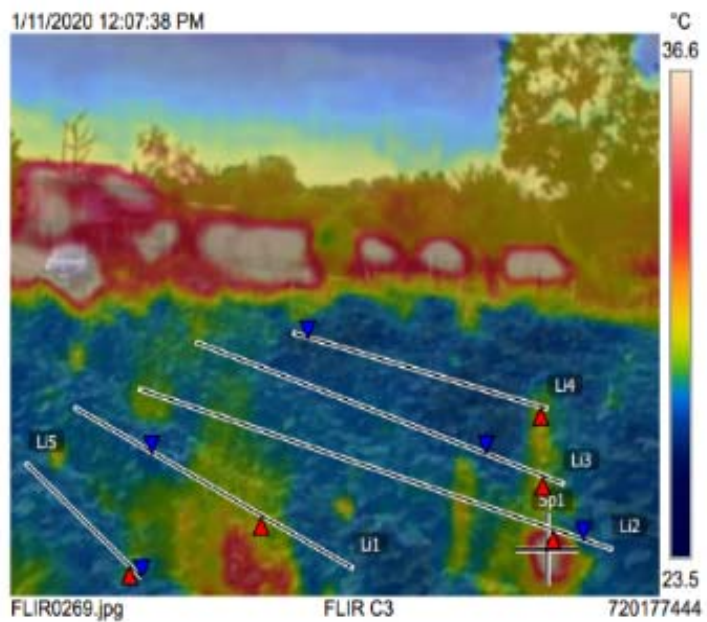


Figura 5. Reporte 2

ENERO 12 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 35,3°C en el cultivo en la línea Li2. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 34°C. La temperatura atmosférica es igual a 32°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 5 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 12/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 32,4°C, evapotranspiración FAO igual a 4,1mm y una precipitación igual a 0mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 3,3 grados, una temperatura muy cercana a los 4 grados por encima de la atmosférica. El cultivo de pepino necesita ser regado debido a la falta de lluvias en la zona, es el tercer día continuo en el que el cultivo se encuentra seco.

Tabla 5. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
12/01/2020	32,4	4,1	0

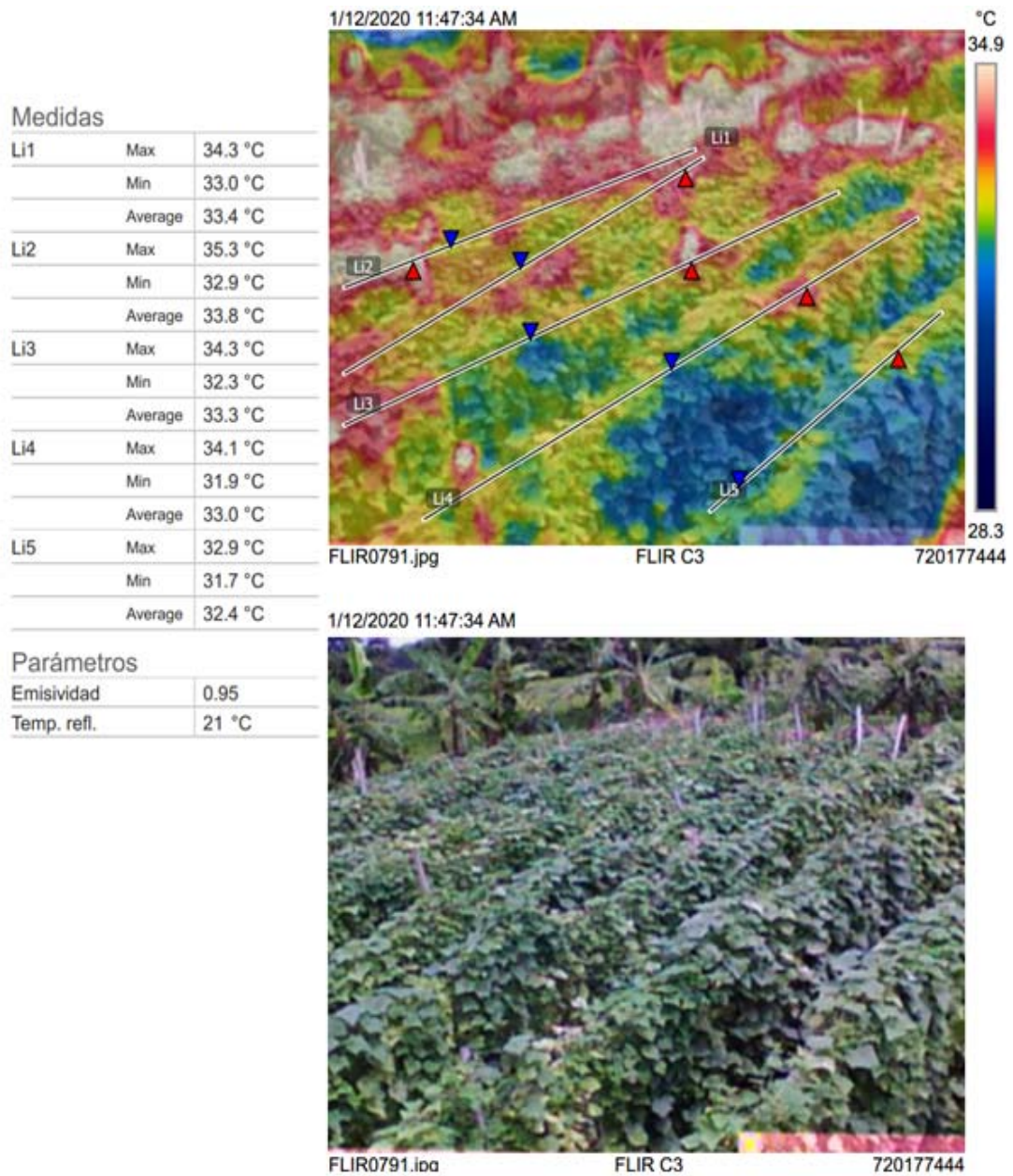


Figura 6. Reporte 3

ENERO 13 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 33,6°C en el cultivo en la línea Li8. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 32°C. La temperatura atmosférica es igual a 29°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 6 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 13/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 31.8°C, evapotranspiración FAO igual a 3mm y una precipitación igual a 12.8mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 4,6 grados, el cultivo de pepino necesita ser regado debido a la falta de lluvias en la zona, es el cuarto día continuo en el que el cultivo se encuentra seco.

Tabla 6. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
13/01/2020	31,8	3	12,8

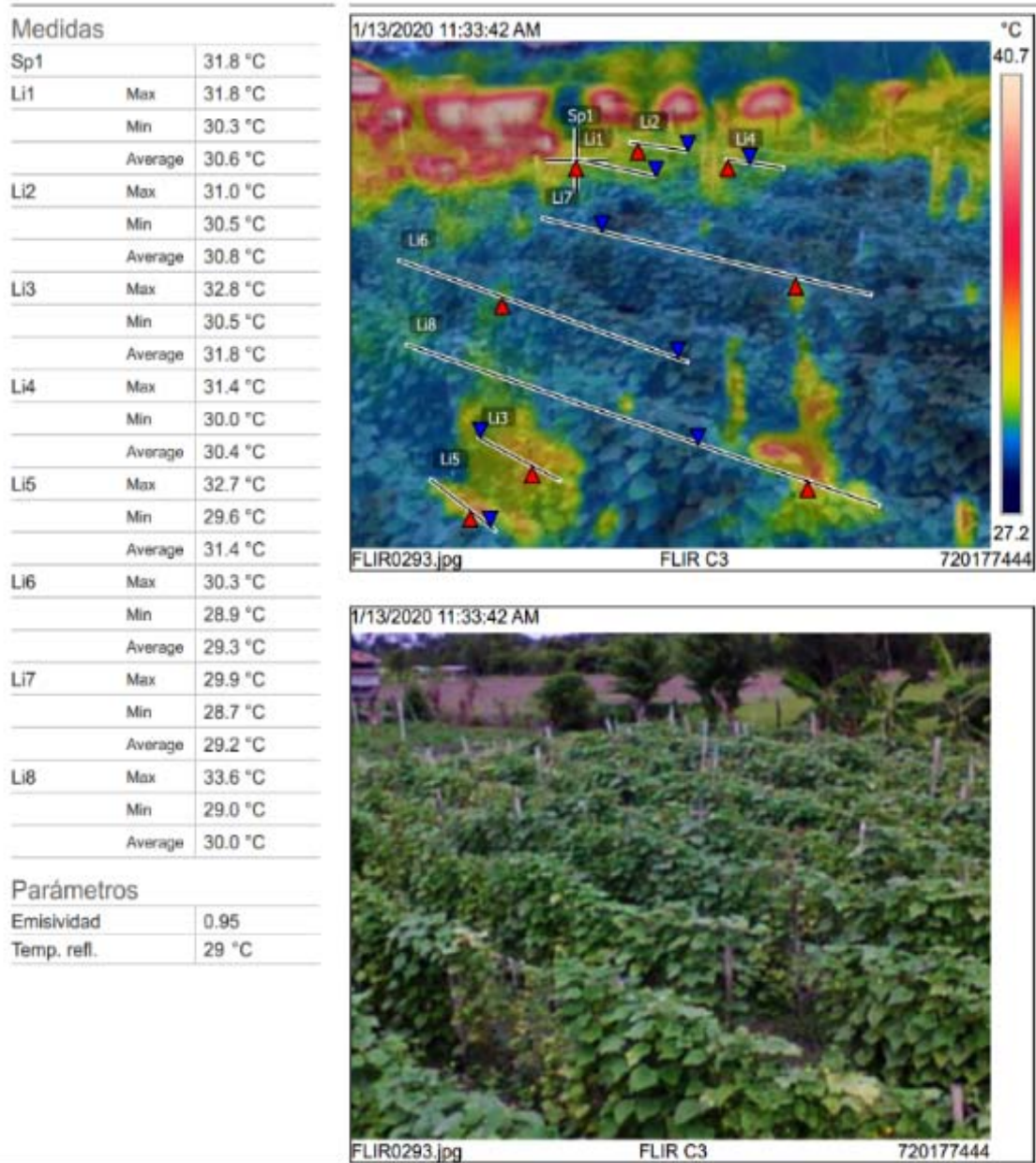


Figura 7. Reporte 4

ENERO 14 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 26.4°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 26°C. La temperatura atmosférica es igual a 29°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 7 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 14/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 28°C, evapotranspiración FAO igual a 2mm y una precipitación igual a 2,4mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica, esto se debe a que el día anterior existieron precipitaciones iguales a 3 mm. El cultivo de pepino no necesita ser regado debido a la lluvia y se nota un cambio favorable en cuanto a las temperaturas las cuales se encontraban elevadas y ahora están más estables.

Tabla 7. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
14/01/2020	28	2	2,4

Medidas

Li1	Max	26.4 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.1 °C
Li2	Max	26.4 °C
	Min	25.9 °C
	Average	26.2 °C
Li3	Max	26.1 °C
	Min	25.4 °C
	Average	25.7 °C
Li4	Max	26.1 °C
	Min	25.6 °C
	Average	25.8 °C
Li5	Max	26.0 °C
	Min	25.4 °C
	Average	25.7 °C
Li6	Max	26.0 °C
	Min	25.5 °C
	Average	25.7 °C
Li7	Max	26.1 °C
	Min	25.7 °C
	Average	26.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C

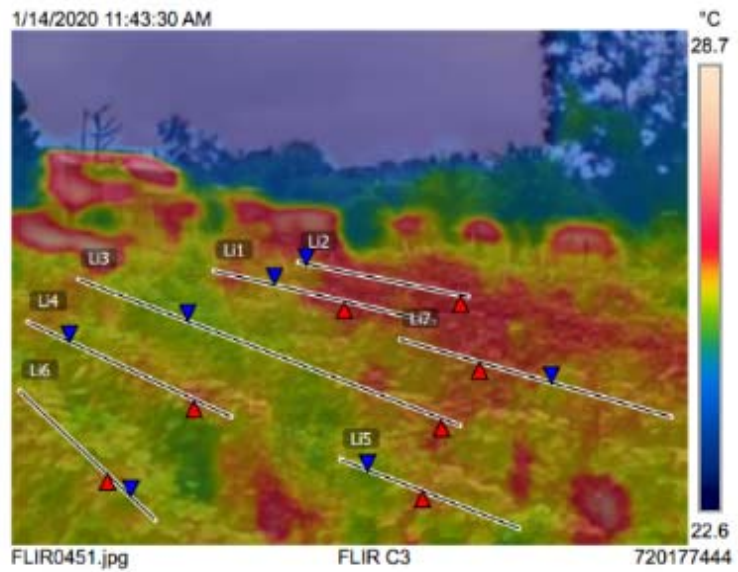


Figura 8. Reporte 5

ENERO 15 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 27.7°C en el cultivo en la línea Li9. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 28°C. La temperatura atmosférica es igual a 30°C. La tabla 8 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 15/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 28,8°C, evapotranspiración FAO igual a 2,1mm y una precipitación igual a 3,1mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica, esto se debe a que el día anterior existieron precipitaciones iguales a 2 mm. El cultivo de pepino no necesita ser regado debido a la lluvia.

Tabla 8. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
15/01/2020	28,8	2,1	3,1

Medidas		
Sp1		27.1 °C
Li1	Max	27.4 °C
	Min	26.8 °C
	Average	27.2 °C
Li2	Max	27.5 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.9 °C
Li3	Max	27.6 °C
	Min	26.9 °C
	Average	27.2 °C
Li4	Max	27.1 °C
	Min	28.7 °C
	Average	26.9 °C
Li5	Max	27.4 °C
	Min	26.9 °C
	Average	27.2 °C
Li6	Max	27.1 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.7 °C
Li7	Max	27.4 °C
	Min	26.2 °C
	Average	26.7 °C
Li8	Max	27.3 °C
	Min	26.8 °C
	Average	27.0 °C
Li9	Max	27.7 °C
	Min	27.1 °C
	Average	27.3 °C
Li10	Max	27.2 °C
	Min	26.7 °C
	Average	26.9 °C
Li11	Max	27.3 °C
	Min	26.8 °C
	Average	27.0 °C
Parámetros		
Emisividad		0.95
Temp. refl.		30 °C

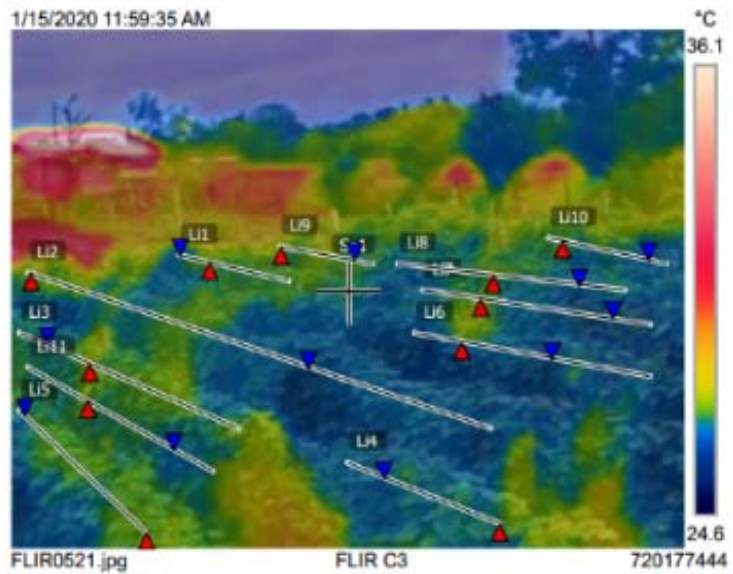


Figura 9. Reporte 6

ENERO 16 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 27.1°C en el cultivo en la línea Li5. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 27°C. La temperatura atmosférica es igual a 27°C. La tabla 9 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 16/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 25°C, evapotranspiración FAO igual a 2,8mm y una precipitación igual a 2,9mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica, esto se debe a que el día anterior existieron precipitaciones iguales a 3 mm. El cultivo de pepino no necesita ser regado debido a la lluvia y se nota un cambio favorable en cuanto a las temperaturas las cuales se encontraban elevadas y ahora están más estables.

Tabla 9. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
16/01/2020	25	2,8	2,9

Medidas

Sp1		26.9 °C
Sp2		26.8 °C
Li1	Max	26.5 °C
	Min	25.6 °C
	Average	26.0 °C
Li2	Max	26.5 °C
	Min	25.9 °C
	Average	26.2 °C
Li3	Max	26.9 °C
	Min	25.9 °C
	Average	26.4 °C
Li4	Max	26.9 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.6 °C
Li5	Max	27.1 °C
	Min	26.2 °C
	Average	26.6 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	27 °C

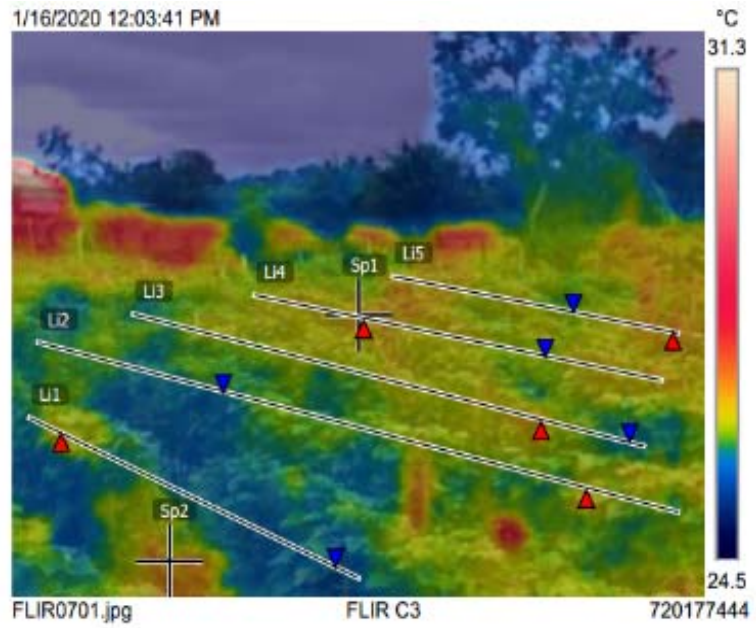


Figura 10. Reporte 7

ENERO 17 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 27.1°C en el cultivo en la línea Li7. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 27°C. La temperatura atmosférica es igual a 27°C. La tabla 10 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 17/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 28,2°C, evapotranspiración FAO igual a 3mm y una precipitación igual a 1,2mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica, esto se debe a que el día anterior existieron precipitaciones iguales a 3 mm. El cultivo de pepino no necesita ser regado debido a la lluvia y se nota un cambio favorable en cuanto a las temperaturas las cuales se encontraban elevadas y ahora están más estables.

Tabla 10. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
17/01/2020	28,2	3	1,2

Medidas		
Li1	Max	26.5 °C
	Min	25.7 °C
	Average	26.0 °C
Li2	Max	26.3 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.1 °C
Li3	Max	26.8 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.4 °C
Li4	Max	26.9 °C
	Min	26.4 °C
	Average	26.7 °C
Li5	Max	26.9 °C
	Min	26.4 °C
	Average	26.6 °C
Li6	Max	27.0 °C
	Min	26.4 °C
	Average	26.7 °C
Li7	Max	27.1 °C
	Min	26.2 °C
	Average	26.6 °C
Li8	Max	26.6 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.3 °C
Li9	Max	26.7 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.2 °C
Parámetros		
Emisividad	0.95	
Temp. refl.	27 °C	

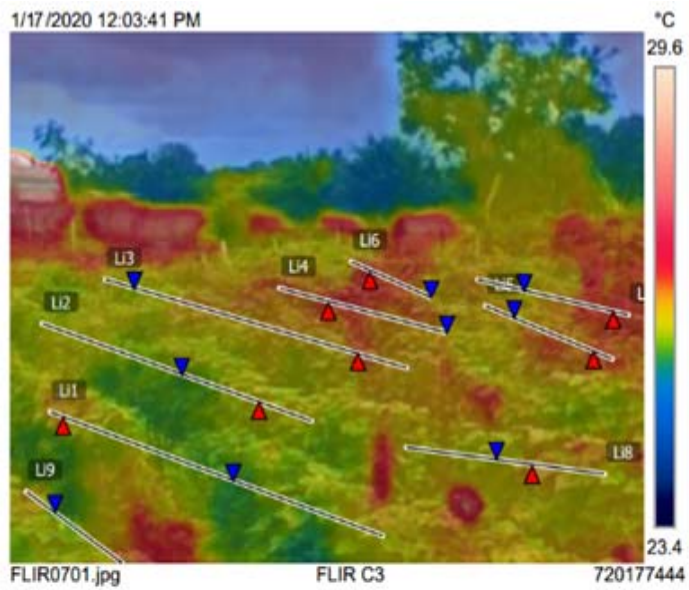


Figura 11 Reporte 8

ENERO 18 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 30,4°C en el cultivo en la línea Li4. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 30°C. La temperatura atmosférica es igual a 29°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 11 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 18/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 32.5°C, evapotranspiración FAO igual a 4mm y una precipitación igual a 0.3mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica, esto se debe a que el día anterior existieron precipitaciones iguales a 3 mm. El cultivo de pepino no necesita ser regado debido a la lluvia.

Tabla 11. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
18/01/2020	27,6	2,2	0,5

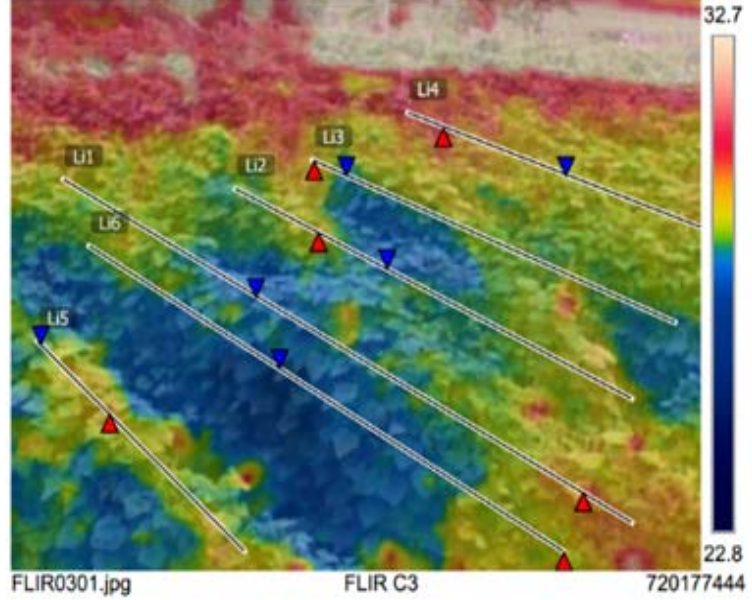
Medidas

Li1	Max	30.2 °C
	Min	27.8 °C
	Average	28.8 °C
Li2	Max	29.6 °C
	Min	28.1 °C
	Average	28.8 °C
Li3	Max	29.6 °C
	Min	28.3 °C
	Average	28.7 °C
Li4	Max	30.4 °C
	Min	29.0 °C
	Average	29.4 °C
Li5	Max	29.8 °C
	Min	28.5 °C
	Average	29.2 °C
Li6	Max	29.2 °C
	Min	27.5 °C
	Average	28.4 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C

1/18/2020 11:34:37 AM



1/18/2020 11:34:37 AM



Figura 12. Reporte 9

ENERO 19 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 34,1°C en el cultivo en la línea Li4. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 33°C. La temperatura atmosférica es igual a 32°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 12 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 19/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 30,5°C, evapotranspiración FAO igual a 2,6mm y una precipitación igual a 0,6mm. Se puede observar que la temperatura en este día es menor a la atmosférica sin embargo la temperatura en el cultivo empieza a elevarse a pesar de las lluvias, se nota un suelo saturado con agua.

Tabla 12. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
19/01/2020	30,6	2,6	0,6

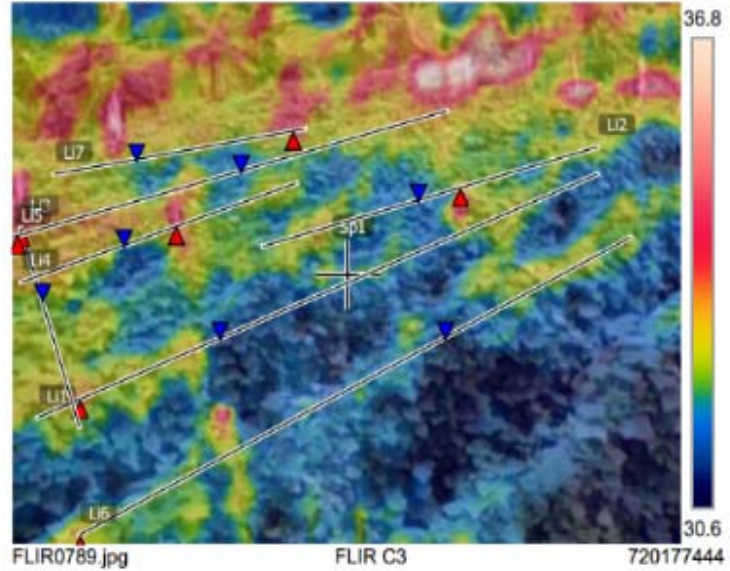
Medidas

Sp1		31.9 °C
Li1	Max	33.6 °C
	Min	31.1 °C
	Average	32.1 °C
Li2	Max	33.2 °C
	Min	31.7 °C
	Average	32.3 °C
Li3	Max	33.8 °C
	Min	32.2 °C
	Average	32.8 °C
Li4	Max	34.1 °C
	Min	31.9 °C
	Average	32.7 °C
Li5	Max	33.7 °C
	Min	31.8 °C
	Average	32.8 °C
Li6	Max	33.0 °C
	Min	30.8 °C
	Average	32.0 °C
Li7	Max	33.9 °C
	Min	32.0 °C
	Average	32.7 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	32 °C

1/19/2020 11:47:30 AM



1/19/2020 11:47:30 AM



Figura 13. Reporte 10

ENERO 20 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 36.9 °C en el cultivo en la línea Li2. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 36°C. La temperatura atmosférica es igual a 31°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 13 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 20/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 33°C, evapotranspiración FAO igual a 3,2mm y una precipitación igual a 15,5mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 5.9 grados con altas temperaturas en el suelo llegando a los 43.7 grados, el suelo está saturado con agua y el área foliar se encuentra deteriorada.

Tabla 13. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
20/01/2020	33	3,2	15,5

Medidas

Sp1		35.4 °C
Li1	Max	36.9 °C
	Min	33.6 °C
	Average	35.1 °C
Li2	Max	43.7 °C
	Min	33.8 °C
	Average	35.2 °C
Li3	Max	35.7 °C
	Min	33.2 °C
	Average	34.3 °C
Li4	Max	37.5 °C
	Min	34.4 °C
	Average	35.5 °C
Li5	Max	35.7 °C
	Min	33.8 °C
	Average	35.0 °C
Li6	Max	36.0 °C
	Min	35.0 °C
	Average	35.4 °C
Li7	Max	36.2 °C
	Min	32.9 °C
	Average	34.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C

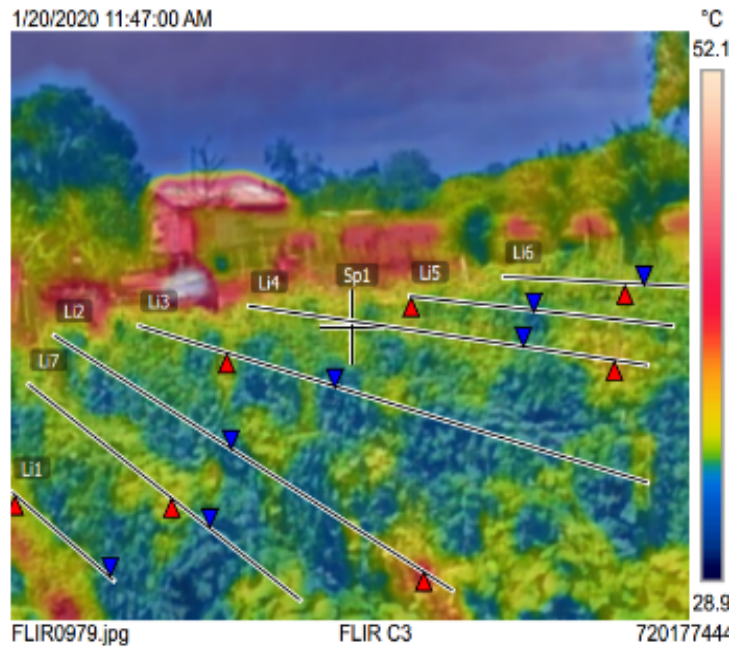


Figura 14. Reporte 11

ENERO 21 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 35.8°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 32°C. La temperatura atmosférica es igual a 29°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 14 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 21/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 28,8°C, evapotranspiración FAO igual a 2,2mm y una precipitación igual a 13,3mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 6,8 grados el suelo está saturado con agua debido al gran volumen de lluvia acumulado de los días anteriores, el área foliar se encuentra deteriorada.

Tabla 14. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
21/01/2020	28,8	2,2	13,3

Medidas

LI1	Max	35.8 °C
	Min	30.0 °C
	Average	31.1 °C
LI2	Max	32.1 °C
	Min	28.6 °C
	Average	30.3 °C
LI3	Max	32.8 °C
	Min	29.8 °C
	Average	30.7 °C
LI4	Max	32.1 °C
	Min	30.8 °C
	Average	31.1 °C
LI5	Max	32.2 °C
	Min	30.6 °C
	Average	31.0 °C
LI6	Max	32.5 °C
	Min	31.1 °C
	Average	32.0 °C
LI7	Max	31.4 °C
	Min	29.3 °C
	Average	30.2 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C

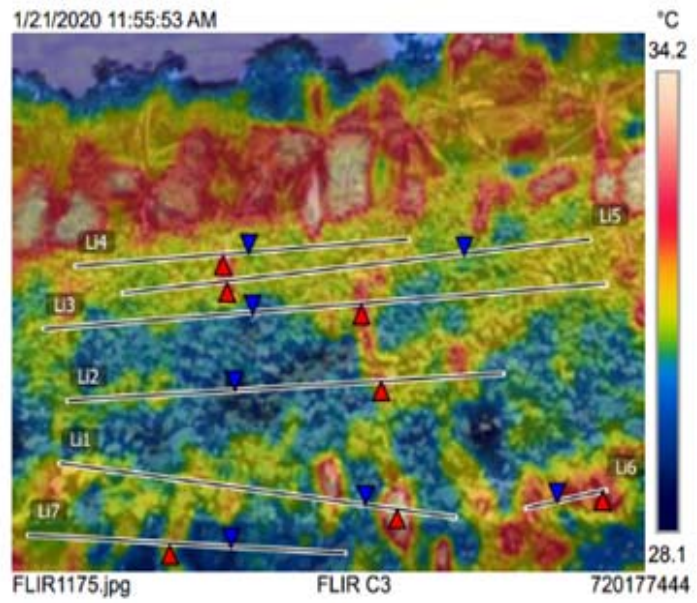


Figura 15. Reporte 12

ENERO 22 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 36,2°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 35°C. La temperatura atmosférica es igual a 34°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 15 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 22/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 31,4°C, evapotranspiración FAO igual a 3,9mm y una precipitación igual a 0mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 2,2 grados el suelo está saturado con agua debido al gran volumen de lluvia acumulado de los días anteriores, el área foliar se encuentra deteriorada.

Tabla 15. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
22/01/2020	31,4	3,9	0

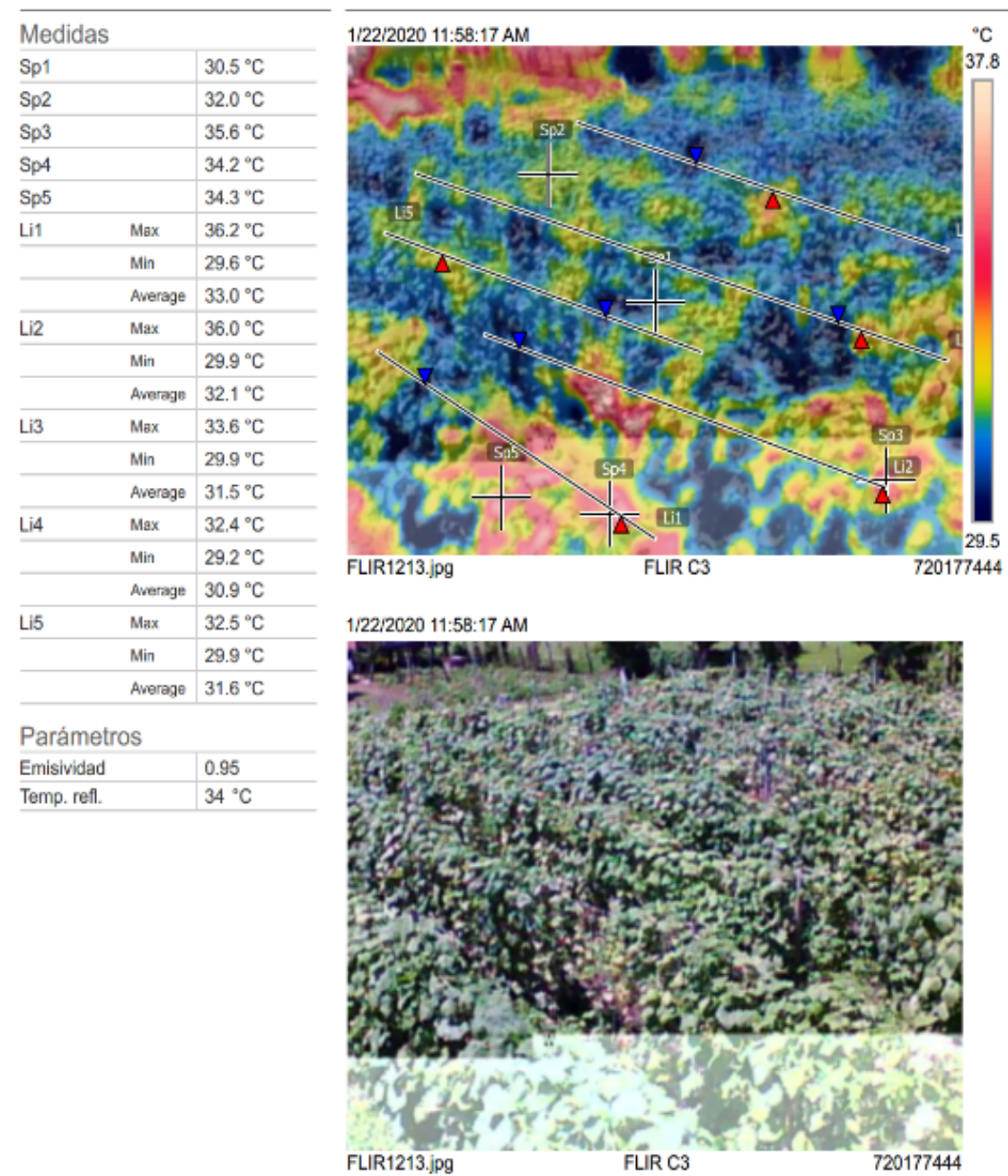


Figura 16. Reporte 13

ENERO 23 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 35,6°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 33°C. La temperatura atmosférica es igual a 31°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 16 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 23/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 31,4°C, evapotranspiración FAO igual a 2,6mm y una precipitación igual a 4,1mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 4,6 grados el suelo está saturado con agua y el área foliar se encuentra deteriorada.

Tabla 16. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
23/01/2020	31,2	2,6	4,1

Medidas

Sp1		34.8 °C
Sp2		32.8 °C
Li1	Max	35.6 °C
	Min	30.1 °C
	Average	31.9 °C
Li2	Max	33.4 °C
	Min	30.8 °C
	Average	32.0 °C
Li3	Max	33.5 °C
	Min	31.1 °C
	Average	32.4 °C
Li4	Max	33.9 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.8 °C
Li5	Max	32.3 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.5 °C
Li6	Max	32.1 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.4 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C

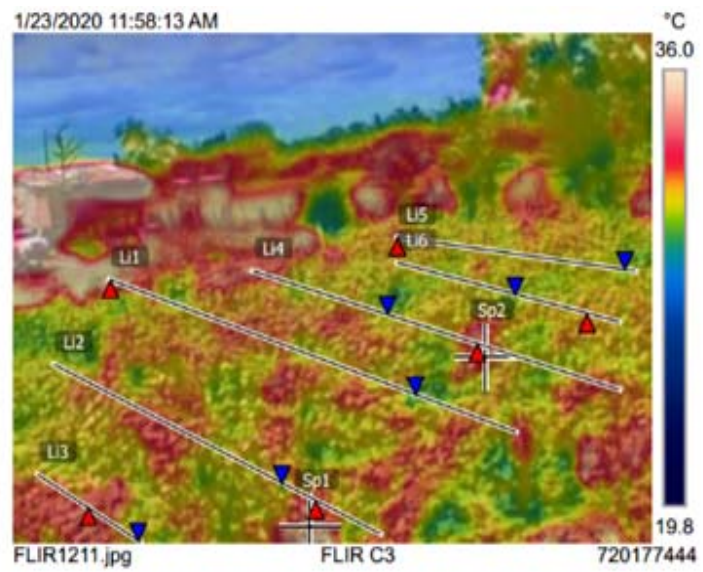


Figura 17. Reporte 14

ENERO 24 2020

En el reporte de la cámara FLIR se nota una temperatura máxima de 36,2°C en el cultivo en la línea Li1. En su mayoría las temperaturas están por debajo de los 34°C. La temperatura atmosférica es igual a 34°C. Algunas partes del cultivo tienen temperaturas más elevadas las cuales se pueden notar tomando en cuenta la escala de la imagen. La tabla 17 nos refleja los siguientes datos correspondientes al 24/01/2020, los cuales son: temperatura máxima a las 13H00 igual a 32,2°C, evapotranspiración FAO igual a 3,7mm y una precipitación igual a 0.3mm. Se puede observar que la temperatura en este día supera a la atmosférica por 2,2 y el área foliar se encuentra deteriorada.

Tabla 17. Cuadro de T. Max. ETo. y Rr.

FECHA	TMAX a las 13:00 (°C)	ETo Peman Monteith FAO (mm/día)	RR (mm)
24/01/2020	32,2	3,7	0,3

Medidas		
Sp1	30.5 °C	
Sp2	32.0 °C	
Sp3	35.6 °C	
Sp4	34.2 °C	
Sp5	34.3 °C	
Li1	Max	36.2 °C
	Min	29.6 °C
	Average	33.0 °C
Li2	Max	36.0 °C
	Min	29.9 °C
	Average	32.1 °C
Li3	Max	33.6 °C
	Min	29.9 °C
	Average	31.5 °C
Li4	Max	32.4 °C
	Min	29.2 °C
	Average	30.9 °C
Li5	Max	32.5 °C
	Min	29.9 °C
	Average	31.6 °C
Parámetros		
Emisividad	0.95	
Temp. refl.	34 °C	

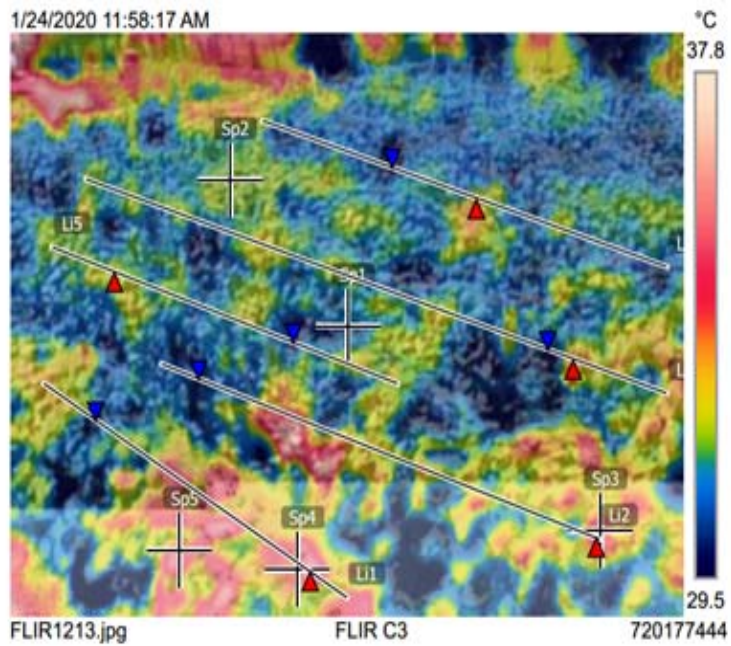


Figura 18. Reporte 15

Reporte 1 (10 enero 2020)

Los cuadrantes 2 y 3 tienen una diferencia de temperatura de 4 grados en comparación a la temperatura atmosférica por lo tanto estas plantas están sufriendo de estrés hídrico; mientras que en los cuadrantes 1 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 11.5 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable tomando en cuenta las condiciones ambientales.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	31 °C	0
2	36 °C	4
3	36 °C	4
4	33 °C	2
Temp. atmosférica	31 °C	

Tabla 18. Temperaturas por cuadrantes

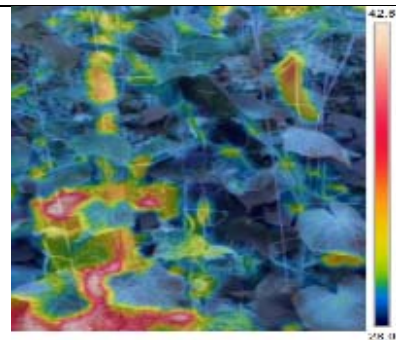


Figura 19. Foto planta en peores condiciones enero 10 2020

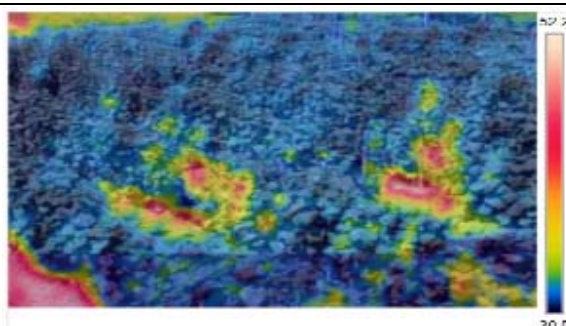


Figura 20. Foto cuadrante #3 enero 10 2020

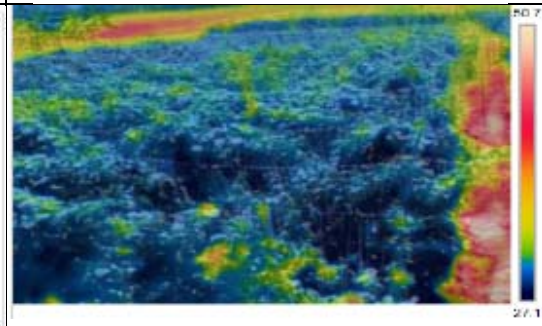


Figura 21. Foto cuadrante #1 enero 10 2020

Reporte 2 (11 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que no están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 34 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. Las condiciones de este día han mejorado en comparación a las condiciones del día anterior esto es debido a que el cultivo se rego en este día.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	31 °C	2
2	35 °C	2
3	36 °C	3
4	33 °C	0
Temp. atmosférica	33 °C	

Tabla 19. Temperaturas por cuadrantes

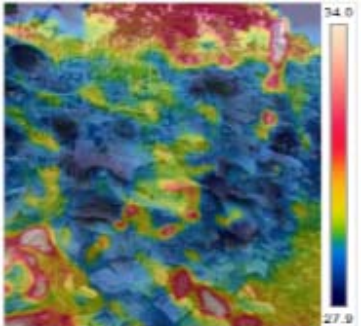


Figura 22. Foto planta en peores condiciones enero 11 2020

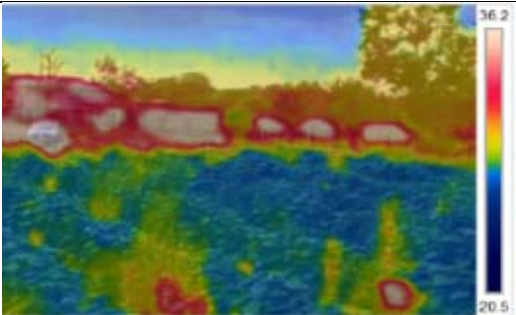


Figura 23. Foto cuadrante #3 enero 11 2020

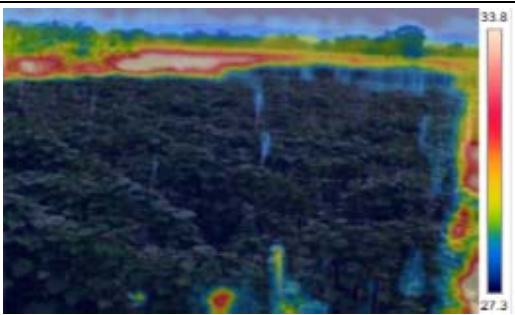


Figura 24. Foto cuadrante #1 enero 11 2020

Reporte 3 (12 enero 2020)

El cuadrante 2 tiene una diferencia de temperatura de 4.5 grados en comparación a la temperatura atmosférica por lo tanto estas plantas están sufriendo de estrés hídrico; mientras que en los cuadrantes 1, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 6 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable tomando en cuenta las condiciones ambientales.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	29.3 °C	0
2	35.3 °C	4.3
3	32.5 °C	2.5
4	30.5 °C	0.5
Temp. atmosférica	30 °C	

Tabla 20. Temperaturas por cuadrantes

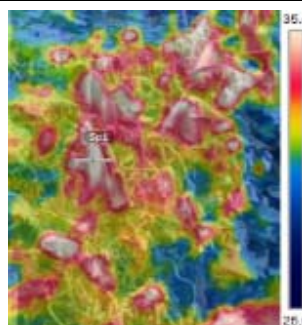


Figura 25. Foto planta en peores condiciones enero 12 2020

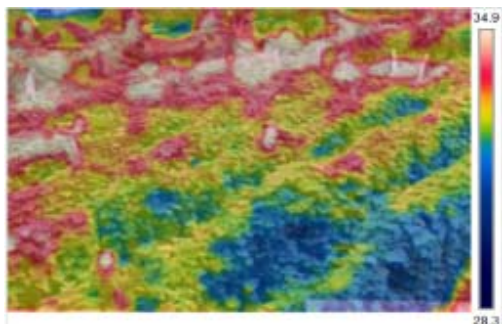


Figura 26. Foto cuadrante #2 enero 12 2020

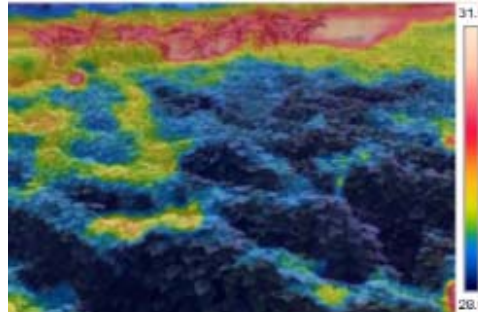


Figura 27. Foto cuadrante #1 enero 12 2020

Reporte 4 (13 enero 2020)

El cuadrante 3 tiene una diferencia de temperatura cercana a los 4 grados en comparación a la temperatura atmosférica por lo tanto estas plantas están cerca de sufrir estrés hídrico; mientras que en los cuadrantes 1, 2 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 9 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable tomando en cuenta las condiciones ambientales.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	31.3 °C	2.3
2	31.4 °C	2.4
3	32.5 °C	3.5
4	30.5 °C	1.5
Temp. atmosférica	29 °C	

Tabla 21. Temperaturas por cuadrantes

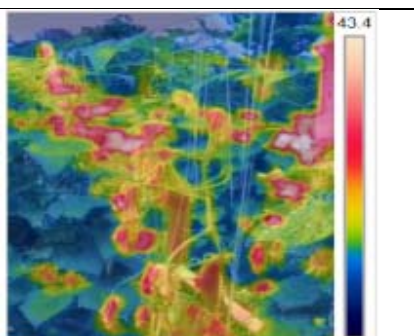


Figura 28. Foto planta en peores condiciones enero 13 2020

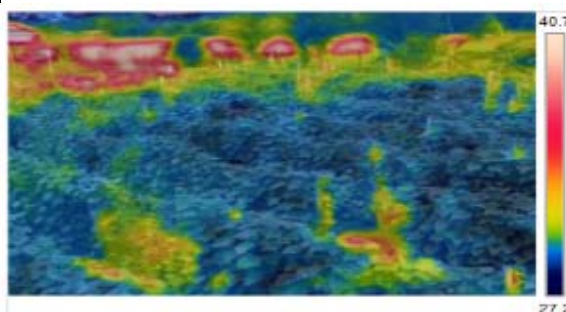


Figura 29. Foto cuadrante #3 enero 13 2020

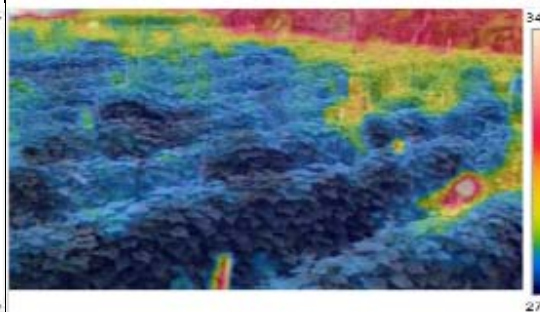


Figura 30. Foto cuadrante #4 enero 13 2020

Reporte 5 (14 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 28 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. El día anterior empezó a precipitar durante el día y en este día también precipito por lo tanto se ven condiciones más estables y temperaturas saludables para el cultivo.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	25.6 °C	3.4
2	26 °C	3
3	26.4 °C	2.6
4	26.6 °C	2.4
Temp. atmosférica	29 °C	

Tabla 22. Temperaturas por cuadrantes

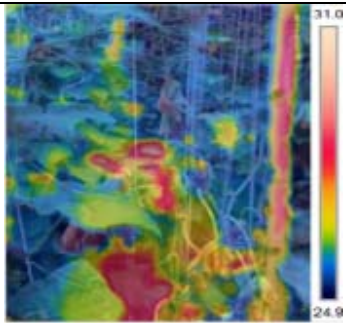


Figura 31. Foto planta en peores condiciones enero 13 2020

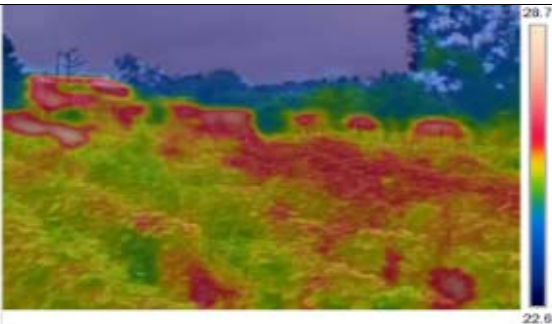


Figura 32. Foto cuadrante #3 enero 13 2020

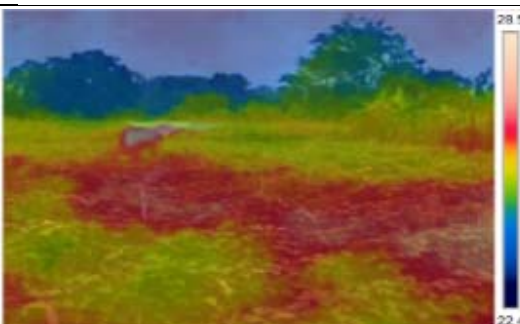


Figura 33. Foto cuadrante #4 enero 13 2020

Reporte 6 (15 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 30 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. El día anterior empezó a precipitar durante el día por lo tanto se ven condiciones más estables y temperaturas saludables para el cultivo el día 15 de enero de 2020.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	27.9 °C	3.1
2	27.5 °C	3.5
3	28 °C	3
4	27 °C	4
Temp. atmosférica	31 °C	

Tabla 23. Temperaturas por cuadrantes

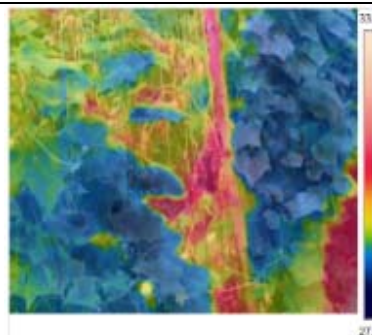


Figura 34. Foto planta en peores condiciones enero 15 2020

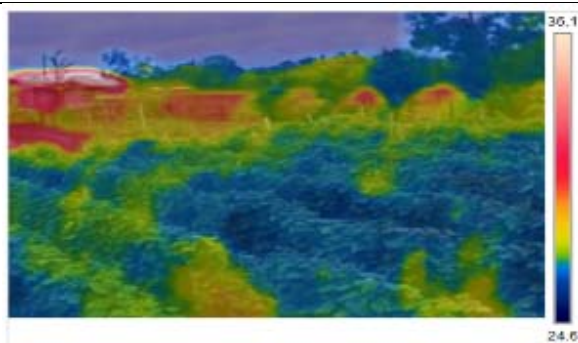


Figura 35. Foto cuadrante #3 enero 15 2020

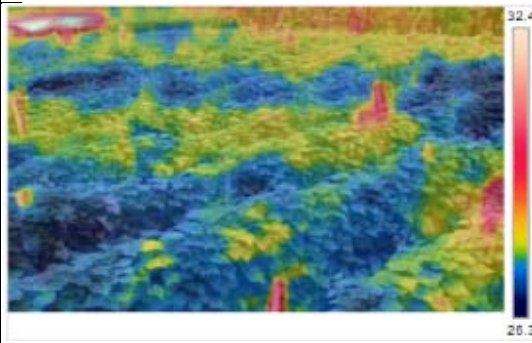


Figura 36. Foto cuadrante #4 enero 15 2020

Reporte 7 (16 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 28 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. El día anterior empezó a precipitar durante el día por lo tanto se ven condiciones más estables y temperaturas saludables para el cultivo.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	26.4 °C	0.6
2	26.2 °C	0.8
3	27 °C	0
4	26.7 °C	0.3
Temp. atmosférica	27 °C	

Tabla 24. Temperaturas por cuadrantes

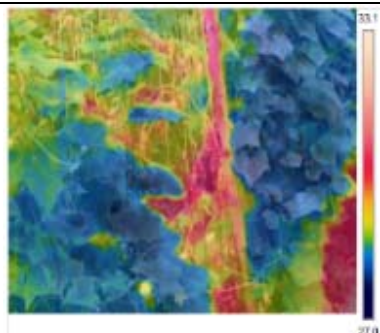


Figura 37. Foto planta en peores condiciones enero 15 2020

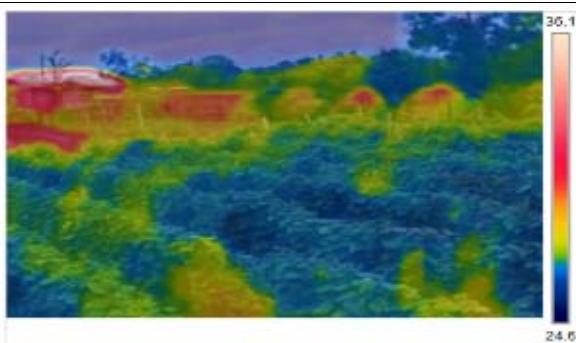


Figura 38. Foto cuadrante #3 enero 15 2020

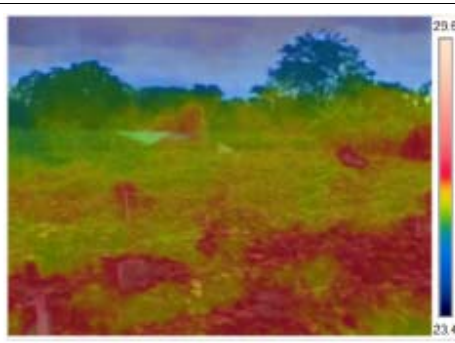


Figura 39. Foto cuadrante #4 enero 15 2020

Reporte 8 (17 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 29 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. El día anterior empezó a precipitar durante el día por lo tanto se ven condiciones más estables y temperaturas saludables para el cultivo.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	26 °C	1
2	26.2 °C	0.8
3	26.7 °C	0.3
4	25.9 °C	1.1
Temp. atmosférica	27 °C	

Tabla 25. Temperaturas por cuadrantes

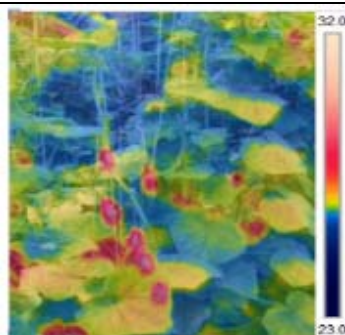


Figura 40. Foto planta en peores condiciones enero 17 2020

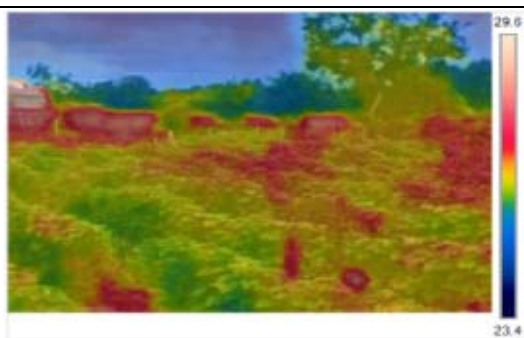


Figura 41. Foto cuadrante #3 enero 17 2020

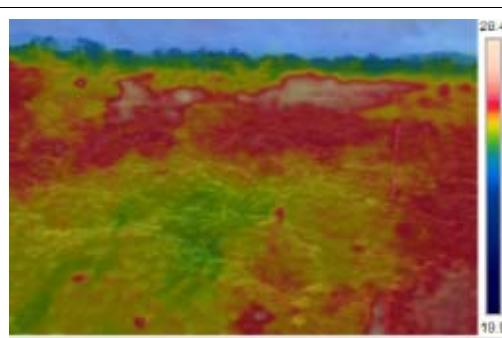


Figura 42. Foto cuadrante #1 enero 17 2020

Reporte 9 (18 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 30 grados, lo que indica que dicha planta no está sufriendo un estrés hídrico. El día anterior empezó a precipitar durante el día por lo tanto se ven condiciones más estables y temperaturas saludables para el cultivo.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	31 °C	2
2	30.9 °C	1.9
3	30.4 °C	1.4
4	30.3 °C	1.2
Temp. atmosférica	29 °C	

Tabla 26. Temperaturas por cuadrantes

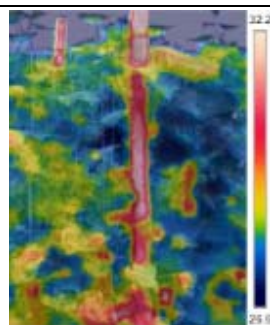


Figura 43. Foto planta en peores condiciones enero 18 2020

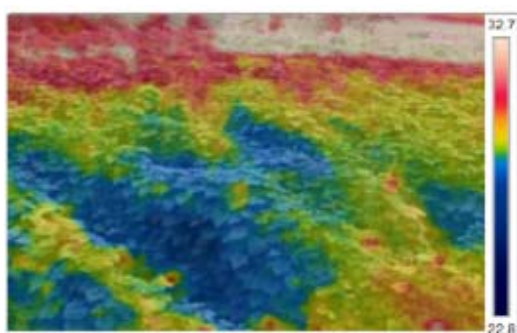


Figura 44. Foto cuadrante #3 enero 18 2020

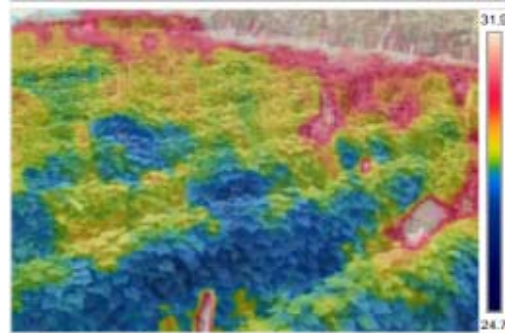


Figura 45. Foto cuadrante #4 enero 18 2020

Reporte 10 (19 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una temperatura de 38 grados, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico ya que su temperatura estos 6 grados por encima de la temperatura atmosférica en este día.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	29 °C	3
2	35 °C	3
3	32 °C	0
4	31 °C	1
Temp. atmosférica	32 °C	

Tabla 27. Temperaturas por cuadrantes

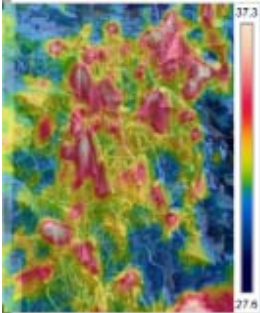


Figura 46. Foto planta en peores condiciones enero 19 2020

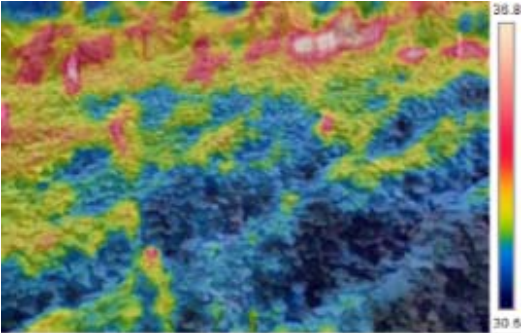


Figura 47. Foto cuadrante #2 enero 19 2020

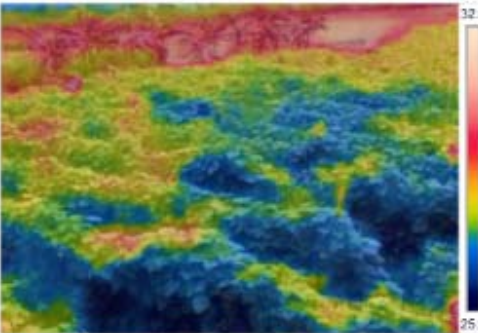


Figura 48. Foto cuadrante #1 enero 19 2020

Reporte 11 (20 enero 2020)

Los cuadrantes 2, 3 y 4 tienen una diferencia de temperatura de 4 grados en comparación a la temperatura atmosférica por lo tanto estas plantas están sufriendo de estrés hídrico; mientras que el cuadrante 1 presenta una diferencia de temperatura por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos está sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 13.2 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	34.7 °C	3.7
2	35.5 °C	4.5
3	36.4 °C	5.4
4	35.6 °C	4.6
Temp. atmosférica	31 °C	

Tabla 28. Temperaturas por cuadrantes

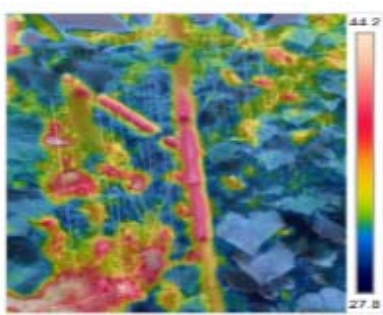


Figura 49. Foto planta en peores condiciones enero 20 2020

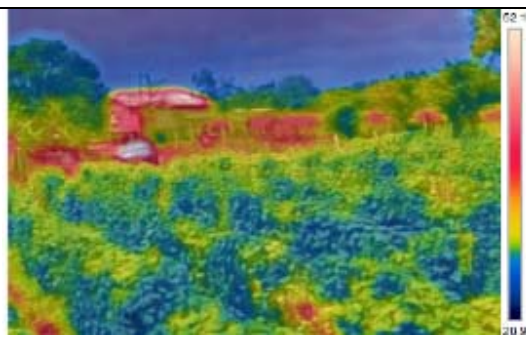


Figura 50. Foto cuadrante #3 enero 20 2020

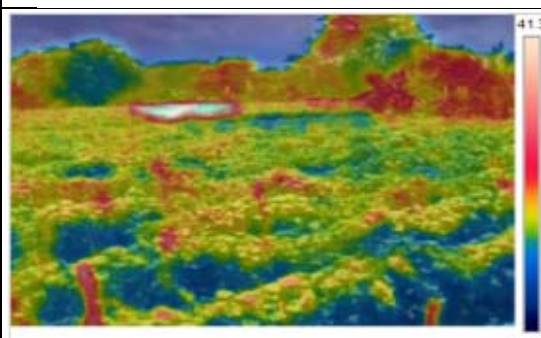


Figura 51. Foto cuadrante #4 enero 20 2020

Reporte 12 (21 enero 2020)

Todos los tienen una diferencia de temperatura de 4 grados en comparación a la temperatura atmosférica por lo tanto estas plantas están sufriendo de estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 5 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable tomando en cuenta las condiciones ambientales.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	33.8 °C	4.8
2	35.3 °C	6.3
3	33.2 °C	4.2
4	33 °C	4
Temp. atmosférica	29 °C	

Tabla 29. Temperaturas por cuadrantes

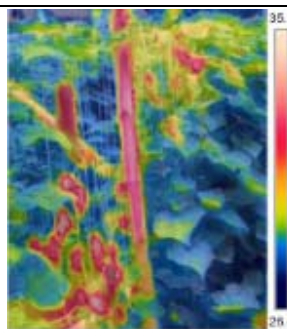


Figura 52. Foto planta en peores condiciones enero 21 2020

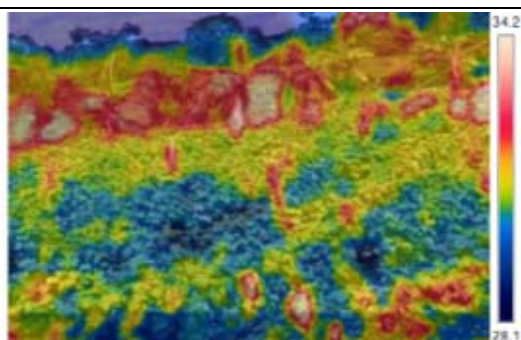


Figura 53. Foto cuadrante #2 enero 21 2020

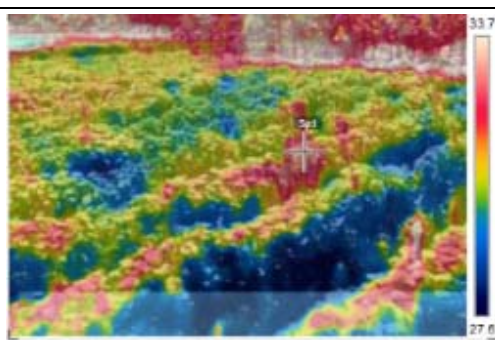


Figura 54. Foto cuadrante #4 enero 21 2020

Reporte 13 (22 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 10 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable. Las condiciones del cultivo en general son más saludables este día debido a que el día anterior precipito, sin embargo, las temperaturas en el cuadrante 3 supera la temperatura atmosférica del día y se puede apreciar estrés hídrico en ciertas plantas del cultivo.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	32.2 °C	1.8
2	33.7 °C	0.3
3	35.6 °C	1.6
4	32.1 °C	1.9
Temp. atmosférica	34 °C	

Tabla 30. Temperaturas por cuadrantes

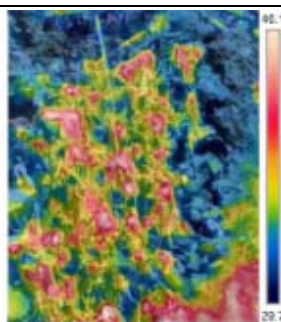


Figura 55. Foto planta en peores condiciones enero 22 2020

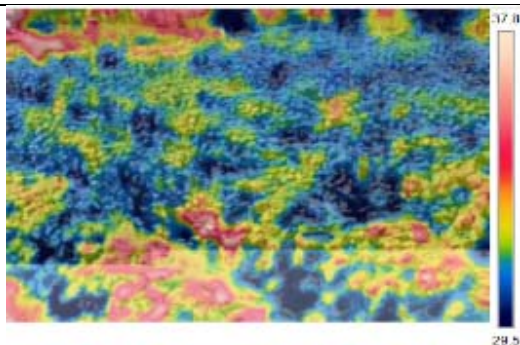


Figura 56. Foto cuadrante #3 enero 22 2020

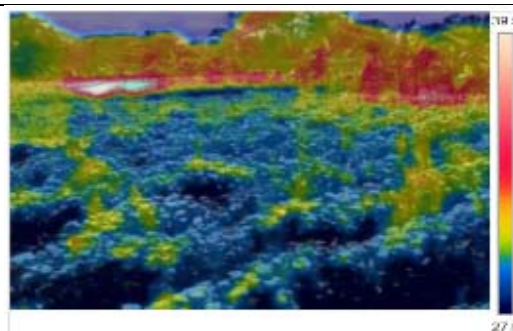


Figura 57. Foto cuadrante #4 enero 22 2020

Reporte 14 (23 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, y 3 presentan diferencia de temperaturas por encima de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día se ve afectado. El cuadrante 4 presenta una diferencia de temperatura por debajo de los 4 grados, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 5.8 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico considerable.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	35.3 °C	4.3
2	35.2 °C	4.2
3	35.8 °C	4.8
4	32.7 °C	1.7
Temp. atmosférica	31 °C	

Tabla 31. Temperaturas por cuadrantes



Figura 58. Foto planta en peores condiciones enero 23 2020

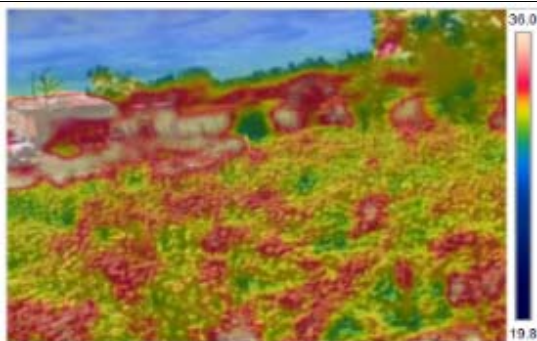


Figura 59. Foto cuadrante #3 enero 23 2020

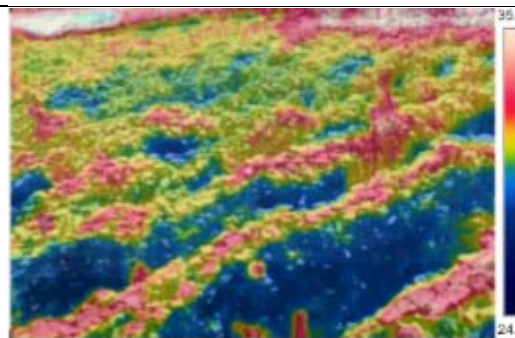


Figura 60. Foto cuadrante #4 enero 23 2020

Reporte 15 (24 enero 2020)

Los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 presentan diferencia de temperaturas por debajo de los 4 grados en comparación de la temperatura atmosférica lo cual indica que nos están sufriendo estrés hídrico, por lo tanto, su comportamiento biológico este día no se ve afectado. Además, se puede evidenciar que una planta de pepino puede llegar a tener una diferencia de temperatura de 6 grados en comparación de la temperatura ambiente, lo que indica que dicha planta está sufriendo un estrés hídrico.

Cuadrante	Temperatura	Dif Temp
1	35.7 °C	3.7
2	35.5 °C	3.5
3	34 °C	2
4	33.5 °C	1.5
Temp. atmosférica	32°C	

Tabla 32. Temperaturas por cuadrantes

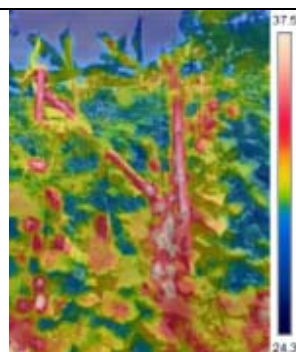


Figura 61. Foto planta en peores condiciones enero 24 2020

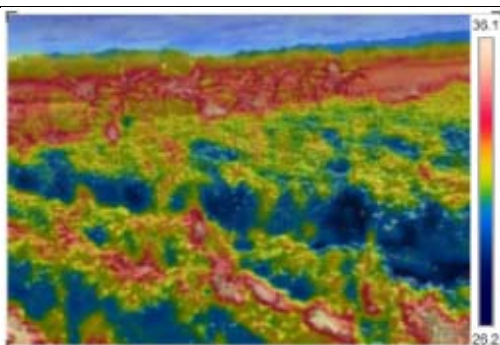


Figura 62. Foto cuadrante #1 enero 24 2020

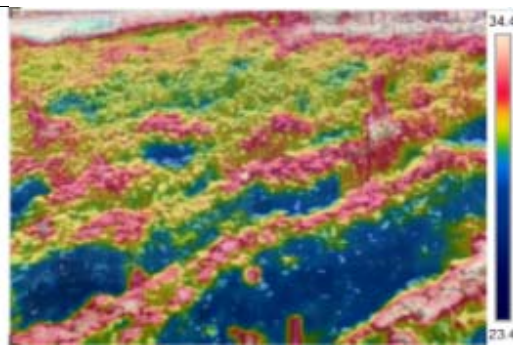


Figura 63. Foto cuadrante #4 enero 24 2020

Diseño agronómico para un sistema de riego por goteo en invierno.

Para el cultivo de pepino se hizo un diseño agronómico cuyos resultados son presentados en la Tabla 33. Para este diseño usamos un gotero por planta con un caudal de 3.73 l/hora. Los valores de E_{Tc} obtenidos diariamente durante la investigación variaron entre 1.80 mm/día y 3.69 mm/día. Los valores de balance hídrico obtenidos diariamente durante la investigación variaron entre -7.54 mm/día y 3.69 mm/día. Los valores de volumen de agua requerido por planta obtenidos diariamente durante la investigación variaron entre -4.76 l/día y 1.85 l/día. Los valores de volumen total de riego obtenidos diariamente durante la investigación variaron entre -5.06 l/día y 1.96 l/día. Los valores de tiempo de riego obtenidos diariamente durante la investigación variaron entre -2.72 horas y 1.05 horas.

Tabla 33. Diseño Agronómico para un Sistema de Riego por Goteo de Pepino.

Programación de Riego por Goteo para el cultivo de Pepino para el mes de Enero del 2020						
Enero Días	E _{To} (mm/día)	K _c	E _{Tc} (mm/día)	P (mm/día)	BH (mm/día)	RAD (mm)
10	4.00	0.90	3.60	0.00	3.60	117.36
11	3.30	0.90	2.97	0.00	2.97	117.36
12	4.10	0.90	3.69	0.00	3.69	117.36
13	3.00	0.90	2.70	10.24	-7.54	
14	2.00	0.90	1.80	1.92	-0.12	
15	2.10	0.90	1.89	2.48	-0.59	
16	2.80	0.90	2.52	2.32	0.20	
17	3.00	0.90	2.70	0.96	1.74	
18	2.20	0.90	1.98	0.00	1.98	
19	2.60	0.90	2.34	0.00	2.34	
20	3.20	0.90	2.88	12.40	-9.52	
21	2.20	0.90	1.98	10.64	-8.66	
22	3.90	0.90	3.51	0.00	3.51	
23	2.60	0.90	2.34	3.28	-0.94	
24	3.70	0.90	3.33	0.00	3.33	

Programación de Riego por Goteo para el cultivo de Pepino para el mes de Enero del 2020					
Enero	VRP (l/día)	RL	VRT (l/día)	Vcm (l/día)	TR (horas)
Días					
10	1.80	0.011	1.92	3.83	1.03
11	1.49	0.011	1.58	3.16	0.85
12	1.85	0.011	1.96	3.93	1.05
13	-3.77	0.011	-4.01	-8.02	-2.15
14	-0.06	0.011	-0.06	-0.13	-0.03
15	-0.30	0.011	-0.31	-0.63	-0.17
16	0.10	0.011	0.11	0.21	0.06
17	0.87	0.011	0.93	1.85	0.50
18	0.99	0.011	1.05	2.11	0.56
19	1.17	0.011	1.24	2.49	0.67
20	-4.76	0.011	-5.06	-10.13	-2.72
21	-4.33	0.011	-4.61	-9.21	-2.47
22	1.76	0.011	1.87	3.73	1.00
23	-0.47	0.011	-0.50	-1.00	-0.27
24	1.67	0.011	1.77	3.54	0.95

Discusión

En los gráficos de temperatura se obtuvieron resultados, los cuales mostraban que algunas temperaturas en el cultivo eran superiores a las temperaturas atmosféricas, a continuación, se indicará el porcentaje total de los días que el cultivo pasó con estrés con respecto a los días evaluados: De los 15 días que duró el estudio, 4 días el cultivo estuvo con estrés hídrico, es decir del 100 % de los días, el 27 % de los días, el cultivo presentó rangos superiores a los 4°C con respecto a la temperatura atmosférica. Dichos resultados coinciden con (Chaves & Gutiérrez, 2017), los cuales manifestaron que, la mayor parte de especies vegetales están propensas al estrés por temperatura y sufren cuando son muy altas o muy bajas con respecto a los rangos definidos para cada una.

Los reportes obtenidos con el software Flir Tools, presentan las temperaturas máximas de los cuadrantes y la planta más afectada del cultivo. En estos reportes, se muestran las imágenes termográficas que determinaron los días en que el cultivo alcanzó temperaturas superiores a los 4°C con respecto a la temperatura atmosférica y los días que el cultivo se mantuvo dentro de los límites permisibles, los cuales van de 0 a 4°C, a continuación, se detallaran los reportes en los que el cultivo estuvo estresado: reporte 3 existió estrés hídrico en 1 cuadrante, debido a la falta de agua, reporte 11 existió estrés hídrico en 3 cuadrantes, debido a la falta de agua, reporte 12 existió estrés hídrico en 3 cuadrantes, debido al exceso de agua, reporte 14 existió estrés hídrico en 3 cuadrantes, debido a la falta de agua. Dichos resultados coinciden con (Jackson, Idso, Reginato, & Pinter Jr, 1981), los cuales manifestaron que cuando una planta transpira completamente, no hay estrés hídrico y la temperatura de la hoja oscila de 1 a 4 °C menos que la temperatura ambiental, en este caso

el índice de estrés hídrico del cultivo (IEHC) es cero. Cuando la transpiración decrece, la temperatura de la hoja asciende y puede alcanzar de 4 a 6 °C más que la temperatura del aire, cuando la planta está muerta o no transpira en mucho tiempo, el IEHC es uno.

Los resultados obtenidos en la investigación reflejan, que a pesar que el cultivo tenía un riego empírico y estuvo pocos días estresado, se puede obtener una mejora en las plantas al poseer una programación de riego adecuada, donde se tome en cuenta el parámetro de estrés hídrico, mismo que se comprobó que es muy importante a la hora de realizar un correcto calendario de riego y esto se logra tomando en cuenta la relación suelo - agua - planta - clima, por esto se propuso una programación de riego para el mes de enero del año 2020. Dichos datos discrepan con (Ramos, 2012), los cuales manifestaron que la programación de los riegos se decide por la experiencia del productor o del técnico asesor y no en función a los requerimientos hídricos de las plantas en su interacción con el suelo y clima del invernadero.

Conclusiones

1. La temperatura del cultivo supero la temperatura atmosférica durante la mayoría de los días del estudio, llegando a tener una temperatura por encima de los 6 grados en comparación a la atmosférica, en total el cultivo tuvo una temperatura superior a los 4 grados en comparación a la atmosférica en 4 días.
2. La temperatura del cultivo mejoro de una manera significativa cuando este era regado o cuando existían precipitaciones las temperaturas registradas al siguiente día eran más estables.
3. Se debe de regar durante el mes de enero a inicios de la época de lluvia ya que las precipitaciones no son frecuentes y durante algunos días hay sequía, el cultivo sufre de estrés hídrico durante etapas de este, es necesario hacer una programación de riego en especial cuando un invierno es seco y las temperaturas ambientales son altas.

Referencias

- Chaterlán, D., & López, D. (2015). *Geografía socioeconómica - Geografía agrícola*. Obtenido de Observatorio Geográfico América Latina.: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Geografiasocioeconomica/Geografiaagricola/59.pdf>
- Chaves, N., & Gutiérrez, M. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana*, 237-253.
- Duarte, C., Zamora, E., & León Fundora, M. (20 de Julio de 2012). *Efecto del coeficiente de estrés hídrico sobre los rendimientos del cultivo de cebolla*. Obtenido de SciELO Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542012000400007&script=sci_arttext&lng=en
- ESPAM-MFL. (2020). *Reporte mensual del 01 al 31 de enero del 2020*. Bolívar: ESPAM MFL.
- ESRI, DIGITALGLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, . . . GIS USER COMMUNITY. (2020). *Vista aérea de la ESPAM-MFL*. Bolívar.
- Feldhake, C., Glenn, D., Edwards, W., & Peterson, D. (1997). Quantifying drought for humid, temperate pastures using the Crop Water Stress Index (IEHC). *Journal of Agricultural Research.*, 17-23.
- Florido, M., & Bao, L. (20 de Junio de 2013). *Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (Solanum lycopersicum L.)*. Obtenido de SciELO Cultivos Tropicales: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000300008
- Jackson, R., Idso, S., Reginato, R., & Pinter Jr, P. (1981). Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resour.*, 1133.
- Jones, H. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Exp. Bot.*, 2427–2436.
- López, R., Arteaga, R., Vázquez, M., López, I., & Sánchez, I. (2009). Índice de estrés hídrico como un indicador del momento de riego en cultivos agrícolas. *Rev.Agricultura Técnica en México.* , 97-111.
- Polón, R., Meza, S., López, E., & Castro, R. (1995). La aplicación del estrés hídrico como alternativa para incrementar el rendimiento en el cultivo del arroz. *Cultivos Tropicales*, 18-20.
- Raffino, M. E. (12 de Noviembre de 2019). *Metodo Cuantitativo*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- Ramos, B. (1 de Diciembre de 2012). *Estimación del consumo de agua en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L.) y su interacción con el microclima del invernadero*. Obtenido de Repositorio Dspace: http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/203
- Rud, R., Cohen, Y., Alchanatis, V., Levi, A., Brikman, R., Shenderey, C., & Nigon, T. (2014). Crop water stress index derived from multi-year ground and aerial thermal images as an indicator of potato water status. . *Preci. Agric.*, 273-289.

- Sifuentes, I., Ruelas, I., Soto, F., Macías, C., & Palacios, M. (2014). Planeación del riego en el cultivo de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.), mediante un modelo de programación integral en el distrito 075 Sinaloa, México. . *Scientia Agropecuaria* 5, 93-102 .
- Sifuentes, I., Samaniego, G., Anaya, S., Núñez, M., Valdez, G., Macías, C., . . . Vieira, F. (2014). Irrinogal: riego en tiempo real con internet basado en tiempo térmico: manual de usuario Versión 1.0. . *Los Mochis, Sinaloa, México. Folleto técnico.*, 40. 49 .
- SKYDRON. (2016). *Termografía aérea con drones y cámaras infrarrojas*. Obtenido de SKYDRON.ES: <https://www.skydron.es/termografia-aerea-drones/>
- Stark, J., Pavek, J., & McCann, I. (1991). Using Canopy Temperature Measurements to Evaluate Drought Tolerance of Potato Genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 412–441.
- Zegbe-Domínguez, J., Behboudian, M., Lang, A., & Clotier, B. (2003). Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in "Petropide" processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). . *Sci. Hort.* , 505-510.

Anexos

Anexo 1.- Reporte entregado por la estación meteorológica de la ESPAM MFL



ESTACION
METEOROLOGICA
ESPAM-MFL

ESPAM MFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI

"MANUEL FÉLIX LÓPEZ"

Ley 99 - 25 R.O. 181 - 30 - 04 - 1999

CALCETA - ECUADOR



REPORTE MENSUAL DEL 01 AL 31 DE ENERO DEL 2020									
Promedio Mensual									
FECHA	SEMANA	HR %	TMAX °C	TMIN °C	Ta °C	EVAPORACIÓN mm	RR mm	ANEMOMETRO K/H	Heliofania
01/01/2020	SEMANA 1	82%	31,4	21,2	26,4	3,2	0,3	12,9	1,2
02/01/2020		82%	30,2	21,8	26,2	2,8	0	14,7	0,6
03/01/2020		82%	31,2	21,4	26,3	3,2	0	17,5	0,2
04/01/2020		77%	32,6	21,8	27,3	3,9	3,3	22,3	4
05/01/2020		93%	27,8	21,2	24,6	1,6	0,4	10	0,1
06/01/2020		81%	32	21	26,7	4,5	0	19,1	4
07/01/2020		90%	28,4	22	25	1,5	1,5	12,4	0
08/01/2020	SEMANA 2	83%	30,2	21,6	26,4	3,4	0	12,7	0,9
09/01/2020		76%	33	21,2	27,7	4	0	14,5	2,6
10/01/2020		79%	34,6	19,2	27,2	3,9	0,3	20,7	6,8
11/01/2020		81%	33	21,8	27,6	4,5	0	19,7	3,5
12/01/2020		79%	34	21,2	27,6	5,2	0	20,8	6,9
13/01/2020		75%	32,8	22,8	28,4	3,6	12,8	22,4	1,9
14/01/2020		92%	28	21,2	25,1	1,4	2,4	8	0,1
15/01/2020	SEMANA 3	86%	29,4	22	26,3	2,3	3,1	10,3	0
16/01/2020		89%	30,4	22,4	25,5	0,8	2,9	13,5	2,6
17/01/2020		87%	31,2	22	26,9	2,9	1,2	16	2,6
18/01/2020		87%	28,4	22	26	1,5	0,5	8,6	0,1
19/01/2020		87%	30,8	22,2	26,8	1,8	0,6	10,8	1,7
20/01/2020		81%	34,2	22,8	28	0,5	15,5	14,4	3,2
21/01/2020		89%	29	22	25,8	0	13,3	7,4	0,4
22/01/2020	SEMANA 4	79%	33	21,4	27,9	4,8	0	17,1	6,1
23/01/2020		88%	31,2	22,2	26,2	2	4,1	17,2	1,4
24/01/2020		86%	32,2	21,8	27	4,5	0,3	18,4	5,5
25/01/2020		90%	30,4	22,4	26,2	1,7	9,1	12,6	0,8
26/01/2020		85%	31	21,6	26,4	2,2	1,6	16,2	3,5
27/01/2020		80%	32	21,8	27,3	4,5	0,1	19,4	3,3
28/01/2020		80%	32,6	22	27,2	5,2	0	19,5	4,5
29/01/2020	79%	33,8	21	27,5	5,1	0	15,9	6,4	
30/01/2020	84%	30,2	23	27	3,5	6,4	23,7	2,1	
31/01/2020	85%	32	21,2	26,2	3,3	0,8	11,9	2,3	
MEDIA	86%	31,3	21,7	26,7	3,3	80,5	180,6	79,3	

OFICINAS CENTRALES:
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno
Tel: 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

www.espam.edu.ec
rectorado@espam.edu.ec

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA
Sitio El Limón
Telefax: 593 05 685048 - 685035

Anexo 2.- Mapa del área experimental con la delimitación del cultivo



Anexo 3.- Programación de riego para un sistema de riego por goteo.

Programación de riego por goteo para el cultivo de pepino para el mes de enero del 2020						
Enero	ET_o (mm/día)	K_c	ET_c (mm/día)	P (mm/día)	BH (mm/día)	RAD (mm)
Días						
1	2.50	0.75	1.88	0.00	1.88	58.68
2	2.30	0.75	1.73	0.00	1.73	117.36
3	2.30	0.75	1.73	0.00	1.73	117.36
4	3.40	0.75	2.55	2.64	-0.09	117.36
5	2.00	0.75	1.50	0.00	1.50	117.36
6	3.20	0.75	2.40	0.00	2.40	117.36
7	2.10	0.75	1.58	1.20	0.38	58.68
8	2.40	0.75	1.80	0.00	1.80	117.36
9	3.10	0.75	2.33	0.00	2.33	117.36
10	4.00	0.90	3.60	0.00	3.60	117.36
11	3.30	0.90	2.97	0.00	2.97	117.36
12	4.10	0.90	3.69	0.00	3.69	117.36
13	3.00	0.90	2.70	10.24	-7.54	
14	2.00	0.90	1.80	1.92	-0.12	
15	2.10	0.90	1.89	2.48	-0.59	
16	2.80	0.90	2.52	2.32	0.20	
17	3.00	0.90	2.70	0.96	1.74	
18	2.20	0.90	1.98	0.00	1.98	
19	2.60	0.90	2.34	0.00	2.34	
20	3.20	0.90	2.88	12.40	-9.52	
21	2.20	0.90	1.98	10.64	-8.66	
22	3.90	0.90	3.51	0.00	3.51	
23	2.60	0.90	2.34	3.28	-0.94	
24	3.70	0.90	3.33	0.00	3.33	
25	2.40	0.90	2.16	7.28	-5.12	
26	3.20		0.00	1.28	-1.28	
27	3.30		0.00	0.00	0.00	
28	3.60		0.00	0.00	0.00	
29	4.00		0.00	0.00	0.00	
30	3.00		0.00	5.12	-5.12	
31	2.80		0.00	0.00	0.00	

Programación de riego por goteo para el cultivo de pepino para el mes de enero del 2020					
Enero	VRP (l/día)	RL	VRT (l/día)	Vcm (l/día)	TR (horas)
Días					
1	0.94	0.011	0.94	1.88	0.50
2	0.86	0.011	0.86	1.73	0.46
3	0.86	0.011	0.86	1.73	0.46
4	-0.05	0.011	-0.05	-0.09	-0.02
5	0.75	0.011	0.80	1.60	0.43
6	1.20	0.011	1.28	2.55	0.68
7	0.19	0.011	0.20	0.40	0.11
8	0.90	0.011	0.96	1.92	0.51
9	1.16	0.011	1.24	2.47	0.66
10	1.80	0.011	1.92	3.83	1.03
11	1.49	0.011	1.58	3.16	0.85
12	1.85	0.011	1.96	3.93	1.05
13	-3.77	0.011	-4.01	-8.02	-2.15
14	-0.06	0.011	-0.06	-0.13	-0.03
15	-0.30	0.011	-0.31	-0.63	-0.17
16	0.10	0.011	0.11	0.21	0.06
17	0.87	0.011	0.93	1.85	0.50
18	0.99	0.011	1.05	2.11	0.56
19	1.17	0.011	1.24	2.49	0.67
20	-4.76	0.011	-5.06	-10.13	-2.72
21	-4.33	0.011	-4.61	-9.21	-2.47
22	1.76	0.011	1.87	3.73	1.00
23	-0.47	0.011	-0.50	-1.00	-0.27
24	1.67	0.011	1.77	3.54	0.95
25	-2.56	0.011	-2.72	-5.45	-1.46
26					
27					
28					
29					
30					
31					

Anexo 4.- Informe del cuadrante 1 (10 / 01 / 2020).

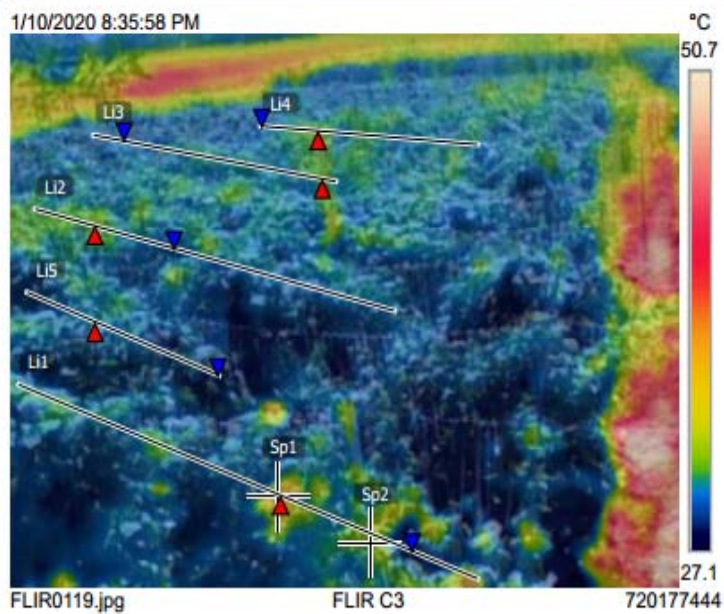


Medidas

Sp1		38.1 °C
Sp2		32.1 °C
Li1	Max	38.2 °C
	Min	28.2 °C
	Average	30.7 °C
Li2	Max	31.5 °C
	Min	29.2 °C
	Average	30.1 °C
Li3	Max	31.5 °C
	Min	29.5 °C
	Average	30.3 °C
Li4	Max	32.0 °C
	Min	29.5 °C
	Average	30.6 °C
Li5	Max	30.6 °C
	Min	27.5 °C
	Average	29.2 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C



1/10/2020 8:35:58 PM



Anexo 5.- Informe de la planta más afectada (10 / 01 / 2020).

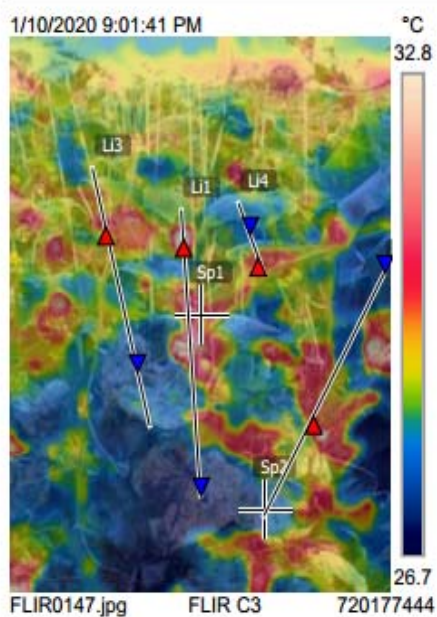


Medidas

Sp1		29.8 °C
Sp2		28.3 °C
Li1	Max	34.4 °C
	Min	26.9 °C
	Average	29.5 °C
Li2	Max	30.0 °C
	Min	27.3 °C
	Average	28.5 °C
Li3	Max	30.4 °C
	Min	27.4 °C
	Average	28.5 °C
Li4	Max	30.6 °C
	Min	28.0 °C
	Average	28.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C



Anexo 6.- Informe del cuadrante 1 (11 / 01 / 2020).

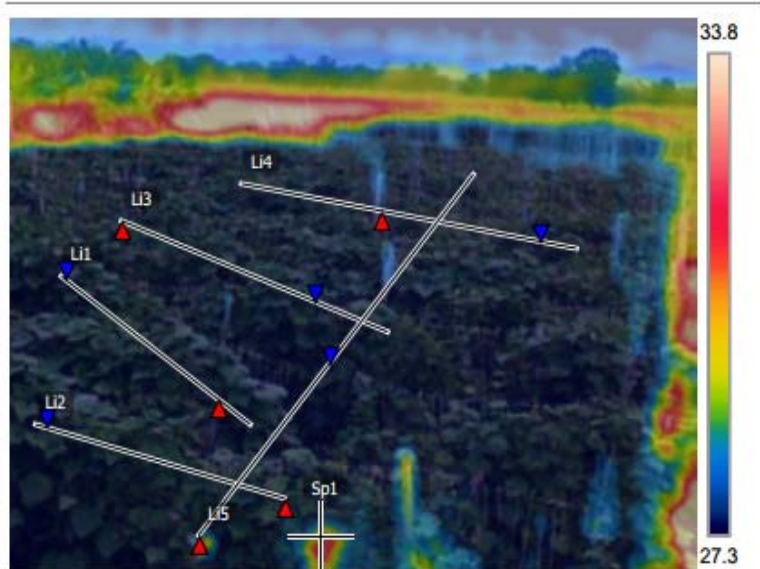


Medidas

Sp1		30.5 °C
LI1	Max	27.1 °C
	Min	26.2 °C
	Average	26.6 °C
LI2	Max	27.4 °C
	Min	26.5 °C
	Average	26.8 °C
LI3	Max	27.0 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.6 °C
LI4	Max	27.6 °C
	Min	26.7 °C
	Average	27.0 °C
LI5	Max	28.7 °C
	Min	26.4 °C
	Average	26.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	33 °C



1/11/2020 12:06:17 PM



FLIR0261.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 7.- Informe de la planta más afectada (11 / 01 / 2020).

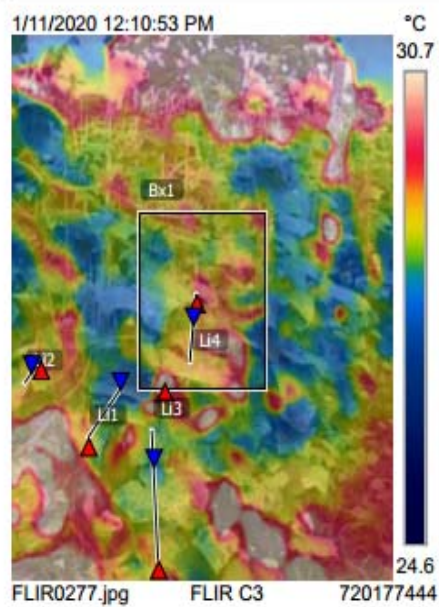


Medidas

Bx1	Max	32.4 °C
Li1	Max	29.0 °C
	Min	27.4 °C
	Average	28.1 °C
Li2	Max	29.1 °C
	Min	28.7 °C
	Average	28.9 °C
Li3	Max	28.9 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.4 °C
Li4	Max	29.4 °C
	Min	28.8 °C
	Average	29.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



1/11/2020 12:10:53 PM



FLIR0277.jpg FLIR C3 720177444

Anexo 8.- Informe del cuadrante 1 (12 / 01 / 2020).

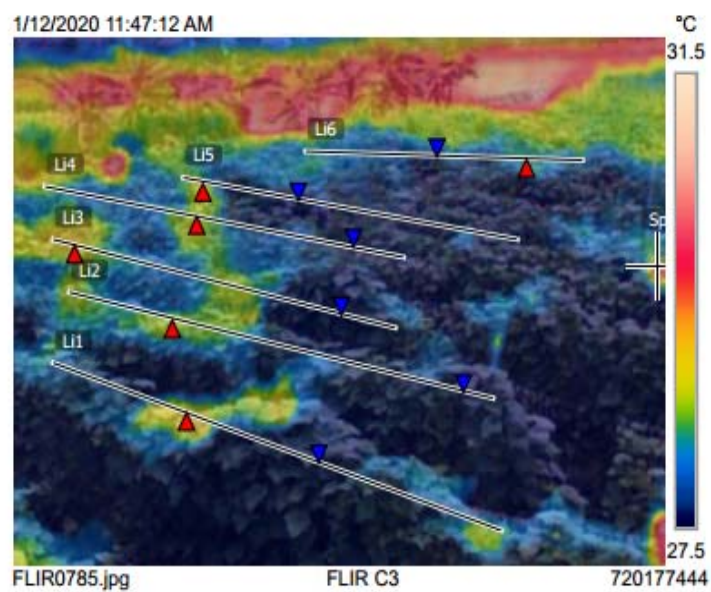


Medidas

Sp1		29.3 °C
LI1	Max	29.3 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.8 °C
LI2	Max	28.7 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.9 °C
LI3	Max	29.1 °C
	Min	26.6 °C
	Average	27.9 °C
LI4	Max	28.7 °C
	Min	27.5 °C
	Average	28.0 °C
LI5	Max	28.7 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.5 °C
LI6	Max	28.3 °C
	Min	27.6 °C
	Average	28.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	33 °C



Anexo 9.- Informe de la planta más afectada (12 / 01 / 2020).

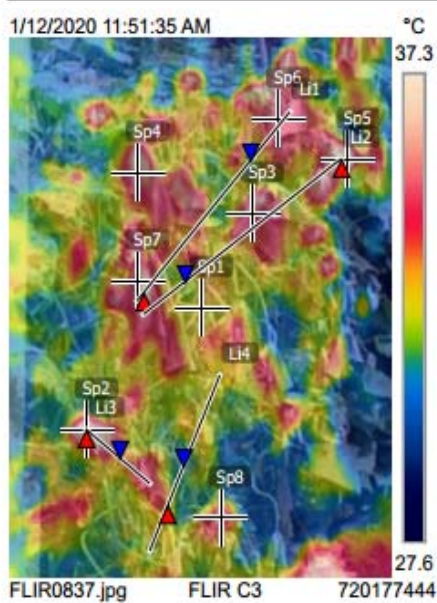


Medidas

Sp1		32.9 °C
Sp2		37.9 °C
Sp3		34.6 °C
Sp4		35.6 °C
Sp5		37.0 °C
Sp6		34.4 °C
Sp7		35.6 °C
Sp8		35.8 °C
Li1	Max	36.6 °C
	Min	31.5 °C
	Average	33.3 °C
Li2	Max	37.0 °C
	Min	31.8 °C
	Average	33.7 °C
Li3	Max	37.9 °C
	Min	33.3 °C
	Average	35.0 °C
Li4	Max	33.3 °C
	Min	31.2 °C
	Average	32.2 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	21 °C



Anexo 10.- Informe del cuadrante 4 (13 / 01 / 2020).

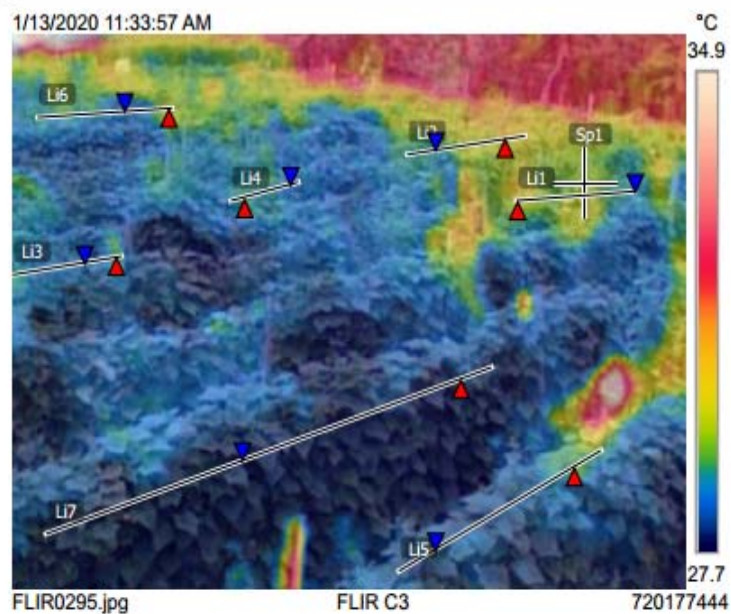


Medidas

Sp1		29.6 °C
Li1	Max	29.8 °C
	Min	28.7 °C
	Average	29.3 °C
Li2	Max	30.5 °C
	Min	28.8 °C
	Average	29.6 °C
Li3	Max	29.1 °C
	Min	28.2 °C
	Average	28.5 °C
Li4	Max	28.9 °C
	Min	28.4 °C
	Average	28.7 °C
Li5	Max	29.1 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.3 °C
Li6	Max	29.7 °C
	Min	28.3 °C
	Average	28.8 °C
Li7	Max	28.0 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.6 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



Anexo 11.- Informe de la planta más afectada (13 / 01 / 2020).

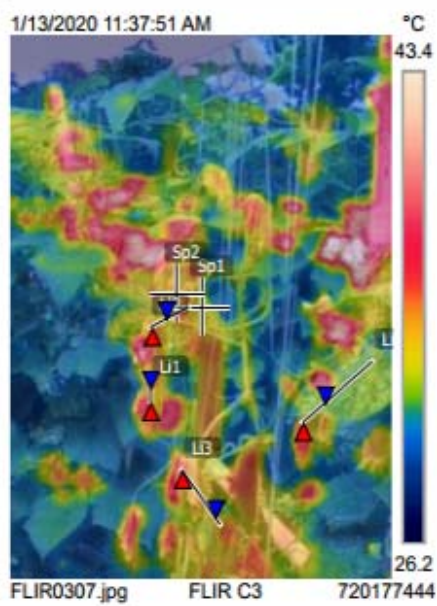


Medidas

Sp1		33.4 °C
Sp2		34.1 °C
Li1	Max	34.7 °C
	Min	33.3 °C
	Average	33.9 °C
Li2	Max	35.1 °C
	Min	32.9 °C
	Average	34.3 °C
Li3	Max	35.6 °C
	Min	32.8 °C
	Average	33.7 °C
Li4	Max	34.4 °C
	Min	31.6 °C
	Average	31.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



Anexo 12.- Informe del cuadrante 4 (14 / 01 / 2020).



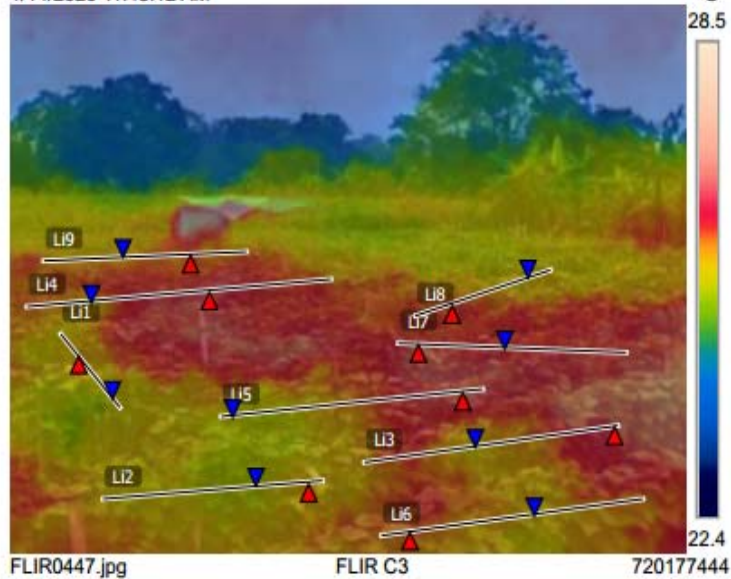
Medidas

LI1	Max	25.9 °C
	Min	25.5 °C
	Average	25.7 °C
LI2	Max	25.8 °C
	Min	25.4 °C
	Average	25.6 °C
LI3	Max	26.7 °C
	Min	25.6 °C
	Average	26.1 °C
LI4	Max	26.6 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.2 °C
LI5	Max	26.6 °C
	Min	25.4 °C
	Average	26.0 °C
LI6	Max	26.1 °C
	Min	25.7 °C
	Average	25.9 °C
LI7	Max	26.5 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.4 °C
LI8	Max	26.1 °C
	Min	25.7 °C
	Average	25.9 °C
LI9	Max	26.2 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C

1/14/2020 11:43:12 AM



1/14/2020 11:43:12 AM



Anexo 13.- Informe de la planta más afectada (14 / 01 / 2020).

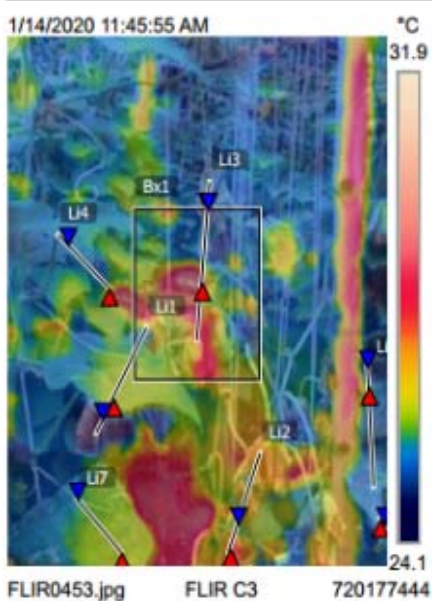


Medidas

Bx1	Min	24.8 °C
LI1	Max	26.6 °C
	Min	24.9 °C
	Average	25.9 °C
LI2	Max	27.7 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.6 °C
LI3	Max	28.5 °C
	Min	24.8 °C
	Average	26.4 °C
LI4	Max	26.6 °C
	Min	25.3 °C
	Average	25.5 °C
LI5	Max	25.6 °C
	Min	25.5 °C
	Average	25.6 °C
LI6	Max	25.9 °C
	Min	24.7 °C
	Average	25.3 °C
LI7	Max	26.5 °C
	Min	25.7 °C
	Average	26.3 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



Anexo 14.- Informe del cuadrante 4 (15 / 01 / 2020).



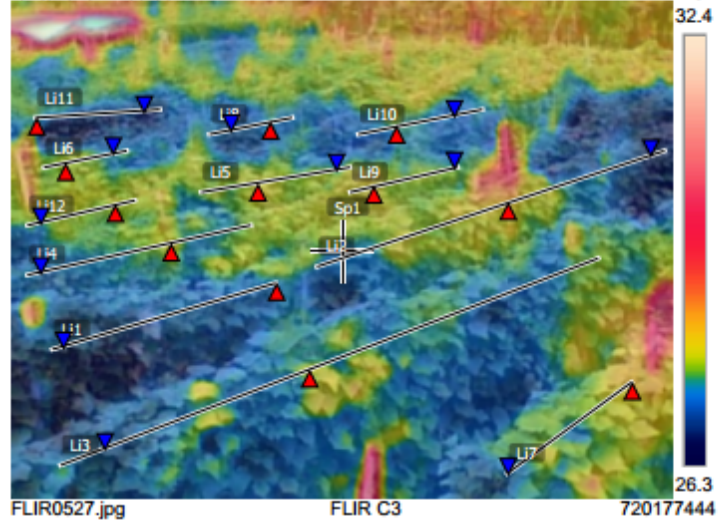
Medidas

Sp1		27.3 °C
Li1	Max	27.3 °C
	Min	26.6 °C
	Average	27.0 °C
Li2	Max	28.2 °C
	Min	26.6 °C
	Average	27.5 °C
Li3	Max	27.9 °C
	Min	26.8 °C
	Average	27.3 °C
Li4	Max	28.0 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.4 °C
Li5	Max	27.9 °C
	Min	27.4 °C
	Average	27.7 °C
Li6	Max	27.8 °C
	Min	27.3 °C
	Average	27.6 °C
Li7	Max	28.2 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.6 °C
Li8	Max	27.4 °C
	Min	26.9 °C
	Average	27.2 °C
Li9	Max	28.0 °C
	Min	27.5 °C
	Average	27.8 °C
Li10	Max	27.5 °C
	Min	27.2 °C
	Average	27.3 °C
Li11	Max	27.5 °C
	Min	26.6 °C
	Average	26.9 °C
Li12	Max	27.9 °C
	Min	27.5 °C
	Average	27.7 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	30 °C

1/15/2020 11:59:56 AM



1/15/2020 11:59:56 AM



FLIR0527.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 15.- Informe de la planta más afectada (15 / 01 / 2020).

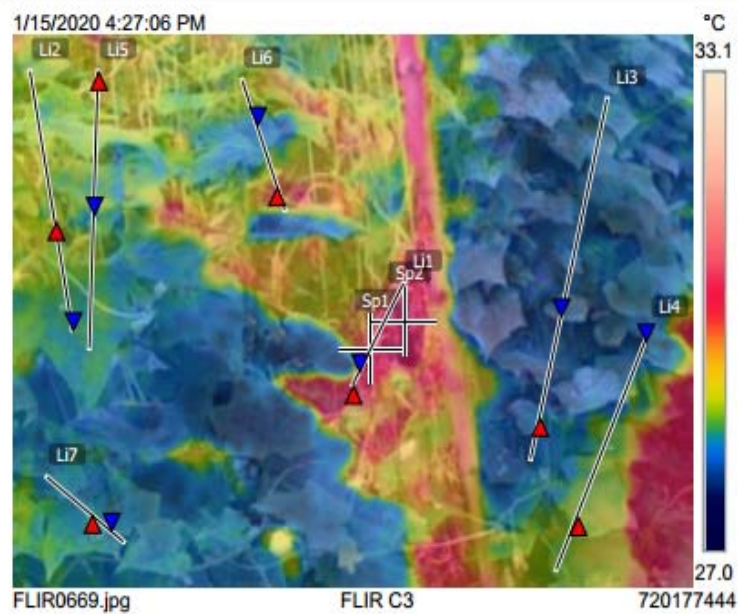


Medidas

Sp1		30.1 °C
Sp2		30.3 °C
Li1	Max	30.5 °C
	Min	29.9 °C
	Average	30.2 °C
Li2	Max	29.0 °C
	Min	28.5 °C
	Average	28.8 °C
Li3	Max	28.5 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.1 °C
Li4	Max	29.0 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.6 °C
Li5	Max	29.3 °C
	Min	28.4 °C
	Average	28.7 °C
Li6	Max	29.8 °C
	Min	28.1 °C
	Average	28.9 °C
Li7	Max	28.5 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.2 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C



Anexo 16.- Informe del cuadrante 4 (16 / 01 / 2020).



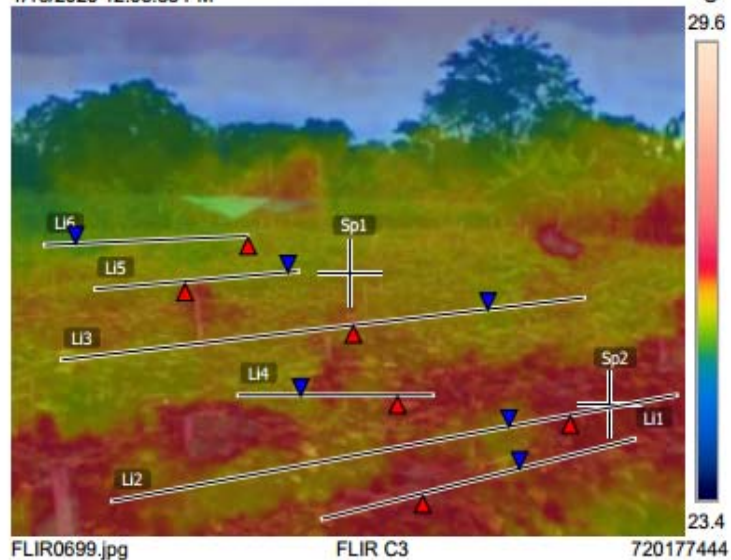
Medidas

Sp1		26.2 °C
Sp2		26.5 °C
LI1	Max	26.8 °C
	Min	26.3 °C
	Average	26.5 °C
LI2	Max	26.7 °C
	Min	26.1 °C
	Average	26.4 °C
LI3	Max	26.4 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.2 °C
LI4	Max	26.6 °C
	Min	26.1 °C
	Average	26.4 °C
LI5	Max	26.4 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.1 °C
LI6	Max	26.0 °C
	Min	25.6 °C
	Average	25.8 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	27 °C

1/16/2020 12:03:33 PM



1/16/2020 12:03:33 PM



Anexo 17.- Informe de la planta más afectada (16 / 01 / 2020).

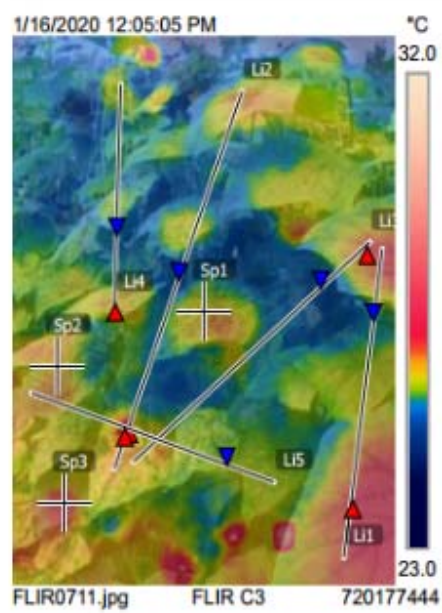


Medidas

Sp1		26.5 °C
Sp2		26.5 °C
Sp3		26.9 °C
Li1	Max	27.0 °C
	Min	25.8 °C
	Average	26.5 °C
Li2	Max	26.9 °C
	Min	25.5 °C
	Average	26.0 °C
Li3	Max	26.9 °C
	Min	25.5 °C
	Average	26.0 °C
Li4	Max	26.4 °C
	Min	25.6 °C
	Average	25.9 °C
Li5	Max	27.0 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.3 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	27 °C



1/16/2020 12:05:05 PM



Anexo 18.- Informe del cuadrante 1 (17 / 01 / 2020).

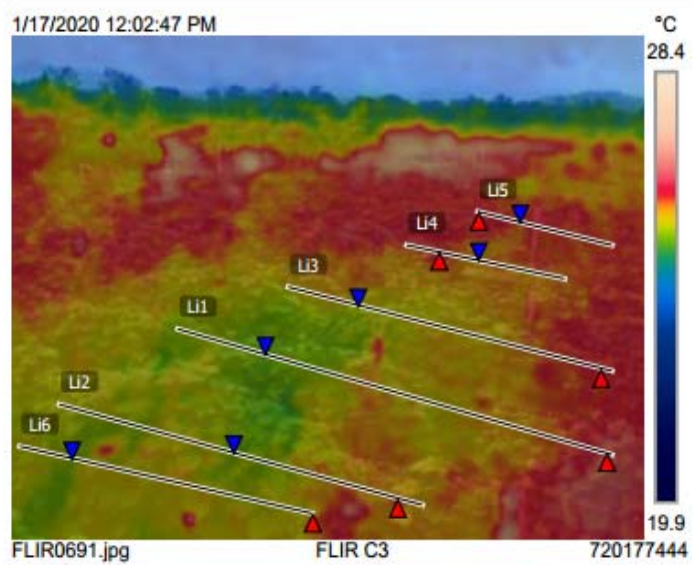


Medidas

LI1	Max	26.4 °C
	Min	25.1 °C
	Average	25.6 °C
LI2	Max	25.9 °C
	Min	25.2 °C
	Average	25.5 °C
LI3	Max	26.1 °C
	Min	25.4 °C
	Average	25.7 °C
LI4	Max	26.0 °C
	Min	25.7 °C
	Average	25.9 °C
LI5	Max	26.1 °C
	Min	25.9 °C
	Average	26.0 °C
LI6	Max	25.7 °C
	Min	25.2 °C
	Average	25.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	27 °C



1/17/2020 12:02:47 PM



Anexo 19.- Informe de la planta más afectada (17 / 01 / 2020).

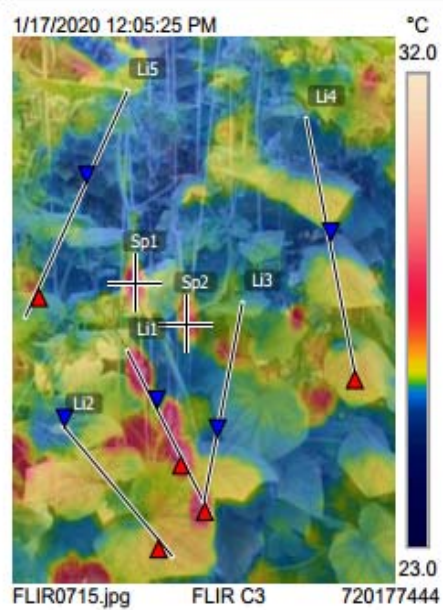


Medidas

Sp1		28.8 °C
Sp2		27.5 °C
Li1	Max	29.9 °C
	Min	26.2 °C
	Average	27.8 °C
Li2	Max	26.7 °C
	Min	26.0 °C
	Average	26.4 °C
Li3	Max	28.7 °C
	Min	25.9 °C
	Average	26.4 °C
Li4	Max	26.6 °C
	Min	25.7 °C
	Average	26.2 °C
Li5	Max	26.6 °C
	Min	25.7 °C
	Average	26.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	27 °C



1/17/2020 12:05:25 PM



FLIR0715.jpg FLIR C3 720177444

Anexo 20.- Informe del cuadrante 4 (18 / 01 / 2020).

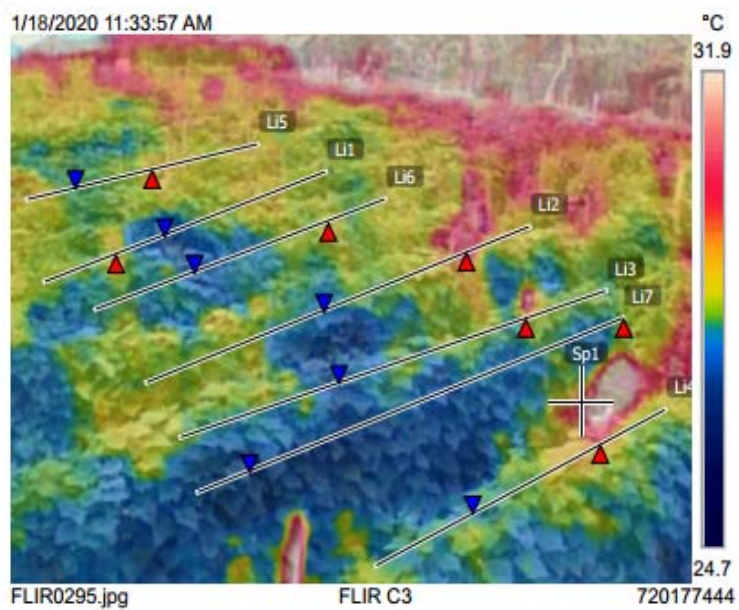


Medidas

Sp1		30.8 °C
Li1	Max	29.2 °C
	Min	27.4 °C
	Average	28.3 °C
Li2	Max	30.2 °C
	Min	27.8 °C
	Average	28.5 °C
Li3	Max	28.7 °C
	Min	27.5 °C
	Average	28.1 °C
Li4	Max	29.2 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.4 °C
Li5	Max	29.1 °C
	Min	28.1 °C
	Average	28.6 °C
Li6	Max	28.8 °C
	Min	27.4 °C
	Average	28.2 °C
Li7	Max	28.4 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.6 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C

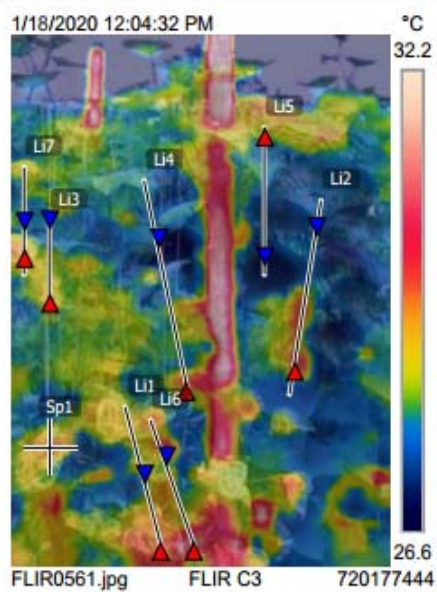


Anexo 21.- Informe de la planta más afectada (18 / 01 / 2020).



Medidas	
Sp1	29.5 °C
Li1	Max 29.6 °C
	Min 28.0 °C
	Average 28.8 °C
Li2	Max 29.9 °C
	Min 27.3 °C
	Average 28.4 °C
Li3	Max 28.8 °C
	Min 27.6 °C
	Average 28.3 °C
Li4	Max 29.6 °C
	Min 26.9 °C
	Average 28.0 °C
Li5	Max 28.9 °C
	Min 26.8 °C
	Average 27.5 °C
Li6	Max 31.5 °C
	Min 28.2 °C
	Average 29.2 °C
Li7	Max 29.2 °C
	Min 27.7 °C
	Average 28.4 °C

Parámetros	
Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



Anexo 22.- Informe del cuadrante 1 (19 / 01 / 2020).



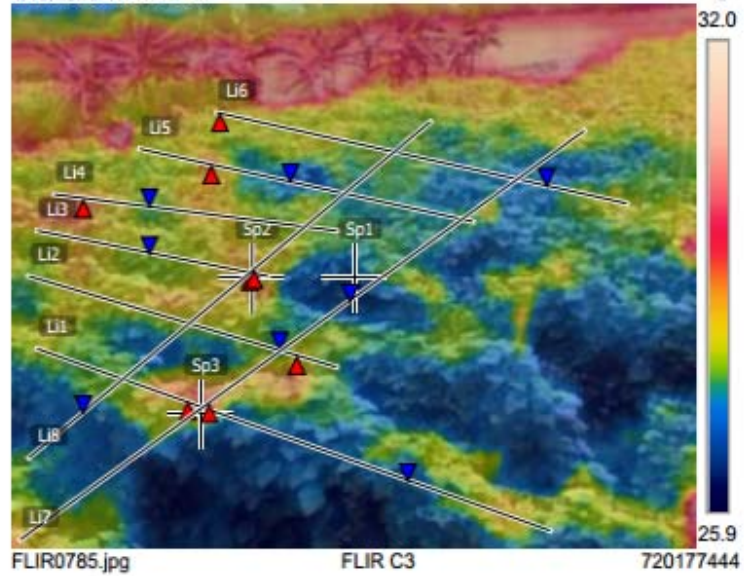
Medidas

Sp1		26.8 °C
Sp2		28.5 °C
Sp3		28.7 °C
Li1	Max	29.0 °C
	Min	26.8 °C
	Average	27.7 °C
Li2	Max	28.5 °C
	Min	27.4 °C
	Average	28.0 °C
Li3	Max	28.6 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.2 °C
Li4	Max	29.0 °C
	Min	27.6 °C
	Average	28.2 °C
Li5	Max	29.1 °C
	Min	27.0 °C
	Average	27.7 °C
Li6	Max	28.4 °C
	Min	27.2 °C
	Average	27.8 °C
Li7	Max	29.1 °C
	Min	26.4 °C
	Average	27.7 °C
Li8	Max	28.7 °C
	Min	26.9 °C
	Average	27.7 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	32 °C

1/19/2020 11:47:12 AM



1/19/2020 11:47:12 AM



FLIR0785.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 23.- Informe de la planta más afectada (19 / 01 / 2020).

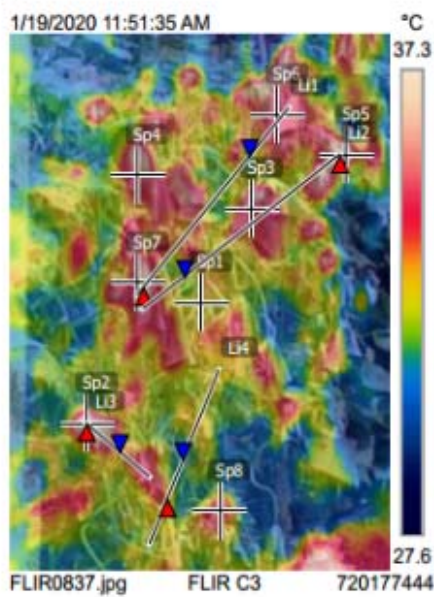


Medidas

Sp1		32.9 °C
Sp2		37.9 °C
Sp3		34.6 °C
Sp4		35.2 °C
Sp5		37.0 °C
Sp6		34.4 °C
Sp7		36.0 °C
Sp8		35.8 °C
Li1	Max	36.6 °C
	Min	31.5 °C
	Average	33.3 °C
Li2	Max	37.0 °C
	Min	31.8 °C
	Average	33.7 °C
Li3	Max	37.9 °C
	Min	33.3 °C
	Average	35.0 °C
Li4	Max	33.3 °C
	Min	31.2 °C
	Average	32.2 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	21 °C



Anexo 24.- Informe del cuadrante 4 (20 / 01 / 2020).



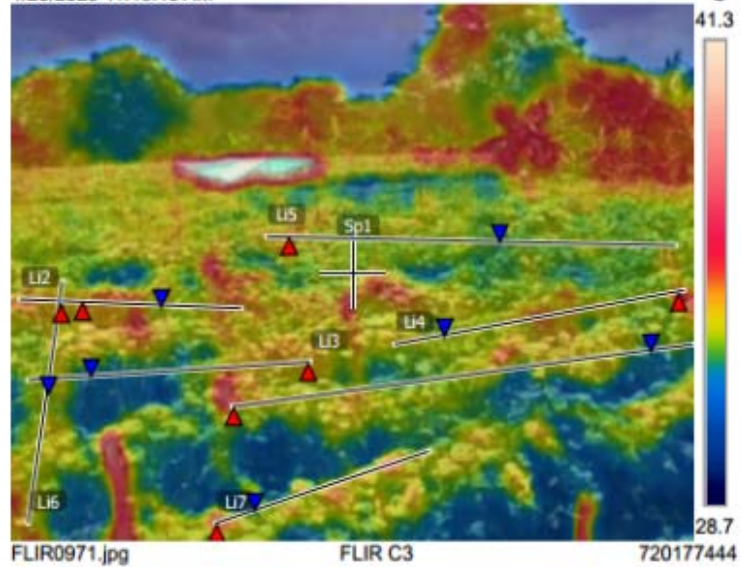
Medidas

Sp1		33.2 °C
Li1	Max	34.8 °C
	Min	32.2 °C
	Average	33.5 °C
Li2	Max	35.1 °C
	Min	33.4 °C
	Average	34.4 °C
Li3	Max	34.5 °C
	Min	31.7 °C
	Average	33.3 °C
Li4	Max	35.8 °C
	Min	33.2 °C
	Average	33.8 °C
Li5	Max	34.4 °C
	Min	32.7 °C
	Average	33.3 °C
Li6	Max	34.3 °C
	Min	33.2 °C
	Average	33.7 °C
Li7	Max	35.6 °C
	Min	32.2 °C
	Average	33.9 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C

1/20/2020 11:46:40 AM



1/20/2020 11:46:40 AM



FLIR0971.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 25.- Informe de la planta más afectada (20 / 01 / 2020).

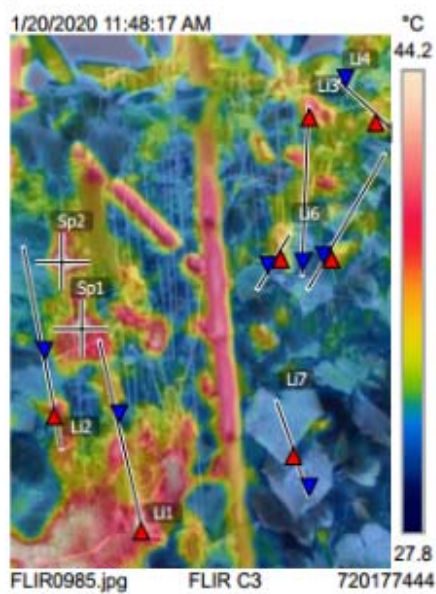


Medidas

Sp1		42.7 °C
Sp2		47.7 °C
Li1	Max	43.2 °C
	Min	32.5 °C
	Average	36.6 °C
Li2	Max	38.4 °C
	Min	30.4 °C
	Average	33.0 °C
Li3	Max	37.7 °C
	Min	30.8 °C
	Average	33.3 °C
Li4	Max	36.2 °C
	Min	32.3 °C
	Average	33.9 °C
Li5	Max	33.7 °C
	Min	30.8 °C
	Average	32.2 °C
Li6	Max	35.2 °C
	Min	31.2 °C
	Average	32.9 °C
Li7	Max	32.4 °C
	Min	30.9 °C
	Average	31.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	21 °C



Anexo 26.- Informe del cuadrante 2 (21 / 01 / 2020).

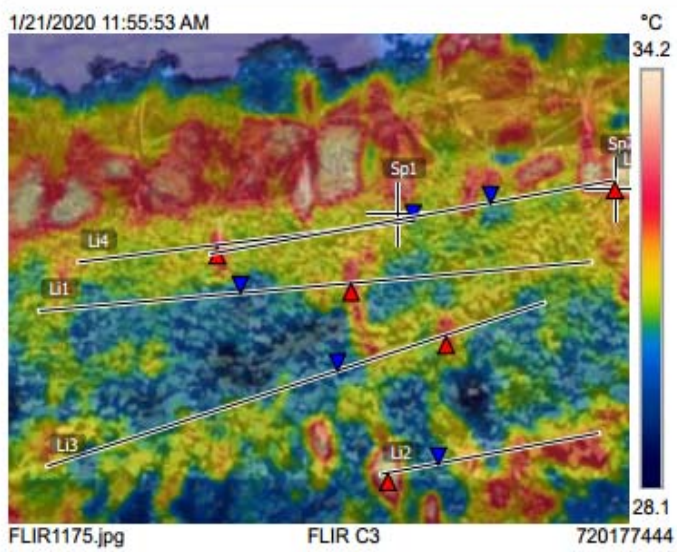


Medidas

Sp1		31.3 °C
Sp2		33.5 °C
Li1	Max	32.8 °C
	Min	29.7 °C
	Average	30.7 °C
Li2	Max	35.2 °C
	Min	30.1 °C
	Average	31.6 °C
Li3	Max	32.3 °C
	Min	29.6 °C
	Average	30.6 °C
Li4	Max	32.4 °C
	Min	30.7 °C
	Average	31.1 °C
Li5	Max	34.3 °C
	Min	30.4 °C
	Average	31.3 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



1/21/2020 11:55:53 AM



Anexo 27.- Informe de la planta más afectada (21 / 01 / 2020).

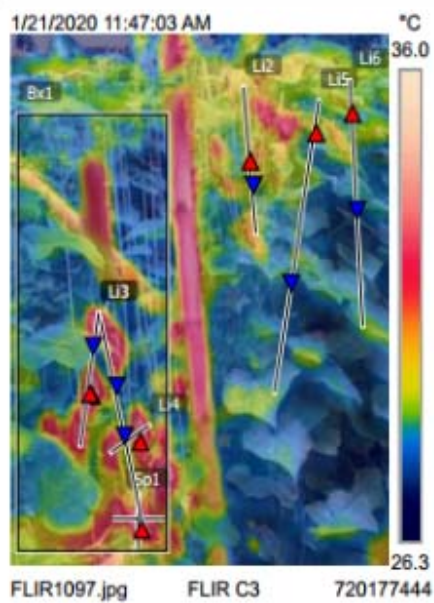


Medidas

Bx1	Max	34.6 °C
Sp1		34.2 °C
Li1	Max	34.2 °C
	Min	28.7 °C
	Average	30.3 °C
Li2	Max	30.2 °C
	Min	28.8 °C
	Average	29.5 °C
Li3	Max	34.5 °C
	Min	28.4 °C
	Average	32.1 °C
Li4	Max	33.7 °C
	Min	29.3 °C
	Average	31.5 °C
Li5	Max	29.6 °C
	Min	27.9 °C
	Average	28.5 °C
Li6	Max	29.4 °C
	Min	27.5 °C
	Average	28.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	28 °C



Anexo 28.- Informe del cuadrante 4 (22 / 01 / 2020).

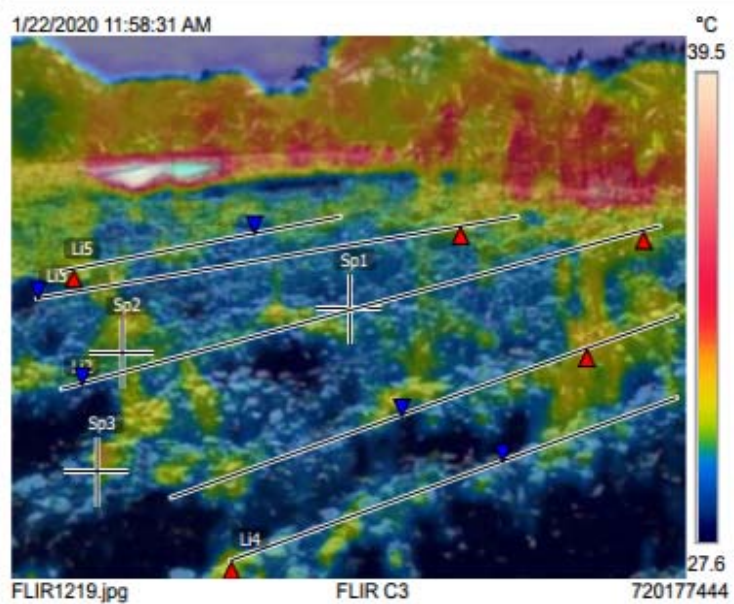


Medidas

Sp1		29.6 °C
Sp2		30.1 °C
Sp3		30.3 °C
LI1	Max	32.1 °C
	Min	28.4 °C
	Average	30.0 °C
LI2	Max	31.2 °C
	Min	28.9 °C
	Average	29.9 °C
LI3	Max	30.9 °C
	Min	28.6 °C
	Average	29.8 °C
LI4	Max	30.8 °C
	Min	28.4 °C
	Average	29.7 °C
LI5	Max	31.3 °C
	Min	29.2 °C
	Average	30.1 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	34 °C



1/22/2020 11:58:31 AM



FLIR1219.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 29.- Informe de la planta más afectada (22 / 01 / 2020).

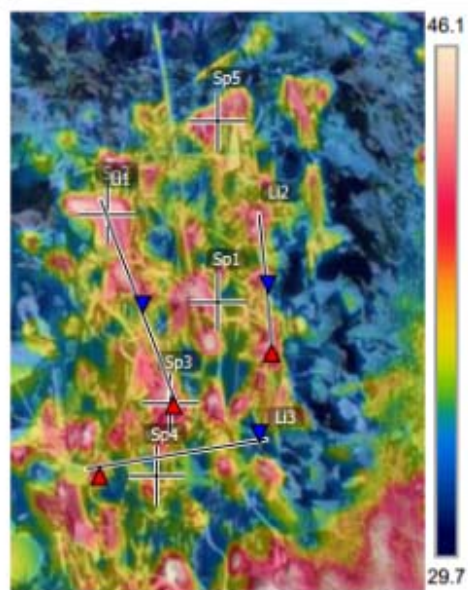


Medidas

Sp1		37.6 °C
Sp2		42.8 °C
Sp3		47.4 °C
Sp4		36.9 °C
Sp5		39.9 °C
LI1	Max	46.2 °C
	Min	35.8 °C
	Average	40.2 °C
LI2	Max	43.9 °C
	Min	35.2 °C
	Average	39.2 °C
LI3	Max	40.0 °C
	Min	32.5 °C
	Average	35.8 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	34 °C



1/22/2020 12:01:51 PM



FLIR1253.jpg FLIR C3 720177444

Anexo 30.- Informe del cuadrante 4 (23 / 01 / 2020).

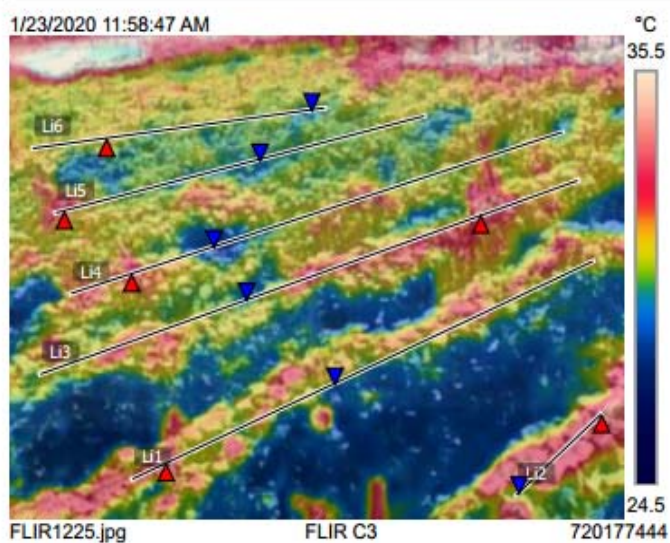


Medidas

Li1	Max	33.3 °C
	Min	29.4 °C
	Average	30.9 °C
Li2	Max	33.6 °C
	Min	30.4 °C
	Average	32.5 °C
Li3	Max	33.6 °C
	Min	29.5 °C
	Average	31.5 °C
Li4	Max	32.4 °C
	Min	28.3 °C
	Average	30.7 °C
Li5	Max	32.6 °C
	Min	29.6 °C
	Average	30.3 °C
Li6	Max	31.2 °C
	Min	29.5 °C
	Average	30.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	31 °C



Anexo 31.- Informe de la planta más afectada (23 / 01 / 2020).

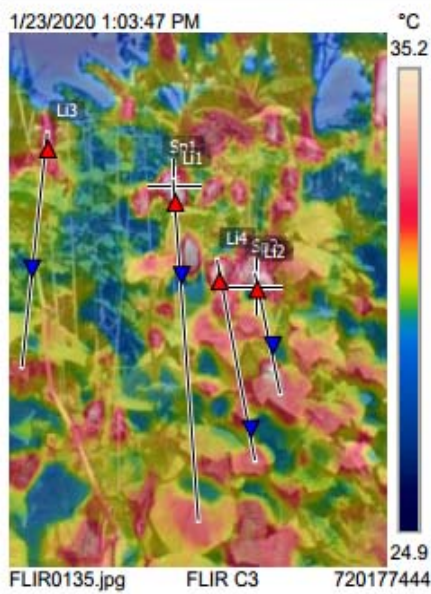


Medidas

Sp1		35.0 °C
Sp2		33.8 °C
LI1	Max	35.2 °C
	Min	29.3 °C
	Average	31.0 °C
LI2	Max	36.8 °C
	Min	30.1 °C
	Average	32.2 °C
LI3	Max	32.2 °C
	Min	30.0 °C
	Average	30.7 °C
LI4	Max	35.0 °C
	Min	30.2 °C
	Average	32.0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C



Anexo 32.- Informe del cuadrante 1 (24 / 01 / 2020).

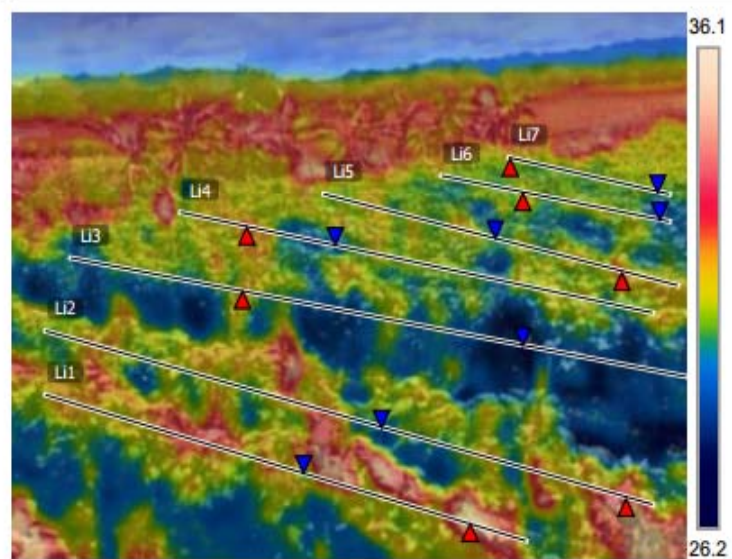


Medidas

LI1	Max	35.3 °C
	Min	30.0 °C
	Average	32.1 °C
LI2	Max	33.8 °C
	Min	29.3 °C
	Average	31.2 °C
LI3	Max	31.7 °C
	Min	27.7 °C
	Average	29.6 °C
LI4	Max	32.7 °C
	Min	29.2 °C
	Average	30.6 °C
LI5	Max	32.5 °C
	Min	30.0 °C
	Average	30.9 °C
LI6	Max	31.2 °C
	Min	29.2 °C
	Average	30.5 °C
LI7	Max	31.3 °C
	Min	30.0 °C
	Average	30.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	32 °C



1/24/2020 11:57:37 AM



FLIR1199.jpg

FLIR C3

720177444

Anexo 33.- Informe de la planta más afectada (24 / 01 / 2020).

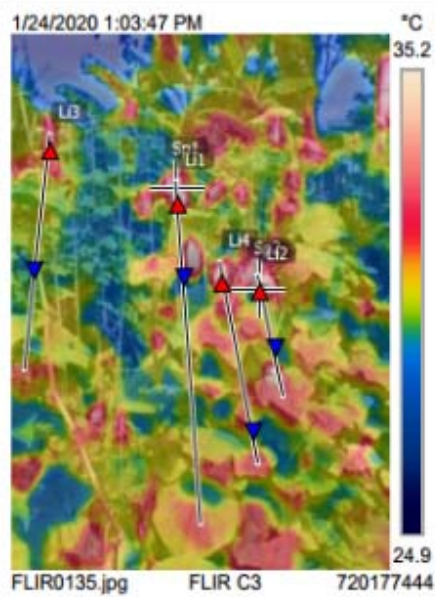


Medidas

Sp1		34.6 °C
Sp2		33.3 °C
Li1	Max	34.8 °C
	Min	28.8 °C
	Average	30.6 °C
Li2	Max	36.4 °C
	Min	29.6 °C
	Average	31.8 °C
Li3	Max	31.8 °C
	Min	29.5 °C
	Average	30.3 °C
Li4	Max	34.5 °C
	Min	29.8 °C
	Average	31.5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	29 °C



1/24/2020 1:03:47 PM



FLIR0135.jpg FLIR C3 720177444