



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

MANABÍ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN
“EVALUACIÓN DEL ESTRÉS HÍDRICO DE UN CULTIVO DE
PLÁTANO MEDIANTE EL USO DE LA TERMOGRAFÍA EN EL SITIO LA
ESTRELLA DEL CANTÓN CHONE.”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
“GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RECURSOS NATURALES”

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN
HIDROLOGÍA

**PREVIO AL TÍTULO DE
INGENIERO HIDRÁULICO**

AUTOR
EDGAR JOSSUE CEDEÑO ZAMBRANO

TUTOR
ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRÍA PÁRRAGA, M.SC.

PORTOVIEJO, AGOSTO 2023

Certificación de la Tesis

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

Tutor del plan de investigación curricular

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga M.Sc.

C.I.:130827219-2

Aprobación del Tribunal

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí:

(F)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga M.Sc.

C.I.:130827219-2

Primer Lector

(F)_____

Ing. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño M.Sc.

C.I.:130659765-7

Segundo Lector

(F)_____

Ing. Juan Fernando Quiroz Alonzo M.Sc.

C.I.:131017949-2

Tercer Lector

Declaración de Originalidad

Este manuscrito, no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en la información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

Autor:

F. _____
Cedeño Zambrano Edgar Jossue
Dirección: Chone, Ciudadela Los Chonanas
E-mail: ecedeno1928@pucesm.edu.ec
Celular: 0994963905

Declaración de Derecho del Autor

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 al autor de este trabajo.

Autor:

F. _____
Cedeño Zambrano Edgar Jossue.
C.I. 131455192-8

Dedicatoria y Agradecimiento

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida y por guiarme a lo largo de este viaje. A mi madre, María Eugenia, quien ha sido el pilar más importante y me ha acompañado en cada paso de mi trayecto estudiantil y personal. A mi padre, Edgar Fabricio, por sus sabios consejos a lo largo de este camino. A mis queridos hermanos, Josselyn y Jossthyn, por su constante apoyo incondicional. A mis padres y hermanos de corazón, a quienes Dios me ha permitido encontrar en el camino, agradezco por su cariño y amor incondicional que me han brindado. A mi familia en general, gracias por siempre estar ahí cuando los necesito. También, dedico este logro a mis ángeles en el cielo, cuyo amor sigue vivo en mi corazón. A mis profesores, quienes han compartido sus valiosas enseñanzas a lo largo de mi proceso de aprendizaje. Y finalmente, a mis compañeros de clase, por compartir conmigo este sueño que comenzamos juntos y que hoy se ha convertido en una realidad.

Resumen

Este estudio cuantitativo evaluó el estrés hídrico de una plantación de plátano en el sitio La Estrella ubicado en el cantón Chone, con el propósito de estimar su impacto en la hidrología. Realizado en un periodo de 45 días entre junio y julio de 2023, en este estudio descriptivo se tomaron 135 imágenes termográficas al mediodía utilizando una cámara termográfica *FLIR C3-X* y un dron *Potensic D85 GPS*, para su posterior análisis. También se establecieron tres puntos en la zona estudiada, colocando un termómetro ambiental y utilizando información meteorológica de la estación M0162 (Chone-Universidad Católica), para monitorear y comparar la temperatura ambiental (24,1 °C – 33,3 °C) con la temperatura del cultivo (27,9 °C – 50,7 °C) del periodo investigado. Los resultados indican que el cultivo experimenta estrés hídrico en los tres puntos de la finca, exceptuando el punto uno los días 16, 20, 23, 25, 27 de junio debido a un buen manejo del riego, y los días 4, 11, 15 y 18 de julio debido a las precipitaciones, recalcando que la temperatura atmosférica fue superior a la del cultivo por 1.90°C y 1.70 °C respectivamente los días 11 y 18. Esto significa que el cultivo se encuentra en estrés hídrico la mayor parte del tiempo, dado que la temperatura del cultivo comparada con la ambiental es 4 °C mayor. Se concluye que programar el riego es fundamental para el desarrollo y producción óptima del cultivo, lo cual permite que el agua sea utilizada de manera eficiente evitando desperdicios.

Palabras clave: imágenes termográficas, cultivo, temperatura

Abstract

This quantitative research paper assessed water stress on a banana plantation in the community *La Estrella* located in the Canton of *Chone*, in order to estimate its impact on hydrology. Having been carried out over a forty-five-day period from June to July 2023, this descriptive research study collected data on 135 thermographic images that were captured at noon using a FLIR C3-X Compact Thermal Imaging Camera and the Potensic D85 GPS drone for the further analysis. Also, three points were established in the area under study by putting an environment thermometer and using meteorological data from the *M0162* weather station (Chone-Catholic University) to monitor and compare environmental temperature (24.1 °C - 33.3 °C) with crop temperature (27.9 °C - 50.7 °C) during the period under study. The findings reveal that banana crop experiences water stress in the three points of this farm, excepting point one on June 16, 20, 23, 25, 27 due to efficient irrigation management and on July 4, 11, 15 and 18 due to rainfall, emphasizing that atmospheric temperature was higher than crop temperature by 1.90°C and 1.70°C respectively on July 11 and 18. This means that most of the time, this crop faces water stress given that crop temperature compared to atmospheric temperature is 4 °C higher. In conclusion, scheduling irrigations is essential for optimal crop development, which makes it possible to use water efficiently and prevent water wastage.

Keywords: thermographic images, crop, temperature

Índice

Certificación de la Tesis.....	i
Aprobación del Tribunal	ii
Declaración de Originalidad	iii
Declaración de Derecho del Autor.....	iv
Dedicatoria y Agradecimiento	v
Resumen.....	vi
Abstract	vii
Índice de Figuras	10
Índice de Tablas	11
Índice de Fórmulas.....	12
Índice de Anexos.....	13
Introducción	15
Metodología	19
Tipo de Investigación	19
Características de la Zona.....	19
Ubicación Geográfica	20
Características del área experimental.....	23
Cultivo de plátano	23
<i>Métodos empleados</i>	23
<i>Variables consideradas en la investigación.</i>	23
<i>Termografía con dron</i>	23

<i>Método cuantitativo</i>	23
<i>Procedimiento para estimar el estrés hídrico del cultivo</i>	24
Toma de datos en el área experimental.....	31
Resultados	32
Discusión.....	78
Conclusiones	80
Bibliografía	81
Anexos	86

Índice de Figuras

Figura 1: Localización del Sitio La estrella	18
Figura 2: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	34
Figura 3: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	36
Figura 4: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	38
Figura 5: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	40
Figura 6: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	42
Figura 7: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	44
Figura 8: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	46
Figura 9: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	48
Figura 10: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	50
Figura 11: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	52
Figura 12: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	54
Figura 13: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	56
Figura 14: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	58
Figura 15: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	60
Figura 16: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	62
Figura 17: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	64
Figura 18: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	66
Figura 19: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	68
Figura 20: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	70
Figura 21: Reporte realizado con FLIR Thermal Studio	72

Índice de Tablas

Tabla 1: Localización de la estación meteorológica M0162, Chone-U. Católica	18
Tabla 2: Datos meteorológicos de la estación M0162 para el mes de junio	19
Tabla 3: Datos meteorológicos de la estación M0162 para el mes de julio	20
Tabla 4: Dimensiones del terreno	21
Tabla 5: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	33
Tabla 6: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	35
Tabla 7: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	37
Tabla 8: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación.....	39
Tabla 9: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	41
Tabla 10: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	43
Tabla 11: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	45
Tabla 12: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	47
Tabla 13: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	49
Tabla 14: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	51
Tabla 15: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	53
Tabla 16: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	55
Tabla 17: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación.....	57
Tabla 18: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	59
Tabla 19: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	61
Tabla 20: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	63
Tabla 21: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	65
Tabla 22: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	67

Tabla 23: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	69
Tabla 24: Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación	71
Tabla 25: Valores de temperatura atmosférica, temperatura máxima de los cultivos en cada punto y diferencia entre la temperatura del cultivo y la temperatura atmosférica ...	73
Tabla 26: Diseño de una programación de riego para un cultivo de plátano en los meses de junio y julio del año 2023	75

Índice de Fórmulas

Fórmula 1: Evapotranspiración de referencia (ET _o).....	23
Fórmula 2: Evapotranspiración del cultivo (ET _c	24
Fórmula 3: Precipitación efectiva (P _e).....	24
Fórmula 4: Balance hídrico	24
Fórmula 5: Requerimiento de lavado	25
Fórmula 6: Reserva de agua disponible	25
Fórmula 7: Lámina neta	25
Fórmula 8: Lámina total de riego	26
Fórmula 9: Frecuencia de riego	26
Fórmula 10: Lámina neta ajustada	27
Fórmula 11: Lámina total ajustada	27
Fórmula 12: Intensidad de aplicación de agua	27
Fórmula 13: Tiempo de riego	28

Índice de Anexos

Anexo 1: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	84
Anexo 2: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	85
Anexo 3: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	86
Anexo 4: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	87
Anexo 5: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	88
Anexo 6: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	89
Anexo 7: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	90
Anexo 8: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	91
Anexo 9: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	92
Anexo 10: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	93
Anexo 11: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	94
Anexo 12: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	95
Anexo 13 Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	96
Anexo 14: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	97
Anexo 15: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	98
Anexo 16: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	99
Anexo 17: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	100
Anexo 18: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	101
Anexo 19: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	102
Anexo 20: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	103
Anexo 21: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	104
Anexo 22 Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	105

Anexo 23: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	106
Anexo 24: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	107
Anexo 25: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	108
Anexo 26: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	109
Anexo 27: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	110
Anexo 28: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	111
Anexo 29: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	112
Anexo 30: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	113
Anexo 31: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	114
Anexo 32: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	115
Anexo 33: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio.	116
Anexo 34: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	117
Anexo 35: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	118
Anexo 36: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	119
Anexo 37: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	120
Anexo 38 Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	121
Anexo 39: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	122
Anexo 40: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	123
Anexo 41: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	124
Anexo 42: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio.	125
Anexo 43: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	126
Anexo 44: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	127
Anexo 45: Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio	128

Introducción

La falta de agua es un problema en muchas partes del mundo, este es un bien escaso y preciado. Es indispensable para que la planta se desarrolle de manera normal durante cada una de sus etapas. Al haber poca agua disponible en el suelo que estas puedan absorber o tomar mediante sus raíces, ocasiona que su transpiración sea superior al agua que absorben, lo que se denomina como estrés hídrico, siendo este la causa principal de muertes en las plantas. El poco desarrollo o la reducción de tamaño en tallo, raíces, área foliar, peso foliar específico y biomasa de la planta, son algunos de los efectos adversos provocados por el estrés hídrico (Luna et al., 2012).

Según González et al. (2021), se prevé un incremento de la población en todo el mundo de un 30% para el año 2050, lo cual va a requerir un aumento de hasta el 60% de la producción agrícola para suplir con la demanda alimentaria, este puede ser uno de los desafíos más importantes que enfrentará la humanidad en las décadas siguientes. El incremento en la producción de este sector, se verá afectado por cambios en el aumento de la temperatura del planeta y la disminución de la precipitación o exceso de la misma en ciertas zonas.

En la actualidad se extrae alrededor de 3600 km³ de agua dulce al año para consumo humano, siendo la agricultura el sector que más agua consume, globalmente el 69% del agua extraída es de uso agrícola, el 10% para uso doméstico y 21% de uso industrial. El riego de plantas, representa el mayor consumo del agua extraída, la cual se pierde en gran medida por evaporación, transpiración de los cultivos e incorporación a los tejidos de las plantas. Cabe recalcar que estos porcentajes no incluyen las precipitaciones o agua lluvia, considerando que esta produce más alimentos que el agua destinada para riego (FAO, 2002).

Debido a que el agua es un recursopreciado y escaso, debemos usarlo y optimizarlo de la mejor manera, debido a esto López et al. (2009) en su investigación nos refiere que la termometría infrarroja es una herramienta fácil de usar, conveniente, no destructiva y fiable para estimar el estrés hídrico en cultivos, programar el riego y predecir el rendimiento. Tiene como objetivo principal, proporcionar aspectos teóricos y dar una metodología clara sobre el índice de estrés hídrico en cultivos, además de destacar su utilidad práctica en la programación y optimización del riego de cultivos.

No se encuentra información demasiado amplia o concreta sobre el uso de la termografía en cultivos como el plátano, sin embargo, Vargas et al. (2020) nos introduce a la termografía en un cultivo de fresas. Evaluando mediante imágenes termográficas el estrés hídrico que la planta en cuestión posee. Analizando de manera eficiente dos tipos de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*), ambas sometidas a condiciones óptimas de riego y a condiciones de déficit hídrico leve. Para esto, se efectuó un seguimiento durante cinco meses de las variables climáticas y del cultivo. Dando como conclusión, que la medición del estrés hídrico mediante imágenes termográficas es una herramienta eficaz y útil para la determinación del mismo.

De igual manera, Villar et al. (2021), evaluó el estrés hídrico mediante el uso de termografía para un cultivo de arroz (IR 71706). Las imágenes térmicas se obtuvieron mediante el uso de una cámara termográfica, posteriormente calibradas por sensores térmicos de termocuplas (STT). Se calcularon los niveles de estrés hídrico en el cultivo (CWSI) utilizando las temperaturas extraídas, así como las temperaturas húmeda y seca. Este análisis involucró la comparación de las condiciones de humedad del suelo a una profundidad de 12 a 20 centímetros. La investigación realizada dio como resultado que la termografía como método para la

determinación del estrés hídrico es válida, y que puede tener un impacto positivo en las programaciones de riego, para no desperdiciar el agua y regar solamente lo necesario.

El uso de la termografía en ciertas áreas no es un método exacto, por lo que existen varios factores que nos pueden conducir a errores o incertezas, que se describen a continuación. Es importante conocer la emisividad de la superficie del objeto y asegurarse de que esté dentro del rango de medición de la cámara. También se debe considerar la radiación térmica proveniente de los alrededores del objeto y su capacidad de reflejarla. Aunque el aire se considera transparente para las lecturas, puede emitir o absorber radiación térmica, lo que afecta las mediciones. Además, el entorno en el que se realiza la medición puede contener gases calientes o partículas de agua que reflejen la radiación, afectando los resultados. Es esencial que el objeto medido ocupe todo el campo de visión de la cámara para obtener mediciones precisas. Por último, se debe colocar el objeto a medir en un ángulo adecuado con respecto a la cámara, preferiblemente frente a esta, para obtener resultados más confiables (Flores & Hongn, 2012).

Para poder mejorar la toma de fotografías en los cultivos por el método de termografía Miquel (2020) nos detalla que existen diferentes tipos de cámaras térmicas, refrigeradas o no refrigeradas. Teniendo la segunda la capacidad de disminuir la temperatura del sensor, el cual es el responsable de la toma de imágenes. Gracias a esto se logra disminuir desviaciones térmicas generadas y obtener un mejor resultado en la toma.

La investigación presentada busca evaluar el estrés hídrico de un cultivo de plátano mediante la termografía en el sitio La Estrella del cantón Chone. Con ese fin se proponen los siguientes objetivos específicos: evaluar la temperatura diaria del cultivo, teniendo en cuenta el clima de la zona y la temperatura máxima al medio día; determinar la manera en la que se

comporta el cultivo térmicamente, mediante el uso de una cámara termográfica, obteniendo como resultado el estado del cultivo (con o sin estrés hídrico) al comparar la temperatura ambiental y la de la planta; y realizar una planificación de riego para un cultivo de plátano, considerando el índice de estrés hídrico del cultivo

Metodología

Tipo de Investigación

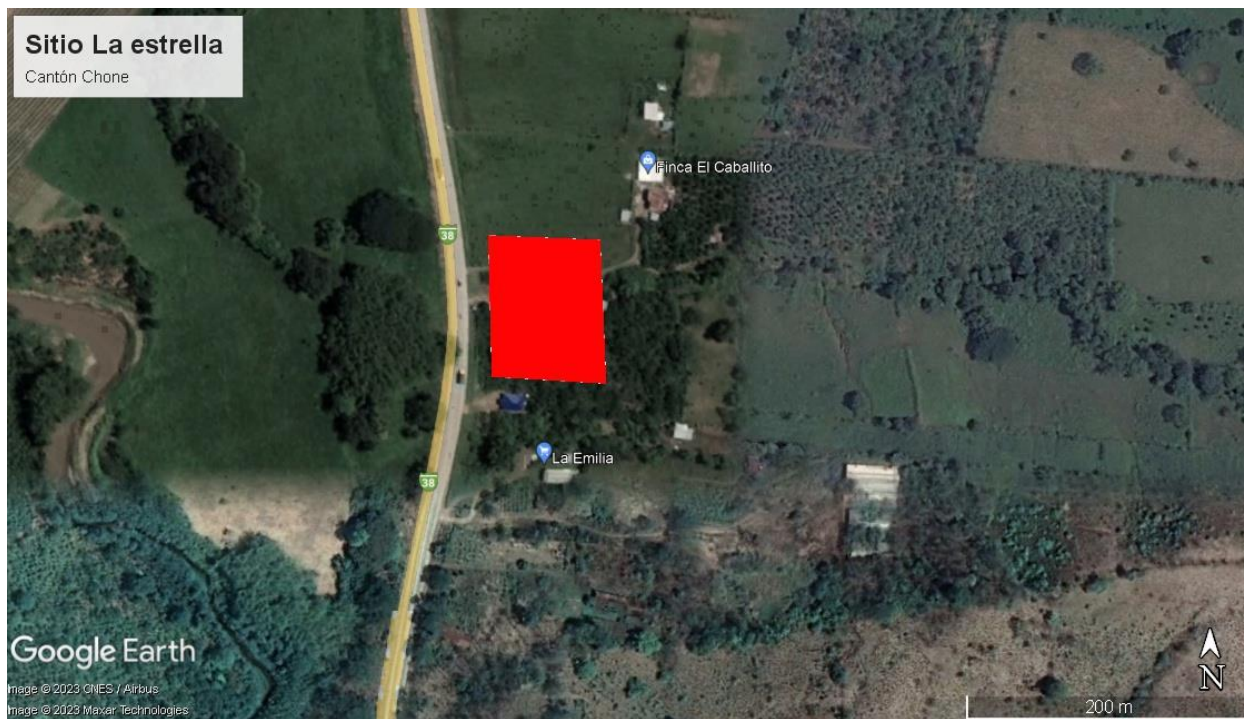
Este proyecto tiene un enfoque descriptivo, debido a que se describió un fenómeno o hecho que sucede en el cultivo (estrés hídrico), y también se describió las condiciones de manejo hídrico del cultivo.

Características de la Zona

La zona de estudio escogida para la investigación respectiva fue el sitio La estrella del cantón Chone (ver figura 1)

Figura 1

Localización del Sitio La estrella.



Fuente: (GOOGLE EARTH, 2023)

Ubicación Geográfica

Datum: WGS 1984 UTM zona 17 Sur.

Coordenada Este (X): 606820.159

Coordenada Norte (Y): 9929181.598

Condiciones Climatológicas

El Ecuador tiene condiciones climatológicas que son resultado de una variedad de elementos que cambian su estado natural. Estos factores incluyen la latitud geográfica, la altitud del suelo, la dirección de las cadenas montañosas, la proximidad al océano, así como los patrones de viento y las corrientes marinas (Portilla, 2018).

En el proceso de esta investigación fueron de gran importancia los datos meteorológicos para los meses de junio y julio de 2023 tomados de la estación M0162, ubicada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Campus Chone.

Tabla 1

Localización de la estación meteorológica M0162, Chone-U.Católica

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
M0162	Chone-U.Católica	-0.66414	-80.0365	36

Fuente: (INAMHI, 2015)

Tabla 2

Datos meteorológicos de la estación M0162 para el mes de junio.

JUNIO						
FECHA	PP (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	Insolación (horas)
01/06/23	0.00	31.60	22.40	84	0.67	2.20
02/06/23	0.00	33.20	22.40	83	0.67	8.60
03/06/23	2.20	30.00	23.00	96	0.67	1.20
04/06/23	41.10	31.20	21.40	91	0.67	4.00
05/06/23	3.20	32.20	23.00	82	0.67	8.10
06/06/23	0.00	31.00	23.00	89	0.67	1.40
07/06/23	20.70	31.20	23.00	92	0.67	4.00
08/06/23	22.70	32.00	22.00	92	0.67	6.00
09/06/23	26.60	32.20	22.00	92	0.67	4.10
10/06/23	0.00	32.20	23.00	85	1.33	6.90
11/06/23	0.00	32.00	23.20	92	0.67	3.00
12/06/23	2.90	29.20	22.20	88	1.33	1.10
13/06/23	0.00	31.00	22.40	86	0.67	4.70
14/06/23	0.00	30.60	22.40	87	0.67	1.60
15/06/23	0.00	31.20	22.20	89	0.67	6.20
16/06/23	0.00	32.20	22.20	89	0.67	2.50
17/06/23	4.20	32.80	22.00	84	1.33	6.20
18/06/23	0.00	31.90	20.20	84	0.67	6.20
19/06/23	0.00	30.60	22.00	89	0.00	2.30
20/06/23	0.00	30.80	23.00	83	0.67	2.60
21/06/23	0.20	30.00	22.20	91	0.00	0.60
22/06/23	0.00	31.80	21.00	96	0.00	9.40
23/06/23	0.00	31.80	21.00	88	0.67	2.50
24/06/23	0.00	30.00	21.20	89	0.67	3.00
25/06/23	0.00	30.80	21.40	91	1.33	3.80
26/06/23	21.07	32.40	21.00	87	1.33	8.70
27/06/23	0.00	32.20	22.20	87	1.33	7.10
28/06/23	0.00	30.20	22.00	91	0.67	2.80
29/06/23	0.30	27.00	22.00	92	0.67	0.00
30/06/23	11.20	31.00	22.00	81	0.67	0.00
PROMEDIO	5.21	31.21	22.10	88	0.74	4.03

Fuente: INAMHI, 2023.

Tabla 3

Datos meteorológicos de la estación M0162 para el mes de julio.

JULIO						
FECHA	PP (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	Insolación (horas)
01/07/23	0.00	30.20	22.00	83	2.00	1.35
02/07/23	0.00	30.20	22.00	85	2.00	1.29
03/07/23	2.40	31.80	22.00	92	2.00	3.18
04/07/23	3.80	30.80	22.00	89	2.00	1.12
05/07/23	0.00	32.80	22.20	90	2.00	3.35
06/07/23	6.80	31.00	22.00	91	2.00	2.29
07/07/23	39.50	27.40	22.00	92	2.00	0.00
08/07/23	3.40	32.20	22.00	80	3.00	6.06
09/07/23	0.50	30.20	21.40	80	2.00	1.24
10/07/23	5.50	32.00	22.00	87	2.00	2.18
11/07/23	87.50	32.00	20.00	85	2.00	1.82
12/07/23	10.90	32.80	23.20	80	2.00	5.24
13/07/23	0.00	29.80	21.20	82	2.00	0.82
14/07/23	9.40	29.20	20.40	82	2.00	0.65
15/07/23	5.20	31.20	20.40	82	2.00	4.94
16/07/23	2.80	29.00	23.00	87	2.00	3.71
17/07/23	2.60	30.20	22.60	87	2.00	1.94
18/07/23	0.30	31.20	22.20	87	2.00	1.76
19/07/23	66.50	31.80	22.00	87	2.00	2.65
20/07/23	1.80	30.00	22.20	89	2.00	1.00
21/07/23	0.40	32.80	22.00	82	2.00	5.29
22/07/23	0.00	30.20	22.20	85	2.00	1.18
PROMEDIO	11.33	30.85	21.86	86	2.05	2.41

Fuente: INAMHI, 2023.

Características del área experimental

Cultivo de plátano

Tabla 4

Dimensiones del terreno.

Ancho del terreno	65 m
Largo del terreno	100 m
Área del terreno	6500 m ²

Fuente: Autor

Métodos empleados

Variables consideradas en la investigación.

Termografía con dron

La termografía es un método que nos va a permitir saber la temperatura de un objeto a la distancia. Debido a esto, se empezó a incorporar cámaras termográficas a drones, para poder realizar un estudio de una zona más amplia y hacerlo de manera más eficiente, lo cual abre un campo muy amplio y novedoso para su uso en la agricultura (Jarén et al., 2021).

Método cuantitativo

Según Cadena et al. (2017), existen dos métodos para la recopilación de datos, cualitativos y cuantitativos. Una distinción evidente entre ambos métodos es que el enfoque cuantitativo produce datos numéricos, mientras que el cualitativo, como su nombre sugiere, proporciona características o descripciones de situaciones, eventos, personas, comportamientos

observados, entre otros. La metodología cuantitativa se centra en la recolección y análisis de datos o valores que pueden cuantificarse, mientras que en la cualitativa se evita la cuantificación.

Para de Pelekais (2000) los métodos cuantitativos son una valiosa herramienta que ofrece información objetiva basada en estadísticas sólidas y, en general, es comprensible para la mayoría de las personas mediante el uso de gráficos circulares o histogramas.

Procedimiento para estimar el estrés hídrico del cultivo

La investigación presentada se efectuó mediante el uso de la termografía con dron, para esto usaremos un dron Potensic D85 GPS y una cámara FLIR C3-X con sistema multispectral térmico.

Como primer paso se capturó las imágenes a una altura apropiada (alrededor de unos 6 metros) mediante el uso de la termografía con dron. Dividiendo la zona de estudio en tres puntos estratégicos para realizar la respectiva toma, debido a la topografía del terreno, y la diferencia de nivel en estos puntos, además de esto, también se colocó un termómetro ambiental con el fin de obtener la temperatura ambiente de la zona durante el periodo de estudio. La investigación se llevó a cabo al medio día, debido a que el sol estará en su punto más alto, y será la hora con mayor radiación solar en el día. Siendo el mejor momento para la toma de fotografías termográficas en el sitio La Estrella del Cantón Chone.

El estudio respectivo se hizo durante 45 días seguidos, incluyendo también los fines de semana, con el fin de tener una información más precisa y constante de la toma de datos. Una vez culminados los 45 días, se procedió con el análisis de las imágenes termográficas de los tres puntos de investigación en el área de la finca, para realizar esto se utilizó el software FLIR Thermal Studio, obteniendo así la temperatura del cultivo. Si comparamos la temperatura del

cultivo versus la temperatura ambiental, y el resultado da 4 °C por encima, significa que la planta se encuentra en estrés hídrico. Además de esto se realizó un pozo de observación de nivel freático, debido a que se prolongó el periodo lluvioso. Este se hizo con ayuda de un abrehojos, excavando hasta una profundidad de 1 metro y un diámetro alrededor de los 25 cm.

En base a la investigación que se realizó, se propuso una programación de riego respectivamente para el cultivo de plátano. Se utilizó la siguiente metodología:

Fórmulas a utilizar.

Evapotranspiración de referencia (ETo) (FAO, 2006)

$$ETo = \frac{0.408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)}$$

Fórmula 1. Evapotranspiración de referencia (ETo)

Donde:

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

Rn= Radiación solar neta (MJ/m²/día).

G= Flujo del calor del suelo (MJ/m²/día).

T= Promedio diario de la temperatura del aire a 2 m de altura (°Celsius)

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

e_a=Presión real de vapor (kPa)

e_s=Presión de vapor de saturación (kPa)

e_s-e_a= déficit de presión de vapor (kPa)

Δ= Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°Celsius)

Y= Constante psicrométrica (kPa/°Celsius)

Evapotranspiración del cultivo (ET_c) (FAO, 2006)

$$ET_c = K_c * ET_0$$

Fórmula 2. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

Donde:

ET_c= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

K_c= Coeficiente de los cultivos (adimensional)

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

Precipitación efectiva (P_e) (FAO, 1978)

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

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

Fórmula 3. Precipitación efectiva (P_e)

Donde:

P_e= Precipitación efectiva (mm)

P= Precipitación (mm)

Balance hídrico

$$Bh = ET_c - P_e$$

Fórmula 4. Balance hídrico

Donde:

Bh= Balance Hídrico (mm)

ET_c= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Pe= Precipitación efectiva (mm)

Requerimiento de lavado (Chávez, 1999)

$$RI = \frac{CE_a}{5CE_e - CE_a}$$

Fórmula 5. Requerimiento de lavado

Donde:

RI= Requerimiento de lavado

CEa= Conductividad eléctrica del agua de riego (ds/m)

CEe= Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo para la cual el descenso de producción es un porcentaje que se imparte como objetivo a conseguir (ds/m)

Reserva de agua disponible

$$RAD = \frac{CC - PM}{100} * da * Pr$$

Fórmula 6. Reserva de agua disponible

Donde:

RAD= Reserva de agua disponible (mm)

CC= Capacidad de campo (%)

PM= Punto de marchitez (%)

da= Densidad aparente (gr/cm³)

Pr= Profundidad de raíces o profundidad del perfil del suelo (mm)

Lámina neta (Herrera, 2021)

$$Ln = RAD * FAC$$

Fórmula 7. Lámina neta

Donde:

Ln= Lámina neta (mm)

RAD= Reserva de agua disponible (mm)

FAC= Fracción de agotamiento

Lámina total de riego (CONGOPE, 2016)

$$LT = \frac{Ln}{Ea * (1 - RL)}$$

Fórmula 8. Lámina total de riego

Donde:

LT= Lámina total de riego (mm)

Ln= Lámina neta (mm)

Ea= Eficiencia de aplicación del agua

RL= Requerimiento de lavado

Frecuencia de riego (GOBIERNO DE CHILE, 2017)

$$Fr = \frac{Ln}{ETc_{diario}}$$

Fórmula 9. Frecuencia de riego

Donde:

Fr= Frecuencia de riego (mm)

Ln= Lámina neta (mm)

ET_c_{diario}= Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/días)

Lámina neta ajustada

$$Ln_{ajustada} = ET_{c\text{diario}} * Fr_{ajustado}$$

Fórmula 10. Lámina neta ajustada

Donde:

Ln_{ajustada}= Lámina neta ajustada (mm/riego)

ET_{cdiario}= Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/días)

Fr_{ajustado}= Frecuencia de riego ajustado (días)

Lámina total ajustada

$$LT_{ajustada} = \frac{Ln_{ajustada}}{Ea * (1 - RL)}$$

Fórmula 11. Lámina total ajustada

Donde:

LT_{ajustada}= Lámina total ajustada (mm)

Ln_{ajustada}= Lámina neta ajustada (mm)

Ea= Eficiencia de aplicación de agua

RL= Requerimiento de lavado

Intensidad de aplicación de agua

$$Iap = \frac{Qa}{Ea * El}$$

Fórmula 12. Intensidad de aplicación de agua

Donde:

Iap= Intensidad de aplicación de agua (mm/hora)

Qa= Caudal del aspersor (l/h)

Ea= Espaciamiento entre aspersores (m)

El= Espaciamiento entre laterales (m)

Tiempo de riego (Flórez et al., 2013)

$$Tr = \frac{LT_{ajustada}}{Iap}$$

Fórmula 13. Tiempo de riego

Donde:

Tr= Tiempo de riego

Iap= Intensidad de aplicación de agua (mm/hora)

LT_{ajustada}= Lámina total ajustada (mm)

Toma de datos en el área experimental

Para llevar a cabo la recolección de las imágenes termográficas y de los datos necesarios para la investigación, se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

- Las fotografías se empezaron a tomar el jueves 8 de junio del 2023, y se terminó el sábado 22 de julio del 2023.
- La toma de las imágenes termográficas diarias se realizó en un horario de 12H00 a 13H00.
- El dron se elevó a una altura de 6 metros desde el suelo.
- La cámara FLIR C3-X cuenta con un sensor térmico de 128 x 96 píxeles y una cámara visual de 5 megapíxeles.
- Temperatura ambiental diaria marcada por el termómetro ambiental ubicado en la zona de estudio.
- Análisis de datos meteorológicos diarios de la estación M0162.

Resultados

Los cultivos de plátano ubicados en cada uno de los tres puntos seleccionados de la finca, han presentado estrés hídrico la mayoría de los días, es decir que el cultivo tuvo una temperatura por encima a los 4 grados respecto a la temperatura atmosférica. Sin embargo, en el punto 1 de la finca, en los días 16, 20, 23, 25, 27 de junio, y los días 4 y 15 de julio, se presentan valores por debajo de los 4 grados establecidos. Incluso en los días 11 y 18 de julio encontramos que la temperatura atmosférica es superior a la del cultivo por 1.90°C y 1.70°C respectivamente. Como podemos observar, el punto 1 es el único cultivo que no presenta estrés hídrico en ciertos días, esto debido a que es el que se encuentra en la parte más baja en cuanto a la diferencia de cotas con los demás puntos, sin embargo, la falta de un riego óptimo en todos los puntos es evidente. En el punto 1, la mayor diferencia de temperaturas se da el día 3 de julio de 2023, teniendo una temperatura del cultivo 17.20°C por encima de la atmosférica, en el punto 2 alcanza su pico el día 10 de junio de 2023 con una temperatura mayor que la atmosférica de 17.80°C , y por último en el punto 3, siendo superior por 17.90°C el día 26 de junio de 2023.

Reportes cada nueve días de las evaluaciones termográficas de los puntos 1 y 3.

Día 1 al día 9

Punto 1

13 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 44.5 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li2. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 31.9 °C. La tabla 5 muestra datos relevantes del 13 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 12.6 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 5

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

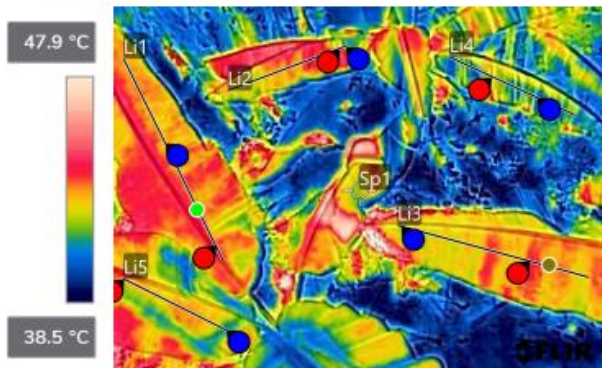
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
13/06/2023	31.0	3.70	0

Figura 2

Figura 2 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



13/06/2023 12:14:49



FLIR0139.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	44.0 °C
Avg	43.4 °C
Min	42.7 °C
LI2	
Max	44.5 °C
Avg	43.2 °C
Min	41.6 °C
LI3	
Max	44.3 °C
Avg	42.9 °C
Min	42.0 °C
LI4	
Max	42.7 °C
Avg	41.2 °C
Min	40.3 °C
LI5	
Max	43.4 °C
Avg	42.8 °C
Min	40.9 °C
Sp1	42.0 °C

Punto 1

16 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 31.9 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li1. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al mínimo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 29.1 °C. La tabla 6 muestra datos relevantes del 16 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo no supera los 4 °C respecto a la temperatura atmosférica, es decir, no presenta estrés hídrico, por lo cual aún no necesita ser regado.

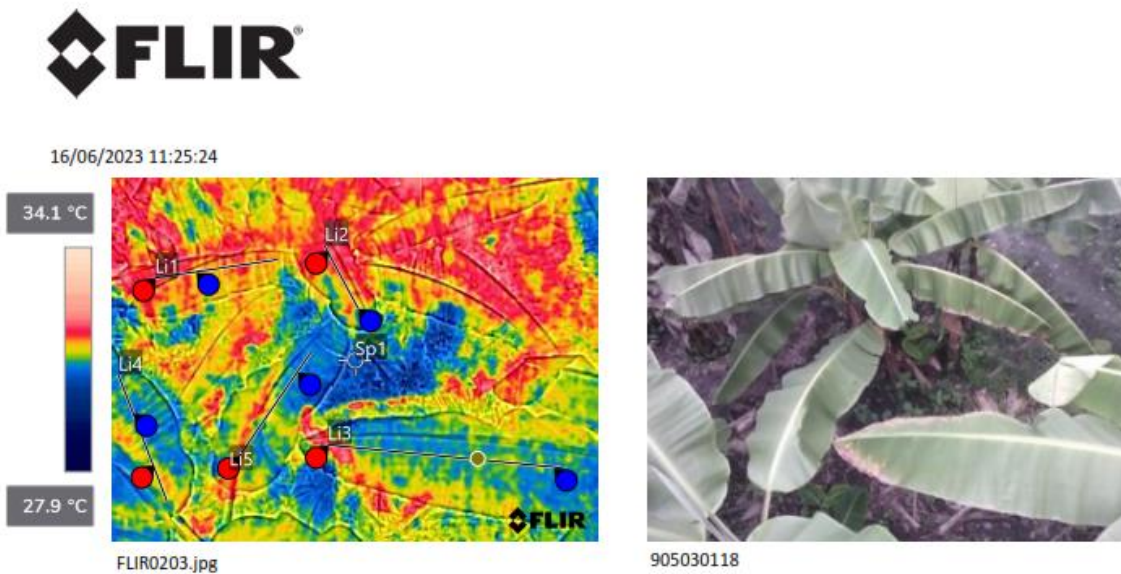
Tabla 6

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
16/06/2023	32.2	2.60	0

Figura 3

Figura 3 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



Medidas

LI1	
Max	31.9 °C
Avg	31.6 °C
Min	31.3 °C
LI2	
Max	31.8 °C
Avg	31.6 °C
Min	31.0 °C
LI3	
Max	32.1 °C
Avg	31.1 °C
Min	30.7 °C
LI4	
Max	31.4 °C
Avg	31.1 °C
Min	30.7 °C
LI5	
Max	31.7 °C
Avg	31.1 °C
Min	30.7 °C
Sp1	30.7 °C

Punto 3

08 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 48.7 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li4. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 33.3°C. La tabla 7 muestra datos relevantes del 08 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 15.4 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 7

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

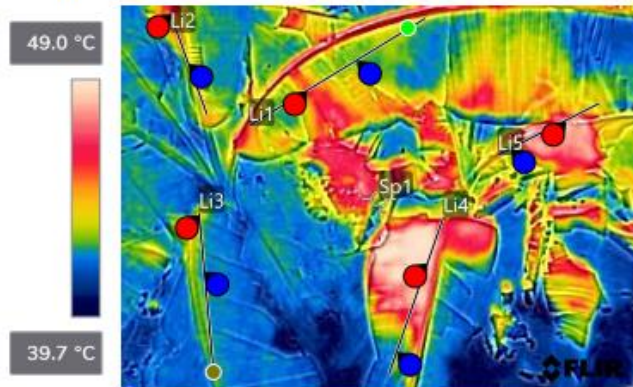
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
08/06/2023	32.0	3.40	22.7

Figura 4

Figura 4 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



08/06/2023 11:32:34



FLIR0029.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	45.7 °C
Avg	43.4 °C
Min	42.5 °C
LI2	
Max	45.1 °C
Avg	44.0 °C
Min	43.0 °C
LI3	
Max	43.6 °C
Avg	42.4 °C
Min	42.1 °C
LI4	
Max	48.7 °C
Avg	46.0 °C
Min	42.0 °C
LI5	
Max	48.2 °C
Avg	45.7 °C
Min	42.8 °C
Sp1	
	43.0 °C

Punto 3

16 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 36.8 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li1 y Li2. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al mínimo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 29.1 °C. La tabla 8 muestra datos relevantes del 16 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 7.7 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 8

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

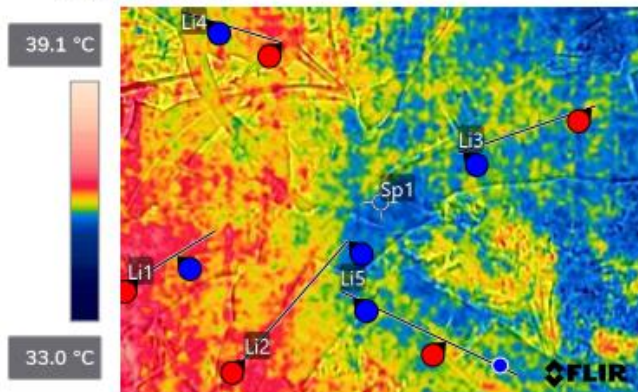
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
16/06/2023	32.2	2.60	0

Figura 5

Figura 5 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



16/06/2023 11:32:25



FLIR0219.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	36.8 °C
Avg	36.5 °C
Min	36.2 °C
LI2	
Max	36.8 °C
Avg	36.2 °C
Min	35.6 °C
LI3	
Max	36.1 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.6 °C
LI4	
Max	36.5 °C
Avg	36.1 °C
Min	35.8 °C
LI5	
Max	36.1 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.6 °C
Sp1	35.6 °C

Día 10 al día 18

Punto 1

17 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 44.5 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li5. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 32.9°C. La tabla 9 muestra datos relevantes del 17 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 11.6 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

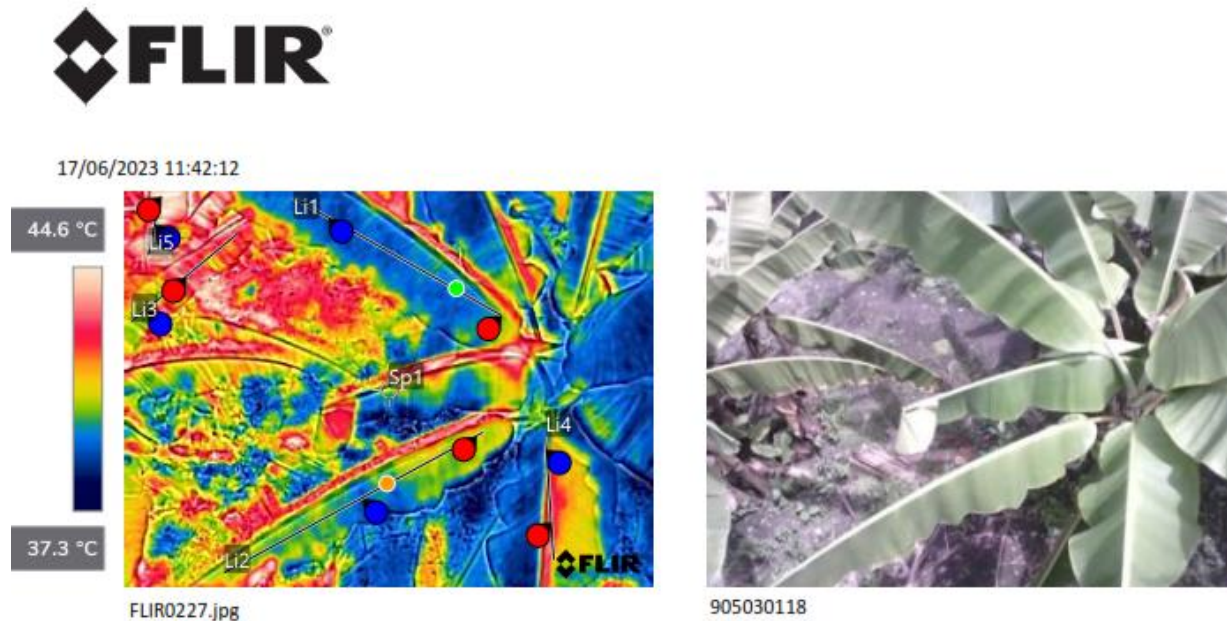
Tabla 9

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
17/06/2023	32.8	3.60	4.2

Figura 6

Figura 6 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



Medidas

LI1	
Max	40.3 °C
Avg	39.3 °C
Min	38.8 °C
LI2	
Max	41.0 °C
Avg	40.2 °C
Min	38.9 °C
LI3	
Max	43.6 °C
Avg	41.8 °C
Min	40.1 °C
LI4	
Max	43.3 °C
Avg	41.9 °C
Min	39.3 °C
LI5	
Max	44.5 °C
Avg	44.2 °C
Min	43.8 °C
Sp1	40.4 °C

Punto 1

20 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 29.2 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 28.8 °C. La tabla 10 muestra datos relevantes del 20 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo no supera los 4 °C respecto a la temperatura atmosférica, es decir, no presenta estrés hídrico, por lo cual aún no necesita ser regado.

Tabla 10

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

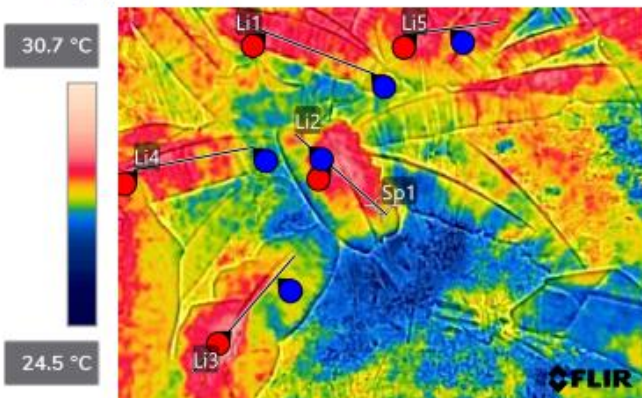
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
20/06/2023	30.8	2.60	0

Figura 7

Figura 7 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



20/06/2023 11:53:37



FLIR0331.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	28.7 °C
Avg	28.3 °C
Min	27.8 °C
LI2	
Max	29.0 °C
Avg	28.5 °C
Min	27.9 °C
LI3	
Max	29.2 °C
Avg	28.4 °C
Min	27.7 °C
LI4	
Max	28.8 °C
Avg	28.3 °C
Min	27.5 °C
LI5	
Max	28.9 °C
Avg	28.6 °C
Min	28.2 °C
Sp1	28.1 °C

Punto 3

17 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 50.7 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 32.9°C. La tabla 11 muestra datos relevantes del 17 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 17.8 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 11

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

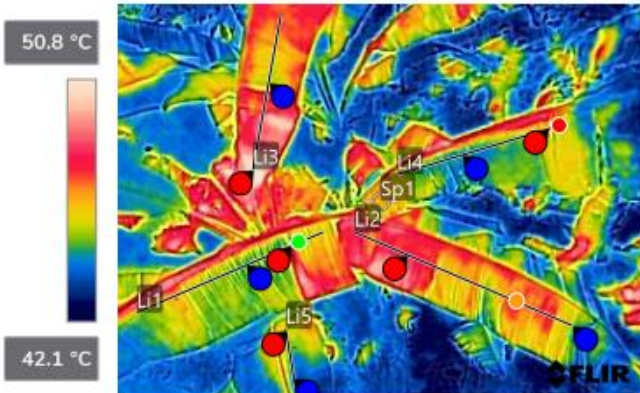
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
17/06/2023	32.8	3.60	4.2

Figura 8

Figura 8 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



17/06/2023 11:51:45



FLIR0247.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	46.9 °C
Avg	45.6 °C
Min	44.8 °C
LI2	
Max	48.5 °C
Avg	47.0 °C
Min	45.0 °C
LI3	
Max	50.7 °C
Avg	47.7 °C
Min	45.6 °C
LI4	
Max	46.2 °C
Avg	45.0 °C
Min	44.2 °C
LI5	
Max	46.0 °C
Avg	44.8 °C
Min	43.9 °C
Sp1	46.7 °C

Punto 3

21 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 37.6 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li1. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 27.5 °C. La tabla 12 muestra datos relevantes del 21 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 10.1 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 12

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

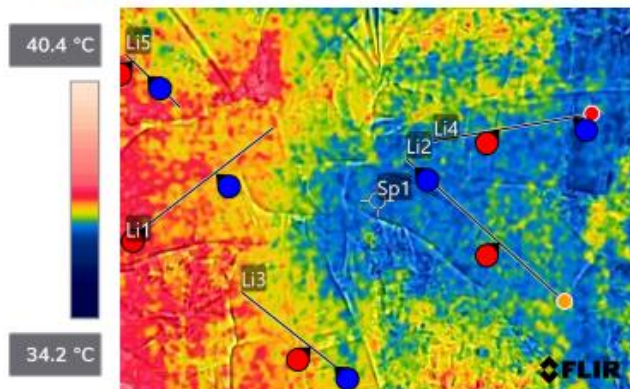
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
21/06/2023	30.0	2	0.2

Figura 9

Figura 9 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



21/06/2023 12:35:38



FLIR0373.jpg



905030118

Medidas

Li1	
Max	37.6 °C
Avg	37.2 °C
Min	36.8 °C
Li2	
Max	36.8 °C
Avg	36.6 °C
Min	36.4 °C
Li3	
Max	37.3 °C
Avg	37.0 °C
Min	36.8 °C
Li4	
Max	37.0 °C
Avg	36.6 °C
Min	36.4 °C
Li5	
Max	37.3 °C
Avg	37.2 °C
Min	36.9 °C
Sp1	36.5 °C

Día 19 al día 27

Punto 1

3 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 47.3 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li1 y Li2. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 30.1 °C. La tabla 13 muestra datos relevantes del 3 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 17.2 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 13

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

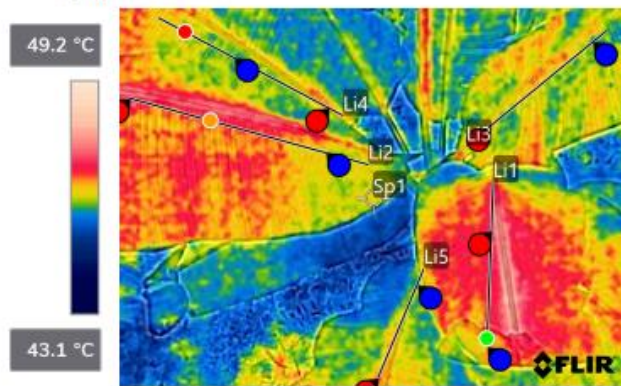
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
03/07/2023	31.80	2.70	2.4

Figura 10

Figura 10 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



03/07/2023 12:19:59



FLIR0641.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	47.3 °C
Avg	47.0 °C
Min	46.7 °C
LI2	
Max	47.3 °C
Avg	46.6 °C
Min	46.1 °C
LI3	
Max	46.5 °C
Avg	46.2 °C
Min	45.7 °C
LI4	
Max	46.5 °C
Avg	46.2 °C
Min	45.8 °C
LI5	
Max	46.8 °C
Avg	46.3 °C
Min	45.8 °C
Sp1	46.2 °C

Punto 1

29 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 32.2 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 26.3 °C. La tabla 14 muestra datos relevantes del 29 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 5.9 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 14

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

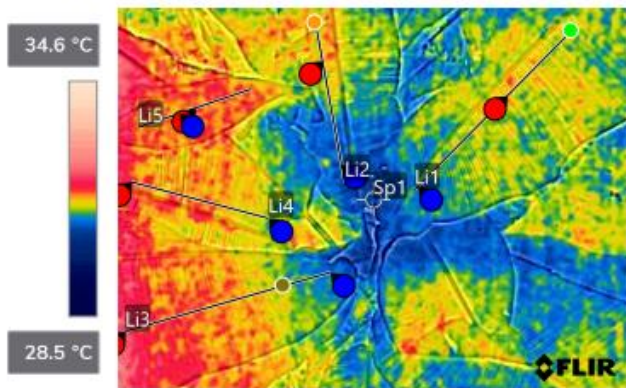
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
29/06/2023	27.00	1.80	0.3

Figura 11

Figura 11 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



29/06/2023 11:34:35



FLIR0539.jpg



905030118

Medidas

Li1	
Max	31.6 °C
Avg	31.3 °C
Min	31.0 °C
Li2	
Max	31.6 °C
Avg	31.2 °C
Min	30.6 °C
Li3	
Max	32.2 °C
Avg	31.6 °C
Min	31.0 °C
Li4	
Max	32.0 °C
Avg	31.6 °C
Min	31.2 °C
Li5	
Max	32.0 °C
Avg	31.7 °C
Min	31.4 °C
Sp1	30.8 °C

Punto 3

26 de junio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 50 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li2. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 32.1 °C. La tabla 15 muestra datos relevantes del 26 de junio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 17.9 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 15

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

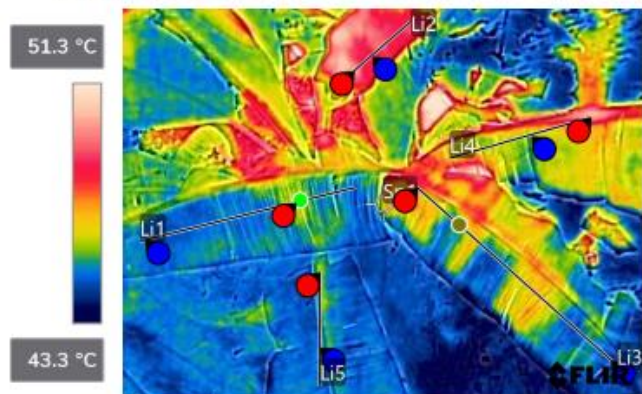
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
26/06/2023	32.40	4.10	21.07

Figura 12

Figura 12 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



26/06/2023 12:07:26



FLIR0495.jpg



905030118

Medidas

Li1	
Max	46.5 °C
Avg	45.1 °C
Min	44.7 °C
Li2	
Max	50.0 °C
Avg	49.0 °C
Min	48.5 °C
Li3	
Max	47.8 °C
Avg	45.7 °C
Min	44.4 °C
Li4	
Max	49.8 °C
Avg	46.9 °C
Min	45.7 °C
Li5	
Max	45.9 °C
Avg	45.3 °C
Min	44.7 °C
Sp1	46.6 °C

Punto 3

01 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 36.3 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li3 y Li4. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 27.6 °C. La tabla 16 muestra datos relevantes del 01 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 8.7 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 16

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

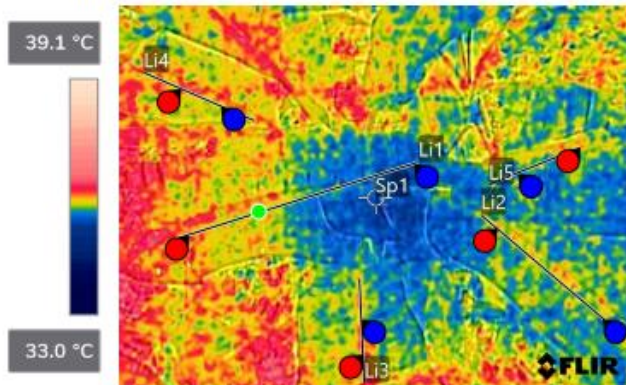
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
01/07/2023	30.20	2.50	0

Figura 13

Figura 13 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



01/07/2023 12:12:55



FLIR0605.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	36.2 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.3 °C
LI2	
Max	36.2 °C
Avg	35.9 °C
Min	35.5 °C
LI3	
Max	36.3 °C
Avg	36.1 °C
Min	35.9 °C
LI4	
Max	36.3 °C
Avg	36.0 °C
Min	35.8 °C
LI5	
Max	36.1 °C
Avg	35.7 °C
Min	35.5 °C
Sp1	35.4 °C

Día 28 al día 36

Punto 1

12 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 38.2 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li4. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 30.9 °C. La tabla 17 muestra datos relevantes del 12 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 7.3 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 17

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

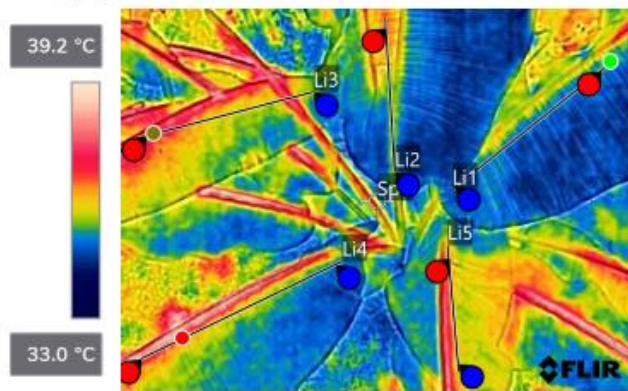
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
12/07/2023	32.80	3.60	10.90

Figura 14

Figura 14 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



12/07/2023 11:18:18



FLIR0831.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	35.4 °C
Avg	35.1 °C
Min	34.6 °C
LI2	
Max	36.6 °C
Avg	35.9 °C
Min	35.4 °C
LI3	
Max	37.7 °C
Avg	36.4 °C
Min	35.6 °C
LI4	
Max	38.2 °C
Avg	36.0 °C
Min	34.9 °C
LI5	
Max	36.5 °C
Avg	36.2 °C
Min	35.6 °C
Sp1	35.9 °C

Punto 1

11 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 27.9 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li2. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 29.8 °C. La tabla 18 muestra datos relevantes del 11 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura atmosférica supera por 1.9 °C a la temperatura del cultivo, es decir, este no presenta estrés hídrico, por lo cual aún no es necesario regarlo.

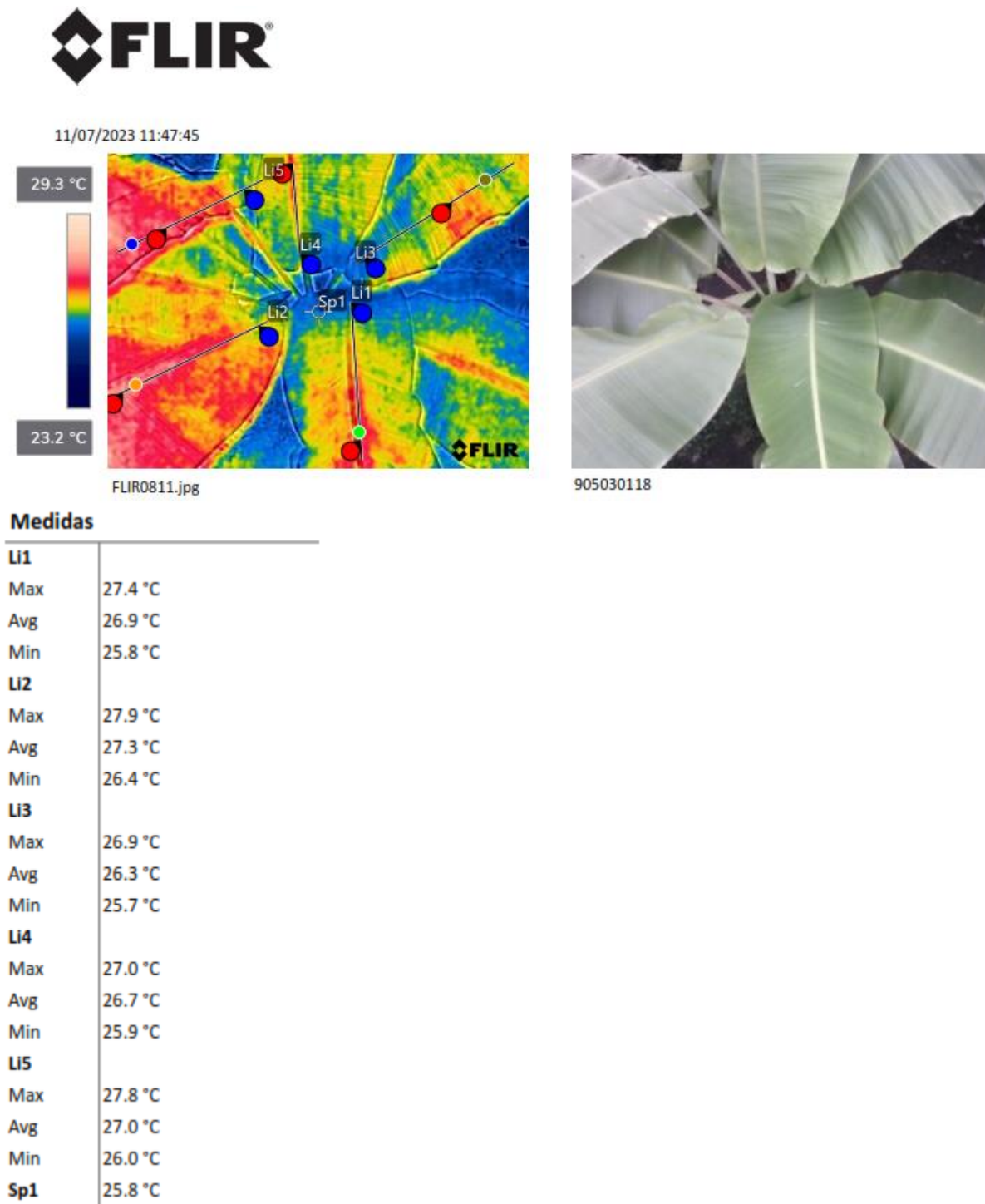
Tabla 18

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
11/07/2023	32.00	2.60	87.50

Figura 15

Figura 15 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



Punto 3

10 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 47.7 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li1. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 30 °C. La tabla 19 muestra datos relevantes del 10 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 17.7 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 19

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

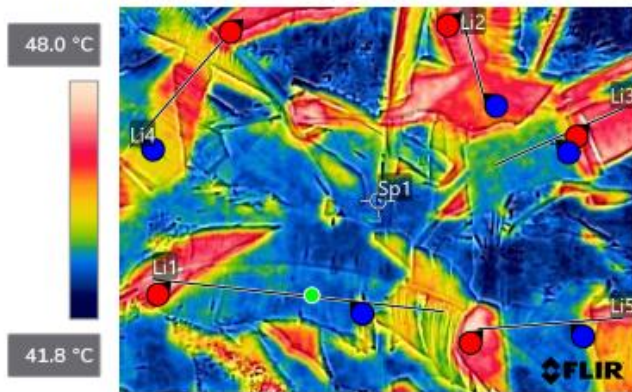
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
10/07/2023	32.00	2.70	5.50

Figura 16

Figura 16 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



10/07/2023 11:31:53



FLIR0807.jpg



905030118

Medidas

Li1	
Max	47.7 °C
Avg	44.1 °C
Min	42.9 °C
Li2	
Max	47.2 °C
Avg	46.4 °C
Min	45.4 °C
Li3	
Max	46.8 °C
Avg	44.7 °C
Min	43.3 °C
Li4	
Max	46.4 °C
Avg	45.1 °C
Min	43.6 °C
Li5	
Max	47.5 °C
Avg	44.5 °C
Min	42.9 °C
Sp1	43.2 °C

Punto 3

07 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 35.7 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li1, Li2 y Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 24.1 °C. La tabla 20 muestra datos relevantes del 07 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 11.6 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 20

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

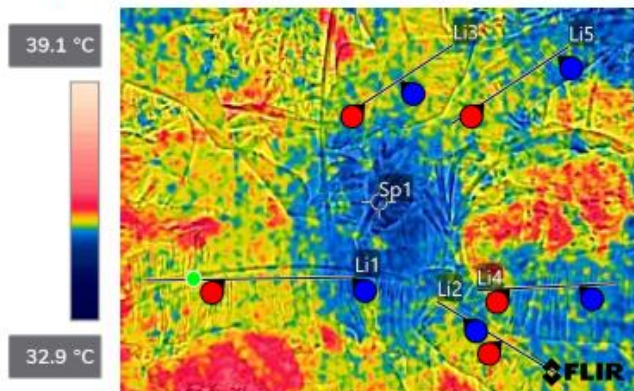
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
07/07/2023	27.40	1.90	39.50

Figura 17

Figura 17 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



07/07/2023 11:51:15



FLIR0747.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	35.7 °C
Avg	35.4 °C
Min	34.9 °C
LI2	
Max	35.7 °C
Avg	35.4 °C
Min	35.2 °C
LI3	
Max	35.7 °C
Avg	35.4 °C
Min	35.1 °C
LI4	
Max	35.5 °C
Avg	35.3 °C
Min	35.1 °C
LI5	
Max	35.7 °C
Avg	35.4 °C
Min	35.2 °C
Sp1	35.0 °C

Día 37 al día 45

Punto 1

14 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 43 °C en el cultivo, temperatura marcada por las líneas Li2 y Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 30 °C. La tabla 21 muestra datos relevantes del 14 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 13 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 21

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

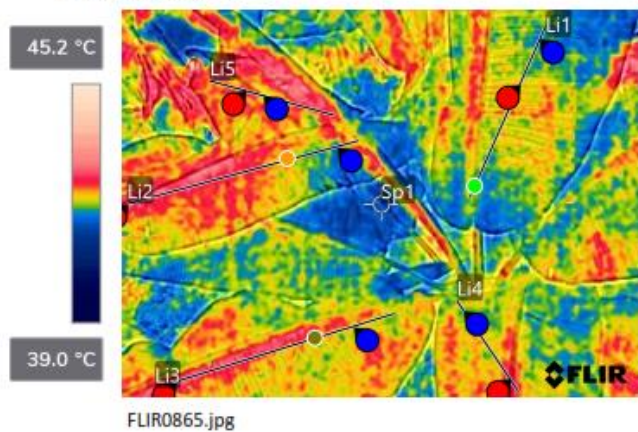
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
14/07/2023	29.20	2.40	9.40

Figura 18

Figura 18 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



14/07/2023 11:44:21



Medidas

LI1	
Max	42.4 °C
Avg	42.1 °C
Min	41.8 °C
LI2	
Max	43.0 °C
Avg	42.5 °C
Min	41.6 °C
LI3	
Max	43.0 °C
Avg	42.6 °C
Min	42.0 °C
LI4	
Max	42.8 °C
Avg	42.4 °C
Min	41.9 °C
LI5	
Max	42.9 °C
Avg	42.6 °C
Min	42.2 °C
Sp1	41.6 °C

Punto 1

18 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 28.2 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 29.9 °C. La tabla 22 muestra datos relevantes del 18 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura atmosférica supera por 1.7 °C a la temperatura del cultivo, es decir, no presenta estrés hídrico, por lo cual aún no necesita ser regado.

Tabla 22

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

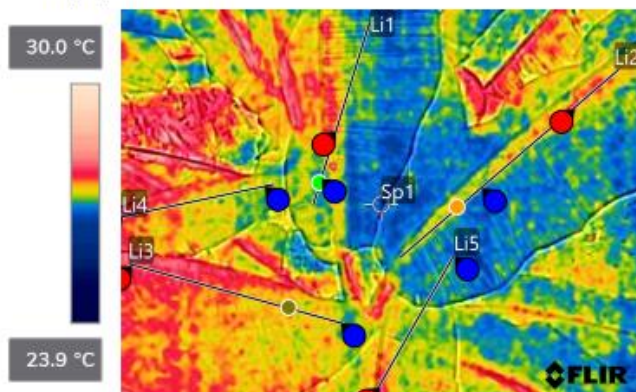
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
18/07/2023	31.20	2.60	0.30

Figura 19

Figura 19 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



18/07/2023 11:41:47



FLIR0967.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	27.6 °C
Avg	27.2 °C
Min	26.9 °C
LI2	
Max	27.8 °C
Avg	27.3 °C
Min	26.9 °C
LI3	
Max	28.2 °C
Avg	27.6 °C
Min	27.1 °C
LI4	
Max	28.1 °C
Avg	27.4 °C
Min	27.1 °C
LI5	
Max	27.8 °C
Avg	27.2 °C
Min	26.7 °C
Sp1	26.5 °C

Punto 3

16 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 45.1 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li1. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 31.2 °C. La tabla 23 muestra datos relevantes del 16 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 13.9 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

Tabla 23

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

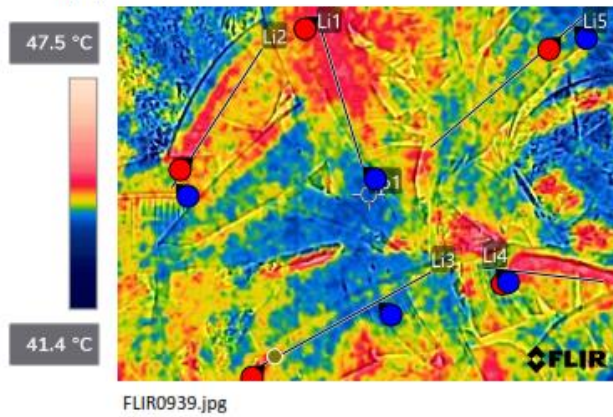
Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
14/07/2023	29.00	2.40	2.80

Figura 20

Figura 20 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



16/07/2023 12:30:01



Medidas

Li1	
Max	45.1 °C
Avg	44.5 °C
Min	43.9 °C
Li2	
Max	44.7 °C
Avg	44.4 °C
Min	44.1 °C
Li3	
Max	44.7 °C
Avg	44.0 °C
Min	43.7 °C
Li4	
Max	45.0 °C
Avg	44.4 °C
Min	44.0 °C
Li5	
Max	44.3 °C
Avg	44.1 °C
Min	43.7 °C
Sp1	43.7 °C

Punto 3

17 de julio de 2023

En este informe del software FLIR Thermal Studio muestra que se alcanzó una temperatura máxima de 38.9 °C en el cultivo, temperatura marcada por la línea Li3. Las temperaturas en el cultivo rondan valores cercanos al máximo registrado. La temperatura atmosférica marcada por el termómetro es de 27.6 °C. La tabla 24 muestra datos relevantes del 17 de julio de 2023, entre ellos encontramos la temperatura máxima diaria marcada por la estación M0162, la evapotranspiración del cultivo (ETo) y la precipitación (RR). Podemos notar que la temperatura del cultivo supera por 11.3 °C a la temperatura atmosférica, es decir, presenta estrés hídrico, por lo cual necesita ser regado.

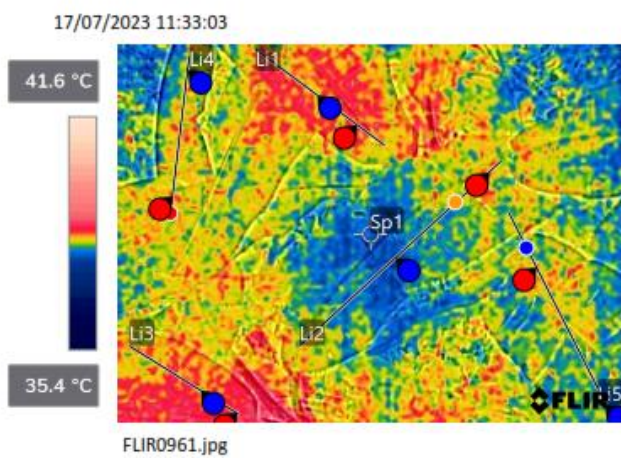
Tabla 24

Valores de temperatura máxima, evapotranspiración y precipitación

Fecha	Temperatura máxima (°C)	ETo (mm) Penman Monteith modificado por la FAO	RR (mm)
17/07/2023	30.20	2.60	2.60

Figura 21

Figura 21 Reporte realizado con FLIR Thermal Studio



Medidas

LI1	
Max	38.7 °C
Avg	38.5 °C
Min	38.2 °C
LI2	
Max	38.6 °C
Avg	38.1 °C
Min	37.7 °C
LI3	
Max	38.9 °C
Avg	38.5 °C
Min	38.2 °C
LI4	
Max	38.7 °C
Avg	38.4 °C
Min	38.1 °C
LI5	
Max	38.5 °C
Avg	38.2 °C
Min	37.9 °C
Sp1	38.0 °C

Tabla 25

Valores de temperatura atmosférica, temperatura máxima de los cultivos en cada punto y

diferencia entre la temperatura del cultivo y la temperatura atmosférica.

Fecha	Temperatura atmosférica (°C)	Temperatura del cultivo P1	Temperatura del cultivo P2	Temperatura del cultivo P3	TCP1-TA	TCP2-TA	TCP3-TA
08/06/2023	33.30	42.90	49.50	48.70	9.60	16.20	15.40
09/06/2023	32.10	42.90	46.70	46.80	10.80	14.60	14.70
10/06/2023	32.40	43.70	50.20	44.50	11.30	17.80	12.10
11/06/2023	30.90	36.10	38.00	39.50	5.20	7.10	8.60
12/06/2023	29.10	35.90	38.30	38.80	6.80	9.20	9.70
13/06/2023	31.90	44.50	43.50	36.90	12.60	11.60	5.00
14/06/2023	29.90	35.80	38.50	39.40	5.90	8.60	9.50
15/06/2023	31.80	41.60	43.00	44.90	9.80	11.20	13.10
16/06/2023	29.10	31.90	36.20	36.80	2.80	7.10	7.70
17/06/2023	32.90	44.50	46.70	50.70	11.60	13.80	17.80
18/06/2023	30.50	37.00	39.40	43.90	6.50	8.90	13.40
19/06/2023	29.90	41.60	43.40	42.60	11.70	13.50	12.70
20/06/2023	28.80	29.20	35.40	37.60	0.40	6.60	8.80
21/06/2023	27.50	34.80	36.60	37.60	7.30	9.10	10.10
22/06/2023	30.10	38.20	41.10	41.40	8.10	11.00	11.30
23/06/2023	30.20	33.60	40.00	40.80	3.40	9.80	10.60
24/06/2023	28.90	33.90	41.60	40.80	5.00	12.70	11.90
25/06/2023	29.50	31.90	38.40	41.40	2.40	8.90	11.90
26/06/2023	32.10	44.50	47.90	50.00	12.40	15.80	17.90
27/06/2023	33.10	34.30	43.80	45.20	1.20	10.70	12.10
28/06/2023	29.50	34.00	38.70	41.20	4.50	9.20	11.70
29/06/2023	26.30	32.20	37.00	38.40	5.90	10.70	12.10
30/06/2023	30.10	35.40	39.90	42.90	5.30	9.80	12.80
01/07/2023	27.60	32.50	35.30	36.30	4.90	7.70	8.70
02/07/2023	30.00	35.90	42.30	42.10	5.90	12.30	12.10
03/07/2023	30.10	47.30	46.20	43.50	17.20	16.10	13.40
04/07/2023	30.20	32.70	36.60	42.90	2.50	6.40	12.70
05/07/2023	31.10	37.40	41.60	40.70	6.30	10.50	9.60
06/07/2023	28.90	38.10	39.90	39.90	9.20	11.00	11.00
07/07/2023	24.10	29.90	34.10	35.70	5.80	10.00	11.60

08/07/2023	29.40	34.40	40.80	42.20	5.00	11.40	12.80
09/07/2023	31.50	38.00	43.90	44.40	6.50	12.40	12.90
10/07/2023	30.00	37.10	47.00	47.70	7.10	17.00	17.70
11/07/2023	29.80	27.90	35.70	39.60	-1.90	5.90	9.80
12/07/2023	30.90	38.20	40.40	43.00	7.30	9.50	12.10
13/07/2023	29.90	36.60	41.80	41.30	6.70	11.90	11.40
14/07/2023	30.00	43.00	43.40	44.80	13.00	13.40	14.80
15/07/2023	29.20	32.90	38.80	42.10	3.70	9.60	12.90
16/07/2023	31.20	40.60	46.30	45.10	9.40	15.10	13.90
17/07/2023	27.60	34.20	39.80	38.90	6.60	12.20	11.30
18/07/2023	29.90	28.20	36.30	40.10	-1.70	6.40	10.20
19/07/2023	26.80	35.50	41.40	42.90	8.70	14.60	16.10
20/07/2023	29.10	38.90	43.70	41.50	9.80	14.60	12.40
21/07/2023	28.90	37.70	43.40	44.80	8.80	14.50	15.90
22/07/2023	30.80	40.60	44.10	43.00	9.80	13.30	12.20

La tabla 26 muestra un diseño de una programación de riego por aspersión para un cultivo de plátano en los meses de junio y julio del año 2023. Para realizar la programación se adquirieron los datos respectivos de suelo, agua, planta de la zona de estudio. Se obtuvieron valores de evapotranspiración del cultivo (ETc) que van desde 1.98 mm/día hasta 4.73 mm/día. Los datos de balance hídrico (BH) varían desde los -67.14 mm/día hasta 4.73 mm/día. La reserva de agua disponible (RAD) tiene un valor de 179.29 mm. La frecuencia de riego ajustada (FRA) usada es cada 5 días. Los datos de la lámina total ajustada (LTajust) varían entre 14.95 mm hasta 33.83 mm. La intensidad de aplicación de agua (IAP) tiene un valor de 5.09 mm/hora. El tiempo de riego (TR) que se obtuvo tiene valores que van desde 2.94 horas hasta 6.65 horas.

Tabla 26

Diseño de una programación de riego para un cultivo de plátano en los meses de junio y julio del año 2023.

Programación de riego por aspersión para un cultivo de plátano en los meses de junio y julio del año 2023								
Fecha	ETo (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)	P (mm/día)	BH (mm/día)	RAD (mm)	Ln (mm)	RL
08/06/2023	3.40	1.10	3.74	18.16	-14.42	179.29	53.79	0.068
09/06/2023	3.00	1.10	3.30	21.28	-17.98	179.29	53.79	0.068
10/06/2023	3.80	1.10	4.18	0.00	4.18	179.29	53.79	0.068
11/06/2023	2.70	1.10	2.97	0.00	2.97	179.29	53.79	0.068
12/06/2023	2.20	1.10	2.42	2.32	0.10	179.29	53.79	0.068
13/06/2023	3.70	1.10	4.07	0.00	4.07	179.29	53.79	0.068
14/06/2023	2.30	1.10	2.53	0.00	2.53	179.29	53.79	0.068
15/06/2023	3.40	1.10	3.74	0.00	3.74	179.29	53.79	0.068
16/06/2023	2.60	1.10	2.86	0.00	2.86	179.29	53.79	0.068
17/06/2023	3.60	1.10	3.96	3.36	0.60	179.29	53.79	0.068
18/06/2023	3.40	1.10	3.74	0.00	3.74	179.29	53.79	0.068
19/06/2023	2.40	1.10	2.64	0.00	2.64	179.29	53.79	0.068
20/06/2023	2.60	1.10	2.86	0.00	2.86	179.29	53.79	0.068
21/06/2023	2.00	1.10	2.20	0.16	2.04	179.29	53.79	0.068
22/06/2023	4.30	1.10	4.73	0.00	4.73	179.29	53.79	0.068

23/06/2023	2.50	1.10	2.75	0.00	2.75	179.29	53.79	0.068
24/06/2023	2.60	1.10	2.86	0.00	2.86	179.29	53.79	0.068
25/06/2023	2.80	1.10	3.08	0.00	3.08	179.29	53.79	0.068
26/06/2023	4.10	1.10	4.51	16.86	-12.35	179.29	53.79	0.068
27/06/2023	3.70	1.10	4.07	0.00	4.07	179.29	53.79	0.068
28/06/2023	2.60	1.10	2.86	0.00	2.86	179.29	53.79	0.068
29/06/2023	1.80	1.10	1.98	0.24	1.74	179.29	53.79	0.068
30/06/2023	2.00	1.10	2.20	8.96	-6.76	179.29	53.79	0.068
01/07/2023	2.50	1.10	2.75	0.00	2.75	179.29	53.79	0.068
02/07/2023	2.40	1.10	2.64	0.00	2.64	179.29	53.79	0.068
03/07/2023	2.70	1.10	2.97	1.92	1.05	179.29	53.79	0.068
04/07/2023	2.30	1.10	2.53	3.04	-0.51	179.29	53.79	0.068
05/07/2023	2.90	1.10	3.19	0.00	3.19	179.29	53.79	0.068
06/07/2023	2.50	1.10	2.75	5.44	-2.69	179.29	53.79	0.068
07/07/2023	1.90	1.10	2.09	31.60	-29.51	179.29	53.79	0.068
08/07/2023	3.90	1.10	4.29	2.72	1.57	179.29	53.79	0.068
09/07/2023	2.60	1.10	2.86	0.40	2.46	179.29	53.79	0.068
10/07/2023	2.70	1.10	2.97	4.40	-1.43	179.29	53.79	0.068
11/07/2023	2.60	1.10	2.86	70.00	-67.14	179.29	53.79	0.068
12/07/2023	3.60	1.10	3.96	8.72	-4.76	179.29	53.79	0.068
13/07/2023	2.40	1.10	2.64	0.00	2.64	179.29	53.79	0.068
14/07/2023	2.40	1.10	2.64	7.52	-4.88	179.29	53.79	0.068
15/07/2023	3.30	1.10	3.63	4.16	-0.53	179.29	53.79	0.068
16/07/2023	2.90	1.10	3.19	2.24	0.95	179.29	53.79	0.068
17/07/2023	2.60	1.10	2.86	2.08	0.78	179.29	53.79	0.068
18/07/2023	2.60	1.10	2.86	0.24	2.62	179.29	53.79	0.068
19/07/2023	2.80	1.10	3.08	53.20	-50.12	179.29	53.79	0.068
20/07/2023	2.30	1.10	2.53	1.44	1.09	179.29	53.79	0.068
21/07/2023	3.60	1.10	3.96	0.32	3.64	179.29	53.79	0.068
22/07/2023	2.50	1.10	2.75	0.00	2.75	179.29	53.79	0.068

Programación de riego por aspersión para un cultivo de plátano en los meses de junio y julio del año 2023							
Fecha	LT (mm)	FR (días)	FRA (días)	LNajust (mm)	LTajust(mm)	IAP(mm/hora)	TR (horas)
08/06/2023	76.94	14.38	5				
09/06/2023	76.94	16.30	5				
10/06/2023	76.94	12.87	5				
11/06/2023	76.94	18.11	5				
12/06/2023	76.94	22.23	5	12.10	17.31	5.09	3.40

13/06/2023	76.94	13.22	5				
14/06/2023	76.94	21.26	5				
15/06/2023	76.94	14.38	5				
16/06/2023	76.94	18.81	5				
17/06/2023	76.94	13.58	5	19.80	28.33	5.09	5.57
18/06/2023	76.94	14.38	5				
19/06/2023	76.94	20.37	5				
20/06/2023	76.94	18.81	5				
21/06/2023	76.94	24.45	5				
22/06/2023	76.94	11.37	5	23.65	33.83	5.09	6.65
23/06/2023	76.94	19.56	5				
24/06/2023	76.94	18.81	5				
25/06/2023	76.94	17.46	5				
26/06/2023	76.94	11.93	5				
27/06/2023	76.94	13.22	5	20.35	29.11	5.09	5.72
28/06/2023	76.94	18.81	5				
29/06/2023	76.94	27.16	5				
30/06/2023	76.94	24.45	5				
01/07/2023	76.94	19.56	5				
02/07/2023	76.94	20.37	5	13.20	18.88	5.09	3.71
03/07/2023	76.94	18.11	5				
04/07/2023	76.94	21.26	5				
05/07/2023	76.94	16.86	5				
06/07/2023	76.94	19.56	5				
07/07/2023	76.94	25.73	5	10.45	14.95	5.09	2.94
08/07/2023	76.94	12.54	5				
09/07/2023	76.94	18.81	5				
10/07/2023	76.94	18.11	5				
11/07/2023	76.94	18.81	5				
12/07/2023	76.94	13.58	5	19.80	28.33	5.09	5.57
13/07/2023	76.94	20.37	5				
14/07/2023	76.94	20.37	5				
15/07/2023	76.94	14.82	5				
16/07/2023	76.94	16.86	5				
17/07/2023	76.94	18.81	5	14.30	20.46	5.09	4.02
18/07/2023	76.94	18.81	5				
19/07/2023	76.94	17.46	5				
20/07/2023	76.94	21.26	5				
21/07/2023	76.94	13.58	5				
22/07/2023	76.94	19.56	5	13.75	19.67	5.09	3.87

Discusión

Los resultados de esta investigación, deja ver claramente el mal estado en el que se encuentra el cultivo de plátano, a la hora del análisis de las imágenes termográficas, podemos notar que, en los 45 días de estudio, los puntos 2 y 3 de la zona de estudio muestran un estrés hídrico del cultivo en el total de los días y en el punto 1 el cultivo muestra estrés 36 días. Hablando en términos de porcentaje nos da como resultado que el cultivo presenta un 100% de los días estrés hídrico en los puntos 2 y 3, y un 80% en el punto 1. Valores que coinciden con Chaves & Gutiérrez (2017), los cuales nos detallan que el estrés hídrico por temperatura, es un problema que afecta a la gran mayoría de los cultivos, causando daños irreversibles en la planta, sobretodo provoca un mayor daño cuando esta se expone a temperaturas superiores a los 50 °C, resultando en un daño grave a nivel celular en cuestión de minutos.

El análisis de las imágenes termográficas presentado, muestra la temperatura de las hojas del cultivo, y al hacer una comparación versus la temperatura ambiental, podemos notar que la temperatura del cultivo es superior a la temperatura atmosférica por más de 4 °C en la mayoría de los días, por lo tanto, el cultivo se encuentra en estrés hídrico debido a la falta de agua. Dichas anotaciones concuerdan con Leinonen & Jones (2004), el cual plantea que, si la temperatura del dosel es superior 4 °C, la transpiración de la hoja se ve afectada y esta se encuentra en un estrés hídrico alto.

El cultivo de plátano que se investigó se encuentra en un alto estrés hídrico, debido a una mala programación de riego, no se tomaron en cuenta factores fundamentales en el estudio, como lo es la temperatura ambiente, la del cultivo, las capacidades físicas del suelo o el agua utilizada en el riego, para realizar de esta manera una óptima programación. Lo antes estipulado coincide

con Otero et al. (2017), el cual nos dice que la programación de riego es lo más importante a la hora de planificar la siembra de cualquier tipo de cultivo, se tiene que identificar el momento y la cantidad de agua que vamos a depositar en el suelo para que sea absorbida por la planta de la manera más óptima y eficiente posible, para que esta se pueda desarrollar con total normalidad. Además, es importante tener en cuenta que cada programación es distinta, y varía según la zona en la que nos encontremos, el tipo de cultivo y demás parámetros como la calidad del agua, temperatura de la zona, entre otros factores a tomar en cuenta.

Lo último estipulado coincide con Ojeda et al. (2006), que nos indica que los cálculos de riego de los cultivos deben ser adaptados a las condiciones climáticas locales, debido a que los requisitos varían en términos de tiempo y ubicación, y deben ser calculados de manera localizada tomando en cuenta todos los parámetros respectivos que afecten al cultivo.

Conclusiones

La evaluación térmica diaria del cultivo, considerando tanto el clima de la zona, como la temperatura máxima al medio día, es un factor muy importante para que las plantas puedan desarrollarse de manera saludable. La temperatura muy elevada de la misma, puede tener consecuencias graves, llegando a causar incluso la muerte de la planta. Es importante tomar en cuenta estos factores, para poder gestionar de buena manera un riego adecuado.

El uso de una cámara termográfica es de gran ayuda e importancia para analizar la manera en la que se comporta el cultivo térmicamente. Al comparar la temperatura ambiente con la temperatura del cultivo, podemos determinar si la planta se encuentra en estrés hídrico o si está saludable, y obtener un diagnóstico claro en el que se encuentra. Al ser un método usado en tiempo real, podemos tener una idea rápida y clara sobre el estado en el que se encuentra el cultivo.

La programación de riego es parte esencial a la hora de cultivar, nos va a permitir que nuestra planta se desarrolle con normalidad y tenga una producción óptima. Al considerar el estrés hídrico a la hora de programar el riego, nos ayuda a optimizar y ser eficientes con el uso del agua, y que este recurso preciado no sea desperdiciado.

Bibliografía

- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., de la Cruz, F., & Sangerman, D. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1603-1617. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000701603&script=sci_abstract&tlng=pt
- Chaves, N., & Gutiérrez, M. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *Agronomía mesoamericana: órgano divulgativo del PCCMCA, Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales*, 28(1), 255. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21904>
- Chávez, L. (1999). Requerimientos hídricos de cultivos bajo sistemas de fertirrigación. *Terra Latinoamericana*, 17, 237–245. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317308.pdf>
- CONGOPE. (2016). *Hablemos de riego*. El Telégrafo EP. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- de Pelekais, C. (2000). Métodos cuantitativos y cualitativos: diferencias y tendencias. *Telos: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 2(2), 347–352. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/997>

- Flores, S., & Hongn, M. (2012). Termografía infrarroja en la edificación: aplicaciones cualitativas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA*, 16, 25–32. <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/2260>
- Flórez, N., Zution, I., Calvacante, D., Agnellos, A., Ponciano, F., Ribeiro, M., & Eiji, E. (2013). Eficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersión. *Agrociencia (1996)*, 47(2), 107–119. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000200001
- GOBIERNO DE CHILE. (2017). *Cómo determinar; cuánto y cuándo regar*. Uchile.cl. http://www.gea.uchile.cl/archivos/Como_determinar_cuando_y_cuanto_regar_Co_nadi.pdf
- González, J., Blanco, V., Blaya, P., Domingo, R., Soto, F., & Torres, R. (2021). Estimación del nivel de estrés hídrico en frutales mediante técnicas machine learning para aplicación en sistemas de riego inteligentes. En *XLII Jornadas de automática: libro de actas* (pp. 477–484). Servizo de Publicacións da UDC. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043.477>
- GOOGLE EARTH. (2023). *Ubicación geográfica del Sitio La Estrella, Cantón Chone*. [Imagen Satelital]. <https://earth.google.com/web/search/sitio+la+estrella+chone/@-0.64139601,-80.03919225,30.52239306a,936.50517953d,35y,1.01520352h,0.06981959t,-0r/data=CigiJgokCXQ6OaYXWkJAEWLKVtFDIVDAGX3JweZB6EPAIZAm8qCNp13A>

- Herrera, N. (2021). *Efectos de láminas de riego en el rendimiento del pasto buffer (Cenchrus ciliaris L.) en río verde, provincia de Santa Elena* [Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6371/1/UPSE-TIA-2021-0093.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2015). *Red de Estaciones Automáticas*. <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2023). *Publicaciones meteorológicas*. <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- Jarén, C., Salvatierra, B., & López, M. (2021). *Aplicación de la termografía sobre dron a la evaluación de la eficiencia del riego por aspersión* [Universidad Politecnica de Cartagena]. <https://doi.org/10.31428/10317/10103>
- Leinonen, I., & Jones, H. (2004). Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, 55(401), 1423–1431. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh146>
- 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. *Agricultura técnica en México*, 35(1), 97–111.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000100010
- Luna, W., Estrada, H., Jiménez, J., & Pinzón, L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas

caducifolias. *Terra Latinoamericana: órgano científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.*, 30(4), 343–353.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792012000400343&script=sci_arttext

Miquel, E. (2020). *Cámaras termográficas (IR térmico)* [Universidad de La Laguna].

<https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21422?show=full>

Ojeda, W., Sifuentes, E., & Unland, H. (2006). *Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México*. <http://187.174.234.55/handle/20.500.12013/1736>

Otero, A., Montoya, F., & Garcia, C. (2017). *Programación del riego*.

https://www.lareferencia.info/vufind/Record/UY_d883400eec2b38472db5b6faf97fcd26

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].

(1978). *Effective rainfall in irrigated agriculture*.

<https://www.fao.org/3/X5560E/X5560E00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].

(2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.

<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].

(2002). *Agua y Cultivos*. <https://www.fao.org/3/Y3918S/y3918s00.htm>

Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala.

<https://doi.org/10.7476/9789978104927>

Vargas, J., Quintero, G., & Acuña, J. (2020). Termografía infrarroja para el manejo hídrico del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) bajo cubierta. *Temas agrarios*, 25(1), 35–47.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7918032>

Villar, H., Ramos, L., & Alminagorta, O. (2021). Evaluación del estrés hídrico del cultivo de arroz (IR 71706) a través del uso de termografía calibrada del área del dosel en Lima, Perú. *Idesia*, 39(4), 59–70. [https://doi.org/10.4067/s0718-](https://doi.org/10.4067/s0718-34292021000400059)

[34292021000400059](https://doi.org/10.4067/s0718-34292021000400059)

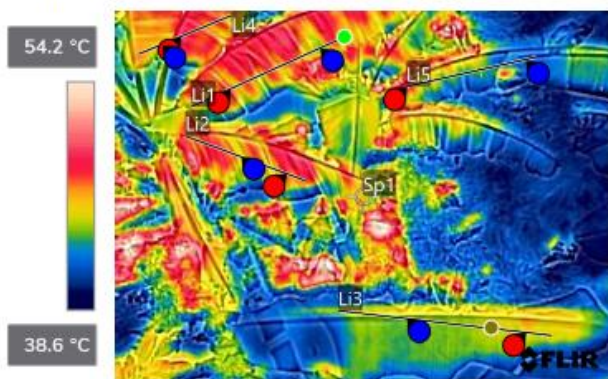
Anexos

Anexo 1

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio.



08/06/2023 11:26:01



FLIR0021.jpg



905030118

Medidas

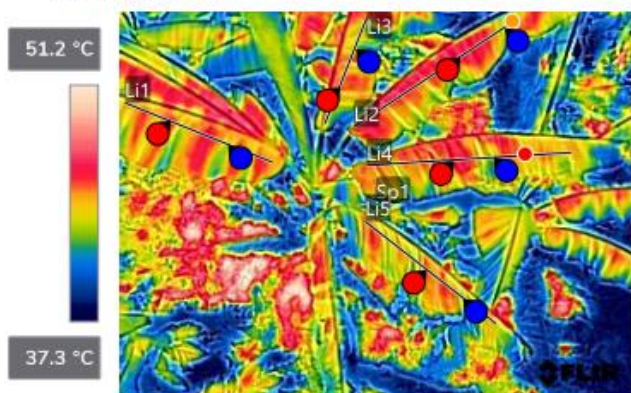
LI1	
Max	48.3 °C
Avg	46.6 °C
Min	43.8 °C
LI2	
Max	48.3 °C
Avg	47.1 °C
Min	45.2 °C
LI3	
Max	45.8 °C
Avg	44.7 °C
Min	44.0 °C
LI4	
Max	49.5 °C
Avg	47.1 °C
Min	44.7 °C
LI5	
Max	48.1 °C
Avg	43.8 °C
Min	41.6 °C
Sp1	45.6 °C

Anexo 2

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio.



09/06/2023 11:35:46



FLIR0041.jpg



905030118

Medidas

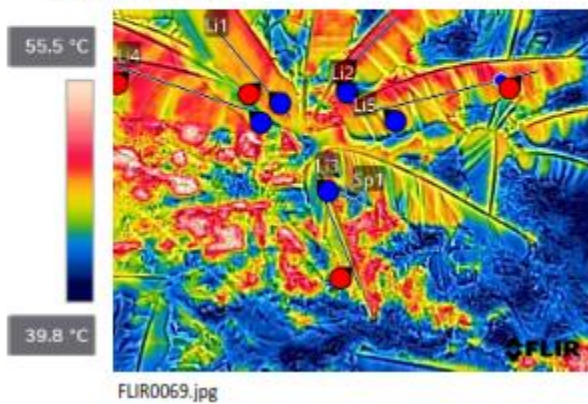
LI1	
Max	46.2 °C
Avg	44.9 °C
Min	43.2 °C
LI2	
Max	46.7 °C
Avg	45.5 °C
Min	42.8 °C
LI3	
Max	45.5 °C
Avg	44.2 °C
Min	42.4 °C
LI4	
Max	46.3 °C
Avg	44.9 °C
Min	42.6 °C
LI5	
Max	45.3 °C
Avg	44.1 °C
Min	42.3 °C
Sp1	41.4 °C

Anexo 3

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio.



10/06/2023 12:20:51



Medidas

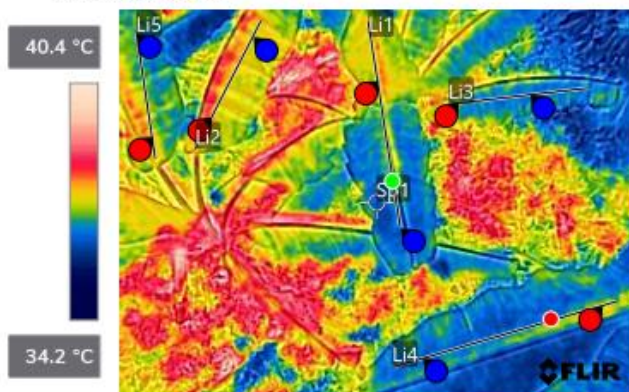
Li1	
Max	49.3 °C
Avg	48.5 °C
Min	47.9 °C
Li2	
Max	50.2 °C
Avg	49.4 °C
Min	47.3 °C
Li3	
Max	48.8 °C
Avg	46.4 °C
Min	44.7 °C
Li4	
Max	50.2 °C
Avg	48.8 °C
Min	44.9 °C
Li5	
Max	49.5 °C
Avg	48.0 °C
Min	45.5 °C
Sp1	44.3 °C

Anexo 4

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



11/06/2023 11:42:57



FLIR0091.jpg



905030118

Medidas

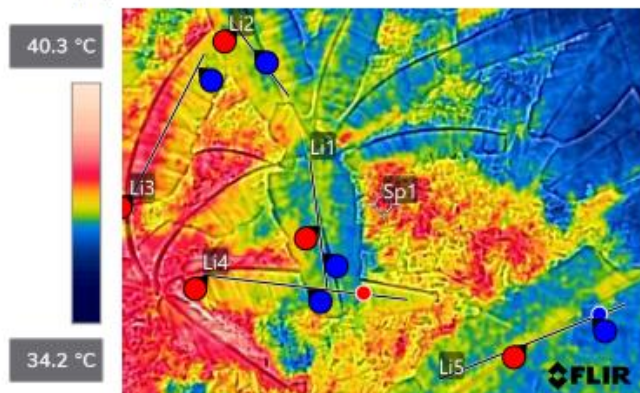
Li1	
Max	37.6 °C
Avg	37.1 °C
Min	36.3 °C
Li2	
Max	38.0 °C
Avg	37.5 °C
Min	37.1 °C
Li3	
Max	37.0 °C
Avg	36.6 °C
Min	36.3 °C
Li4	
Max	37.4 °C
Avg	36.7 °C
Min	36.2 °C
Li5	
Max	37.7 °C
Avg	37.1 °C
Min	36.7 °C
Sp1	36.2 °C

Anexo 5

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



12/06/2023 12:17:27



FLIR0109.jpg



905030118

Medidas

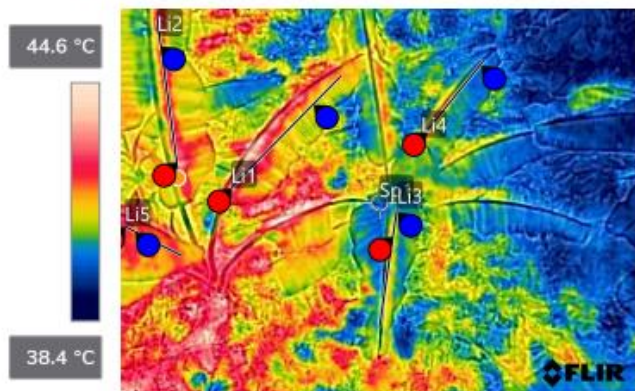
LI1	
Max	37.0 °C
Avg	36.8 °C
Min	36.5 °C
LI2	
Max	37.2 °C
Avg	37.0 °C
Min	36.8 °C
LI3	
Max	38.3 °C
Avg	37.7 °C
Min	37.0 °C
LI4	
Max	37.7 °C
Avg	37.1 °C
Min	36.7 °C
LI5	
Max	37.3 °C
Avg	36.9 °C
Min	36.2 °C
Sp1	37.9 °C

Anexo 6

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



13/06/2023 12:23:25



FLIR0151.jpg



905030118

Medidas

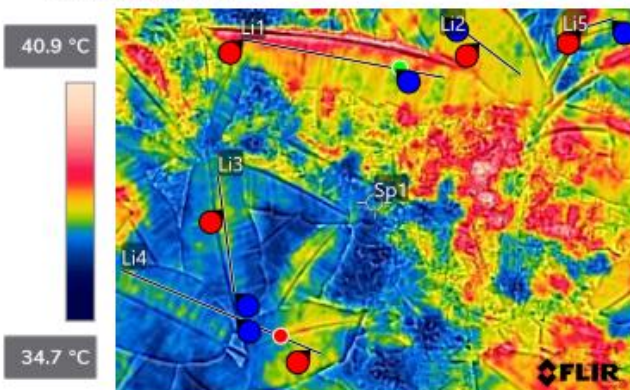
L1	
Max	43.5 °C
Avg	41.9 °C
Min	41.0 °C
L2	
Max	43.0 °C
Avg	42.4 °C
Min	41.7 °C
L3	
Max	41.4 °C
Avg	40.9 °C
Min	40.2 °C
L4	
Max	42.0 °C
Avg	40.8 °C
Min	39.9 °C
L5	
Max	42.2 °C
Avg	42.0 °C
Min	41.8 °C
Sp1	40.2 °C

Anexo 7

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



14/06/2023 11:46:27



FLIR0163.jpg



905030118

Medidas

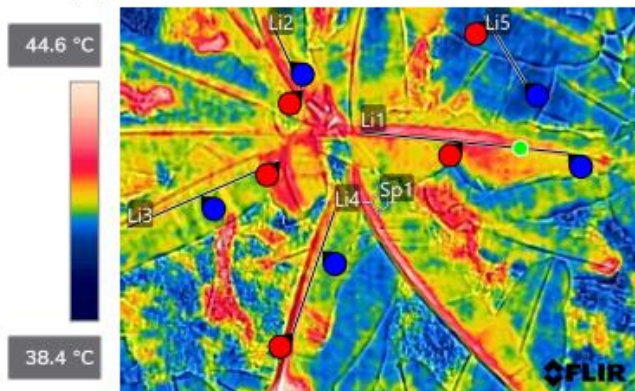
LI1	
Max	38.5 °C
Avg	38.0 °C
Min	37.4 °C
LI2	
Max	37.9 °C
Avg	37.6 °C
Min	37.2 °C
LI3	
Max	37.5 °C
Avg	37.2 °C
Min	36.7 °C
LI4	
Max	37.8 °C
Avg	37.0 °C
Min	36.6 °C
LI5	
Max	38.4 °C
Avg	37.8 °C
Min	37.3 °C
Sp1	36.9 °C

Anexo 8

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



15/06/2023 12:06:47



FLIR0195.jpg



905030118

Medidas

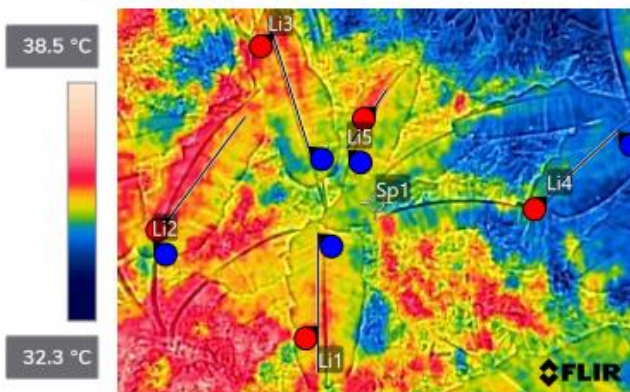
Li1	
Max	43.0 °C
Avg	42.2 °C
Min	41.5 °C
Li2	
Max	42.4 °C
Avg	41.7 °C
Min	41.4 °C
Li3	
Max	42.4 °C
Avg	41.6 °C
Min	41.2 °C
Li4	
Max	43.0 °C
Avg	41.8 °C
Min	41.3 °C
Li5	
Max	40.9 °C
Avg	40.7 °C
Min	40.5 °C
Sp1	41.3 °C

Anexo 9

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



16/06/2023 11:28:48



FLIR0211.jpg



905030118

Medidas

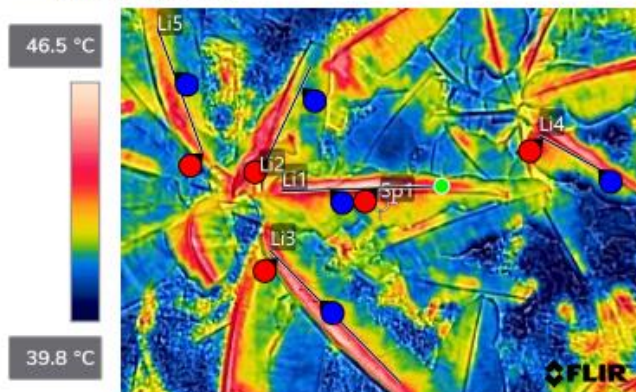
Li1	
Max	35.9 °C
Avg	35.6 °C
Min	35.3 °C
Li2	
Max	36.2 °C
Avg	35.7 °C
Min	35.3 °C
Li3	
Max	36.0 °C
Avg	35.5 °C
Min	35.1 °C
Li4	
Max	34.8 °C
Avg	34.5 °C
Min	34.3 °C
Li5	
Max	35.7 °C
Avg	35.6 °C
Min	35.3 °C
Sp1	34.8 °C

Anexo 10

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



17/06/2023 11:46:45



FLIR0239.jpg



905030118

Medidas

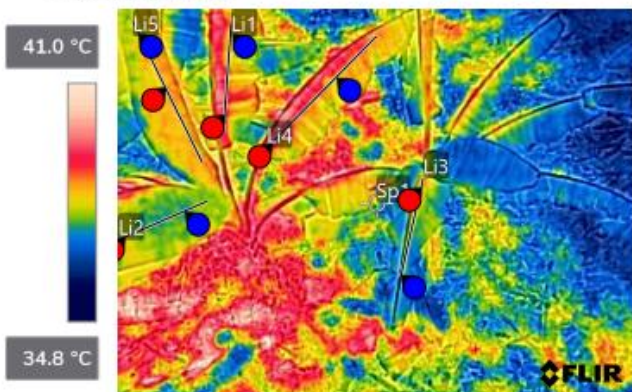
LI1	
Max	46.7 °C
Avg	44.9 °C
Min	43.8 °C
LI2	
Max	43.5 °C
Avg	42.4 °C
Min	41.4 °C
LI3	
Max	45.0 °C
Avg	43.5 °C
Min	42.8 °C
LI4	
Max	43.9 °C
Avg	43.2 °C
Min	42.6 °C
LI5	
Max	43.3 °C
Avg	42.6 °C
Min	41.9 °C
Sp1	43.2 °C

Anexo 11

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



18/06/2023 11:55:49



FLIR0257.jpg



905030118

Medidas

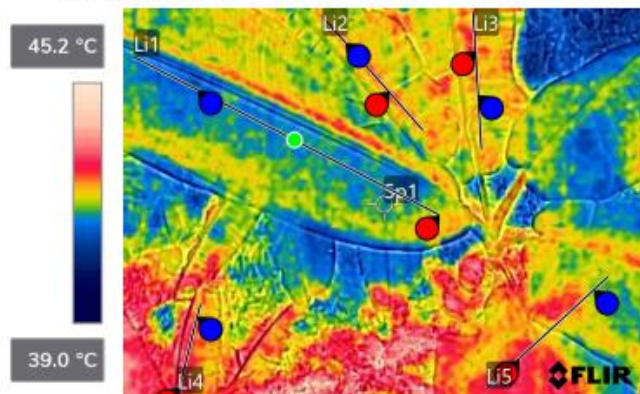
Li1	
Max	39.4 °C
Avg	38.7 °C
Min	38.0 °C
Li2	
Max	38.0 °C
Avg	37.5 °C
Min	37.1 °C
Li3	
Max	38.4 °C
Avg	37.8 °C
Min	37.2 °C
Li4	
Max	39.3 °C
Avg	38.6 °C
Min	38.1 °C
Li5	
Max	38.6 °C
Avg	38.2 °C
Min	37.7 °C
Sp1	37.6 °C

Anexo 12

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



19/06/2023 11:51:37



FLIR0315.jpg



905030118

Medidas

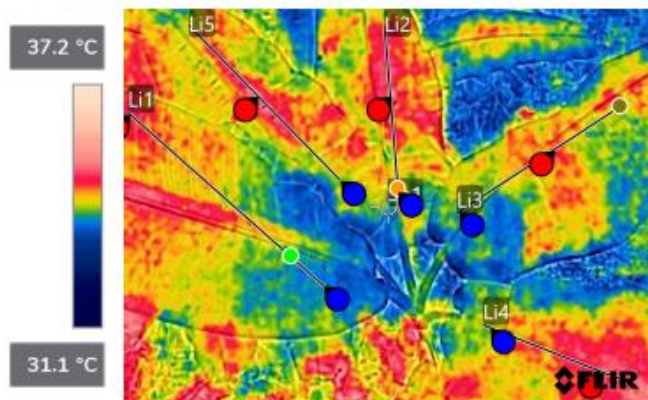
Li1	
Max	42.4 °C
Avg	41.7 °C
Min	41.2 °C
Li2	
Max	43.0 °C
Avg	42.7 °C
Min	42.4 °C
Li3	
Max	43.0 °C
Avg	42.5 °C
Min	42.2 °C
Li4	
Max	43.4 °C
Avg	43.0 °C
Min	42.6 °C
Li5	
Max	43.3 °C
Avg	42.6 °C
Min	41.8 °C
Sp1	41.7 °C

Anexo 13

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



20/06/2023 11:57:59



FLIR0339.jpg



905030118

Medidas

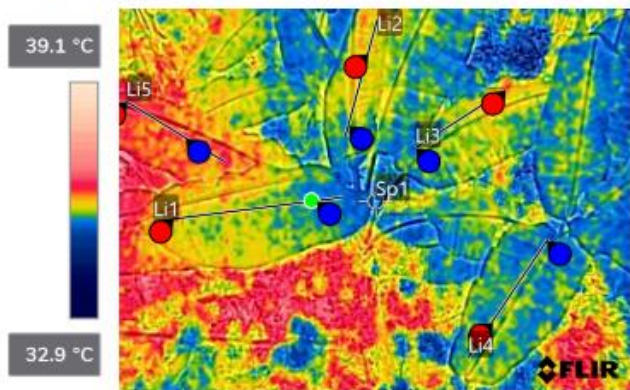
LI1	
Max	35.0 °C
Avg	34.3 °C
Min	33.6 °C
LI2	
Max	35.3 °C
Avg	34.7 °C
Min	34.1 °C
LI3	
Max	34.8 °C
Avg	34.3 °C
Min	33.8 °C
LI4	
Max	35.2 °C
Avg	34.7 °C
Min	34.0 °C
LI5	
Max	35.4 °C
Avg	34.7 °C
Min	34.1 °C
Sp1	33.8 °C

Anexo 14

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



21/06/2023 12:32:14



FLIR0363.jpg



905030118

Medidas

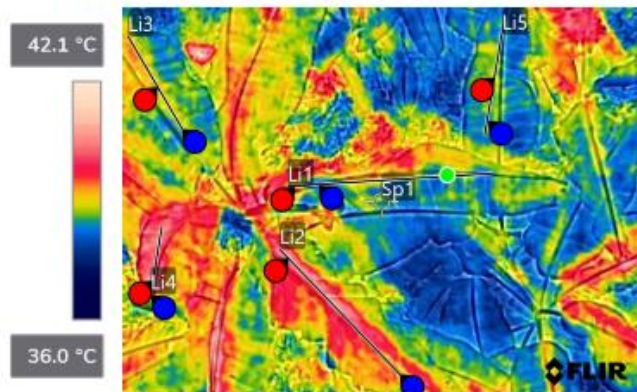
LI1	
Max	36.1 °C
Avg	35.7 °C
Min	35.3 °C
LI2	
Max	36.0 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.5 °C
LI3	
Max	36.2 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.4 °C
LI4	
Max	35.9 °C
Avg	35.6 °C
Min	35.4 °C
LI5	
Max	36.6 °C
Avg	36.3 °C
Min	36.0 °C
Sp1	35.4 °C

Anexo 15

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



22/06/2023 11:11:41



FLIR0387.jpg



905030118

Medidas

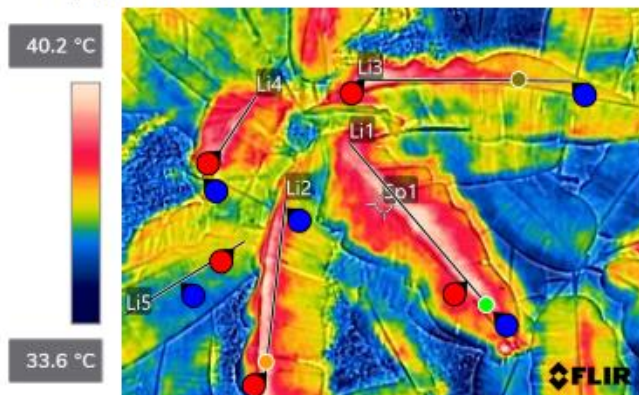
Li1	
Max	39.4 °C
Avg	38.7 °C
Min	38.0 °C
Li2	
Max	40.8 °C
Avg	40.1 °C
Min	39.1 °C
Li3	
Max	39.4 °C
Avg	39.1 °C
Min	38.7 °C
Li4	
Max	41.1 °C
Avg	40.4 °C
Min	39.3 °C
Li5	
Max	39.0 °C
Avg	38.7 °C
Min	38.3 °C
Sp1	38.6 °C

Anexo 16

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



23/06/2023 11:06:17



FLIR0409.jpg



905030118

Medidas

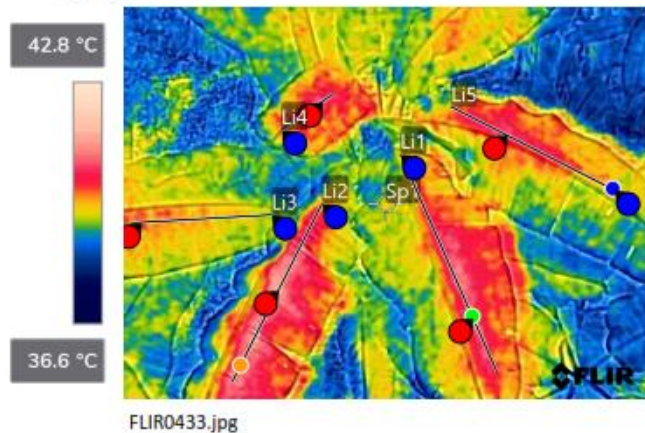
LI1	
Max	40.0 °C
Avg	39.4 °C
Min	38.3 °C
LI2	
Max	39.7 °C
Avg	38.4 °C
Min	37.5 °C
LI3	
Max	40.0 °C
Avg	38.0 °C
Min	37.0 °C
LI4	
Max	39.1 °C
Avg	38.4 °C
Min	37.0 °C
LI5	
Max	37.0 °C
Avg	36.4 °C
Min	36.0 °C
Sp1	38.8 °C

Anexo 17

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



24/06/2023 11:35:05



905030118

Medidas

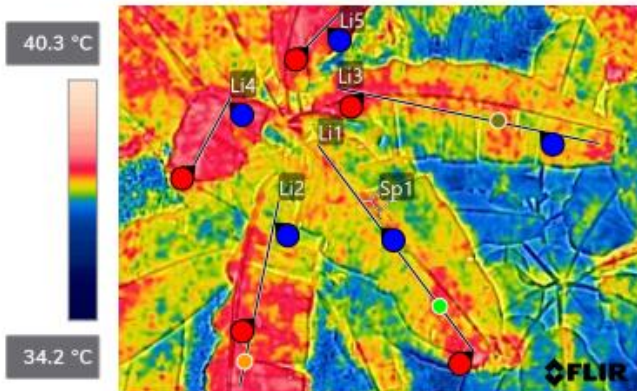
LI1	
Max	41.1 °C
Avg	40.4 °C
Min	39.5 °C
LI2	
Max	41.6 °C
Avg	40.9 °C
Min	39.8 °C
LI3	
Max	40.1 °C
Avg	39.7 °C
Min	39.2 °C
LI4	
Max	40.8 °C
Avg	40.4 °C
Min	39.9 °C
LI5	
Max	40.7 °C
Avg	40.2 °C
Min	39.6 °C
Sp1	39.5 °C

Anexo 18

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



25/06/2023 11:05:54



FLIR0459.jpg



905030118

Medidas

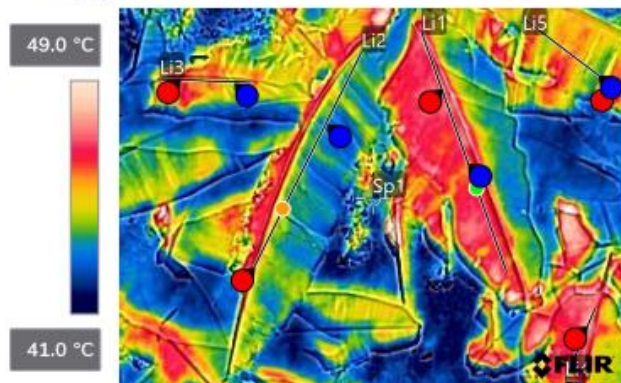
LI1	
Max	38.3 °C
Avg	37.8 °C
Min	37.4 °C
LI2	
Max	38.4 °C
Avg	37.9 °C
Min	37.4 °C
LI3	
Max	38.4 °C
Avg	37.8 °C
Min	37.4 °C
LI4	
Max	38.4 °C
Avg	38.3 °C
Min	38.1 °C
LI5	
Max	38.3 °C
Avg	38.1 °C
Min	38.0 °C
Sp1	37.7 °C

Anexo 19

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



26/06/2023 12:02:02



FLIR0487.jpg



905030118

Medidas

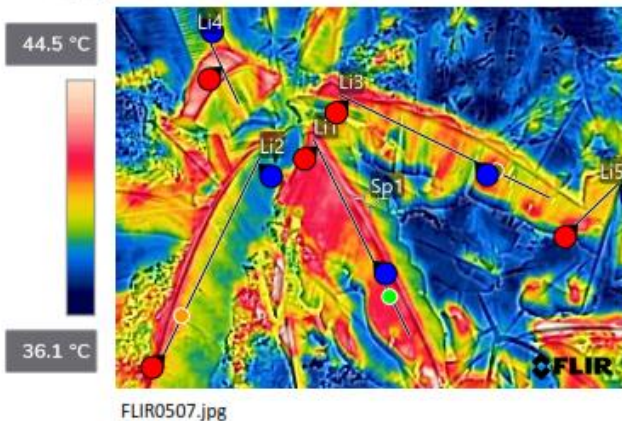
LI1	
Max	47.5 °C
Avg	46.7 °C
Min	45.8 °C
LI2	
Max	46.1 °C
Avg	44.0 °C
Min	43.1 °C
LI3	
Max	46.2 °C
Avg	45.6 °C
Min	44.3 °C
LI4	
Max	47.9 °C
Avg	47.0 °C
Min	45.8 °C
LI5	
Max	46.6 °C
Avg	45.2 °C
Min	43.7 °C
Sp1	43.4 °C

Anexo 20

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



27/06/2023 11:43:36



905030118

Medidas

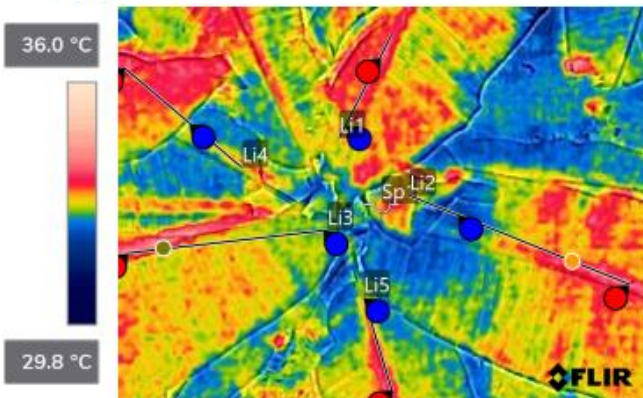
Li1	
Max	42.6 °C
Avg	41.8 °C
Min	40.5 °C
Li2	
Max	40.8 °C
Avg	39.6 °C
Min	38.5 °C
Li3	
Max	41.8 °C
Avg	40.5 °C
Min	39.0 °C
Li4	
Max	43.8 °C
Avg	40.5 °C
Min	38.6 °C
Li5	
Max	42.3 °C
Avg	40.6 °C
Min	39.7 °C
Sp1	39.8 °C

Anexo 21

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



28/06/2023 12:01:35



FLIR0519.jpg



905030118

Medidas

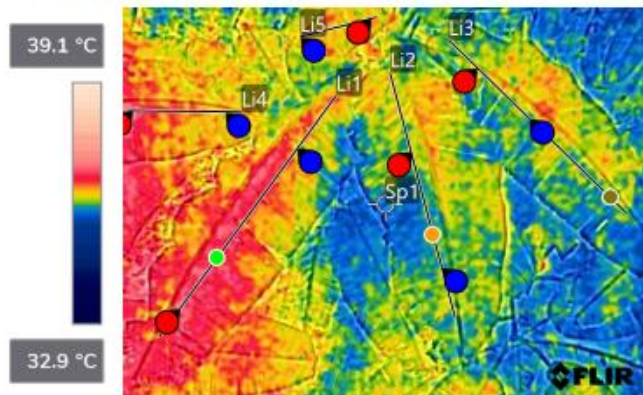
LI1	
Max	33.8 °C
Avg	33.4 °C
Min	32.9 °C
LI2	
Max	34.0 °C
Avg	33.0 °C
Min	31.9 °C
LI3	
Max	34.0 °C
Avg	33.0 °C
Min	32.5 °C
LI4	
Max	33.7 °C
Avg	33.1 °C
Min	32.5 °C
LI5	
Max	33.7 °C
Avg	33.3 °C
Min	32.8 °C
Sp1	33.2 °C

Anexo 22

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



29/06/2023 11:38:30



FLIR0549.jpg



905030118

Medidas

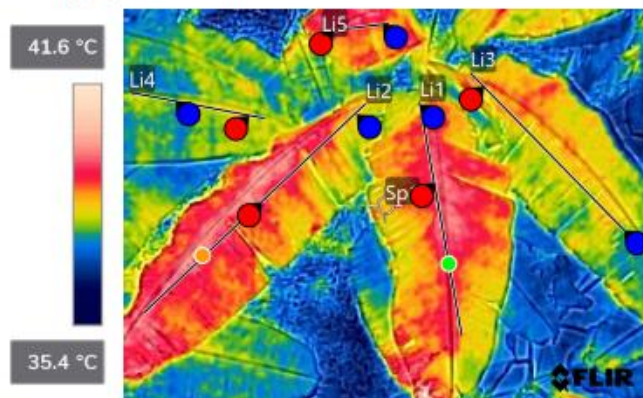
LI1	
Max	37.0 °C
Avg	36.6 °C
Min	36.0 °C
LI2	
Max	36.4 °C
Avg	36.1 °C
Min	35.8 °C
LI3	
Max	36.4 °C
Avg	36.1 °C
Min	35.8 °C
LI4	
Max	37.0 °C
Avg	36.5 °C
Min	36.2 °C
LI5	
Max	36.5 °C
Avg	36.3 °C
Min	36.1 °C
Sp1	35.8 °C

Anexo 23

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



30/06/2023 11:35:40



FLIR0577.jpg



905030118

Medidas

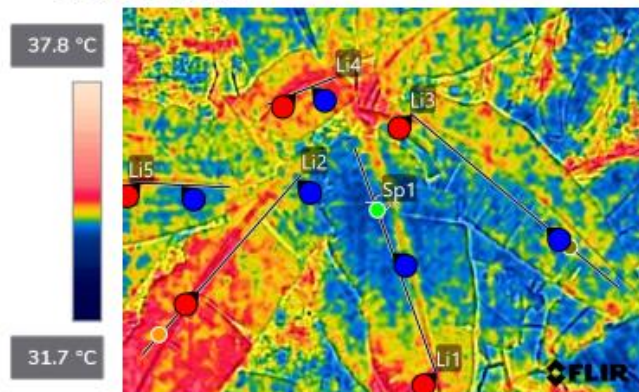
LI1	
Max	39.9 °C
Avg	39.2 °C
Min	38.3 °C
LI2	
Max	39.8 °C
Avg	39.2 °C
Min	38.3 °C
LI3	
Max	38.9 °C
Avg	38.4 °C
Min	37.8 °C
LI4	
Max	38.4 °C
Avg	38.1 °C
Min	37.7 °C
LI5	
Max	39.6 °C
Avg	39.2 °C
Min	38.7 °C
Sp1	38.5 °C

Anexo 24

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



01/07/2023 12:08:41



FLIR0601.jpg



905030118

Medidas

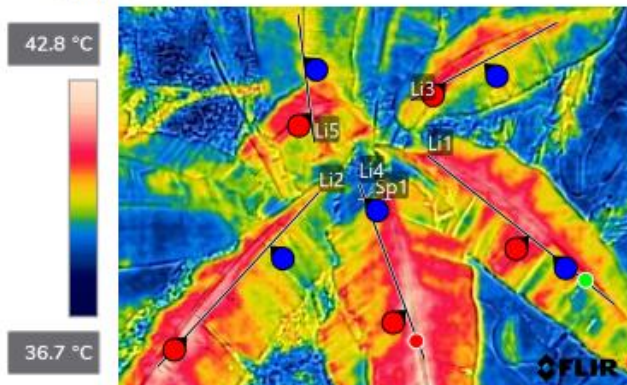
Li1	
Max	34.9 °C
Avg	34.3 °C
Min	33.9 °C
Li2	
Max	35.3 °C
Avg	34.7 °C
Min	34.2 °C
Li3	
Max	34.8 °C
Avg	34.3 °C
Min	33.9 °C
Li4	
Max	34.9 °C
Avg	34.7 °C
Min	34.5 °C
Li5	
Max	34.9 °C
Avg	34.4 °C
Min	34.1 °C
Sp1	34.1 °C

Anexo 25

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



02/07/2023 11:59:38



FLIR0617.jpg



905030118

Medidas

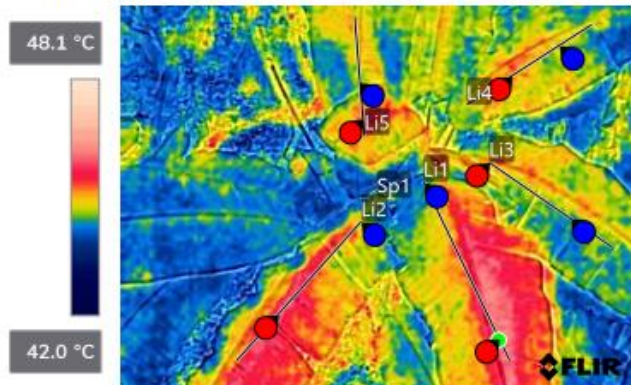
Li1	
Max	41.4 °C
Avg	40.6 °C
Min	39.5 °C
Li2	
Max	42.0 °C
Avg	40.7 °C
Min	39.6 °C
Li3	
Max	40.8 °C
Avg	40.3 °C
Min	39.6 °C
Li4	
Max	42.3 °C
Avg	40.8 °C
Min	38.4 °C
Li5	
Max	41.5 °C
Avg	40.1 °C
Min	39.4 °C
Sp1	39.8 °C

Anexo 26

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



03/07/2023 12:24:05



FLIR0649.jpg



905030118

Medidas

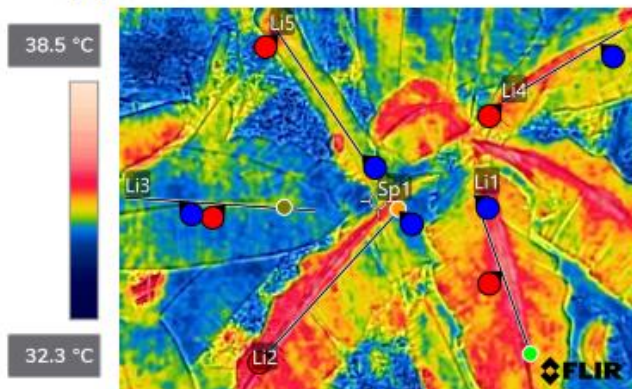
LI1	
Max	46.2 °C
Avg	45.5 °C
Min	44.3 °C
LI2	
Max	46.1 °C
Avg	45.5 °C
Min	44.7 °C
LI3	
Max	45.1 °C
Avg	44.7 °C
Min	44.2 °C
LI4	
Max	45.3 °C
Avg	44.9 °C
Min	44.5 °C
LI5	
Max	45.5 °C
Avg	45.0 °C
Min	44.6 °C
Sp1	44.7 °C

Anexo 27

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



04/07/2023 11:38:17



FLIR0673.jpg



905030118

Medidas

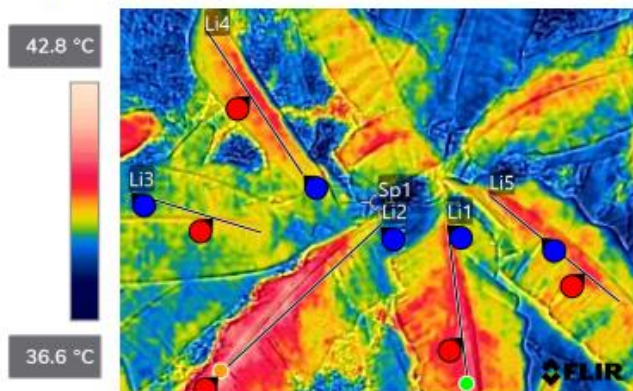
Li1	
Max	36.6 °C
Avg	36.0 °C
Min	35.4 °C
Li2	
Max	36.4 °C
Avg	35.5 °C
Min	34.5 °C
Li3	
Max	35.0 °C
Avg	34.8 °C
Min	34.4 °C
Li4	
Max	35.7 °C
Avg	35.5 °C
Min	35.1 °C
Li5	
Max	35.7 °C
Avg	35.2 °C
Min	34.9 °C
Sp1	35.0 °C

Anexo 28

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



05/07/2023 11:14:28



FLIR0691.jpg



905030118

Medidas

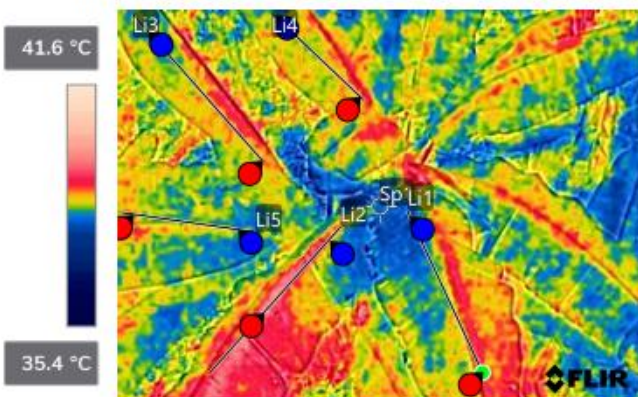
LI1	
Max	40.9 °C
Avg	40.4 °C
Min	39.5 °C
LI2	
Max	41.6 °C
Avg	40.2 °C
Min	38.7 °C
LI3	
Max	39.6 °C
Avg	39.2 °C
Min	38.5 °C
LI4	
Max	40.3 °C
Avg	39.8 °C
Min	39.3 °C
LI5	
Max	40.2 °C
Avg	39.8 °C
Min	39.4 °C
Sp1	38.3 °C

Anexo 29

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



06/07/2023 12:08:06



FLIR0717.jpg



905030118

Medidas

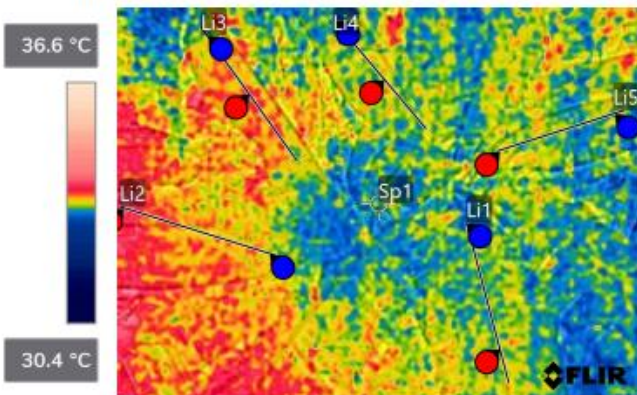
Li1	
Max	39.3 °C
Avg	38.5 °C
Min	37.8 °C
Li2	
Max	39.9 °C
Avg	39.3 °C
Min	38.6 °C
Li3	
Max	39.0 °C
Avg	38.6 °C
Min	38.2 °C
Li4	
Max	38.9 °C
Avg	38.6 °C
Min	38.3 °C
Li5	
Max	39.0 °C
Avg	38.5 °C
Min	38.2 °C
Sp1	38.1 °C

Anexo 30

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



07/07/2023 11:40:55



FLIR0739.jpg



905030118

Medidas

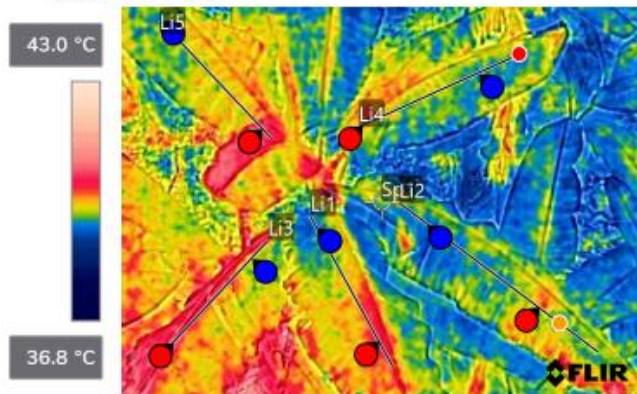
LI1	
Max	33.6 °C
Avg	33.4 °C
Min	33.2 °C
LI2	
Max	34.1 °C
Avg	33.7 °C
Min	33.4 °C
LI3	
Max	34.0 °C
Avg	33.6 °C
Min	33.3 °C
LI4	
Max	33.7 °C
Avg	33.4 °C
Min	33.2 °C
LI5	
Max	33.6 °C
Avg	33.4 °C
Min	33.2 °C
Sp1	33.4 °C

Anexo 31

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



08/07/2023 12:03:28



FLIR0763.jpg



905030118

Medidas

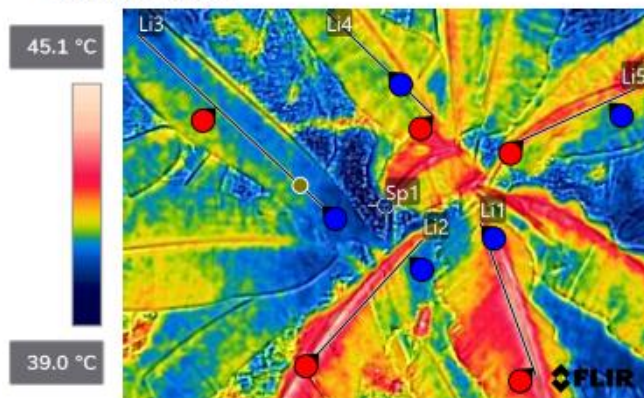
LI1	
Max	40.5 °C
Avg	39.9 °C
Min	39.2 °C
LI2	
Max	39.9 °C
Avg	39.5 °C
Min	39.1 °C
LI3	
Max	40.7 °C
Avg	40.2 °C
Min	39.6 °C
LI4	
Max	40.1 °C
Avg	39.6 °C
Min	39.2 °C
LI5	
Max	40.8 °C
Avg	39.8 °C
Min	39.4 °C
Sp1	39.6 °C

Anexo 32

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



09/07/2023 11:08:00



FLIR0783.jpg



905030118

Medidas

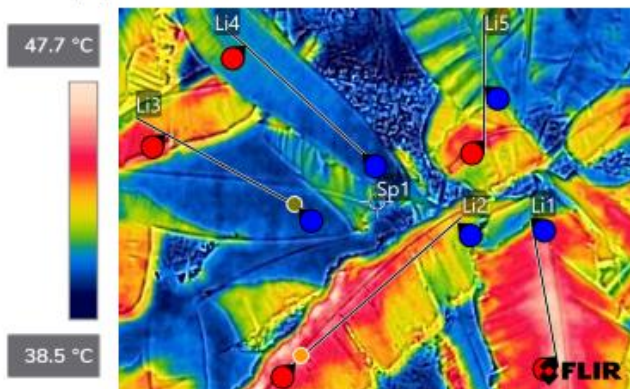
LI1	
Max	43.9 °C
Avg	43.2 °C
Min	41.9 °C
LI2	
Max	43.9 °C
Avg	42.5 °C
Min	41.3 °C
LI3	
Max	41.5 °C
Avg	41.1 °C
Min	40.6 °C
LI4	
Max	42.3 °C
Avg	41.6 °C
Min	41.1 °C
LI5	
Max	42.5 °C
Avg	42.0 °C
Min	41.5 °C
Sp1	40.4 °C

Anexo 33

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



10/07/2023 11:26:57



FLIR0803.jpg



905030118

Medidas

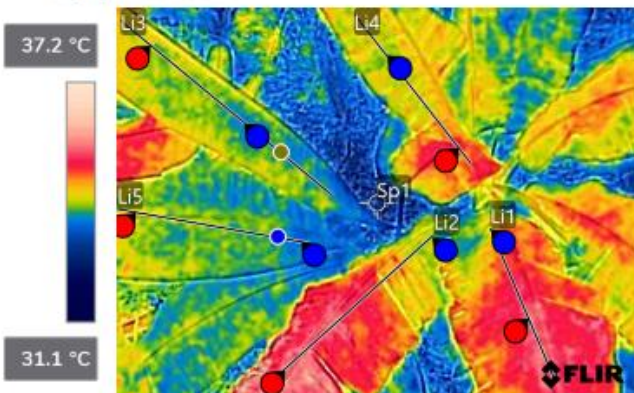
LI1	
Max	47.0 °C
Avg	45.8 °C
Min	41.5 °C
LI2	
Max	45.8 °C
Avg	44.4 °C
Min	42.8 °C
LI3	
Max	44.3 °C
Avg	41.4 °C
Min	40.0 °C
LI4	
Max	41.4 °C
Avg	40.8 °C
Min	40.0 °C
LI5	
Max	45.2 °C
Avg	42.3 °C
Min	41.2 °C
Sp1	41.1 °C

Anexo 34

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



11/07/2023 11:51:23



FLIR0819.jpg



905030118

Medidas

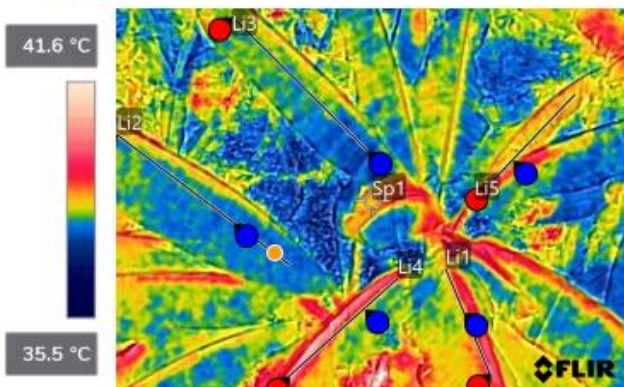
Li1	
Max	35.7 °C
Avg	35.2 °C
Min	34.3 °C
Li2	
Max	35.7 °C
Avg	35.0 °C
Min	34.0 °C
Li3	
Max	34.4 °C
Avg	34.0 °C
Min	33.6 °C
Li4	
Max	35.0 °C
Avg	34.5 °C
Min	34.1 °C
Li5	
Max	34.6 °C
Avg	34.0 °C
Min	33.5 °C
Sp1	32.9 °C

Anexo 35

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



12/07/2023 11:21:24



FLIR0837.jpg



905030118

Medidas

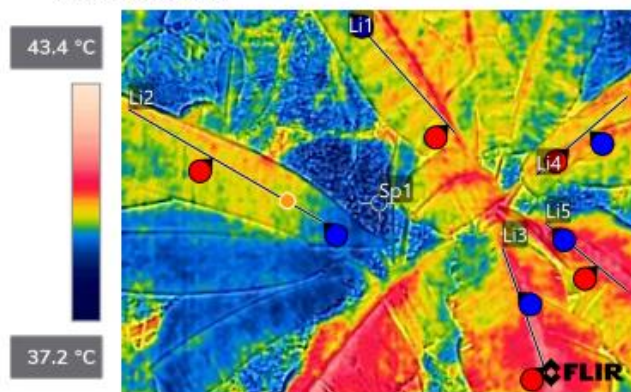
Li1	
Max	39.7 °C
Avg	38.8 °C
Min	38.4 °C
Li2	
Max	38.5 °C
Avg	37.9 °C
Min	37.6 °C
Li3	
Max	38.3 °C
Avg	38.0 °C
Min	37.5 °C
Li4	
Max	40.4 °C
Avg	39.0 °C
Min	38.2 °C
Li5	
Max	39.4 °C
Avg	38.6 °C
Min	38.3 °C
Sp1	38.5 °C

Anexo 36

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



13/07/2023 11:35:57



FLIR0853.jpg



905030118

Medidas

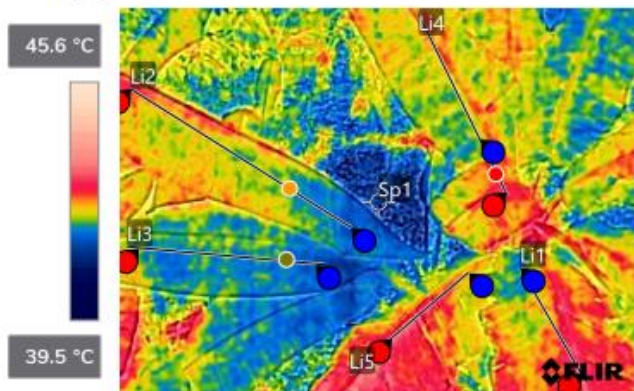
LI1	
Max	40.6 °C
Avg	40.2 °C
Min	39.4 °C
LI2	
Max	40.3 °C
Avg	40.0 °C
Min	39.4 °C
LI3	
Max	41.8 °C
Avg	41.1 °C
Min	40.5 °C
LI4	
Max	40.5 °C
Avg	40.2 °C
Min	39.8 °C
LI5	
Max	41.0 °C
Avg	40.8 °C
Min	40.5 °C
Sp1	39.3 °C

Anexo 37

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



14/07/2023 11:47:47



FLIR0875.jpg



905030118

Medidas

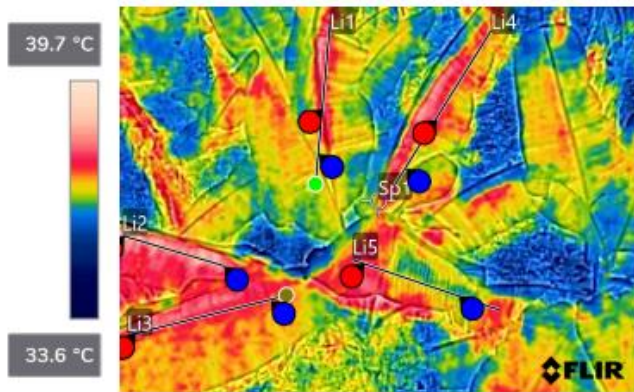
Li1	
Max	43.3 °C
Avg	42.6 °C
Min	41.8 °C
Li2	
Max	42.9 °C
Avg	42.1 °C
Min	41.5 °C
Li3	
Max	42.2 °C
Avg	41.8 °C
Min	41.4 °C
Li4	
Max	43.0 °C
Avg	42.4 °C
Min	41.9 °C
Li5	
Max	43.4 °C
Avg	43.0 °C
Min	42.4 °C
Sp1	41.2 °C

Anexo 38

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



15/07/2023 10:40:00



FLIR0897.jpg



905030118

Medidas

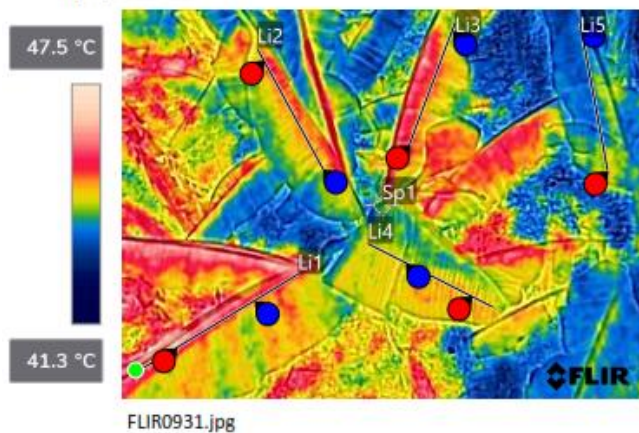
LI1	
Max	37.9 °C
Avg	37.4 °C
Min	36.7 °C
LI2	
Max	38.8 °C
Avg	38.3 °C
Min	38.0 °C
LI3	
Max	38.2 °C
Avg	37.6 °C
Min	37.2 °C
LI4	
Max	37.7 °C
Avg	37.2 °C
Min	36.8 °C
LI5	
Max	37.9 °C
Avg	37.1 °C
Min	36.4 °C
Sp1	37.2 °C

Anexo 39

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



16/07/2023 12:24:46



905030118

Medidas

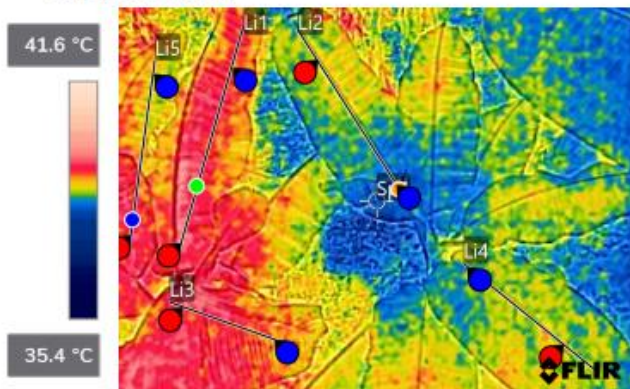
Li1	
Max	46.3 °C
Avg	45.6 °C
Min	44.9 °C
Li2	
Max	45.5 °C
Avg	45.0 °C
Min	44.4 °C
Li3	
Max	45.3 °C
Avg	45.0 °C
Min	44.3 °C
Li4	
Max	44.9 °C
Avg	44.7 °C
Min	44.4 °C
Li5	
Max	44.6 °C
Avg	43.9 °C
Min	43.5 °C
Sp1	44.1 °C

Anexo 40

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



17/07/2023 11:29:04



FLIR0957.jpg



905030118

Medidas

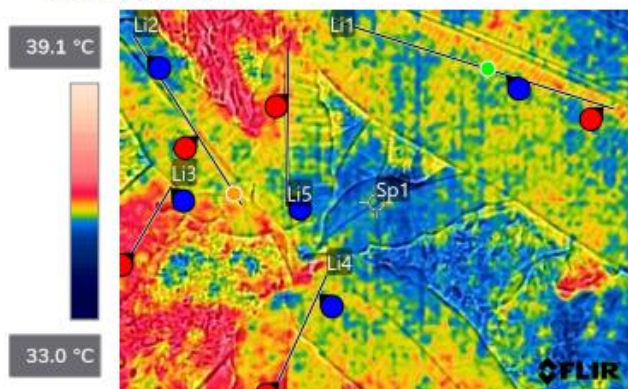
LI1	
Max	39.8 °C
Avg	39.4 °C
Min	39.0 °C
LI2	
Max	39.0 °C
Avg	38.7 °C
Min	38.2 °C
LI3	
Max	39.6 °C
Avg	39.3 °C
Min	39.0 °C
LI4	
Max	39.2 °C
Avg	38.8 °C
Min	38.5 °C
LI5	
Max	39.6 °C
Avg	39.1 °C
Min	38.7 °C
Sp1	38.3 °C

Anexo 41

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



18/07/2023 11:46:13



FLIR0979.jpg



905030118

Medidas

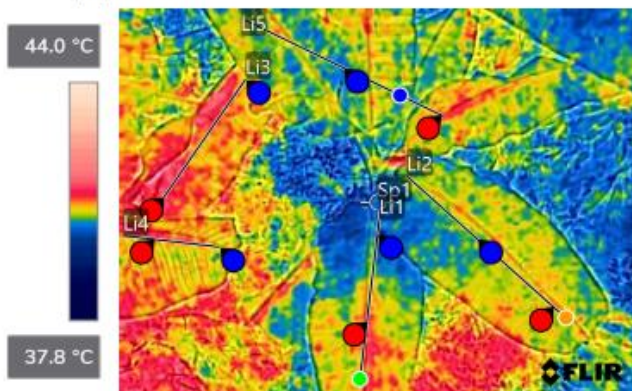
LI1	
Max	36.0 °C
Avg	35.7 °C
Min	35.5 °C
LI2	
Max	36.1 °C
Avg	35.7 °C
Min	35.4 °C
LI3	
Max	36.3 °C
Avg	36.1 °C
Min	35.8 °C
LI4	
Max	36.3 °C
Avg	35.9 °C
Min	35.6 °C
LI5	
Max	36.2 °C
Avg	35.8 °C
Min	35.5 °C
Sp1	35.5 °C

Anexo 42

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



19/07/2023 11:28:15



FLIR1005.jpg



905030118

Medidas

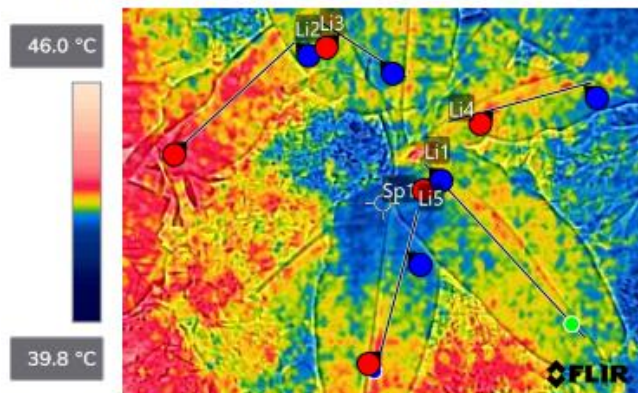
Li1	
Max	41.1 °C
Avg	40.7 °C
Min	40.0 °C
Li2	
Max	40.9 °C
Avg	40.6 °C
Min	40.4 °C
Li3	
Max	41.4 °C
Avg	41.0 °C
Min	40.6 °C
Li4	
Max	41.1 °C
Avg	40.9 °C
Min	40.6 °C
Li5	
Max	41.0 °C
Avg	40.5 °C
Min	40.1 °C
Sp1	40.2 °C

Anexo 43

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



20/07/2023 11:34:15



FLIR1013.jpg



905030118

Medidas

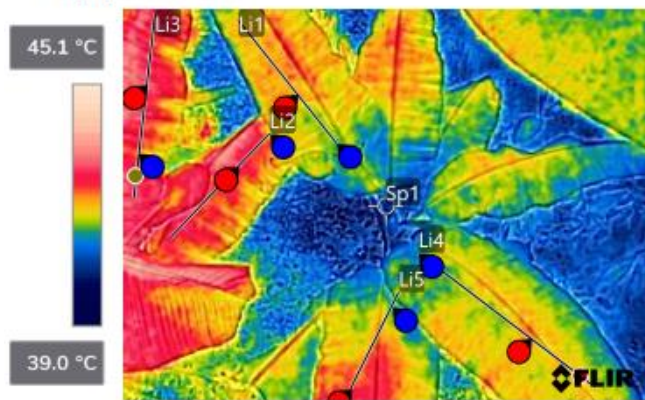
Li1	
Max	43.1 °C
Avg	42.9 °C
Min	42.6 °C
Li2	
Max	43.7 °C
Avg	43.2 °C
Min	42.8 °C
Li3	
Max	43.0 °C
Avg	42.8 °C
Min	42.6 °C
Li4	
Max	43.4 °C
Avg	43.0 °C
Min	42.8 °C
Li5	
Max	43.4 °C
Avg	42.8 °C
Min	42.2 °C
Sp1	42.4 °C

Anexo 44

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



21/07/2023 11:41:15



FLIR1047.jpg



905030118

Medidas

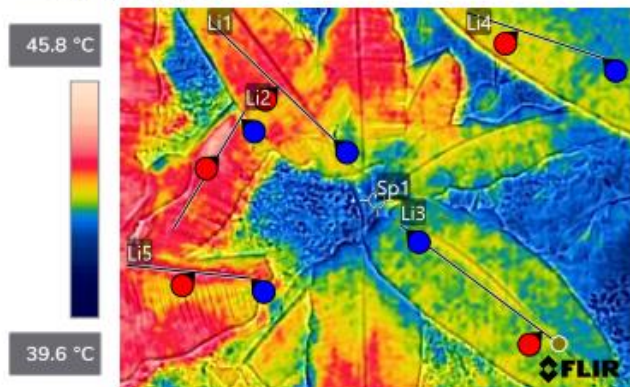
Li1	
Max	42.4 °C
Avg	42.0 °C
Min	41.3 °C
Li2	
Max	43.0 °C
Avg	42.7 °C
Min	41.9 °C
Li3	
Max	43.3 °C
Avg	42.8 °C
Min	42.3 °C
Li4	
Max	42.4 °C
Avg	41.8 °C
Min	41.2 °C
Li5	
Max	42.6 °C
Avg	42.1 °C
Min	41.3 °C
Sp1	40.5 °C

Anexo 45

Reporte del punto 2 realizado con FLIR Thermal Studio



22/07/2023 11:32:48



FLIR1053.jpg



905030118

Medidas

LI1	
Max	43.7 °C
Avg	43.3 °C
Min	42.5 °C
LI2	
Max	44.1 °C
Avg	43.6 °C
Min	43.0 °C
LI3	
Max	43.0 °C
Avg	42.6 °C
Min	42.3 °C
LI4	
Max	43.1 °C
Avg	42.6 °C
Min	42.1 °C
LI5	
Max	44.1 °C
Avg	43.7 °C
Min	43.3 °C
Sp1	42.2 °C